



SERIE FAUNA SILVESTRE NEOTROPICAL

VIII. BIODIVERSIDAD DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI, VICHADA, COLOMBIA: río Orinoco y planicie de inundación

Carlos A. Lasso, Fernando Trujillo y Monica A. Morales-Betancourt
(Editores)



SERIE FAUNA SILVESTRE NEOTROPICAL

VIII. BIODIVERSIDAD DE
LA RESERVA NATURAL BOJONAWI,
VICHADA, COLOMBIA:
río Orinoco y planicie de inundación



Carlos A. Lasso, Fernando Trujillo y Monica A. Morales-Betancourt
(Editores)



© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2020.

© Fundación Omacha, 2020.

Los textos pueden ser citados total o parcialmente citando la fuente.

SERIE EDITORIAL FAUNA SILVESTRE NEOTROPICAL

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Editor: Carlos A. Lasso.

Revisión científica: Antonio Machado-Allison (College of the Environment Wesleyan University, EEUU), Fernando Rojas-Runjaic (Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela).

Fotos portada: Fernando Trujillo (superior), Iván Mikolji (inferior).

Perfiles: Catalina Osorio-Peláez y Carlos A. Lasso.

Foto contraportada: Iván Mikolji.

Foto portada interior: Fernando Trujillo.

Diseño e impresión: Estudio 45-8 S.A.S.
300 ejemplares.

CITACIÓN SUGERIDA:

Obra completa: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.). 2020. VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 556 pp.

Capítulos: Córdoba-S., M. P. y G. J. Tadri-Zocher. 2020. Diversidad florística y caracterización de los hábitats en la Reserva Natural Bojonawi y afloramientos rocosos aledaños, Escudo Guayanés, Vichada, Colombia. Pp. 79-127. *En:* Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.). VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación / editado por Carlos A. Lasso, Fernando Trujillo y Monica A. Morales-Betancourt; Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical, VIII. -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2020.

556 p.: il., col.; 16,5 x 24 cm

Incluye bibliografía, ilustraciones, gráficos, fotos a color, mapas y tablas

ISBN impreso: 978-958-5183-01-8

ISBN digital: 978-958-5183-02-5

DOI: 10.21068/A2021FNSNVIII

1. Reserva Natural Bojonawi – Vichada Colombia 2. Ecosistemas -- Conservación 3. Aspectos abióticos 4. Diversidad Florística -- Reserva Natural 5. Fauna I. Lasso, Carlos A. (Ed) II. Trujillo, Fernando (Ed) III. Morales-Betancourt, Monica A. (Ed) IV. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 333.782 Ed. 23

Número de contribución: 597

Registro en el catálogo Humboldt: 15035

CEP – Biblioteca Francisco Matís, Instituto Alexander von Humboldt -- Diana Bejarano

Responsabilidad. Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de opinión o juicio alguno por parte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Así mismo, las opiniones expresadas no representan necesariamente las decisiones o políticas del Instituto. Todos los aportes y opiniones expresadas son de la entera responsabilidad de los autores correspondientes.





Savana después de un incendio, al fondo se observan los cerros o lajas del Escudo Guayanés. Foto: Ivan Mikolji.

Comité científico

- Andrés Link (Universidad de los Andes, Colombia)
- Carlos Castaño-Urbe (Fundación Herencia Ambiental Caribe, Colombia)
- Emiliano Ramalho (Instituto de Desenvolvimento Sustentavel Mamiraua, Brasil)
- Esteban Payán-Garrido (Fundación Panthera, Colombia)
- Fernando Trujillo (Fundación Omacha, Colombia)
- Hugo López (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales)
- Isaac Goldstein (Wildlife Conservation Society, Andean Bear Conservation Program)
- Jhon Lynch (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales)
- Jon Paul Rodríguez (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas & UICN)
- José Vicente Rodríguez (Conservación Internacional, Colombia)
- Josefa Celsa Señaris (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas)
- Galo Zapata-Ríos (Wildlife Conservation Society, Ecuador)
- Giovanni Ulloa (Asocaiman, Colombia)
- Luis German Naranjo (WWF Colombia)
- Manuel Ruiz García (Departamento de Biología, Unidad de Genética, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia)
- Mariela Superina (IUCN/SSC Anteater, Sloth & Armadillo Specialist Group & IMBECU-CCT Conicet, Mendoza, Argentina)
- Michael Valqui Haase (Centro para la Sostenibilidad Ambiental, Universidad Peruana Cayetano Heredia)
- Nathaly van Vliet (Center for International Forestry Research, CIFOR)
- Olga Montenegro (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales)
- Rafael Hoogestein (Fundación Panthera, Brasil)
- Roger Pérez-Hernández (Universidad Central de Venezuela, Instituto de Zoología y Ecología Tropical)
- Salvador Boher (Instituto Experimental Jardín Botánico “Dr. Tobías Lasser” & Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela)
- Tula Fang (Comunidad de Manejo de Fauna Silvestre en América Latina-COMFAUNA)
- Wendy Townsend (Programa de Conservación y Desarrollo Tropical de la Universidad de Florida, Gainesville FL, USA & Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia)



Río Orinoco, vista desde el cerro Karikari, al fondo Venezuela. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Tabla de contenido

Prólogo	13
Presentación	15
Autores y afiliaciones	17
Agradecimientos	21
Resumen ejecutivo	25
Executive summary	31
Introducción	37
<hr/>	
CAPÍTULO 1 La Reserva Natural de la Sociedad Civil Bojonawi, río Orinoco, Vichada, Colombia: aspectos abióticos, socioeconómicos y ecosistemas Monica A. Morales-Betancourt y Carlos A. Lasso	39
<hr/>	
CAPÍTULO 2 Papel de la Reserva Natural Bojonawi en el estudio y la conservación de la biodiversidad y ecosistemas de la Orinoquia y el Escudo Guayanés, Vichada, Colombia Fernando Trujillo, Carlos A. Lasso y María C. Diazgranados	63
<hr/>	
CAPÍTULO 3 Diversidad florística y caracterización de los hábitats en la Reserva Natural Bojonawi y afloramientos rocosos aledaños, Escudo Guayanés, Vichada, Colombia Mireya P. Córdoba-S. y Gal J. Tadri-Zocher	79
<hr/>	
CAPÍTULO 4 Macroinvertebrados acuáticos de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia Carlos A. Lasso, Monica A. Morales-Betancourt, Susana Bernal-Sierra, Ada Acevedo-Alonso, Cristian Granados-Martínez, Edwin López-Delgado, Ángela Aristizábal-Botero, Maribel Arias-Mañosa, Marta R. Campos, Beyker Castañeda y Brayan Marín	129

Tabla de contenido

CAPÍTULO 5 Mariposas de la Reserva Natural Bojonawi y zonas adyacentes (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Nicol Rueda-M., Carlos H. Gantiva-Q. y Miguel G. Andrade-C.	169
CAPÍTULO 6 Peces de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia Carlos A. Lasso, Monica A. Morales-Betancourt, Susana Bernal-Sierra, Edwin López-Delgado, Jorge E. García-Melo, Ivan Mikolji, Carlos DoNascimento, Alejandro Méndez, Aniello Barbarino, Beyker Castañeda, Brayan Marín y Donald Taphorn	191
CAPÍTULO 7 Anfibios y reptiles de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada (Colombia), en un contexto regional de llanuras Adolfo Amézquita, Camila Durán-Prieto, Beyker Castañeda, Monica A. Morales-Betancourt y Carlos A. Lasso	237
CAPÍTULO 8 Evaluación de la avifauna de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Adrián Vásquez-Ávila, Beyker Castañeda y Estefanía Izquierdo	269
CAPÍTULO 9 Mamíferos no voladores de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Federico Mosquera-Guerra, Fernando Trujillo, Erika Gómez-Guevara, Beyker Castañeda, Tania M. González y Hugo Mantilla-Meluk	301
CAPÍTULO 10 Murciélagos de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Mónica Páez-Vásquez, Carlos A. Aya-Cuero, Nathalia Moreno-Niño, Catherine Mora-Beltrán, John H. Castaño y Hugo Mantilla-Meluk	323
CAPÍTULO 11 Diversidad y riqueza de vertebrados de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes (Orinoquia, Colombia), estimadas a partir de análisis de ADN ambiental Daniela Martinelli-Marín, Carlos A. Lasso y Susana Caballero-Gaitán	345

CAPÍTULO 12 Reconstruyendo procesos ecológicos en hábitats aislados con macroinvertebrados acuáticos de los inselbergs del Escudo Guayanés colombiano Ángela Aristizábal-Botero, David Paéz-Pérez y Emilio Realpe	371
CAPÍTULO 13 Peces y camarones (Crustacea: Decapoda) asociados a troncos de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes (Escudo Guayanés): río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia Carlos A. Lasso, Edwin López-Delgado, Ada Acevedo-Alonso, Monica A. Morales- Betancourt, Carlos DoNascimento y Martha R. Campos	391
CAPÍTULO 14 La vida en las rocas: anfibios y reptiles en ambientes extremos del Escudo Guayanés, Vichada, Colombia Adolfo Amézquita, Mayra Avellaneda, Leidy A. Barragán, Alexandra Delgadillo y María A. Pulido	413
CAPÍTULO 15 Historia natural de las tortugas acuáticas de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Monica A. Morales-Betancourt, Carlos A. Lasso, Susana Bernal-Sierra, Ana M. Sepúlveda-Seguro, Keisy D. Parra-Henao, Marley T. Gómez-Rincón, Vivian P. Páez, Beyker Castañeda y Brayan Marín	431
CAPÍTULO 16 Carnívoros terrestres de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Germán Garrote, Beyker Castañeda y Fernando Trujillo	455
CAPÍTULO 17 Patrones de actividad del uso de letrinas por la nutria gigante o perro de agua, <i>Pteronura Brasiliensis</i> Gmelin (1789) en la Reserva Natural Bojonawi y su área de influencia (Orinoquia), Vichada, Colombia Antón Álvarez, Germán Garrote, Beyker Castañeda, Brayan Marín y Fernando Trujillo	467
CAPÍTULO 18 Estimación de abundancia de monos aulladores, <i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus, 1766) en la Reserva Natural Bojonawi, Vichada (Orinoquia), Colombia Germán Garrote, Laura Pérez y José M. Escobar	479

Tabla de contenido

CAPÍTULO 19

Diferencias en la composición, estructura y diversidad entre bosques inundables de aguas claras y aguas mixtas, Reserva Natural Bojonawi, río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia

María C. Meza Elizalde, Tania González Delgado, Alejandra Reyes Palacios y Dolors Armenteras Pascual

489

CAPÍTULO 20

Plantas útiles de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquía, Vichada, Colombia

Mauricio Diazgranados y Natalia Moreno-Pachón

505

CAPÍTULO 21

Respuesta post-fuego de la palma, *Astrocaryum jauari* Mart. en bosques de galería de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia

Angie N. Romero-Gómez, María C. Meza Elizalde, Tania González Delgado y Dolors Armenteras Pascual

533

CAPÍTULO 22

Amenazas y recomendaciones para la conservación de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes, Orinoquía, Vichada, Colombia

Fernando Trujillo, Carlos A. Lasso, María C. Díazgranados y Monica A. Morales-Betancourt

549



Iguana (*Iguana iguana*). Foto: Fernando Trujillo.



Juan viejo o mojarra (*Satanoperca daemon*), caño Verde. Foto. Iván Mikolji.

Prólogo

Colombia es un país indudablemente biodiverso, y justamente por eso la responsabilidad de salvaguardar ese patrimonio natural es enorme. El Gobierno Nacional a través de su sistema de áreas protegidas ha hecho un gran esfuerzo en declarar hasta la fecha 59 áreas de carácter nacional distribuidas a lo largo y ancho del país, y existen un poco más de 450 áreas protegidas regionales, declaradas por las autoridades ambientales en cada departamento. A pesar de esto, aún se requiere un mayor esfuerzo para mantener algunos de los ecosistemas estratégicos del país, y los servicios que estos prestan. Es por esto que las estrategias complementarias de conservación como lo son las Reservas Privadas de la Sociedad Civil, son un eje fundamental en la conservación y restauración del capital natural de nuestro país.

En las Reservas Privadas, se reconoce la posibilidad de que un propietario se sume a la tarea de ejercer acciones de conservación en sus propios predios, ya sea sobre ecosistemas estratégicos o con especies amenazadas, siempre y cuando esté articulado a los programas nacionales y tenga objetivos y líneas estratégicas claras, sobre las cuales se implementen acciones a largo plazo.

Hemos dedicado más tres décadas de nuestra vida a la investigación y conservación de la biodiversidad colombiana y hace 20 años, cuando iniciamos a trabajar en la cuenca del Orinoco con los delfines de río, nos enamoramos de esa hermosa tierra llanera, rica de misterios, una maravillosa biodiversidad y una riqueza cultural característica. Desde ese momento emprendimos una larga tarea, no solo en dar a conocer esta hermosa tierra y su riqueza ambiental, sino en preservarla ante las eminentes

amenazas de un desarrollo desordenado. La Laguna del Pañuelo, el único cuerpo de agua formado entre rocas del Escudo Guayanés en la mitad de la sabana, en cercanías a Puerto Carreño, nos tocó el alma y luego de varios años de conversaciones con el dueño de esos predios, Don Benito Munevar, logramos con mucho esfuerzo, adquirirla junto con una gran parte de la sabana colindante.

Alrededor de ella florece la biodiversidad: aves, anfibios, reptiles, peces, nutrias y delfines entre otros. Cada año descubrimos nuevas especies y formas de vida. Por esta razón, creímos importante mantener las áreas circundantes a nuestro predio y convencimos a otros dos soñadores y amantes de la naturaleza, Sandra Bessudo y Joaquín Umaña, a comprar los dos predios vecinos.

En un lapso de tres años logramos consolidar un área de 4.650 hectáreas y decidimos darle un único manejo, al crear la reserva Natural Bojonawi, cuyo nombre en Sikuani significa perro de agua. Con el apoyo de Resnatur (Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil), diseñamos un plan de manejo inicial que luego fue fortalecido por la Fundación Omacha, quién ha sido la entidad que se ha encargado de la investigación y el manejo del área en todos estos años, gracias al comodato que suscribimos con ella. Igualmente, la Fundación ha generado otras alianzas estratégicas con institutos de investigación, universidades, empresas del sector privado gracias a las cuales, la reserva se ha mantenido y es hoy en día un referente de investigación y conservación en la región, como punto estratégico de la Reserva de Biósfera el Tuparro. Hoy en día, estamos generando iniciativas de

Prólogo

sostenibilidad financiera diferentes, para lograr mantener nuestro sueño en el largo plazo y poder dejar un legado al planeta cuidando esta hermosa tierra, su fauna, su flora y su cultura.

Por todo eso para nosotros como propietarios, es un honor presentar este libro que recoge buena parte de las investigaciones realizadas en Bojonawi y que estamos seguros de que contribuirá a nivel regional a ampliar el conocimiento biológico y a

mostrar un ejemplo de trabajo conjunto de largo plazo, donde las reservas privadas serán grandes protagonistas de la conservación de la Orinoquia.

Fernando Trujillo
Fundación Omacha

María Claudia Diazgranados
Conservación Internacional Colombia



Charca temporal de lluvia sobre lajas graníticas del Escudo Guayanés que bordea la laguna El Pañuelo.
Foto: Fernando Trujillo.

Presentación



Para el Instituto Alexander von Humboldt, es todo un honor participar en esta publicación sobre la Biodiversidad de la Reserva Natural de Bojonawi (Vichada). La Reserva, una pequeña pero rica extensión de tierra y agua en el Vichada ubicada en las cercanías de las bocas del río Bitá sobre el río Orinoco, representa un verdadero laboratorio de estudio biológico, evolutivo y de conexión con las comunidades locales.

Este libro recoge un gran esfuerzo de gente interesada en la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de los recursos naturales. Científicos, pescadores, guías, indígenas y colonos, han unido sus esfuerzos para que después de casi diez años de trabajo continuado presentemos este libro, resultados que sin duda alguna podrían ser replicados en otras regiones del Orinoco y cuencas vecinas como el Amazonas y Magdalena, dadas las condiciones pulsátiles

y de inundación de nuestros grandes ríos. Sesenta investigadores de 12 universidades nacionales e internacionales, dos Institutos, tres ONG, así como otros investigadores independientes de la sociedad civil, recogen en este nuevo volumen, información muy interesante sobre la flora y la fauna orinoquense, bajo una visión integrada tierra-agua dada su total y necesaria dependencia.

Esperamos que esta nueva publicación nos estimule a seguir trabajando en la región y continuar generando más datos necesarios para todos los planes de conservación y aprovechamiento sostenible de nuestra biodiversidad.

Hernando García
Director General

Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt



Playa del río Orinoco. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Autores y afiliaciones

Conservación Internacional Colombia
Programa de Océanos e Incentivos
de Conservación
Maria Claudia Diazgranados
mdiazgranados@conservation.org

**Corporación Universitaria de Santa
Rosa de Cabal (UNISARC), Colombia**
Grupo de Investigación en Biología
de la Conservación y Biotecnología
John H. Castaño
jhcastano@gmail.com

**Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt,
Colombia**
Alejandro Méndez
amendez@humboldt.org.co

Carlos DoNascimento
cdonascimento@humboldt.org.co

Carlos A. Lasso
classo@humboldt.org.co

Maribel Arias-Mañosa
marias@humboldt.org.co

Monica A. Morales-Betancourt
mmorales@humboldt.org.co

Investigador independiente
Aniello Barbarino
barbarinoaniello@gmail.com

Donald Taphorn
taphorn@gmail.com

Gal Josef Tadri-Zocher
gtadri@gmail.com

Fundación Omacha, Colombia
Beyker Castañeda
beikerandrescasta@gmail.com

Brayan Marín
brayanrodriguez174@gmail.com

Camila Durán-Prieto
durancita@gmail.com
herpetos@omacha.org

Erika Gómez-Guevara
erika880325@hotmail.com

Estefania Izquierdo
niazurda@gmail.com

Fernando Trujillo
fernando@omacha.org

Federico Mosquera-Guerra
federico.mosqueraguerra@gmail.com

**Fundación Omacha & Universidad
INCCA de Colombia**
Grupo de investigación en Biotecnología
y Medio Ambiente
Carlos A. Aya-Cuero
c.aya@omacha.org

Grupo de investigación en Ecología Evolutiva
y Biogeografía Tropical ECOBIT
Mónica Páez-Vásquez
monicapaezv1@gmail.com

**Fundación Omacha & Universidad
Nacional de Colombia**
Adrián Vásquez-Ávila
ragdeadrian@gmail.com
eavasqueza@unal.edu.co

**Instituto de Biología de la Conservación,
España**
Antón Álvarez
anton Alvarezbc@gmail.com

Germán Garrote
gergarrote@gmail.com

José Manuel Escobar
josem.escobarcasado@gmail.com

Laura Pérez
perezlopez.laura@gmail.com

Autores y afiliaciones

Mikolji Corp.

Iván Mikolji
mikolji@gmail.com

Universidad de Antioquia, Colombia

Ana María Sepúlveda-Seguro
anamariaseguro00@gmail.com

Keisy Parra-Henao
keparrah@gmail.com

Marley Tatiana Gómez-Rincón
marleytgr@gmail.com

Vivian P. Páez
vivianpaez1@gmail.com

Universidad de Ibagué & Biophotonature, Colombia

Jorge E. García-Melo
biophotonature@gmail.com

Universidad de La Guajira, Colombia

Cristian Granados-Martínez
biolocristiam@gmail.com

Universidad de Los Andes, Colombia

Departamento de Ciencias Biológicas
Ángela Aristizábal-Botero
a.aristizabal331@uniandes.edu.co

Alexandra Delgadillo
adelgadillo@uniandes.edu.co

Emilio Antonio Realpe Rebolledo
erealpe@uniandes.edu.co

Leidy Alejandra Barragán
la.barragan10@uniandes.edu.co

Maria Antonia Pulido
ma.pulido11@uniandes.edu.co

Mayra Avellaneda
ma.avellanedam@uniandes.edu.co

Laboratorio de Ecología Molecular de

Vertebrados Acuáticos (LEMVA)
Daniela Martinelli-Marín
rd.martinelli10@uniandes.edu.co

Susana Caballero-Gaitán
sj.caballero26@uniandes.edu.co

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

David Paéz-Pérez
davpaez@gmail.com

Universidad de los Andes, Colombia & Bioconservancy

Adolfo Amézquita
adolfo.amezquita@gmail.com

Universidad del Quindío, Colombia

Centro de Estudios de Alta Montaña-CEAM
Hugo Mantilla-Meluk
ceam@uniquindio.edu.co

Universidad del Rosario

Nicol Rueda-M.
nicol.rueda@urosario.edu.co

Universidad del Tolima, Colombia

Grupo de Investigación en Zoología
Edwin Orlando López-Delgado
eolopezd@gmail.com

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental & **Universidad Nacional de Colombia**, Instituto de Ciencias Naturales, Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN)
Mireya Patricia Córdoba-Sánchez
mpcordobas@udistrital.edu.co
mpcordobas@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Departamento de Biología
Carlos H. Gantiva-Q.
carloshernangantiva@gmail.com

Catherine Mora-Beltrán
cmorab@unal.edu.co

Natalia Moreno-Niño
nmorenon@unal.edu.co

Instituto de Ciencias Naturales

Ada Acevedo-Alonso
ada24a@gmail.com

Martha R. de Campos
mhrochad@unal.edu.co

Miguel Gonzálo Andrade C.
mgandradec@unal.edu.co
Grupo de Investigación en Ecología
del Paisaje y Modelación de
Ecosistemas-Ecolmod
Alejandra Reyes Palacios
alreyp@unal.edu.co

Angie Nathalia Romero-Gómez
anromerog@unal.edu.co

Dolors Armenteras Pascual
darmenterasp@unal.edu.co

María Constanza Meza Elizalde
mmezae@unal.edu.co

Tania Marisol González Delgado
tmgonzalezd@unal.edu.co

Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia
Susana Bernal-Sierra
susana.bernie33@gmail.com

Royal Botanic Gardens, Kew, Natural
Capital and Plant Health Department,
Diversity and Livelihoods, Londres
Mauricio Diazgranados
M.Diazgranados@kew.org

Wageningen University & Research
- Business Unit, Greenhouse
Horticulture, New Zealand
Natalia Moreno-Pachón
nati.more@gmail.com



Falsa coral (*Hydrops triangularis*), caño Verde. Foto: Iván Mikolji.



Perro de agua o nutria (*Pteronura brasiliensis*). Foto: Fernando Trujillo.

Agradecimientos

Los editores agradecen al Director del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Hernando García y a la Junta Directiva del Instituto, por haber respaldado la elaboración de este proyecto en el marco del Plan Operativo Anual 2020 del Programa de Ciencias de la Biodiversidad (Línea de Gestión de Recursos Hidrobiológicos).

Desde la Fundación Omacha se agradece en primer lugar a los propietarios de los predios que conforman la RN Bojonawi: María Claudia Diazgranados, Fernando Trujillo, Sandra Bessudo y Joaquín Umaña. Igualmente a Jacinto Terán por su trabajo a lo largo de más de diez años, a Beyker Castañeda, Esther Marín y Brayan Marín. Al Instituto Alexander von Humboldt, en cabeza de Carlos A. Lasso por las investigaciones realizadas, a las Universidades de los Andes, Pontificia Javeriana, Antioquia y Quindío entre otras, por sus aportes. A Resnatur por el apoyo técnico y administrativo, Parques Nacionales Naturales, Armada Nacional, Alcaldía de Puerto Carreño, Gobernación del Vichada, WWF Colombia y Whitley Fund for Nature.

A Catalina Osorio-Peláez por la elaboración de los perfiles de los capítulos 1, 4, 6, 7 y 9.

Los autores del capítulo sobre diversidad florística (Capítulo 3) agradecen a la Fundación Omacha y su director Fernando Trujillo, a Jacinto Terán y Francisco Castro por su apoyo en campo, a las becas de promoción laboral de la WWF (Washington D. C.) por el apoyo financiero, a Mauricio Diazgranados y a los estudiantes Diego Rodríguez y Cesar Delgado por facilitar el acceso a sus colecciones y documentos. Por último, a los especialistas C. Romero (Mimosaceae), L. K. Ruiz (Fabaceae y Caesalpiniaceae), M. P. Galeano (Arecaceae), D. Giraldo-Cañas (Poaceae), J. Betancur (Bromeliaceae), Padre P. Ortiz (q.e.p.d) (Orchidaceae), H. Mendoza (Melas-

tomataceae y Rubiaceae), L. Raz (Dioscoreaceae) y F. Castro (varias familias).

Los autores del capítulo de mariposas (Capítulo 5) agradecen a Fernando Trujillo y Fundación Omacha por permitir realizar el trabajo de campo en la reserva, a Beyker Castañeda y Brayan Marín por su compañía y ayuda durante nuestra estadía en la reserva Bojonawi. A la Universidad del Rosario por el apoyo logístico y económico, al Instituto de Ciencias Naturales por permitir el depósito de los ejemplares recolectados. Por último, a Carlos A. Lasso por darnos posada el día que se varó el avión en Puerto Carreño.

Los autores del capítulo de murciélagos (Capítulo 10) agradecen a Fernando Trujillo, Abelardo Rodríguez, Beyker Castañeda, Diego Esquivel y Yaneth Muñoz por sus valiosos aportes en el proceso de escritura del documento.

El estudio de anfibios y reptiles en ambientes extremos (Capítulo 14) se realizó gracias al apoyo económico de Colciencias (Proyecto 80740-201-2019) y a la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes (Programa de Investigación 2018-2019). También agradecen a la Fundación Omacha por autorizar las investigaciones en la Reserva Natural Bojonawi. Muy especialmente a Beyker Castañeda y Brayan Marín por compartir su tiempo y conocimiento durante la realización del trabajo de campo. A Martha Patricia Ramírez-Pinilla por haber llamado por primera vez la atención de AA sobre el parasitismo en este lagarto.

La información sobre la nutria (Capítulo 17) se obtuvo en el marco del proyecto “Monitoreo poblacional y estrategias para la conservación de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en la reserva Bojonawi” con el apoyo de la Fundación Barcelona Zoo y el Ayuntamiento de Barcelona.

El capítulo sobre bosques inundables (Capítulo 19) se realizó en el marco del

Agradecimientos

proyecto “Degradación de bosques tropicales en Colombia: impactos del fuego (Degradation of Tropical Forests in Colombia: Impacts of Fire)”, financiado por la Partnerships for Enhanced Engagement in Research (PEER Cycle 5), en asociación con The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine y la University of Colorado Boulder. Agradecen a Fernando Trujillo por su apoyo incondicional, así como al personal de Reserva Natural Bojonawi quienes apoyaron en las actividades de campo, especialmente a Beyker Castañeda, Jacinto Terán, Esther Marín y Brayan Marín. Damos las gracias al personal de campo Euclides y Nelcy Vega. Al Herbario Nacional de Colombia del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por permitirnos el acceso a sus valiosos registros, especialmente a su director en ese momento, profesor Carlos Parra. También a su actual director, el profesor Jaime Uribe Meléndez, así como al Herbario Amazónico Colombiano COAH – SINCHI. Finalmente, agradecemos el valioso apoyo en la determinación de material vegetal de los docentes: Gerardo Aymard, Carlos Parra, Gilberto Emilio Mahecha, Willian Ariza Cortés y Charlotte Taylor. A los profesionales Juliana Vélez y Mateo Fernández Lucero quienes apoyaron parte de las actividades de

campo, procesamiento del material vegetal y determinaciones.

El levantamiento de la información presentada sobre la respuesta post-fuego de la palma, *Astrocaryum jauari* en bosques de galería (Capítulo 20), se realizó en el marco del proyecto “Degradación de Bosques Tropicales en Colombia: Impactos del Fuego (Degradation of Tropical Forests in Colombia: Impacts of Fire), financiado por la Partnerships for Enhanced Engagement in Research (PEER Cycle 5)”, en asociación con The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine y la University of Colorado Boulder; y el proyecto de investigación “Adaptación de la vegetación al cambio climático y al fuego en tierras bajas de la Orinoquia” financiado por Colciencias (código 110180863738 CT-247-2019). Queremos agradecer a Fernando Trujillo director científico de la Fundación Omacha por su apoyo incondicional para la realización de investigaciones en la Reserva Natural Bojonawi, así como a las personas que nos apoyaron en los muestreos de campo, de ECOLMOD (Alejandra Reyes Palacios y Natalia Moreno) y de la RNB (Brayan Marín y Beyker Castañeda), así como al personal de apoyo que hace más amena nuestra estadía y nos colaboran en campo, especialmente a Nelcy Vega, Henry Esteves Terán y Jacinto Terán.



Caño Verde. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Gallineta (*Aramides cajaneus*). Foto: Fernando Trujillo.

Resumen ejecutivo

La Reserva Natural Bojonawi-RNB se encuentra al nororiente del departamento de Vichada, Orinoquia colombiana. Está compuesta por tres predios privados que fueron puestos en comodato a la Fundación Omacha para su manejo. El proceso fue iniciado en 2003 y ya en 2009 contaba con un plan de manejo. La RNB está adscrita ante la Red de Reservas de la Sociedad Civil-Resnatur y al Registro Único de Áreas Protegidas-Runap.

Bojonawi se encuentra en una de las regiones más interesantes y desconocida a nivel biológico: la Orinoquia guayanesa, la cual reviste especial interés dado su antigüedad geológica. Tras varios años de trabajo continuo en la Reserva por parte del Instituto Alexander von Humboldt (Línea Gestión de Recursos Hidrobiológicos) en conjunto con la Fundación Omacha, además de varios actores nacionales e internacionales, se recoge toda la información generada acerca de la biodiversidad de la RNB.

La ubicación de la Reserva la convierte en área focal de conservación dentro de la Reserva de Biosfera El Tuparro, juega un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad de la Orinoquia y ayuda a consolidar un corredor de conservación al generar interacción con otras figuras complementarias de conservación (reservas privadas, resguardos indígenas). La conservación de la biodiversidad y sus ecosistemas se abarcó desde diferentes frentes: investigación, conservación, educación y formación, divulgación y ecoturismo (Capítulo 2). En este libro se presentan los resultados de las investigaciones, la cuales incluyeron desde evaluaciones biológicas rápidas o inventarios a más largo plazo, hasta estudios más detallados de la ecología o biología de algunas especies. Se inventariaron diversos grupos taxonómicos tanto vegetales como animales. Se registró una riqueza de plantas

de 429 especies y adicionalmente, se caracterizaron y describieron los hábitats de la Reserva (Capítulo 3). En cuanto a la fauna, se registraron 336 invertebrados y 690 vertebrados. En la tabla 1 se muestra la riqueza de especies para cada grupo biológico, los capítulos incluyen información para cada especie sobre hábitat, categoría de amenaza e importancia (uso), así como análisis de composición de especies y aspectos biogeográficos para cada grupo (Capítulos 4-11). En total, en la RNB se registraron 1.455 especies (flora y fauna).

Estos inventarios aportan información novedosa para el país y la región, no solo en cuestión de listados taxonómicos sino también en aspectos ecológicos. Para macroinvertebrados acuáticos, por ejemplo, se incluye información ecológica sobre un grupo muy desconocido, las esponjas de agua dulce (Capítulo 4). Para las mariposas, se encontraron tres posibles nuevos taxones: dos especies: *Magneuptychia* sp. nov. y *Nymphidium* sp. nov. y una nueva subespecie *Nymphidium lisimon* sp. nov., tres especies con distribución restringida (*Splendeuptychia boliviensis*, *Morpho rhetenor* and *M. columbianus*), así como nuevos datos ecológicos para una especie de mariposa (*Heliconius sara*) (Capítulo 5). En el caso de peces se obtuvieron seis nuevos registros para Colombia: *Adontosternarchus sachsii*, *Trachydoras gepharti*, *Megalodoras guayoensis*, *Hypostomus rhanthos*, *Gnatholebias zonatus* y *Plagioscion auratus*, además de tres nuevos reportes para la cuenca del río Orinoco en Colombia: *Sternarchorhamphus muelleri*, *Tenellus trimaculatus* y *Apionichthys nattereri*. También se muestra la interacción de las especies entre el río Orinoco y la planicie de inundación asociada, y como las variables ambientales locales actúan como filtros ecológicos y son responsables en parte de la composición, riqueza,

Resumen ejecutivo

Tabla 1. Riqueza de especies en la Reserva Natural Bojonawí (Orinoquia, Vichada, Colombia) por grupo taxonómico, especies amenazadas y con valor de uso.

Grupo	Riqueza	Especies amenazadas	Especies con valor de uso
Flora	429	2	125
Macroinvertebrados acuáticos	187		
Mariposas	149		
Peces	247	12	247
Anfibios	24		1
Reptiles	57	4	17
Aves	307	16	24
Mamíferos no voladores	37	22	35
Mamíferos voladores	18	1	
Total	1.455	57	449

variabilidad y recambio de especies de peces (Capítulo 6). En anfibios y reptiles se destaca la presencia de dos nuevas especies para la ciencia, la tortuga matamata o caripatúa, *Chelus orinocensis*, descrita recientemente y una *Amphisbaena* sp., que se encuentra en proceso de descripción; se amplía la distribución para *Boana pugnax* y *Potomotyphlus kaupii* y se reporta una especie poco conocida, la tortuga (*Mesoclemmys gibba*). También se hace un análisis a nivel regional mostrando que la composición de especies en áreas conservadas es claramente distinguible de la de las áreas abiertas intervenidas, así como se incluye información sobre modos reproductivos en los anuros (Capítulo 7). En el caso de aves, se confirma la presencia de la garza colorada (*Agamia agami*), el águila cabecigris (*Leptodon cayanensis*) y el parlotero malcasado (*Tachyphonus rufus*) para el departamento de Vichada y se realizan análisis por grupos tróficos (Capítulo 8). En mamíferos se registraron dos especies endémicas, el armadillo sabanero (*Dasyus sabanicola*) y la subespecie de delfín (*Inia geoffrensis humboldtiana*) y también análisis por grupos tróficos (Capítulo 9). Para los murciélagos se regis-

tran especies muy poco conocidas en el país (*Diclidurus albus*, *Pteronotus personatus*, *Phylloderma stenops* y *Lonchorhina orinocensis*) y se realizan análisis sobre aspectos ecológicos (Capítulo 10). También se empleó una técnica nueva de muestreo, el Meta-barcoding o análisis de ADN ambiental, herramienta que se está probando para realizar inventarios de diversidad en poco tiempo y que permite la detección de especies raras o crípticas; se evaluó entonces la diversidad de vertebrados acuáticos en la Reserva y zonas limítrofes. Se determinaron 262 especies de peces y 15 de otros vertebrados, agregando tres especies al inventario local: guácharo (*Steatornis caripensis*), murciélago (*Nyctinomops aurispinosus*) y un roedor *Makalata* sp (Capítulo 11).

También se ha generado información sobre las interrelaciones con el hábitat en algunos grupos biológicos estudiados. Es el caso del estudio de la importancia de los troncos sumergidos como microhábitat fundamental que actúa como refugio para las comunidades o ensamblajes de peces y camarones. Se destacan por su abundancia los peces, *Tatia marthae*, *Agamyxis albomaculatus* y *Microglanis poecilus*

y los camarones, *Macrobrachium dierythrum*, *Macrobrachium reyesi* y *Euryrhynchus amazoniensis*. Se observó cierta relación entre la abundancia y la biomasa de ambos grupos, y el tamaño de los troncos, los cuales muestran adicionalmente una composición ictiológica y carcinológica particular, relacionada con los hábitos y rasgos funcionales de estas especies (Capítulo 13). Las rocas o lajas graníticas del Escudo Guayanés fueron de especial interés dada su presencia a lo largo de todo el río Orinoco y en especial en la RNB; se descubre la condición extrema, y se muestra desde el punto de vista abiótico-biótico, la relación con la riqueza y composición de los macroinvertebrados acuáticos (Capítulo 12), así como el estudio de las adaptaciones de los anfibios y reptiles a estas lajas, con información novedosa para la rana *Leptodactylus lithonaetes* y el lagarto *Tropidurus hispidus*, acerca de la historia natural y poblacional (Capítulo 14).

Se avanzó en la generación de información para especies priorizadas. Se incluye información sobre historia natural para cuatro de las siete especies registradas de tortugas acuáticas: cabezón (*Peltocephalus dumerilianus*), terecay (*Podocnemis unifilis*), sabanera o galápaga (*Podocnemis vogli*) y matamata (*Chelus orinocensis*). Para esta última, se obtuvieron los primeros datos poblacionales (Capítulo 15). Para los mamíferos carnívoros terrestres, se hizo un análisis sobre el uso de hábitat para las seis especies presentes: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), tayra (*Eira barbara*) y zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*); y se calculó la densidad poblacional del ocelote, reportando las densidades más bajas para el país (Capítulo 16). Se estudiaron los patrones de actividad del uso de letrinas por la nutria gigante o perro de agua (*Pteronura brasiliensis*), donde se reportan diferencias comportamentales en ambientes perturbados (Capítulo 17). Se estudiaron a los monos aulladores (*Alouatta seniculus*), encontrando los valores más altos en densidad para Colombia (Capítulo 18).

A nivel vegetal, se estudió la composición y estructura de los bosques de galería de aguas mixtas y asociados a aguas claras en la Reserva, mostrando una alta diversidad y heterogeneidad estructural (Capítulo 19). También se muestra la importancia del recurso vegetal mediante un estudio etnobotánico donde se reconocen 125 especies de plantas que son usadas de diferentes maneras (medicinal, construcción, alimento para fauna, alimento para humanos, artesanías y madera de leña), evidenciando el gran potencial bioeconómico de muchas plantas nativas (Capítulo 20). Se estudió la respuesta de la vegetación al fuego, considerada la principal amenaza de la biodiversidad de la Reserva. Para ello se empleó como modelo la palma *Astrocaryum jauari* (Arecaceae), donde se evidencian los cambios fenotípicos en la especie de acuerdo al grado de impacto por el fuego (Capítulo 21).

Todos los capítulos finalizan con una serie de recomendaciones para la investigación y conservación, pues si bien se ha avanzado en el estado del conocimiento, aún quedan por completar los inventarios biológicos y estudios poblacionales dadas las limitaciones en espacio y tiempo. No obstante, la información generada representa una base fundamental para continuar con la planificación de la investigación y manejo de la Reserva (Capítulo 21).

Desafortunadamente, la biodiversidad de la RNB está sometida a dos amenazas importantes. La primera son los incendios causados con frecuencia fuera de la Reserva, los cuales se propagan hacia ella. Igualmente, las quemadas provocadas son una estrategia de cacería de grupos indígenas, y también prácticas de algunos ganaderos para generar rebrotes tiernos para el ganado. Las quemadas, no solo afectan las sabanas o planicies inundables, sino que también comprometen a los bosques marginales de los caños, lagunas y morichales. La segunda es la pesca y la caza no sostenible, realizada por pescadores, colonos y los indígenas vecinos, la cual si bien se ha abordado de manera preliminar, requiere de más trabajo a largo plazo de cuantificación, educación

Resumen ejecutivo

ambiental y concientización de las comunidades indígenas, así como los colonos vecinos (Capítulo 21).

Por último, la riqueza de la biodiversidad en la Reserva es notable, hay presencia de especies amenazadas, de distribución restringida y útiles para el ser humano, convirtiéndola en un área de generación del conocimiento y conservación de la biodiversidad. Por ello, es necesario fortalecer y profundizar la investigación existente, mediante un programa de investigación continuo a largo plazo que priorice estudios demográficos, uso de hábitat e impactos de las amenazas a las poblaciones naturales, información

prioritaria para determinar el estado de conservación de las especies. Sin embargo, es necesario en primera instancia lograr la sostenibilidad de la Reserva, ya que dado el carácter de conservación del área, no cuenta con actividades productivas, por lo que es importante crear una estrategia de sostenibilidad financiera de largo plazo, como por ejemplo el turismo de la naturaleza y la observación de aves (ecoturismo), al ser un Área de importancia internacional para la conservación de las aves (AICA), y uno de los sitios que tradicionalmente se une a la iniciativa del Global Big Day de conteo de aves a nivel mundial (Capítulo 21).



Cucha (*Hypostomus rhantos*) en caño Verde. Foto: Iván Mikolji.



Bosque de galería, morichales y sabanas. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Río Orinoco, vista desde la estación casa de la Piedra. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Executive summary

The Bojonawi Nature Reserve (BNR) is located in the northeastern part of Vichada department, in the Colombian portion of the Orinoco River Basin. It is made up of three private properties that were placed on loan in the care of the Omacha Foundation for their management. The process was started in 2003 and by 2009 a management plan was in place. The BNR is part of the Colombian Private Sector Reserves Network (Resnatur) and the Protected Area Registry (Runap).

It is located in one of the most interesting and biologically unknown regions of Colombia: the Guyana Shield region of the Orinoco River Basin, which is of special interest, given its ancient geological age. After several years of work in expeditions to the Reserve by personnel of the Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute-IAvH (Hydrobiological Resources Management Line) in conjunction with people from the Omacha Foundation and several national and international institutions, we present here all the information collected about the biodiversity of the BNR.

The location of the BNR makes it a focal area of conservation within the El Tuparro Biosphere Reserve, and it plays a fundamental role in the conservation of the Orinoco River Basin biodiversity and helps to consolidate a conservation corridor by generating interaction with other complementary conservation areas (private reserves, indigenous reservations). Many different aspects of biodiversity and ecosystem conservation in the BNR are covered herein: research, conservation, education and training, outreach and ecotourism (Chapter 2). This book presents the results of the research, which ranged from rapid biological assessments to longer-term inventories, and even more detailed studies of the ecology or biology of some species.

Various plant and animal taxonomic groups were inventoried. A plant richness of 429 species was recorded and additionally, the plant habitats of the BNR were characterized and described (Chapter 3). Regarding the fauna, 336 invertebrates and 690 vertebrates were recorded. In Table 1 show the species richness for each group, information is included for each species on habitat, threat category and importance (use), as well as analysis of species composition and biogeographic aspects for each group (Chapters 4-11). In total, 1,455 species were recorded in the BNR.

These inventories provide new information for the country and the region, not only in terms of taxonomic lists but also in ecological aspects. For aquatic macroinvertebrates, for example, ecological information is included on a virtually unknown group, the freshwater sponges (Chapter 4). In the case of butterflies, three possible new taxa were found: two species: *Magneuptychia* sp. nov. and *Nymphidium* sp. nov. and a new subspecies *Nymphidium lisimon* sp. nov. In addition, three species with restricted distribution (*Splendeuptychia boliviensis*, *Morpho rhetenor* and *M. columbianus*), as well as new ecological data for a species of butterfly (*Heliconius sara*) (Chapter 5). In the case of fish, six new records were obtained for Colombia: *Adontosternarchus sachsii*, *Trachydoras gepharti*, *Megalodoras guayoensis*, *Hypostomus rhantos*, *Gnatholebias zonatus* and *Plagioscion auratus*, in addition to three new reports for the Orinoco River Basin in Colombia: *Sternarchorhamphus muelleri*, *Tenellus trimaculatus* and *Apionichthys nattereri*. The interaction of the species from a large river the Orinoco and the associated floodplain is also shown as well as how local environmental variables act as ecological filters and are responsible in part for the composition,

Executive summary

Table 1. Species richness, threats and uses of biodiversity by taxonomic group in the Bojonawi Natural Reserve, (Orinoco River Basin), Vichada, Colombia.

Group	Richness	Endangered species	Species with use value
Flora	429	2	125
Aquatic macroinvertebrates	187		
Butterflies	149		
Fish	247	12	247
Amphibians	24		1
Reptiles	57	4	17
Birds	307	16	24
Non-volant mammals	37	22	35
Flying mammals	18	1	
Total	1.455	57	449

richness, variability and turnover of species (Chapter 6). In amphibians and reptiles, the presence of two new species for science stands out, the recently described Orinoco Mata Mata turtle, *Chelus orinocensis*, and a new *Amphisbaena* sp., which is in the process of formal taxonomic description. The geographic ranges of *Boana pugnax* and *Potomotyphlus kaupii* are expanded and a little-known turtle species, (*Meso- clemmys gibba*), is reported. An analysis is also made at the regional level showing that the species composition in conserved areas is clearly different from that of the open, human-impacted areas. In addition, information on reproductive modes in anurans is also included (Chapter 7). In the case of birds, the presence of the Red Heron (*Agamia agami*), the Gray-headed Eagle (*Leptodon cayanensis*) and the White-lined Tanager (*Tachyphonus rufus*) is confirmed for the department of Vichada. Bird trophic groups were also documented (Chapter 8). In mammals, two endemic species were recorded, the Llanos Long-nosed Armadillo (*Dasytus sabanicola*) and the dolphin subspecies (*Inia geoffrensis humbold-*

tiana), and mammal trophic groups were analyzed (Chapter 9). Bat species rarely reported in the country: (*Diclidurus albus*, *Pteronotus personatus*, *Phylloderma stenops* and *Lonchorhina orinocensis*) are recorded and aspects of their ecology are reported as well (Chapter 10). A new sampling technique was also used, environmental DNA metabarcoding, a tool that is being tested to carry out diversity inventories in a short time and that allows the detection of rare or cryptic species. With this, the diversity of vertebrates in the RNB and bordering areas was evaluated, adding three species to the inventory: the Oil Bird (*Steatornis caripensis*), bat (*Nyctinomops aurispinosus*) and a rodent of the genus *Makalata* (Chapter 11).

Additionally, information has also been generated on the interrelationships with the habitat in some groups studied. This is the case of the study of the importance of submerged logs as a fundamental micro-habitat that acts as a daytime refuge for some fish and shrimp. In submerged logs the fish *Tatia marthae* and *Microglanis poecilus* and the shrimp *Macrobrachium dierythrum*,

Macrobrachium reyesi and *Euryrhynchus amazoniensis* stand out for their abundance. A correlation was observed between abundance and biomass of both groups, with the size of the tree trunks, which additionally show a particular ichthyological and carcinological composition, related to the habits and functional traits of these species (Chapter 13). The rocks and granite slabs of the Guiana Shield were of course of special interest given their presence along the entire Orinoco River and the BNR, the extreme environmental conditions associated with them, and the relationship with species richness is shown from the abiotic-biotic point of view. In Chapter 12, the composition of the aquatic macroinvertebrates is covered as well as the study of the adaptations of amphibians and reptiles to these rock slabs, with novel information for the frog, *Leptodactylus lithonaetes* and the lizard, *Tropidurus hispidus* on natural and population history (Chapter 14).

Progress was made in generating information for species prioritized for conservation efforts. In aquatic and semi-aquatic turtles, information on natural history is included for four of the seven species recorded: the Big-headed Amazon River Turtle (*Peltocephalus dumerilianus*), the Yellow-spotted River Turtle, (*Podocnemis unifilis*), the Savannah Side-necked Turtle (*Podocnemis vogli*) and the Orinoco Mata-mata (*Chelus orinocensis*). For the latter, the first ever population data were obtained (Chapter 15). For terrestrial carnivorous mammals, an analysis of habitat use was made for the six species present: Jaguar (*Panthera onca*), Puma (*Puma concolor*), Ocelot (*Leopardus pardalis*), Jaguarundi (*Puma yaguarundi*), Tayra (*Eyra barbara*) and Crab Fox (*Cerdocyon thous*); and the density of the Ocelot was calculated, reporting the lowest densities for the country (Chapter 16). The activity patterns of latrine use by the Giant Otter (*Pteronura brasiliensis*) were studied, where behavioral differences are reported in disturbed environments (Chapter 17). Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*) were studied, finding the highest values in density for Colombia (Chapter 18).

For plants, the composition and structure of the gallery forests associated with both mixed and clear waters were studied, showing high diversity and structural heterogeneity (Chapter 19). Also, the importance of plant resources was shown in an ethnobotanical study where 125 species of plants are recognized that are used in different ways (medicinal, construction, animal food, food for humans, handicrafts and firewood), showing the great bioeconomic potential of many native plants (Chapter 20). The response of vegetation to fire, the main threat to biodiversity in the BNR, was also studied, using as a model the palm, *Astrocaryum jauari* (Arecaceae), where phenotypic changes in the species are correlated with the degree of impacts (Chapter 21).

All chapters end with a series of recommendations for future research and conservation, because although progress has been made in our state of knowledge concerning the biodiversity of the BNR, there is still a long way to go, so much so that the inventories presented here are still considered incomplete and the biological and population studies have hardly begun, since the information obtained so far is quite localized in both space and time. However, it does provide fundamental support to continue with the research planning and management of the BNR (Chapter 22).

Unfortunately, the biodiversity of the BNR is subject to two significant threats, fires (mostly intentionally lit as a way to hunt animals, but some caused naturally by lightning) that not only affect the savannas, but also affect the gallery forests of creeks, lagoons and palm wetlands (morichales). Unsustainable fishing and hunting are the other type of important threats, done by fishermen, settlers and neighboring indigenous people, and although an attempt has been made to mitigate its cause, it has not been achieved, since this is a long-term work of environmental education and awareness of indigenous communities, as well as neighboring settlers (Chapter 22).

Finally, the richness of the biodiversity in the Bojonawi Natural Reserve is remark-

Executive summary

able, and includes threatened species, species with restricted distribution and many that are useful for humans, making it a key area for the generation of knowledge and conservation of biodiversity. Therefore, it is necessary to strengthen and deepen existing research efforts, through a long-term continuous research program that prioritizes population studies, habitat use and impacts of threats to natural populations; all high priority information needed to determine the conservation status of species and that is currently very scarce in Colombia. However, in order to achieve this, it is necessary first to

achieve the sustainability of the BNR, since at the moment that there is insufficient logistical support (personnel, infrastructure, transportation) to support research and everything else needed to accomplish the main goal: conservation. Given the conservation nature of the area, which does permit have economically productive activities, it is important to create long-term financial sustainability, such as nature tourism and bird watching. The BNR is already an area of international importance for bird conservation (AICA), and one that traditionally is included in the Global Big Day initiative of worldwide bird counts.



Garza paleta (*Platalea ajaja*), río Orinoco. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Río Orinoco. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Cabezón (*Peltocephalus dumerilianus*). Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Introducción

La región de la Orinoquia en Colombia posee una baja representatividad en áreas protegidas a pesar de su gran biodiversidad y heterogeneidad de ecosistemas. En este sentido, el Sistema Regional de Áreas Protegidas de la Orinoquia-SIRAP, ha comenzado a dinamizar el trabajo colectivo entre entidades de gobierno, ONG y sectores productivos, para buscar mecanismos de conservación de esta importante región del país. Así, el papel de las reservas privadas ha sido fundamental, ya que la Orinoquia es la zona de Colombia donde se ha consolidado el mayor número de iniciativas. Hasta comienzos del 2020 sumaban 148 reservas, con un área de 147.792 ha (SIRAP Orinoquia 2020), lo que representa un importante aporte a la conservación desde la propiedad privada. La situación entre departamentos es diferente, liderando el Meta y Casanare en número y área. El caso del Vichada es particular, ya que hasta la fecha cuenta con 19 reservas privadas y el Parque Nacional Natural El Tuparro, todo en conjunto representa un área de 567.449 ha, cerca del 21,4% del área del departamento.

Si bien es cierto que estas figuras son una oportunidad para la conservación de la Orinoquia, es fundamental promover procesos de investigación y monitoreo que den la información clave para medidas de manejo. De esta manera, la Reserva Natural Bojonawi-RNB se consolida como un ejemplo a seguir, en un área geográfica estratégica dentro de la Reserva de Biosfera El Tuparro-RBT, en el corredor biológico entre el PNN El Tuparro y el sitio Ramsar del Bitá. Esta Reserva tiene además la particularidad de que aunque está situada en la

planicie de inundación del río Orinoco en la margen colombiana, sería también representativa de la biodiversidad y ecología de todo el eje fluvial Orinoco (Colombia-Venezuela). Por esto, esta zona es de interés binacional, priorizada para la conservación de la biodiversidad de la cuenca, ampliamente conocida por ser un corredor, biológico, ecológico y biogeográfico denominada Corredor Medio Orinoco.

Esta Reserva está constituida por tres predios privados y es administrada por la Fundación Omacha, que ha buscado establecer un programa de investigación con socios estratégicos como el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Biología de la Conservación (IBICO)-España, Universidad de Los Andes, Universidad Nacional de Colombia (ICN, ECOLMOD), Pontificia Universidad Javeriana, Universidad de Antioquia, Universidad del Quindío y Universidad del Tolima, entre otros.

El resultado de este trabajo es un volumen de información científica de gran relevancia para la región que se presenta en este libro, compuesto por 22 capítulos que muestran la diversidad de flora y fauna de la Reserva Natural Bojonawi, al igual que casos de estudio de investigaciones con fauna (macroinvertebrados acuáticos, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y ecosistemas estratégicos. Con esto, dicha iniciativa puede ser considerada como un ejemplo piloto a partir del cual se pueden extrapolar muchos resultados y ser aplicados en otras áreas de los departamentos del Vichada y Guainía en Colombia y en los estados Apure, Bolívar y Amazonas en Venezuela.



Reserva Natural Bojonawi: bosques, morichales, sabanas y cerros del Escudo Guayanés. Foto: Monica A. Morales-Betanocurt.

LA RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL BOJONAWI, RÍO ORINOCO, VICHADA, COLOMBIA: ASPECTOS ABIÓTICOS, SOCIOECONÓMICOS Y ECOSISTEMAS

Monica A. Morales-Betancourt y Carlos A. Lasso

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia es una de las regiones naturales estratégicas a nivel mundial y la cuenca del río Orinoco se encuentra entre las diez más importantes para el mantenimiento de la biodiversidad y el potencial hídrico mundial. Es una cuenca binacional compartida por Colombia y Venezuela, de carácter fronterizo donde hay una intensa actividad social y por su puesto una interrelación biótica evidente. Dada su importancia, se han realizado diferentes aproximaciones para la clasificación de sus paisajes, regiones y biomas, tanto a nivel nacional como binacional, aspectos resumidos en Rial *et al.* (2014). Dichos autores determinan que la clasificación de los paisajes de Orinoquia desde cualquier perspectiva, la resumen en cuatro grandes regiones: a) Orinoquia andina, incluyendo el páramo y el piedemonte; b) Orinoquia llanera; c) Orinoquia guayanesa, que abarca también la región de la altillanura de Colombia y d) Región Delta u Orinoquia Atlántica (no presente en Colombia).

La Orinoquia guayanesa es la región que reviste especial interés ya que es de las más

antiguas (Precámbrico) del país. Dado los millones de años de evolución, hoy en día hay una gran riqueza de ecosistemas terrestres y dulceacuícolas que albergan una biodiversidad extraordinaria y a la vez un elevado nivel de endemismo (Lasso y Señaris 2018). También conocida como Escudo Guayanés colombiano, incluye parte no solo de la Orinoquia sino también de la Amazonia, en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Meta y Vaupés (Fernández *et al.* 2018). Gran parte de la Orinoquia Guayanesa que se encuentra en el Vichada está dentro de la Reserva de Biosfera El Tuparro-RBT, la cual fue constituida entre otras cosas, porque los ecosistemas de la Orinoquia no estaban suficientemente bien representados en el sistema de áreas protegidas del país y por la potencialidad para la conservación, la investigación y el desarrollo sostenible. La RBT incluye varias figuras de conservación como el Parque Nacional Natural El Tuparro y las Reservas Privadas de la Sociedad Civil-RSC (Agua Linda, Bojonawi, La Ventana, Villa Miram, Nimajai, Pitalito, Wakuinali, Rancho Santa Bárbara 1 y 2 y Serranías de Casa Blanca) (Peñuela y Castro 2008).

Morales-Betancourt, M. A. y C. A. Lasso. 2020. La Reserva Natural de la Sociedad Civil Bojonawi, río Orinoco, Vichada, Colombia: aspectos abióticos, socioeconómicos y ecosistemas. Pp. 39-61. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII01

La RNSC Bojonawi-RNB como apoyo al plan de manejo de los humedales de la RBT (Gómez-Camelo *et al.* 2009), ha venido tomando y consolidando información biológica en los últimos años de los diferentes grupos taxonómicos, así como de los ecosistemas utilizados por estos. La RNB constituye un claro ejemplo de lo que es el sistema del río Orinoco y su planicie de inundación en Colombia. Por ello, para contar con un marco de referencia físico, natural y social sobre el funcionamiento de este sistema y la interrelación entre todos los componentes, a continuación se describen diferentes aspectos fundamentales sobre la geografía, geología, geomorfología, clima, hidrología, ecosistemas y algunas actividades socioeconómicas de interés para la Reserva. La información climática e hidrológica se obtuvo de la base de datos del Ideam (1972-2017) en la estación de Puerto Carreño. Para la información geológica se utilizó el mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000, atributos material parental, suelos, paisajes y relieve (IGAC 2014). Con la base cartográfica del mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000 (Ideam *et al.* 2017), se caracterizó la reserva en cuanto a los tipos de ecosistemas, el cual se detalló con información proveniente de Fundación Omacha.

Ubicación geográfica y generalidades

La RNB se encuentra ubicada en la parte nororiental de la cuenca del Orinoco, en el departamento de Vichada, dentro de la jurisdicción del municipio de Puerto Carreño. Hace parte de la red de reservas del nodo Orinoco y también está incluida en la Reserva de la Biosfera El Tuparro. La RNB tiene una extensión de 4.682 ha. Se ubica entre los 06° 07' y 06° 04' latitud norte y los 67° 29' y 67° 32' de longitud oeste, a 15 km al sur occidente de Puerto Carreño. La altura va de los 47 a los 168 m s.n.m. Limita al norte con Caño Negro, al occidente con caño Verde (denominado en la cartografía caño Amarillo), al oriente con el río Orinoco que es frontera con Venezuela y al sur con caño Tesoro (denominado en la

cartografía caño El Pañuelo), incluyendo el cerro Morrocoy (Figura 1). La reserva tiene acceso vía fluvial durante todo el año y terrestre en la época seca.

Aspectos socioecómicos de Puerto Carreño

La RNB al estar muy cerca de la población de Puerto Carreño (15 km), tiene una influencia notoria de esta ciudad. Los pobladores de Puerto Carreño incluyen campesinos, pescadores y llaneros en general, así como colonos provenientes del interior y grupos indígenas. Hoy día a esta población, se le suman los emigrantes indígenas y colonos de Venezuela que llegaron a Colombia a consecuencia de la crisis social del país vecino; algunos se ubican en el casco urbano mientras que otros solo son visitantes esporádicos que mantienen un intercambio comercial y retornan a sus comunidades de origen. En la RNB se ha observado en varias ocasiones a indígenas y algunos criollos, provenientes de Venezuela, cazando y pescando, a lo que se une la presión de nacionales por los recursos naturales. Este tema será considerado en el último capítulo.

De acuerdo al último plan de desarrollo del municipio de Puerto Carreño (Pérez 2016), en el casco urbano habitan unas 15.753 personas aproximadamente, con una población indígena presente tanto en la zona urbana como rural (50% c/u). En la zona rural se reconocen seis resguardos indígenas de las etnias Sikuaní, Piapoco, Puinave, Piaroa, Curripaco, Saliva, Cubeo, Cuiba y Amorúa, compuestos de 18 comunidades y 1.436 habitantes, aunque este número es mayor (aproximadamente 2.000 más), puesto que hay una gran cantidad de indígenas que no están registrados en el Ministerio del Interior. La población del municipio ha ido en crecimiento, y desafortunadamente muchas de las personas que llegan son desplazadas por efecto del conflicto armado e indígenas que abandonan los resguardos; esta situación ha traído consigo invasiones y formación de barrios marginales sin acceso a los servicios públicos básicos y con los problemas

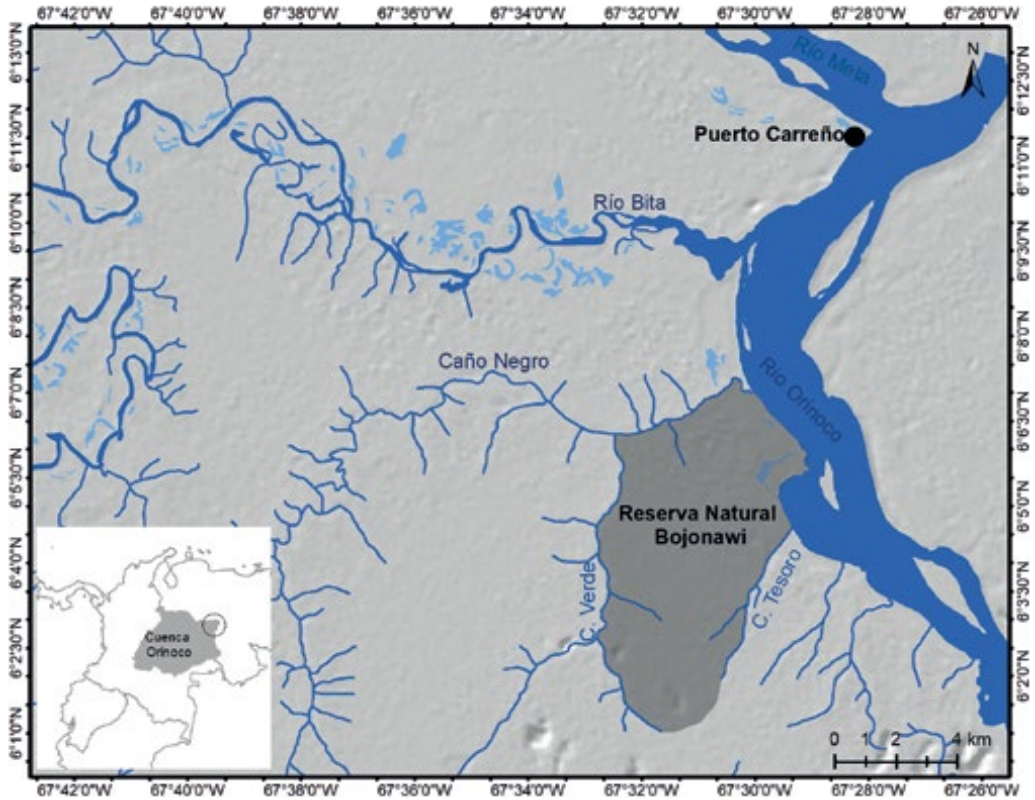


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

de orden público típicos de este tipo de asentamientos (Pérez 2016). En general el municipio cuenta con servicios de salud, educación y servicios públicos, aunque estos son deficientes.

A nivel económico, se observan dos actividades, la tradicional, realizada por las comunidades rurales entre las que se destacan las poblaciones indígenas y campesinos que desarrollan labores asociadas a la cacería, la pesca y la agricultura, y otra formal, que incluye la construcción y el comercio de bienes y servicios (Romero *et al.* 2017). Actualmente, el comercio está en crisis, debido al cierre de frontera con Venezuela y a la falta de generación de empleo (Pérez 2016).

La pesca, que implica un uso directo de los recursos naturales, es la segunda acti-

vidad productiva para los habitantes de Puerto Carreño, y representa el sustento para muchas personas de la región. Está enfocada a la pesca de consumo (subsistencia, comercial), ornamental y deportiva (Gómez-Camelo *et al.* 2009). Por su parte, el turismo se ha identificado como una actividad económica promisoriosa para el municipio (Pérez 2016), donde se puede ofrecer con distintas perspectivas la pesca deportiva, etnoturismo, agroturismo, ecoturismo, turismo de la naturaleza y turismo de aventura (Uribe-Restrepo 2009). Hasta ahora el turismo de pesca deportiva es el más representativo y los alrededores de Puerto Carreño representan una de las principales zonas donde se practica la pesca deportiva en Colombia (Lasso *et al.* 2019).

Geología

La Orinoquia guayanesa se encuentra enmarcada dentro del Escudo Guayanés y es en términos de edad evolutiva, la región más antigua del continente americano. Su evolución se ha dado por efecto de levantamientos, hundimientos, variaciones en el nivel del mar, fracturas o fallamientos, erosión y meteorización, así como por cambios climáticos (Fernández *et al.* 2018). El último proceso sedimentario a gran escala que se dio en la región fue la deposición y metamorfismo de areniscas del grupo Roraima de origen fluvio-deltaico, con influencia marina que son la plataforma de diversos basamentos igneo-metamórficos (granitos y gneises), entre otros (Rosales *et al.* 2010).

El Escudo está dividido en cinco provincias. En Colombia están presentes dos de estas, la provincia Río Negro-Juruena y la Ventuari-Tapajós. La primera se conforma en gran parte por los complejos migmatíticos de Mitú, ubicados en Amazonas, Guainía y Vaupés. La segunda (Ventuari-Tapajós; 1,95-1,8 G.a.), corresponde a un complejo de rocas plutónicas granitoides (Granito Parguaza), presente a lado y lado del Orinoco, desde la confluencia del río Guaviare hasta Puerto Carreño (Fernández *et al.* 2018) (Figura 2). En esta última se ubica la RNB que se encuentra conformada por depósitos mezclados coluvio aluviales, ubicados al interior y con mayor cobertura, seguidos de depósitos aluviales

mixtos, depósitos coluvio aluviales mixtos y granitos pegmatitas, granodioritas y meta-reniscas (Figura 3).

Geomorfología y suelos

El área de la Reserva se encuentra en lo que se conoce generalmente como paisaje de altillanura. Sin embargo, la Reserva en sí se ubica en la peniplanicie (IGAC 2014), que es una pequeña porción que se encuentra en el límite oriental de la cuenca, rodeada de la altillanura. Esto seguramente corresponde con el paisaje identificado para el borde occidental del Escudo Guayanés colombiano, denominado penillanura Guainía-Vaupés (Hammond 2005). Los suelos son básicamente arenosos, provenientes de la erosión y desmantelamiento de las rocas sedimentarias (areniscas) del Grupo Roraima. Se caracterizan por ser ácidos, pobres en nutrientes, con altos contenidos de hierro y aluminio y baja capacidad de intercambio catiónico (Fernández *et al.* 2018).

Así, en la RNB de acuerdo a IGAC (2014), se encuentran dos tipos de paisajes y cuatro tipos de relieve (Figuras 4 y 5):

Peniplanicie. Este paisaje es el resultado de un proceso de desgaste durante siglos de una cordillera, serranía o altillanura que ha quedado más y más rebajado hasta una cuasi-llanura. Abarca la mayor cobertura de la reserva y cuenta con dos tipos de relieve:



Figura 2. Rocas de granito Parguaza: a) río Orinoco; b) sabana. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

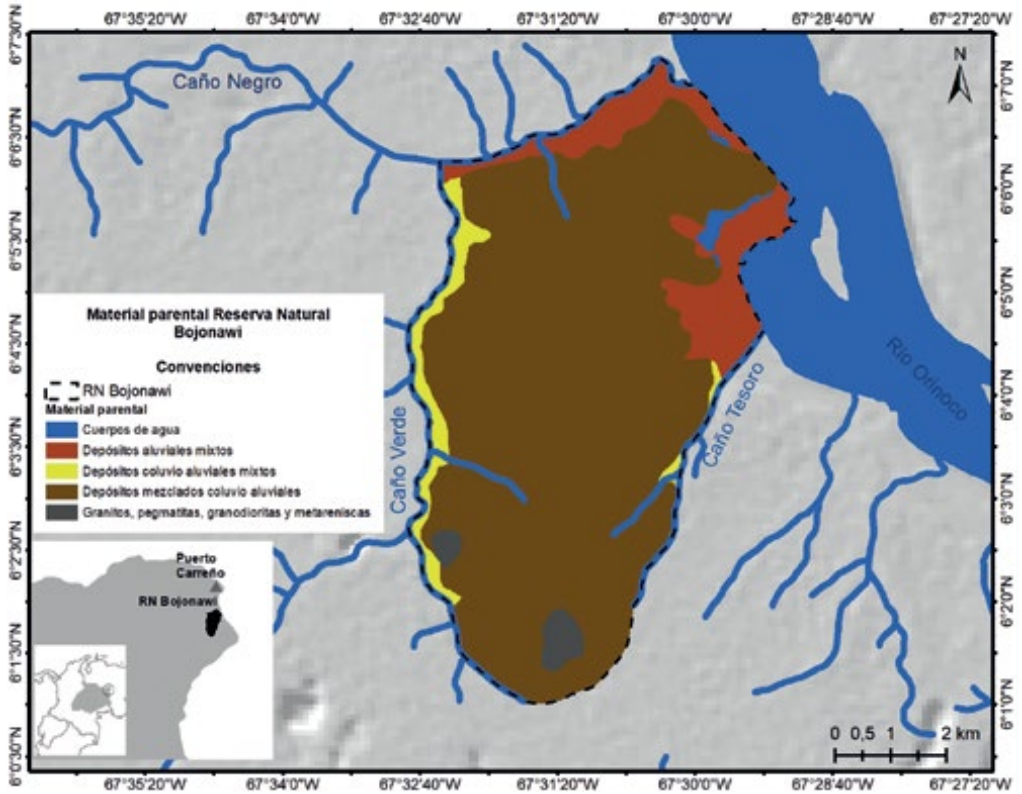


Figura 3. Reserva Natural Bojonawi: geología material parental. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt. Fuente: IGAC (2014).

Aplanamientos. Cubren el mayor porcentaje de la peniplanicie. Se caracterizan por presentar pendientes planas y suelos de materiales arenosos originados de depósitos mezclados coluvio aluviales (Typic Udipsamments, Typic Udorthents, Typic Endoaquepts), profundos a moderadamente profundos de textura gruesa y media, con baja fertilidad, ácidos, bajo contenido de aluminio, drenaje excesivo y pobre, régimen de humedad ácuico y údico.

Vallecitos. Ubicados al occidente, bordean los caños al interior de la reserva. Representados por pendientes planas y sus suelos con condiciones ácuicas (mal drenaje) y condiciones oxidantes en sedimentos jóvenes, provenientes de depósitos coluvio aluviales mixtos (Aquic Udifluvents), superficiales, de textura media, baja

fertilidad, ácidos, contenido de aluminio medio y bajo, drenaje imperfecto y régimen de humedad údico.

Cerros residuales. Ubicados al sur, representados por dos grandes cerros: Morrocoy y Campana. Se caracteriza por pendientes escarpadas de granitos, pegmatitas, granodioritas y metareniscas. Con drenaje exesivo.

Valle. Es una porción de espacio alargada, intercalada entre dos zonas más altas y que tienen como eje un curso de agua. Se encuentra en la parte nororiental de la reserva representado por el plano de inundación del río Orinoco. Caracterizados por pendientes planas y sus suelos con condiciones ácuicas (mal drenaje) y condiciones oxidantes en sedimentos jóvenes, provenientes depósitos aluviales mixtos (Oxiaquic

Capítulo 1. RESERVA NATURAL BOJONAWI

Udifluents, Fluvuquentic Endoaquepts, Fluvuquentic Dystrudepts), superficiales, de textura fina, baja fertilidad, fuertemente

ácidos, alto contenido de aluminio, drenaje imperfecto y pobre y régimen de humedad ácuico y údico.

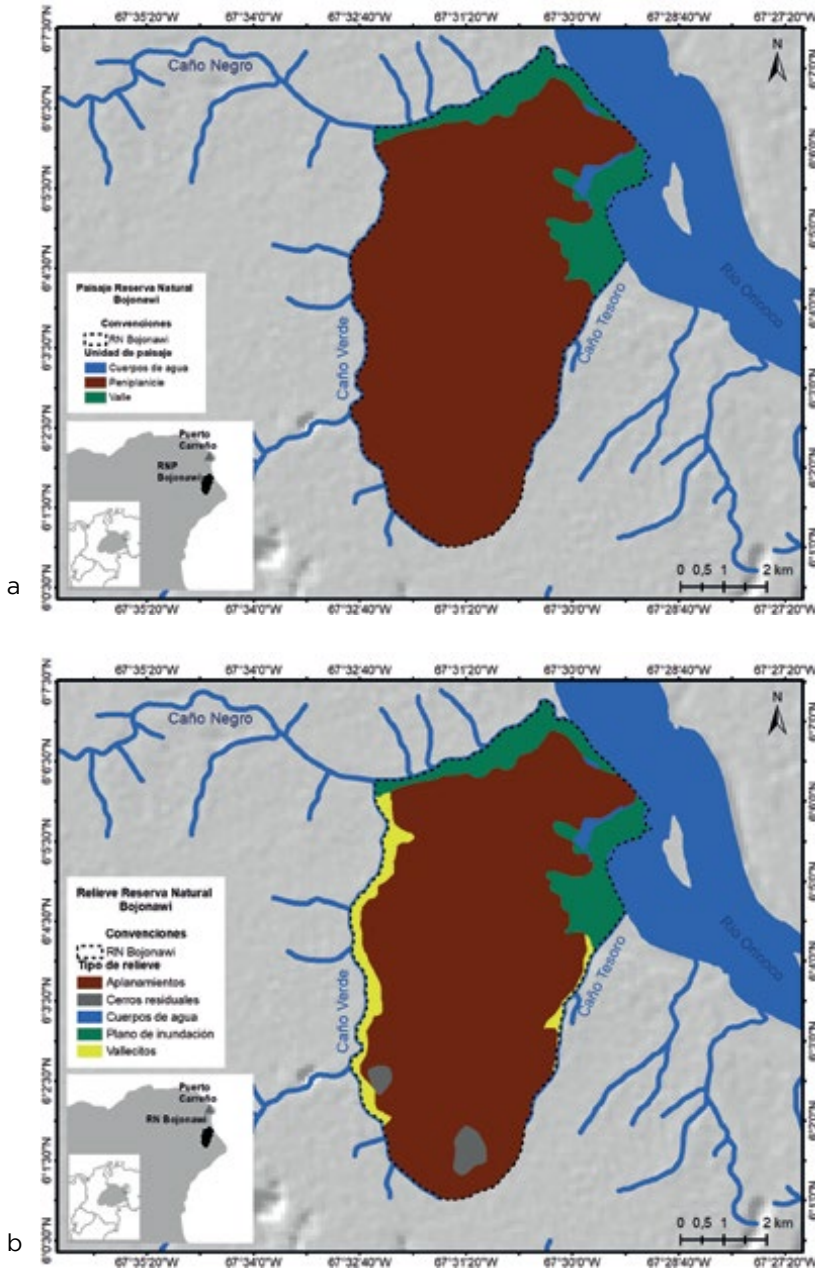


Figura 4. Reserva Natural Bojonawi: a) paisajes y b) relieve. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt. Fuente: IGAC (2014).



Figura 5. Reserva Natural Bojonawi, paisajes: a) peniplanicie, se observan claramente las sabanas; b) valle, margen de desborde del río Orinoco; relieves: en la imagen b se observa el plano de inundación, c) aplanamientos y cerros residuales; d) vallecitos, margen de desborde de caño Verde. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt (a, c), Iván Mikolki (b, d).

Climatología

El clima es cálido semihúmedo. Es una de las zona más cálidas de la Orinoquia (Rosales *et al.* 2010), con una temperatura promedio de 28 °C; febrero y marzo son los meses más calientes (Figura 6a). Tiene una precipitación anual de 2.328 mm; presenta un ciclo monomodal, con una estación seca que va de diciembre a marzo con precipitaciones promedio de 23 mm; en abril empieza el incremento de las precipitaciones con los máximos entre junio-julio, con valores medios de 477 mm (estación lluviosa); desde agosto hay un descenso continuo en las lluvias, estableciéndose nuevamente la estación seca en diciembre (Figura 6b). La humedad relativa promedio es del 71%; junio y julio son los meses con mayor porcentaje de humedad (79%) y febrero el de menor

(56%). El promedio de brillo solar es de 6,2 horas/día; enero, febrero y diciembre son los meses con mayor radiación (8 horas/día) y junio y julio los de menor (4 horas/día). La evaporación anual es de 1.857 mm; marzo es el mes de más evaporación (250 mm) y junio el de menor (115 mm).

Hidrografía e hidrología

La RNB se encuentra en el área hidrográfica o cuenca del Orinoco, sobre el plano de inundación de la parte media del río Orinoco. El Orinoco es el tercer río más caudaloso del mundo, con una descarga media anual de 31.593 (m³/s) (Bernhard *et al.* 2008). El nacimiento está en el Escudo Guayanés y la Cordillera Oriental en Colombia, tiene una superficie de 991.587 km², de los cuales

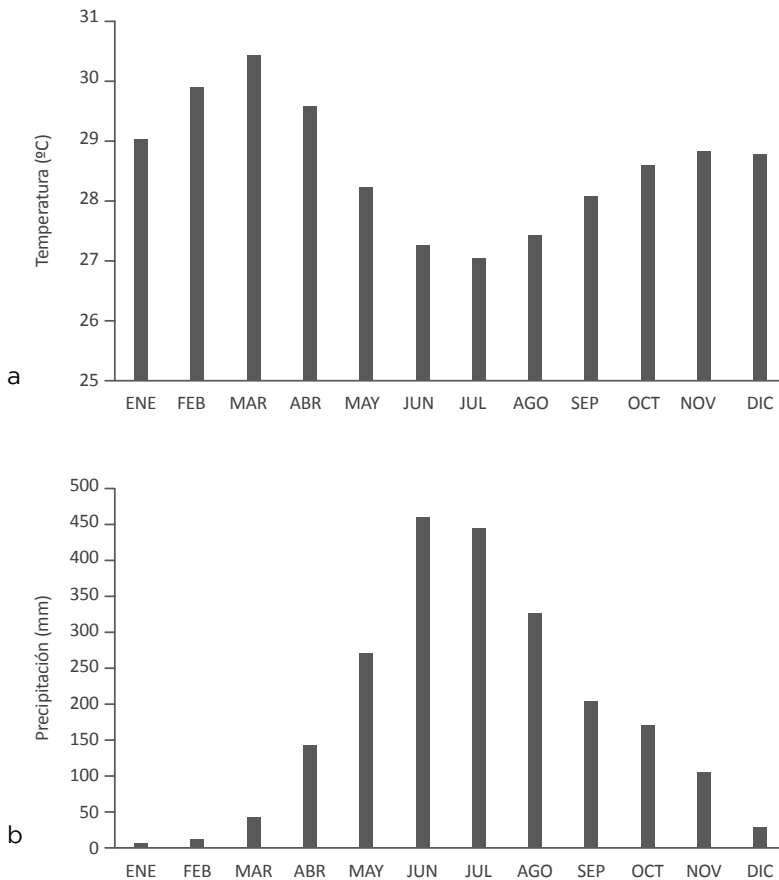


Figura 6. Promedios climatológicos mensuales de la Reserva Natural Bojonawi: a) temperatura, b) precipitación. Periodo 1972-2017. Fuente: elaborado a partir de la base de datos del Ideam, estación principal Puerto Carreño.

347.165 km² están en territorio colombiano (Domínguez 1998). Su longitud es de 2.150 km, los cuales recorren una gran variedad de paisajes, el Macizo o Escudo Guayanés, la vertiente oriental de los Andes del Norte, la Cordillera de la Costa, la planicie de transición Orinoco-Amazonas y las sabanas inundables y no inundables del oriente de Colombia, donde finalmente en un sistema deltaico desemboca al océano Atlántico (Rosales *et al.* 2010).

En Colombia la cuenca del Orinoco está compuesta de nueve zonas hidrográficas (Arauca, Apure, Casanare, Guaviare, Inírida, Meta, Orinoco Directos, Tomo y Vichada). Los más grandes tributarios son los ríos

Guaviare y Meta. La reserva se ubica en la zona hidrográfica Orinoco Directos, subzona Directos Orinoco entre los ríos Tomo y Meta (mi) (Ideam 2013) (Figura 7). En esta subzona destacan varios ríos aledaños como el río Bitá, que es el de mayor longitud, y otros representativos como caño Dagua, Mesetas y Negro.

En la RNB puede verse claramente y diferenciar dos grandes sistemas: el río Orinoco y su planicie inundable y los afloramientos rocosos. En el río Orinoco pueden definirse claramente varias secciones o hábitats, que incluyen el cauce canal principal del río con el fondo o “talweg”, las aguas medias o superficiales (zona pelágica) y las playas

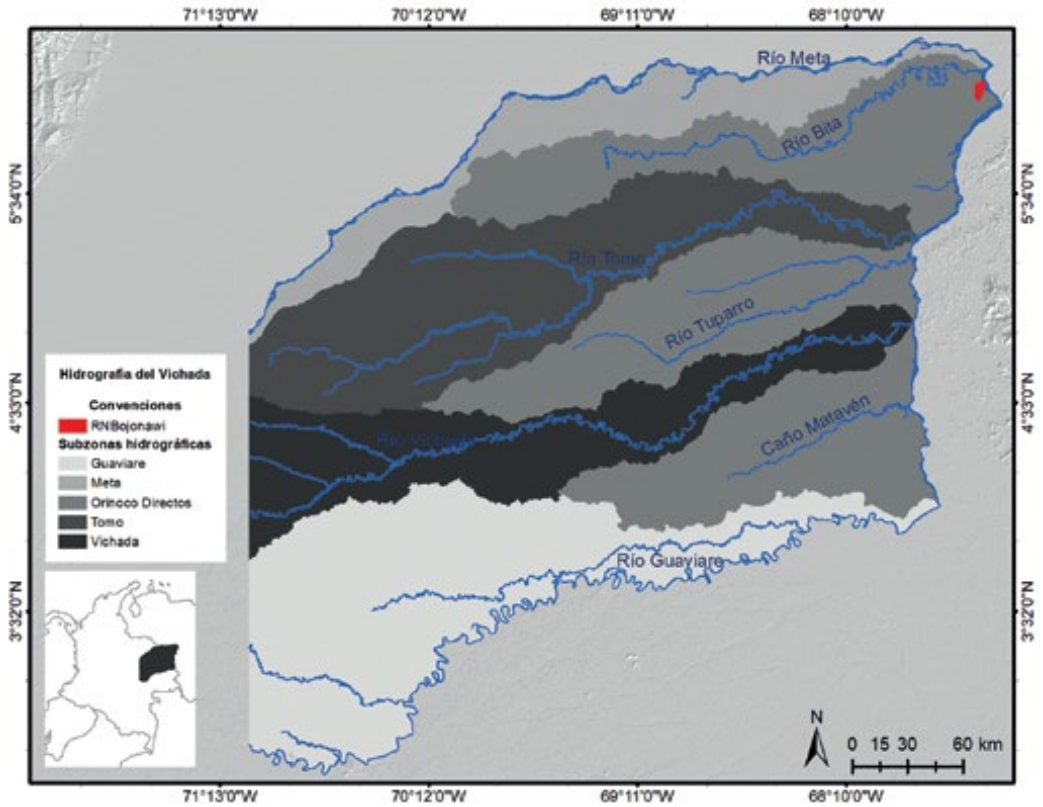


Figura 7. Subzonas hidrográficas del departamento del Vichada. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

(zona litoral), visibles durante la estación seca o bajada de aguas. A continuación está la planicie cuyo límite con el río Orinoco son las franjas de extensión variable del bosque de inundación o rebalse; la laguna (El Pañuelo), los caños o ríos de aguas claras y algunos morichales. Sobre estas sabanas de la planicie inundable se disponen varios cerros o afloramientos rocosos que corresponden a complejos de rocas plutónicas granitoides (Figura 8), que pueden observarse también en el propio cauce del Orinoco y sus márgenes como la Casa de La Piedra. Estos afloramientos también se conocen como Batolito Parguaza o Granito Rapakivi (Díaz-Merlano 2016, Fernández *et al.* 2018). Esta zonación lateral es de gran importancia para la diferenciación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, así como

el intercambio biótico entre ambos de acuerdo a la zona de transición acuático-terrestre (Junk *et al.* 1989, Lasso *et al.* 1999, Osorio-Peláez *et al.* 2015), pues es importante señalar que la RNB es un caso de estudio representativo de los efectos del pulso de inundación del río Orinoco y su planicie inundable. Caño Negro junto con caño Tesoro, son los afluentes al Orinoco más importantes presentes en la red hídrica de la Reserva (Figuras 1 y 9). A Caño Negro le afluyen numerosos caños de menor orden donde se resalta por su extensión caño Verde. La laguna El Pañuelo es el sistema léntico más importante de la Reserva con una extensión en la época de aguas bajas de aproximadamente 0,32 km² de espejo de agua, está conectada con el río Orinoco durante la época de aguas altas.

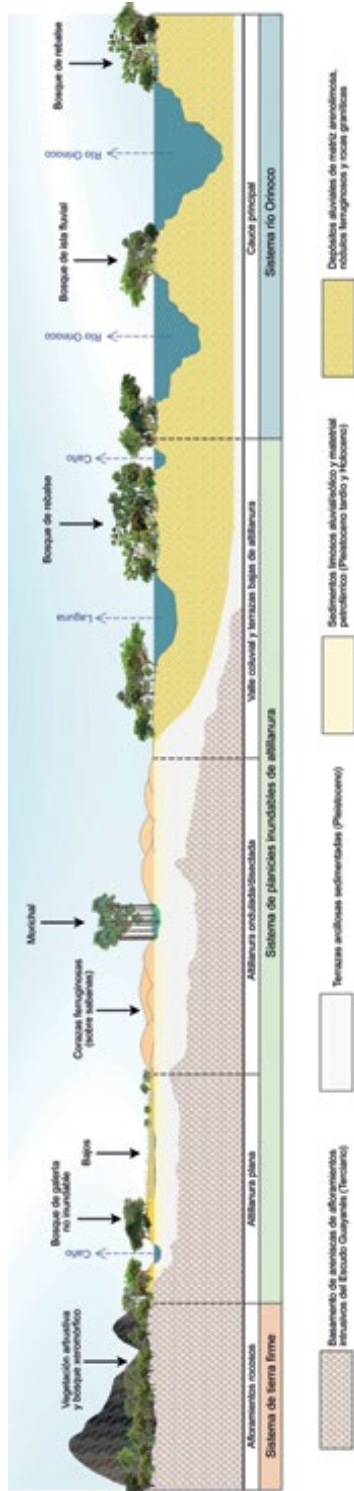


Figura 8. Perfil de la Reserva Natural Bojonawi, río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia.



Figura 9. Imágenes de la red hidrográfica de la Reserva Natural Bojonawi: a) caño Verde, b) caño Negro, c) caño Tesoro, d) laguna El Pañuelo y e, f) río Orinoco. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

La cuenca presenta cuatro periodos hidrológicos: una época de aguas bajas que va de enero a abril; la de subida de aguas (mayo-junio); aguas altas (julio-agosto) y la de bajada de aguas, que va desde septiembre a diciembre (Figura 10); estos inciden directamente en el caudal de los ríos, caños, lagunas y rebalses, al estar interconectados con el río Orinoco. Durante el periodo de inundación, la laguna El Pañuelo se ex-

tiende sobre los caños Charapa, Temblón, Herradura y la zona de El Puente. En este periodo tampoco hay una separación entre el bosque inundable del Orinoco, la laguna El Pañuelo y varias partes de la sabana permanecen inundadas varios meses. El Orinoco desborda todos los años en julio sobre la Reserva se inunda sus márgenes, incluida la Estación (Casa) La Piedra (Figura 11).

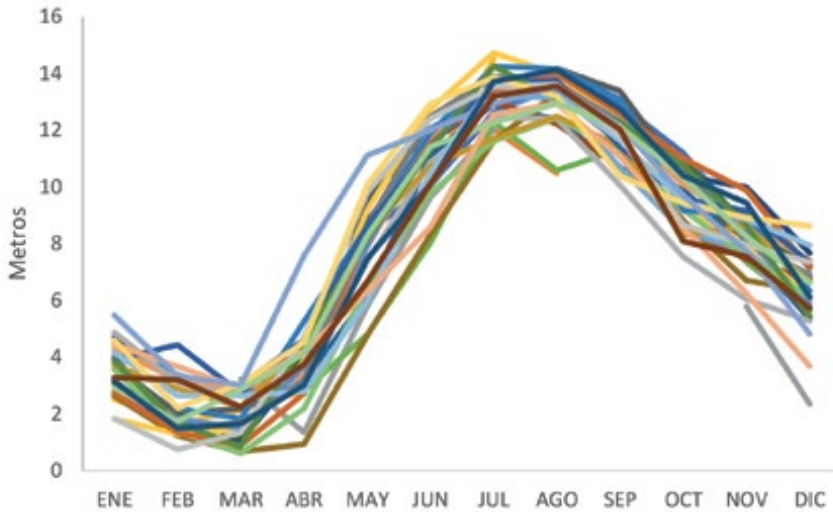


Figura 10. Promedio mensual de los niveles hidrométricos del río Orinoco. Periodo 1983-2015. Fuente: elaborado a partir de la base de datos del Ideam, estación principal Puerto Carreño.



Figura 11. Reserva Natural Bojonawi, estación La Piedra: a) aguas altas, b) bajada de aguas. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

Aspectos limnológicos

En la Orinoquía las aguas se clasifican de acuerdo a su origen y productividad y existen tres tipos de aguas, diferenciadas básicamente, por su color: blancas (turbias), claras (más o menos transparentes: cristalinas, amarillas, verdes o azuladas) y negras (color te) (Sioli 1975, Lasso 2014). Los ríos de aguas blancas nacen en las montañas de los Andes, se caracterizan por tener pH neutro,

altas concentraciones de sales minerales y sólidos disueltos, siendo el tipo de agua más productiva. En contraste, están los ríos de aguas negras que nacen en el Escudo Guayanés, son menos productivas, y tienen sus aguas ácidas o muy ácidas, la conductividad es baja o muy baja y bajas concentraciones de sólidos disueltos. En una situación intermedia se encuentran los ríos de aguas claras, que nacen en las sabanas, con condi-

ciones fisicoquímicas variables, son intermedios entre las aguas blancas y negras (Sioli 1975, Junk y Furch 1984, Lasso 2014).

De acuerdo a la información fisicoquímica disponible (registros puntuales en la época de agua baja entre 2013 hasta 2020) (Anexo 1), en la RNB se encontrarían sistemas de aguas blancas (laguna El Pañuelo y río Orinoco) y aguas claras (todos los caños de menor orden). En la época de aguas altas, las aguas blancas del río Orinoco se mezclan con las claras, con momentos de difícil diferenciación, zonificando áreas de aguas mixtas como las bocas de los caños Negro y Tesoro.

El río Orinoco mostró aguas de color blanco según la tipología establecida, pero son más claras que en el medio y/o bajo Orinoco en Venezuela. Sus aguas pueden clasificarse como “fértiles” según la clasificación de Ríos-Villamizar *et al.* (2016), aunque mostraron una conductividad baja ($\bar{X}=22,8$ us/cm), baja concentración de sólidos disueltos (10,6 ppm) y las aguas fueron prácticamente neutras (pH=6,7). La laguna El Pañuelo y los tres “caños” o brazos interconectados con la laguna e inundados por esta en aguas altas, mostraron aguas más bien aguas blancas (la laguna y zona de desborde), que se tornan algo “claras” por la sedimentación en la época seca, pero ambos fueron de aguas infértiles ($\bar{X}=14$ us/cm y 6,5 ppm) y ligeramente ácidas ($\bar{X}=6,2$). Los ríos de aguas claras por su parte presentaron también aguas infértiles ($\bar{X}=13,2$ us/cm y 7,6 ppm) y ligeramente ácidas ($\bar{X}=6,1$), aunque caño Negro siempre mostró aguas más productivas que los caños Verde y Tesoro. Por último, el único dato de un ecosistema de morichal, confirma su característica de aguas ácidas y poco productivas. Los aspectos fisicoquímicos de los charcos temporales en afloramientos rocosos son tratados en detalle en el Capítulo 12.

Ecosistemas y tipos o unidades de vegetación

De acuerdo al Ideam *et al.* (2017), la RNB se encuentra localizada en el Zonobioma

Húmedo Tropical. Incluye los helobiomas, hidrobiomas, litobioma y peiniobioma de Bitá y Maipures. Presenta siete tipos de coberturas: dos tipos de bosques (galería o riparios y denso alto), dos tipos de herbazales (abierto y denso), lagunas, ríos y afloramientos rocosos. En estas coberturas se diferencian ocho tipos de ecosistemas (Figura 12, Tabla 1). Si bien no hay una variedad de ecosistemas terrestres (solo tres), estos cubren el 62% del área de la Reserva, siendo la sabana estacional la más representativa. Por su parte, los ecosistemas acuáticos que solo cubren el 38%, son más heterogéneos y presentarían varios macrohábitat o tipos de humedal según esta tipología, enmarcados dentro del río Orinoco y su planicie inundable.

Ecosistemas terrestres

Complejos rocosos de serranías

Se ubican al sur de la Reserva (Figura 13a), en los aplanamientos de la peniplanicie. Hay dos grandes cerros, Morrocoy y Campana. A menor escala se encuentran algunos relictos de piedras o lajas graníticas bordeando la laguna El Pañuelo y el cerro Karikari, ubicado sobre el río Orinoco. En estos afloramientos rocosos la vegetación más representativa son herbazales, arbustales y algunos bosques (ver Capítulo 3).

Bosque basal húmedo

Ubicado en los aplanamientos de la peniplanicie, en cercanías de la laguna aluvial El Pañuelo, representado principalmente por dos parches, uno en cercanías del río Orinoco y otro al suroccidente. Es un bosque no inundable (Figura 13b), donde se encuentran especies arbóreas, hierbas y lianas (ver Capítulo 3).

Sabana estacional

Es el de mayor cobertura de la Reserva, se ubica en los aplanamientos de la peniplanicie. Está compuesto principalmente por hierbas con algunos arbustos y árboles dispersos (ver Capítulo 3) (Figura 13a).

Capítulo 1. RESERVA NATURAL BOJONAWI

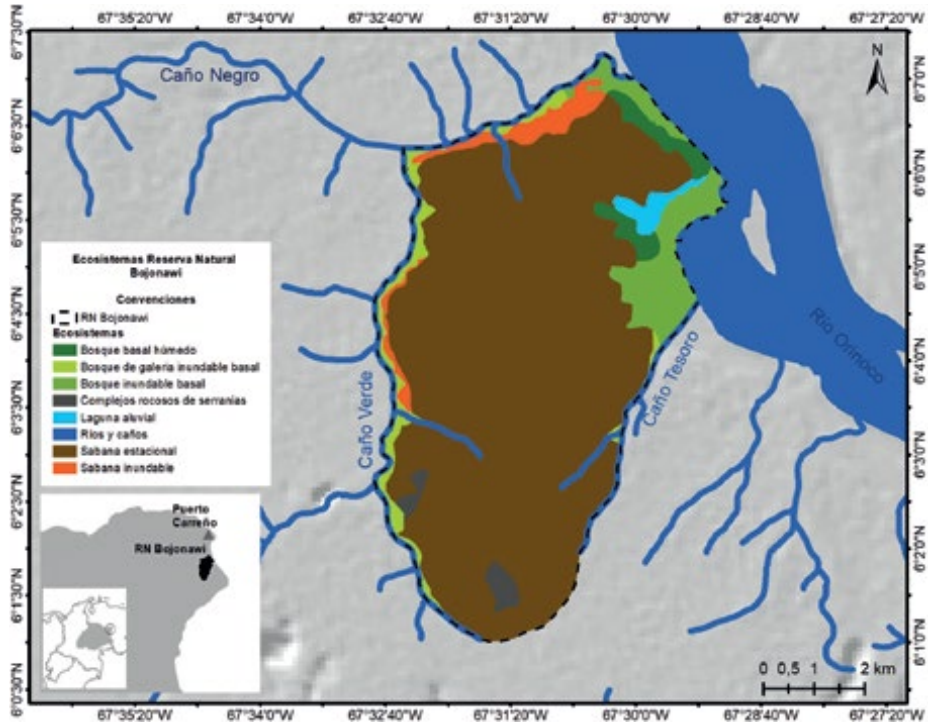


Figura 12. Ecosistemas de la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt. Fuente: Ideam et al. (2017).

Tabla 1. Ecosistemas presentes en la RNSC Bojonawi. Fuente: Ideam et al. (2017).

Gran bioma	Bioma	Ecosistemas
Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Helobioma Bita	Bosque de galería inundable basal
		Bosque inundable basal
		Sabana inundable
	Helobioma Maipures	Bosque de galería inundable basal
		Bosque inundable basal
	Hidrobioma Bita	Río de aguas blancas
	Hidrobioma Maipures	Laguna aluvial
		Río de aguas blancas
	Litobioma Bita	Complejos rocosos de serranías
	Litobioma Maipures	Complejos rocosos de serranías
Peinobioma Bita	Sabana estacional	
Peinobioma Maipures	Sabana estacional	
Zonobioma Húmedo Tropical	Zonobioma Húmedo Tropical Bita	Bosque basal húmedo

* Ver más adelante los ajustes para los ecosistemas acuáticos.



Figura 13. Ecosistemas terrestres de la Reserva Natural Bojonawi: a) lajas graníticas del Escudo Guayanés y sabana estacional, b) bosque basal húmedo. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

Ecosistemas acuáticos

Además de la clasificación del Ideam *et al.* (2017), para los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia se ha realizado un trabajo más detallado donde se propone una clasificación más precisa mediante la aplicación de criterios hidrológicos, geomorfológicos, edafológicos, geoquímicos y con el uso de

las plantas acuáticas como caracterizador (Lasso *et al.* 2014a). Siguiendo esta clasificación de macrohábitats o tipos de humedal (en este caso denominados ecosistemas) y los aportes del mapa de ecosistemas de Colombia, en la RNB se encontrarían los siguientes tipos (Figura 12, 14).

Capítulo 1. RESERVA NATURAL BOJONAWI

Río de aguas blancas

Es el límite oriental de la Reserva, río Orinoco, ampliamente descrito por Lasso *et al.* (2014b). Bordeado por el bosque inundable y con presencia de lajas rocosas.

Ríos de aguas claras

Son sistemas fluviales o lóticos, permanentes y de aguas claras. Son cursos de agua de menor orden que nacen en la sabana y afluyen al río Orinoco. En la región son conocidos como *caños*, pero no se ajusta totalmente con la definición de Lasso *et al.* (2014c). En la RNB los tres ríos de aguas claras o caños principales son Negro, Verde y Tesoro. Estos caños están rodeados de bosque de galería inundable basal.

Laguna de rebalse o inundación

También denominadas *lagunas aluviales*. Representada en la RNB por la laguna El Pañuelo, ubicada al nororiente de la reserva, recibe aguas del río Orinoco en la época de aguas altas y de varios caños pequeños que nacen en la sabana. Rodeada de bosques, lajas y sabana estacional. La tipología de estos sistemas ha sido descrita por Colonnello *et al.* (2014).

Bosque inundable

Incluiría el *bosque de rebalse* definido por Colonnello y Rial (2014), que es el bosque que limita la RNB con el río Orinoco o lo que denomina el Ideam *et al.* (2017), *bosque inundable basal*. Se encuentra también en el plano de inundación del valle, este bosque recibe las aguas blancas del río Orinoco. Entre la vegetación característica está los árboles, lianas, herbáceas y epífitas (ver Capítulo 3). A continuación está el *bosque de galería inundable basal* en los valles pequeños de la peniplanicie, influenciados por el desborde de las aguas de los caños Verde y Tesoro; incluye también el plano de inundación del valle influenciado por el desborde de caño Negro. En este último, la vegetación varía entre árboles, lianas y plantas parásitas (Capítulo 3).

Sabana inundable

Se encuentra en los vallecitos del peniplano y en el plano de inundación del valle. A la periferia de los caños Negro y Verde. La vegetación predominante es herbácea y arbustales (Capítulo 3).

Morichales

Son sistemas fluviales, lóticos y lénticos, permanentes y de aguas claras (Machado-Allison *et al.* 2014). Se encuentran en los bosques de galería inundable basal, donde hay una dominancia de la palma moriche (*Mauritia flexuosa*). Ubicados en las nacientes de los caños de aguas claras, como Tesoro y Verde, así como de otros caños de menor orden que drenan a caño Negro.

Charcos temporales

Hay de dos tipos, unos presentes en las sabanas o tierras bajas inundables muy poco estudiados, y otros característicos de los afloramientos rocosos de las lajas graníticas del Escudo Guayanés, estudiados en la RNB por Lasso *et al.* (2014d) y en detalle en el Capítulo 13. Son generalmente temporales y de aguas claras (lluvia), se forman en las oquedades y canales de disolución presente en los complejos rocosos de la Reserva. La vegetación asociada incluye especies acuáticas temporales y terrestres que aprovechan la humedad, así como por plantas acuáticas, algunas orquídeas, bromelias y hierbas (ver Capítulos 3 y 19, para mayor detalle).

Otros ecosistemas presentes en la RNB pero menos extensos y representativos, incluyen a los *Congriales* (Rial *et al.* 2014b), dominados por el congrio (*Acosmium nitens*); se encuentran en la sabana inundable cerca de los caños Negro y Verde. Los *Saladillales* en la sabana inundable, que son agregaciones de arbustos y árboles de porte mediano con dominancia de especies de saladillo (*Caraipa llanorum*) (Rial *et al.* 2014c), acompañados por hierbas (ver Capítulo 3); se ubican cerca de caño Negro y en menor medida en los caños Verde y Tesoro. Los gramalotales se observan durante las



Figura 14. Ecosistemas acuáticos: a) río de aguas blancas, río Orinoco; b) caño de aguas claras, caño Verde; c) sabana inundable; d) bosque inundable; e) morichales; f) charcos temporales sobre lajas rocosas. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

aguas altas en el río Orinoco, las bocas de los caños Negro y Tesoro así como en la laguna de inundación, por último están los arracachales, ubicados en el río Orinoco en la playa Karikari.

En la Reserva se realizó un trabajo a una escala más detallada y se identificaron las

principales unidades de vegetación definidas a partir de imágenes Landsat e interpretación espacial SIG. Se reconocen 16 unidades vegetación: dos en afloramientos rocosos, cinco tipos de bosques, siete sabanas y dos en las lagunas (Figura 15). En el capítulo 3 se detalla la flora de la Reserva.

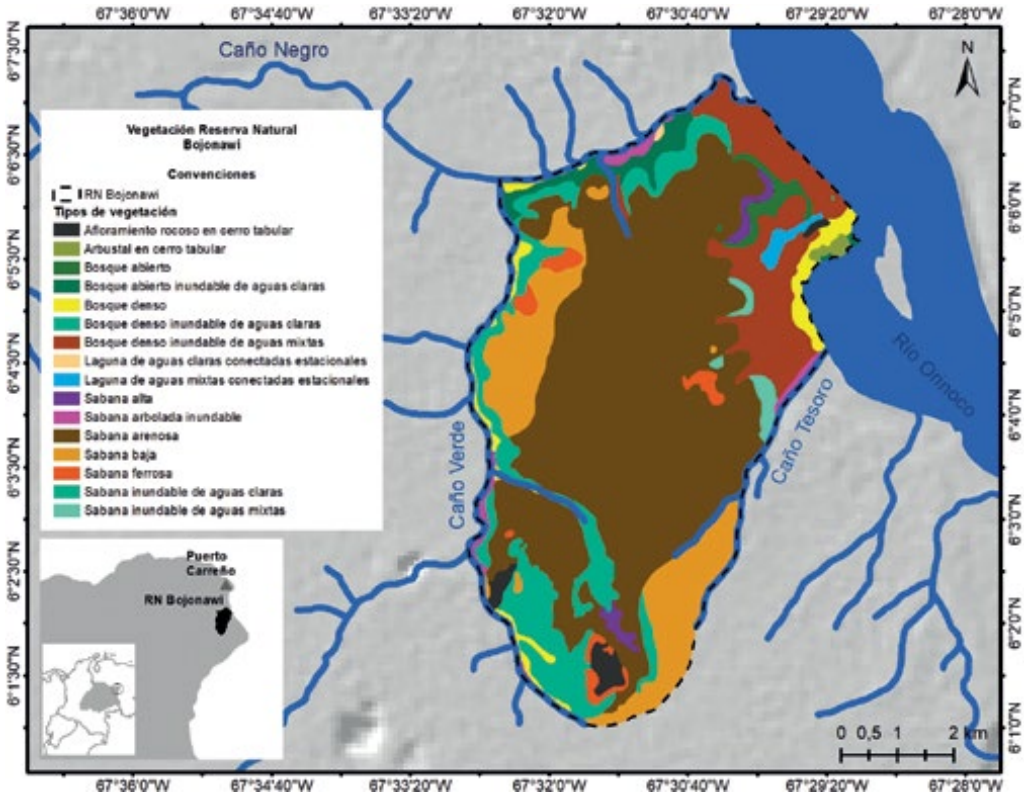


Figura 15. Unidades vegetales de la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt. Fuente: SIG Fundación Omacha.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernhard L., K. Verdin y A. Jarvis 2008. Hydrosheds. En línea: <<http://hydrosheds.cr.usgs.gov/>>
- Colonnello, G. y A. Rial. 2014. Bosque de rebalse. Pp. 121-123. *En: Lasso, C. A., A. Rial. G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Colonnello, G. y A. Rial y E. Gordon. 2014. Lagunas de rebalse o inundación. Pp. 185-188. *En: Lasso, C. A., A. Rial. G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Díaz-Merlano, J. M. 2016. El Escudo Guayanés en Colombia. Un mundo perdido. Banco de Occidente. Cali, Colombia. 203 pp.
- Domínguez, C. (Ed.). 1998. Colombia Orinoco. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”. FEN Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 324pp.
- Fernández, A., R. Gonto y C. A. Lasso. 2018. El Escudo Guayanés o región Guayana en Colombia y Venezuela. Pp. 33-59. *En: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), Volumen VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

- Gómez-Camelo, I. F. Trujillo y C. Suárez. 2009. Plan de manejo para los humedales de la Reserva de Biosfera El Tuparro: jurisdicción Puerto Carreño. Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 97 pp.
- Hammond, D. S. 2005. Biophysical features of the Guiana Shield. Pp. 15-194. *En*: Hammond, D. S. (Ed.), *Tropical Forests of the Guiana Shield. Ancient Forests in a Modern World*. CABI Publishing, Cambridge, Estados Unidos.
- Ideam. 2013. Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam. Bogotá, D. C., Colombia. 43 pp.
- IGAC. 2014. Mapa de Geopedología de Colombia, escala 1:100.000.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "Jose Benito Vives de Andreis-Inveimar y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2017. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, versión 2.1, escala 1:100.000.
- Junk, W. y K. Furch. 1984. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. Chapter 1. Pp. 3-14. *En*: Prance, G. T. y T. E. Lovejoy (Eds.), *Key Environments Amazonia*. IUCN, Pergamon Press.
- Junk, W. J., P. B. Bayley y R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Pp. 110-127. *En*: Dodge, D. P. (Ed.), *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication Fisheries Aquatic Sciences 106.
- Lasso, C. A., A. Rial y O. M. Lasso-Alcalá. 1999. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los Llanos de Venezuela. *Acta Biológica Venezolánica* 19 (2): 1-28.
- Lasso, C. A. 2014. Tipología de aguas (blancas, claras y negras) y su relación con la identificación y caracterización de los humedales de la Orinoquia. Pp. 51-62. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.). 2014a. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 304 pp.
- Lasso, C. A., G. Colonnello y A. Rial. 2014b. Ríos de aguas blancas. Pp. 226-229. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Lasso, C. A., A. Rial, R. Antelo, A. Machado-Allison y G. Colonnello. 2014c. Caños. Pp. 148-150. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, G. Colonnello, A. Fernández y J. Grande. 2014d. Charcos temporales en afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. Pp. 151-153. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.). 2018. *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 438 pp.

Capítulo 1. RESERVA NATURAL BOJONAWI

- Lasso, C. A., C. R. Heinsohn, S. Jensen y M. A. Morales-Betancourt. 2019. XVIII. La pesca deportiva continental en Colombia: guía de las especies de agua dulce. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 298 pp.
- Machado-Allison, A., A. Rial y C. A. Lasso. 2014. Morichales. Pp. 207-210. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds.). 2015. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 416 pp.
- Peñuela, L. y F. Castro. 2008. El papel de las Reservas Privadas en la conservación de la biodiversidad de la Orinoquia Colombiana y particularmente de especies amenazadas. Pp. 25-30. *En*: Trujillo, F., M. Portocarrero y C. Gómez (Eds.), *Plan de Manejo y Conservación de Especies Amenazadas en la Reserva de Biósfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del género Podocnemis*. Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundación Omacha - Fundación Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement. Bogotá, D. C., Colombia.
- Pérez, M. 2016. Plan de desarrollo Puerto Carreño-Vichada, 2016-2019. República de Colombia, departamento Vichada, Alcaldía de Puerto Carreño. 233 pp.
- Rial, A., C. A. Lasso y G. Colonnello. 2014a. Clasificación de los paisajes de la Orinoquia: Colombia y Venezuela. Pp. 35-49. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Rial, A., F. J. Mijares, K. E. Pérez, A. Fernández, R. Gonto y G. Colonnello. 2014b. Congriales. Pp. 159-161. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Rial, A., F. J. Mijares, K. E. Pérez, A. Fernández, R. Gonto y G. Colonnello. 2014c. Saladillales. Pp. 241-246. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Ríos-Villamizar, E. A., M. T. F. Piedade y W. L. Junk. 2016. Tipología de águas em áreas unidas da bacia Amazônica: uma revisão enfatizando a classificação dos rios e igarapés. Pp. 175-191. *En*: Ferreira, S. J. F., M. L. da Silva y D. Pascualoto (Eds.), *Amazônia das águas: qualidade, ecologia e educação ambiental*. VALER, INPA; FAPEAM
- Romero, M., F. Trujillo, C. A. Lasso y O. Campo. 2017. Área de estudio. Pp. 29-45. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Rosales, J., C. Suárez y C. A. Lasso. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Pp. 51-73. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *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.

Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environment. Pp. 275-288. *En*: Goley, F. y E. Medina (Eds.), *Tropical ecological system*. Trend in Terrestrial and Aquatic Research. Springer-Verlag, New York.

Trujillo, F., C. Caro-caro, C. A. Lasso y J. S. Usma. 2014. Bosques arbustivos o de matorral inundable. Pp. 115-116. *En*: Lasso, C. A., A. Rial. G. Colonnello y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie

Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Uribe-Restrepo, D. 2009. Diagnóstico y bases para consolidar la estrategia de turismo sostenible en la Reserva de Biosfera El Tuparro (RBT), Orinoquia colombiana. Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 128 pp.



Afloramientos rocosos. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Capítulo 1. RESERVA NATURAL BOJONAWI

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros físicoquímicos (aguas bajas) de los principales sistemas acuáticos de la Reserva Natural Bojonawi. n: número de muestras. Registros puntuales y esporádicos en las épocas de aguas bajas entre 2013 hasta 2020, excepto 2019. C: conductividad, T: temperatura, TDS: sólidos totales disueltos.

Localidad	n	Promedio				Intervalo			
		pH	C (μS)	T (°C)	TDS (ppm)	pH	C (μS)	T (°C)	TDS (ppm)
Caño Tesoro	8	5,7	4,9	29	3,3	4,6-6,9	1-9	27,5-30,7	2-7
Caño Verde	6	5,9	5,1	29	4,4	4,8-6,5	1-10	28,3-30,7	0-13
Caño Negro	7	6,5	30,3	29,7	16	5,6-7	15-53	28,5-30,9	7-28
Caño Charapa	8	5,9	9,7	27,9	6	5,2-6,1	1,9-22	26,8-29,4	2-14
Caño Puente	10	6,3	23	28,4	9,5	5,2-7,6	6-68	24,9-32,6	5-25
Caño Temblón	6	6,6	9,7	28,6	5	5,9-6,1	7-14	27-29,5	2-8
Morichal	2	5,8	13,5	31,9	7,5	4,9-6,5	8-19	30,6-33,3	4-11
Laguna El Pañuelo	4	6,6	8,2	29,6	4,2	6-7,2	7-10	29,3-30,3	4-5
Río Orinoco	9	7,2	22,8	29,6	21,2	5,5-8,7	6-37	27,8-31,5	4-18
Charcos temporales lajas	1	6,2	13	27,7	7				



Morichal (*Mauritia flexuosa*). Foto: Monica A. Morales Betancourt.



Reserva Natural Bojonawi, estación casa de La Piedra orilla del río Orinoco. Foto: Fernando Trujillo.

PAPEL DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI EN EL ESTUDIO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS DE LA ORINOQUIA Y EL ESCUDO GUAYANÉS, VICHADA, COLOMBIA

Fernando Trujillo, Carlos A. Lasso y María C. Diazgranados

Resumen. Se presenta información sobre el papel de la Reserva Natural Bojonawi-RNB, Vichada, Colombia, en procesos de investigación, monitoreo y conservación de fauna y flora de la Orinoquia. Como resultado se han publicado 23 libros completos y/o capítulos, al menos 17 artículos en revistas científicas nacionales o internacionales y realizado 15 tesis universitarias. Igualmente, se muestra el apoyo a la formación de estudiantes en distintos niveles educativos, de tecnologías, escolares y sociedad en general, a través de actividades pedagógicas en la Reserva. Además, la Reserva contribuye con iniciativas de restauración ecológica, esquemas de mitigación de carbono, análisis del impacto del fuego, turismo de naturaleza y divulgación científica.

Palabras clave. Divulgación, investigación, monitoreo, Orinoquia, reserva privada.

Abstract. Information is presented on the role of the Bojonawi Natural Reserve in the processes of research, monitoring and conservation of fauna and flora of the Orinoquia. As a result, 23 complete books and/or chapters published, at least 17 scientific articles in national and international journals and 15 university theses have been carried out. Likewise, the support to formation of university students, of technologies and schoolchildren through pedagogical activities in the reserve. In addition, the contribution with initiatives of ecological restoration, schemes of carbon mitigation, analysis of the impact of the fire, tourism of nature and scientific popularization.

Keywords. Communication, monitoring, Orinoquia, private reserve, research.

Trujillo, F., C. A. Lasso y M. C. Diazgranados. 2020. Papel de la Reserva Natural Bojonawi en el estudio y la conservación de la biodiversidad y ecosistemas de la Orinoquia y el Escudo Guayanés, Vichada, Colombia. Pp. 63-77. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII02

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia es una extensa región de cerca de un millón de kilómetros cuadrados que comparten Venezuela y Colombia. En el imaginario de la mayoría de personas corresponde a una zona plana dominada por sabanas. Sin embargo, resulta tener cierto nivel de heterogeneidad y diversidad de ecosistemas que son responsables igualmente de una importante riqueza de especies con adaptaciones únicas. Desafortunadamente, son pocas las áreas en esta gran cuenca que han sido evaluadas de manera continua a través de programas de investigación, ya sea por dificultad de acceso, costos, problemas de orden público e incluso falta de políticas específicas para esto. Una de estas áreas es la Reserva Natural Bojonawi-RNB con 4.640 hectáreas localizada

al nordeste del departamento de Vichada (Figuras 1, 2). Este tipo de reservas son las únicas áreas protegidas de carácter privado reconocido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas-Sinap en Colombia, y se han convertido en un instrumento de manejo y de gestión política muy importante en regiones como la Orinoquia.

La RNB está compuesta por tres predios privados que fueron puestos en comodato a la Fundación Omacha para su manejo. El proceso empezó desde el 2003 con la adquisición de un predio, y en los subsiguientes tres años los predios restantes. Con el apoyo de Hp (Hewlett Packard) a través del programa Planet Partner en el 2008, se construyó una infraestructura para poder realizar procesos de investigación científica, educación ambiental y procesos de conservación.

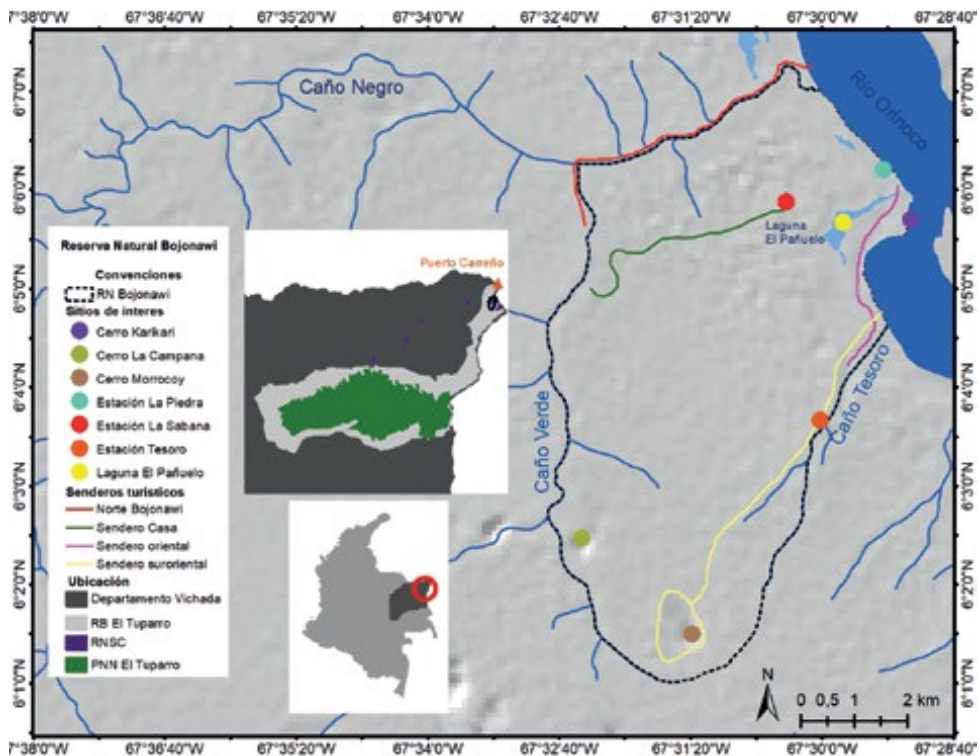


Figura 1. Localización, sitios de interés y senderos turísticos de la Reserva Natural Bojonawi. RB: Reserva de Biosfera; PNN: Parque Nacional; RNSC: Reserva Nacional de la Sociedad Civil. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt. Fuente senderos turísticos: SIG Fundación Omacha.

Un factor decisivo para la consolidación de la Reserva fue la elaboración de su plan de manejo en el 2009, a través de un proyecto del Fondo de Conservación de Bosques (TFCA) coordinado por Fundación Omacha y Fundación Horizonte Verde. Esto condujo al registro de esta área como una reserva de la sociedad civil ante la Red de Reservas de la Sociedad Civil (Resnatur). Posteriormente, en el 2013 la reserva Bojonawi fue inscrita ante Parques Nacionales en la plataforma del Registro Único de Áreas Protegidas-Runap.

Esta Reserva ha desempeñado un papel muy importante en el proceso de trabajo en la Reserva de Biosfera El Tuparro, a través de evaluaciones clave sobre especies amenazadas (Trujillo *et al.* 2008), identificación de humedales (Gómez *et al.* 2009), turismo sostenible (Uribe-Restrepo 2009) y la cadena de valor de peces ornamentales (Falla y Poveda 2008). Más recientemente, en el apoyo para el estudio y designación del sitio Ramsar del Bitá (Trujillo y Lasso 2017). Igualmente, la RNB hace parte del corredor Bitá-Meta-Orinoco, que es una de las 19 áreas priorizadas de conservación en el ejercicio de Portafolio Orinoco (Lasso *et al.* 2010).

En la Reserva se han adelantado procesos muy importantes de restauración y revegetalización con la siembra de más de 250.000 árboles nativos (Tabla 1) en cerca de 200 hectáreas. Inicialmente a través del programa del Acuerdo de Conservación de

Bosques (TFCA), donde se constituyó un pequeño vivero con la asesoría de la Fundación Horizonte Verde y se hizo un proceso de aprendizaje en el manejo y establecimiento de más de 40 especies nativas de árboles (Tabla 1). Posteriormente, se hizo una alianza con Acción Verde con quienes se consolidó un proceso de siembra de nativas con un esquema de monitoreo por la “Price Water House”. Esta iniciativa, sin duda ha sido una de las más significativas en la región y ha estado enfocada a mitigar la huella de carbono de algunas compañías como Honda (más de 10.000 vehículos carbono neutro), Aviatour, Aerorepública y Hp, entre otras.

En el componente de investigación, se pueden identificar desde procesos de evaluaciones biológicas rápidas o inventarios a más largo plazo, hasta estudios más detallados de ecología con nutrias gigantes (*Pteronura brasiliensis*), carnívoros, primates, tortugas, rayas, esponjas, macroinvertebrados asociados a charcos temporales en afloramientos rocosos, anfibios y reptiles en condiciones extremas en estos afloramientos e impacto del fuego en la flora y fauna, entre otros. Este aporte de la RNB se centra entonces en cinco aspectos fundamentales: a) temas académicos y científicos (publicaciones); b) conservación; c) educación y formación; d) divulgación y e) ecoturismo.

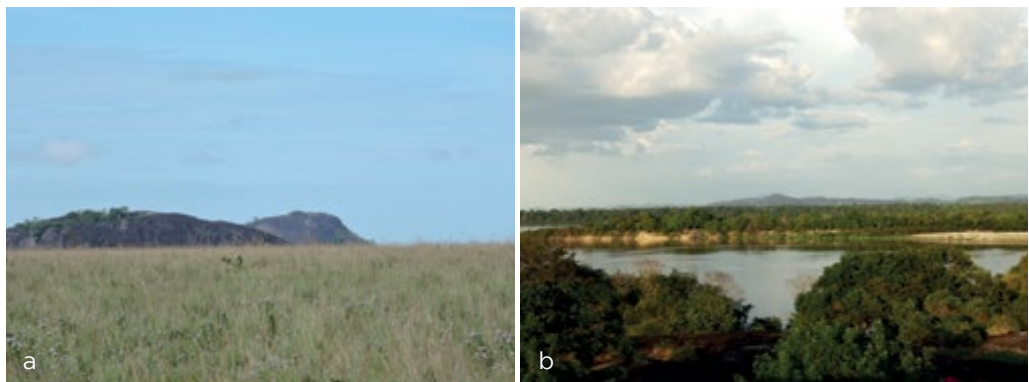


Figura 2. Reserva Natural Bojonawi: a) sabanas y cerros residuales al fondo, b) río Orinoco. Fotos: Mónica A. Morales-Betancourt.

Capítulo 2. PAPEL DE LA RESERVA BOJONAWI

Tabla 1. Algunas de las especies nativas de plantas sembradas en la Reserva Natural Bojonawi.

No	Nombre científico	Nombre común	No	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Acosmium nitens</i>	Congrio	20	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo
2	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	21	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Gualanday
3	<i>Amanoa guianensis</i>	Amanoa	22	<i>Leopoldinia pulchra</i>	Palmiche
4	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Yopo	23	<i>Macoubea guianensis</i>	Bejuco
5	<i>Andira surinamensis</i>	Pilón	24	<i>Macrolobium limbatum</i>	Algarrobillo
6	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Guacamayo	25	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo
7	<i>Bauhinia cupulata</i>	Pata de vaca	26	<i>Mangifera indica</i>	Mango
8	<i>Brosimum</i> sp.	Cuero de sapo	27	<i>Mauritia flexuosa</i>	Moriche
9	<i>Byrsonima japurensis</i>	Chaparro de agua	28	<i>Ocotea cymbarum</i>	Sasafrás
10	<i>Calophyllum brasiliensis</i>	Cachicamo	29	<i>Oenocarpus bataua</i>	Seje
11	<i>Campsiandra implexicaulis</i>	Chigo	30	<i>Pachira</i> sp.	Ceibo macho
12	<i>Caraipa llanorum</i>	Saladillo rojo	31	<i>Pouteria</i> sp.	Araguato
13	<i>Cassia moschata</i>	Caña fistol	32	<i>Pseudobombax croizatii</i>	Algodón de piedra
14	<i>Copaifera pubiflora</i>	Aceite	33	<i>Swartzia</i> sp.1	Congrio macho de piedra
15	<i>Dipteryx odorata</i>	Sarrapia	34	<i>Tabebuia orinocensis</i>	Horquetero
16	<i>Duroia micrantha</i>	Carutillo	35	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Flor amarillo
17	<i>Etabalia dubia</i>	Brasil	36	<i>Toulicia</i> sp.	Hobo macho
18	<i>Euterpe precatória</i>	Manaca	37	<i>Xylopia</i> cf. <i>venezuelana</i>	Majagüillo
19	<i>Handroanthus barbatus</i>	Apamate de agua	38	<i>Zyzygium malaccense</i>	Pomarroso

TEMAS ACADÉMICOS

A lo largo de los años se estableció trabajo colaborativo con un gran número de instituciones como Parques Nacionales Naturales, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Línea de Recursos Hidrobiológicos, Pesqueros y Fauna Silvestre), Resnatur, Universidades como Los Andes, Pontificia Javeriana, Nacional (Laboratorio de Ecología del Paisaje —ECOLMOD), Antioquia, Quindío, Tolima, entre otras. Entre los trabajos a largo plazo se destaca el del Instituto Alexander von Humboldt que ha venido realizando salidas de campo bianuales desde 2012 para recoger información sobre los recursos hidrobiológicos

en sentido amplio (esponjas, insectos acuáticos, moluscos, crustáceos, peces, anfibios y reptiles acuáticos), con especial énfasis en trabajos ecológicos a más largo plazo sobre peces asociados al fondo del cauce del río Orinoco, tortugas y cocodrilos.

En total, se han realizado al menos 40 publicaciones asociadas al trabajo de investigadores en la Reserva Natural Bojonawi. De estas, 23 corresponden a contribuciones en libros y 17 a artículos científicos sobre la Orinoquia en temas como moluscos de agua dulce, tortugas, rayas, delimitación de humedales en sabanas inundables, tipificación de humedales, peces ornamentales, delfines y nutrias (Anexo 1).

Varios proyectos de investigación vienen desarrollándose en la actualidad dentro de la Reserva o en sus límites con el apoyo de la Fundación Omacha. Por ejemplo, desde el 2014 se han marcado varios ejemplares de tortugas acuáticas (*Podocnemis* spp, *Chelus orinocensis*, *Peltocephalus dumerilianus*) y cachirres (*Paleosuchus palpebrosus*), para hacer el seguimiento de sus movimientos mediante técnicas telemétricas; estudios biológicos (dieta y reproducción) y genéticos (filogeografía). Desde inicios del 2020 se están realizando muestreos de los peces del fondo del cauce (canal), así como toma de datos genéticos de algunas especies que forman parte de los recursos pesqueros. Igualmente, ECOLMOD está evaluando una parcela permanente para estudiar el efecto del fuego en la vegetación y la fauna de la Reserva. En las lajas graníticas, la Universidad de Los Andes continúa la evaluación de la vida de anfibios y reptiles en condiciones extremas de temperatura (ver Capítulo 14). Destaca el trabajo de ecología y abundancia de las nutrias gigantes (*Pteronura brasiliensis*) como un trabajo colaborativo entre el Instituto de Biología de la Conservación (IBICO) de España y Fundación Omacha.

CONSERVACIÓN

Áreas de importancia internacional para las aves (AICA)

En el 2017 la RNB fue incluida dentro del listado de las áreas AICA para la Orinoquia colombiana, en un proceso coordinado por Calidris y BirdLife, al destacar como un “hotspot” para aves, con cerca de 300 especies (ver Capítulo 8). Esto ha convertido a la Reserva en un destino de observación de aves, y en uno de los sitios que tradicionalmente se une a la iniciativa del Global Big Day de conteo de aves a nivel mundial.

Reserva de Biosfera El Tuparro

Adicionalmente, la RNB hace parte de las áreas focales de conservación dentro de la Reserva de Biosfera El Tuparro (Gómez *et al.* 2011) y juega un papel fundamental en la conservación de especies de fauna y flo-

ra de la Orinoquia, y ayuda a consolidar un corredor de conservación al generar interacción con otras figuras complementarias de conservación (reservas privadas, resguardos indígenas). Se destaca el papel de las reservas privadas en la conservación en la Orinoquia, como ha sido enunciado previamente en varias evaluaciones (Rial 2011, Suárez-Gómez 2011). A partir del trabajo en la RNB, se coordinó el desarrollo de planes de conservación de especies amenazadas y humedales en la Reserva de Biosfera El Tuparro ya mencionado anteriormente.

Rehabilitación de fauna decomisada

Otro de los procesos clave adelantado en la RNB es la recepción y liberación de fauna silvestre confiscada por la policía ambiental y Corporinoquia. En este proceso, se han realizado actividades de rehabilitación de nutrias gigantes (Morales-Betancourt 2011), un jaguar (Zarrate-Charry *et al.* 2009), tigrillos (*Leopardus pardalis*), lapas (*Cuniculus paca*), chigüiros, tortugas de varias especies, venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), guacamayas, anacondas y otras serpientes. Este trabajo se inició con la publicación y capacitación de la cartilla “Tráfico y tenencia ilegal: amenazas de la fauna silvestre de la reserva mundial de biosfera el Tuparro. Una guía para profesores y estudiantes” (Cruz-Antia *et al.* 2009), con el que se trabajó en muchas de las escuelas de la región para concientizar sobre la problemática de tenencia ilegal de fauna.

EDUCACIÓN

En el tema de educación ambiental, el trabajo se ha hecho de la mano de instituciones educativas en Puerto Carreño y del Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), quienes han encontrado en Bojonawi un excelente laboratorio de prácticas ambientales.

Nivel bachiller y técnico

Se han establecido convenios con instituciones educativas de Puerto Carreño (María

Inmaculada, José Eustacio Rivera, Eduardo Carranza) y Casuarito (Antonia Santos) para realizar salidas pedagógicas con estudiantes. A lo largo de los últimos diez años, al menos 1.500 niños han pasado por la Reserva. Algunos de los temas abordados en estas salidas estuvieron enfocados a ecología de plantas epífitas en bosques riparios, conservación de herpetofauna, ecología de mamíferos acuáticos y observación de aves, entre otros. Estudiantes de tecnología forestal y de turismo del Sena han hecho prácticas profesionales en la Reserva, haciendo pasantías en el vivero y las plantaciones de especies nativas asociadas al componente de captura de carbono.

Igualmente, se han realizado dos encuentros de docentes de diferentes regiones de la Orinoquia para proyectar el trabajo que se debe realizar en temas ambientales en los planteles educativos. En uno de estos encuentros, en el 2010 se enterró una cápsula del tiempo en la Reserva, con reflexiones de cada docente sobre el futuro de la región.

Nivel universitario

Adicionalmente, se han realizado 15 tesis de grado con información generada en la Reserva y áreas aledañas, en una gran diversidad de temas, desde macroinvertebrados, esponjas, rayas, tortugas, delfines e incluso turismo. Estos trabajos están asociados principalmente a cinco universidades: Universidad de los Andes, Universidad de Antioquia, Universidad Pontificia Javeriana, Universidad Pedagógica y La Universidad de la Salle (Anexo 1).

Desde la Reserva se ha permitido el apoyo a cursos y salidas de campo de diferentes universidades a lo largo de los últimos 16 años. La Universidad Pontificia Javeriana ha efectuado varias salidas con estudiantes de botánica para realizar colecciones de referencia de la flora del Vichada, y un catálogo de plantas útiles de la región. La Universidad de los Andes ha realizado cursos de herpetología y salidas de campo más o menos continuas durante los últimos seis años, haciendo énfasis en las adaptaciones de estas especies a condiciones extremas de sequía en afloramientos rocosos (ver Capítulo 12).

Con la Universidad de Antioquia se han adelantado trabajos con diferentes especies de tortugas y con temas de planificación turística. Se han recibido pasantes de 11 universidades colombianas y tres internacionales que han apoyado colecciones entomológicas, experiencias de fototrampeo e inventarios entre otros temas.

DIVULGACIÓN

Desde el punto de vista de divulgación, se han grabado programas con Discovery Channel, Animal Planet, BBC (On the Stage), A River Below, TV Alemana (DW Deutsche Welle), Canal 13, Héroes al Rescate Animal, TV Francesa (Gardians of the Nature), entre otros. Los temas abordados han sido variados, desde historia natural de delfines de río y nutrias, conservación de tortugas, foto-trampeo de carnívoros, cubrimiento a científicos, documentales relacionados con Alexander von Humboldt y áreas protegidas.

La Reserva Natural Bojonawi igualmente ha sido referenciada en prensa escrita como *Semana*, *Gerente*, *Soho*, *Dinero* y publicaciones de destinos turísticos, entre los que sobresalen las promociones realizadas por la Gobernación de Vichada en la feria de ANATO cada año y la Red de Reservas de la Sociedad Civil.

ECOTURISMO

La Reserva Bojonawi es considerada como uno de los principales atractivos turísticos de la región, y ha sido incluida dentro de las promociones que hace la Alcaldía de Puerto Carreño, la Gobernación del Vichada y empresas privadas como Sabai Colombia (filial de Aviatour), así como la promoción propia. Está en proceso de adaptación de infraestructura y gestión de permisos para recibir turistas.

A la fecha solo se puede ir durante el día en actividades de senderismo por las siete rutas principales habilitadas: Laguna El Pañuelo, cerro Karikari (Cari Cari), Caño Negro, Estación Sabana, Caño Tesoro, Cerro Campana-Caño Verde, Cerro Morrocoy, o en

actividades deportivas vinculadas al avistamiento del capital natural, como recorridos en bicicleta por los afloramientos rocosos del cerro Morrocoy y Campana. En los últimos siete años, se ha recibido la visita de más de 2.000 personas no solo nacionales sino también turistas internacionales.

Los principales atractivos de la Reserva son los caños de aguas cristalinas o claras (caño Verde y caño Tesoro), afloramientos rocosos o lajas graníticas, la Laguna del Pañuelo y el cerro de Karikari (Figura 3).

En el 2010 fue referenciada por revistas francesas como un sitio inigualable para la observación de peces ornamentales en su hábitat natural, sin embargo, este potencial turístico aún no se ha desarrollado. Dentro de la Reserva se pueden observar más de 100 especies de peces ornamentales (ver Capítulo 5). El límite de la Reserva (río

Orinoco), fronterizo entre Colombia y Venezuela, representa un área muy importante para la pesca deportiva (Lasso *et al.* 2019).

Actualmente, se está organizando un centro de interpretación de la Orinoquia en un módulo construido a la entrada de la Reserva y que permitirá a los visitantes tener información sobre la biodiversidad, ecosistemas acuáticos, bosques inundables, afloramientos rocosos y sabanas de la altillanura, representantes del Escudo Guayanés en Colombia.

CONCLUSIONES

La RNB ha desempeñado un papel fundamental en la generación de conocimiento sobre la flora y la fauna de la Orinoquia, en ecosistemas claves como el de altillanura y Escudo Guayanés. Para esto ha sido clave el



Figura 3. Atractivos turísticos de la Reserva Natural Bojonawi: a) cerro Morrocoy, b) laguna El Pañuelo, c) caño Verde, d) observación subacuática de peces en caño Verde. Fotos: Monica A. Morales-Betanocurt (a, c), Ivan Mikolji (b, d).

modelo de administración por parte de una ONG (Fundación Omacha) y la construcción de convenios y acuerdos con importantes universidades e institutos de investigación del país. Igualmente, la RNB cuenta con infraestructura y logística básica (embarcaciones, motores, kayaks) que permite acoger investigadores y apoyarlos en sus actividades.

La RNB cumple un papel fundamental en procesos de conservación, al situarse dentro de la Reserva de Biosfera El Tuparro y convertirse en un potencial parche dentro del corredor PNN El Tuparro y el sitio Ramsar del Bitá, promoviendo procesos activos de investigación y monitoreo.

Existen muy pocas estaciones de investigación científica en el país que permitan monitorear a largo plazo la biodiversidad de una región. Por eso es fundamental garantizar la sostenibilidad financiera a largo plazo de sitios como este, que además de ayudar a formar profesionales, sensibilizar jóvenes y niños de las comunidades cercanas, se convierten en un reservorio de especies y sus procesos ecológicos.

Este proceso de investigación y monitoreo debe ser extrapolado a otras áreas y fomentar el trabajo a lo largo del eje Orinoco-Meta-Bitá, donde aún hay grandes necesidades de generación de conocimiento y monitoreo de especies y procesos clave.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz-Antía, D., P. Barrieto y D. Morales-Betancourt. 2009. Tráfico y tenencia ilegal: Amenazas de la Fauna Silvestre de la Reserva Mundial de la Biosfera El Tuparro, una guía para profesores y estudiantes. Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde. Proyecto Pijiwi-Orinoko. Bogotá, D. C., Colombia. 56 pp.
- Falla, P. y J. Poveda (Eds.). 2008. Contribución a la gestión sostenible y al conocimiento biológico y socio económico de la cadena de valor de peces ornamentales de Puerto Carreño, Reserva de Biosfera El Tuparro (Vichada – Colombia)”. Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 125 pp.
- Gómez, I., F. Trujillo y C. Suarez. 2009. Plan de Manejo de los Humedales de la Reserva de Biosfera El Tuparro: área de jurisdicción de Puerto Carreño. Proyecto Pijiwi Orinoko. Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 96 pp.
- Gómez-Camelo, I., P. Gerritsen y F. Trujillo. 2011. Reserva de Biosfera El Tuparro: un reto para la conservación de la Orinoquia colombiana. *Ambiente y Desarrollo* XV (29): 43-64.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. 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). Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- Lasso, C. A., C. R. Heinsohn, S. Jensen y M. A. Morales-Betancourt. 2019. XVIII. La pesca deportiva continental en Colombia: guía de las especies de agua dulce. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 298 pp.
- Morales-Betancour, D. 2011. Report of an adaptive reintroduction of a juvenile giant otter (*Pteronura brasiliensis*). *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 28 (1): 23-33.
- Rial, A. 2011. Hatos privados de los llanos de Venezuela: de la amenaza a la protección. Pp. 249-270. En: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matalana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio

- de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.
- Suárez-Gómez, M. A., R. Wilson y R. Roa. 2011. Contribución de las reservas de la sociedad civil a la conservación de la biodiversidad en la ecorregión de los Llanos. Colombianos en el marco del Convenio de Biodiversidad Biológica. Pp. 271-282. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado (Eds.), *Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., M. Portocarrero y C. Gómez (Eds.). 2008. Plan de Manejo y Conservación de Especies Amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del genero *Podocnemis*. Proyecto Pijwi Orinoko (Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement. Bogotá, D. C., Colombia. 144 pp.
- Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds). 2017. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 348 pp.
- Uribe-Restrepo, D. 2009. Diagnóstico y bases para consolidar la estrategia de turismo sostenible en la Reserva de la Biosfera El Tuparro (RBT), Orinoquia colombiana. Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 128 pp.
- Zarrate-Charry, D., L. Laverde-Trujillo, S. Balaguera-Reina, J. F. González-Maya y F. Trujillo. 2009. Management and rescue of wildlife ex situ in Colombia: a study case of a jaguar (*Panthera onca*) in the colombian Orinoquia. *Revista CES/Medicina Veterinaria y Zootecnia* 4 (1): 81-89.

ANEXOS

Anexo 1. Publicaciones y tesis realizadas en la Reserva Natural Bojonawi. Nota: (*) totalmente en Bojonawi; (**) parcialmente desarrollados en Bojonawi. Se listan en orden cronológico descendente.

Libros y/o capítulos de libros

1. (**) 2019. River Dolphins: connecting science and conservation in the Amazon and Orinoco basins. Trujillo, F. Fundación Omacha-Whitley Fund for Nature. 204 pp.
2. (**) 2018. Nutrias de la Orinoquia. Trujillo, F. y F. Mosquera. Fundación Omacha/Cepsa. Bogotá, D. C., Colombia. 126 pp.
3. (**) 2018. VI. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. Linares, E., C. A. Lasso, M. Vera y M. A. Morales-Betancourt. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 326 pp.
4. (**) 2018. Mamíferos del Escudo Guayanés colombiano. Trujillo, F., Mosquera-Guerra, F., Díaz-Pulido, A., Carvajal-Castro, J. y H. Mantilla-Meluk. Pp. 347-378. *En:* Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
5. (**) 2017. Características de los ataques de jaguar (*Panthera onca*) sobre el ganado y evaluación económica de las pérdidas en fincas ganaderas de los Llanos Orientales (Vichada, Colombia). Garrote, G., P. Rodríguez-Castellanos, F. Trujillo y F. Mosquera-Guerra Pp. 89-102. *En:* Castaño-Uribe C., C. A. Lasso, R. Hoogesteijn y E. Payán-Garrido (Eds.), *II. Conflicto entre felinos y humanos en América Latina*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D. C., Colombia.
6. (**) 2017. Tortugas. Morales-Betancourt, M. A., D. Córdoba y C. A. Lasso. Pp. 183-221. *En:* Lasso, C. A., D. Córdoba y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola amenazada en Colombia: moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodilidos, aves y mamíferos*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
7. (**) 2016. Caracterización, uso y manejo de la mastofauna asociada a los morichales de los Llanos Orientales colombianos. Trujillo, F y F. Mosquera. Pp. 191-219. *En:* Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Eds.), *XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
8. (**) 2016. Estructura poblacional y diversidad genética de la raya de agua dulce *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) en las cuencas del Orinoco y Amazonas. Renza-Millán, M., F. A. Villa-Navarro, C. A. Lasso, M. A. Morales-Betancourt y S. Caballero. Pp. 377-390. *En:* Lasso, C. A., R. S. Rosa, M. A. Morales-Betancourt, D. Garrone-Neto y M. Carvlaho (Eds.), *IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II. Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
9. (**) 2016. Flora de las cuencas del río Meta y del Bitá. Castro-L. F., S. Cárdenas y P. Stevenson. Pp. 56-78. *En:* Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia.
10. (**) 2016. IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II. Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Lasso, C. A., R. S. Rosa, M. A. Morales-Betancourt, D. Garrone-Neto y M. Carvlaho (Eds.). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 435 pp.

11. (**) 2015. XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds.). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 425 pp.
12. (**) 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 303 pp.
13. (**) 2013. IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación. Lasso, C. A., R. S. Rosa, P. Sánchez-Duarte, M. A. Morales-Betancourt y E. Agudelo-Córdoba (Eds.). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 368 pp.
14. (**) 2013. Delfines de río: embajadores de la conservación en la Amazonia y Orinoquia. Trujillo, F. y M.C. Diazgranados. Fundación Omacha, Bogotá, D. C., Colombia. 141 pp.
15. (**) 2013. *Paratrygon aiereba* cuenca del Orinoco. Lasso, C. A., P. Sánchez-Duarte, A. Barbarino, M. A. Morales-Betancourt, L. Ortiz-Arroyave y O. M. Lasso-Alcalá. Pp. 137-150. *En*: Lasso, C. A., R. de S. Rosa, P. Sánchez-Duarte, M. A. Morales-Betancourt y E. Agudelo-Córdoba (Eds.), *IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
16. (**) 2013. *Potamotrygon motoro* cuenca del Orinoco. Lasso, C. A., P. Sánchez-Duarte, M. A. Morales-Betancourt, L. M. Ortiz-Arroyave, O. M. Lasso-Alcalá, M. T. Sierra-Quintero y J. Agudelo. Pp. 209-217. *En*: Lasso, C. A., R. de S. Rosa, P. Sánchez-Duarte, M. A. Morales-Betancourt y E. Agudelo-Córdoba (Eds.), *IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
17. (**) 2013. *Potamotrygon schroederi*. Lasso, C. A., P. Sánchez-Duarte, O. M. Lasso-Alcalá, L. M. Ortiz-Arroyave, M. A. Morales-Betancourt, J. Agudelo, M. R. de Carvalho, J. P. C. B. da Silva, T. Loboda y J. P. Fontenelle. Pp. 247-255. *En*: Lasso, C. A., R. de S. Rosa, P. Sánchez-Duarte, M. A. Morales-Betancourt y E. Agudelo-Córdoba (Eds.), *IX. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
18. (**) 2012. Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia. Ajíaco-Martínez, R., H. Ramírez-Gil, P. Sánchez-Duarte, C. A. Lasso y F. Trujillo. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 152 pp.
19. (**) 2009. Plan de Manejo de los Humedales de la Reserva de Biosfera El Tuparro: área de jurisdicción de Puerto Carreño. Gómez, I., Trujillo, F. y C. Suarez. Proyecto Pijiwi Orinoko. Fundación Omacha-Fundacion Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 96 pp.
20. (**) 2009. Turismo de observación de fauna silvestre: aspectos relevantes para ser considerados. Trujillo, F. Pp. 79-85. *En*: Uribe-Restrepo, D. A. (Ed.), *Diagnóstico y bases para consolidar la Estrategia de Turismo Sostenible en la Reserva de Biosfera El Tuparro (RBT), Orinoquia colombiana*. Fundación Omacha-Fundacion Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia.

21. (***) 2008. Contribución a la gestión sostenible y al conocimiento biológico y socio económico de la cadena de valor de peces ornamentales de Puerto Carreño, Reserva de Biosfera El Tuparro (Vichada-Colombia). Falla, P. y Poveda, J. (Eds.). Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 125 pp.
 22. (***) 2008. Plan de manejo y conservación de especies amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del género *Podocnemis*. Trujillo, F., Portocarrero, M. y C. Gómez (Eds.). Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement, Bogotá, D. C., Colombia. 144 pp.
 23. (***) 2004. Fauna Acuática en la Orinoquia colombiana. Diazgranados, M. C. y F. Trujillo (Eds.). Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IAvH-GTZ. Vol. 6. Serie Investigación. Bogotá, D. C., Colombia. 404 pp.
- Artículos científicos**
24. (***) 2020. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp.) and clarify their phylogeography. Vargas-Ramírez, M., S. Caballero, M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, L. Amaya, J. G. Martínez, M. das Neves, R. C. Vogt, I. F. Pires, T. Hrbek, P. D., Campbell and U. Fritz. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 148: (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106823>
 25. (*) 2020. Assessment of population characteristic and hábitat use of *Podocnemis vogli* (Müller, 1935) during a reproductive season at the Bojonawi Private Nature Reserve (Vichada Department, Colombia). Sepúlveda, A. M., V. Páez, M. T. Gómez, M. A. Morales-Betancourt y C. A. Lasso. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 3 (2): 83-94.
 26. (***) 2020. density and abundance in Llanos Orientales de Colombia in the Orinoco basin. Garrote, G., B. Castañeda, J. M. Escobar, L. Pérez, B. Marín, J. Terán Y F. Trujillo. *Oryx*: 2-4.
 27. (*) 2019. A pilot study of habitat use and population characteristics of the big-headed Amazon river turtle, *Peltecephalus dumerilianus* (Schweigger, 1812), during the dry season in the Bojonawi Nature Reserve, Vichada, Colombia. Parra-Henao, K. D., V. P. Páez, M. A. Morales-Betancourt y Carlos A. Lasso. *Herpetology Notes* 12: 1113-1120.
 28. (***) 2019. Delfines de río: especies indicadoras del estado de salud de los ecosistemas acuáticos de la Amazonia y la Orinoquia. Trujillo, F., Mosquera, F. y N. Franco. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 43 (167): 199-211. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefnyn.765>.
 29. (***) 2019. Mitochondrial DNA diversity and population structure of the ocellate freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) in the Colombian Amazon and Orinoco Basins. Renza-Millán, M., C. A., Lasso, M. A. Morales-Betancourt, F. Villa y S. Caballero. *Mitochondrial DNA Part A*: DOI: 10.1080/24701394.2018.1546300.
 30. (*) 2019. Estima de densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los Llanos Orientales de Colombia. Garrote, G., B. Castañeda, J. M. Escobar, L. Pérez y F. Trujillo. *Galemys* 31: 1-5. DOI: 10.7325/Galemys.2019.N2.
 31. (***) 2018. Conservación y tráfico de la tortuga matamata, *Chelus fimbriata* (Schneider, 1783) en Colombia: un ejemplo del trabajo conjunto entre el Sistema Nacional Ambiental, ONG y academia. Lasso, C. A., F. Trujillo, M. A. Morales-Betancourt, L. Amaya, S. Caballero y B. Castañeda. *Biota Colombiana* 19 (1): 147-159. DOI: 10.21068/c2018.v19n01a10.
 32. (*) 2018. Ectoparásitos (Argulidae, Cymothoidae, Corallanidae) en rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de la Orinoquia colombiana. Lasso, C. A., M. R. Campos, M. A. Morales-Betancourt y D. Castro. *Biota Colombiana* 19 (Supl. 1): 84-94.
 33. (***) 2016. Flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia: grado de conocimiento, uso y conservación. Cárdenas, D., H. Mendoza, M. González y S. Sua. *Revista Colombiana Amazónica* 9: 93-146.
 34. (*) 2015. Uso del ecotono bosque-sabana por la comunidad de carnívoros terrestres en los Llanos Orientales de Colombia. Garrone, G. y J. Fernández-López. *Galemys* 27: 1-4. DOI: 10.7325/Galemys.2015.N3
 35. (***) 2016. Ranas del género *Pipa* (Anura: Pipidae) de la Orinoquia colombiana: nuevos registros y comentarios sobre su

- taxonomía, distribución e historia natural. Acosta-Galvis, A., C. A. Lasso y M. A. Morales-Betancourt. *Biota Colombiana* 17 (2): 105-116.
36. (***) 2015. Molecular systematics of the freshwater stingrays (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) of the Amazon, Orinoco, Magdalena, Essequibo, Caribbean, and Maracaibo basins Colombia-Venezuela): evidence from three mitochondrial. García, D. A., C. A. Lasso, M. A. Morales y S. Caballero. *Mitochondrial DNA* 2015: 1-13.
37. (***) 2015. Negative interactions between giant otters (*Pteronura brasiliensis*) and local fisheries in the Amazon and Orinoco basins in Colombia. Trujillo, F., A. Caro, S. Martínez y M. V. Rodríguez-Maldonado. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 10(2): 122-130. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00204>
38. (***) 2015. Parasitism in freshwater stingrays (Potamotrygonidae) by hematophagous catfishes (Vandelliinae). Lasso, C. A., C. DoNascimento, M. A. Morales-Betancourt y O. M. Lasso-Alcalá. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 26 (1): 83-86.
39. (*) 2011. Reserva de Biosfera El Tuparro: un reto para la conservación de la Orinoquia colombiana. Gómez-Camelo, I., P. Gerritsen y F. Trujillo. *Ambiente y Desarrollo* XV (29): 43-64.
40. (***) 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoquense en el departamento del Vichada-Colombia. Castro-L., F. *Revista Orinoquia* 14 (1): 58-67.
41. (*) 2009. Management and rescue of wildlife ex situ in Colombia: a study case of a jaguar (*Panthera onca*) in the colombian Orinoquia. Zarrate-Charry, D., L. Laverde-Trujillo, S. Balaguera-Reina, J. F. González-Maya y F. Trujillo. *Revista CES/Medicina Veterinaria y Zootecnia* 4 (1): 81-89.
- entre la Amazonia y Orinoquia, Colombia. Rizo, M. Trabajo de Grado, Universidad de La Salle. Bogotá, D. C., Colombia. 68 pp.
44. (***) 2019. Actualización del estado de conocimiento de la biodiversidad acuática de la Reserva Natural Privada de la Sociedad Civil Bojonawi (Puerto Carreño, Vichada). Bernal-Sierra, S. Trabajo de Grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. 80 pp.
45. (***) 2018. Filogeografía y diversidad genética de las rayas *Potamotrygon orbignyi* (Castelnaud, 1855) en las cuencas Orinoco y Amazonía. Batista, A. Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes. Bogotá, D. C., Colombia. 56 pp.
46. (*) 2018. Acercamiento a las características demográficas y de uso del hábitat de la tortuga galápaga, *Podocnemis vogli* (Müller, 1935), en la Reserva Natural Privada de la Sociedad Civil Bojonawi (Vichada, Orinoquia colombiana) durante la estación seca. Sepúlveda-Seguro, A. M. Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia. Medellín. 71 pp.
47. (*) 2018. Características demográficas y uso del hábitat de la tortuga cabezona, *Peltocephalus dumerilianus* (Schweigger, 1812), en la Reserva Natural Bojonawi (Vichada, Colombia) durante la estación seca. Parra-Henao, K. Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia. Medellín. 27 pp.
48. (***) 2017. Clasificación filogenética de esponjas de agua dulce mediante métodos moleculares. Chilma-Arias, A. F. Trabajo de Grado, Universidad de Los Andes. Bogotá, D. C., Colombia. 13 pp.
49. (***) 2016. Estructura poblacional y diversidad genética de la tortuga mata-mata, *Chelus fimbriatus* (Schneider, 1783), en las cuencas del Amazonas y el Orinoco: ¿trayectorias evolutivas independientes?. Amaya, L. Tesis de maestría, Universidad de Los Andes. Bogotá, D. C., Colombia. 22 pp.
50. (***) 2014. análisis de la riqueza vegetal y patrones fitogeográficos para la región del Escudo Guayanés colombiano. Córdoba-S. M. Tesis de Doctorado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 201 pp.
51. (*) 2013. Creación de rutas turísticas dentro de la RNP Bojonawi. Facultad de Administración turística. Acevedo, C. Universidad de Antioquia. Medellín.

Tesis, monografías pasantías

42. (*) Procesos ecológicos de los macroinvertebrados en las charcas temporales de roca del Escudo Guayanés colombiano. Aristizábal, A. Tesis de Doctorado, Universidad de los Andes/Universidad de Bruselas.
43. (***) 2019. Diversidad genética, filogeografía y estructura poblacional en la raya manzana de agua dulce *Paratrygon* spp

Capítulo 2. PAPEL DE LA RESERVA BOJONAWI

52. (**) 2013. Análisis de las relaciones cultura-naturaleza para la conservación del delfín de río *Inia geoffrensis*. Paéz, M. y G. Rodríguez. Tesis de Grado, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D. C., Colombia.
53. (**) 2012. Molecular systematics of the freshwater stingrays (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) of the Amazon, Orinoco, Magdalena, Essequibo, Caribbean, and Maracaibo basins Colombia –Venezuela): evidence from three mitochondrial. Garcia, D. A. Trabajo de Grado, Departamento de Biología, Universidad de Los Andes. Bogotá, D. C., Colombia. 62 pp.
54. (**) 2012. La conservación de la tortuga charapa *Podocnemis expansa* en el río Meta. Camacho, O. Tesis de Grado, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, D. C., Colombia. 76 pp.
55. (*) 2011. Vegetación vascular de la Reserva Natural Bojonawi (Vichada, Colombia): Aportes para la elaboración de su flórua. Tadri, G. Trabajo de Grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 89 pp.
56. (*) 2008. Caracterización de la flora asociada e identificación de especies con potencial para la restauración y protección de morichales en las reservas naturales Bojonawi y Ventanas, Puerto Carreño, Vichada (Colombia). Delgado, C. Trabajo de Grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia.



Caño Tesoro. Foto: Iván Mikolji.



Bienparado (*Nyctibius* sp.). Foto: Fernando Trujillo.



Orquidea (*Cattleya violacea*). Foto: Fernando Trujillo.

DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS HÁBITATS EN LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS ALEDAÑOS, ESCUDO GUAYANÉS, VICHADA, COLOMBIA

Mireya P. Córdoba-S. y Gal J. Tadri-Zocher

Resumen. La Reserva Natural de Bojonawi, Vichada, Orinoquia colombiana, se ubica en los pedobiomas y anfibiomas llaneros y amazónicos con alturas inferiores a 500 m y fisiográficamente hace parte de la altillanura plana. El área de estudio está dominada por sabanas medias en altillanuras residuales, de pobre a bien drenadas, denominadas sabanas del andén orinoqués, y por bosques semicaducifolios de llanuras aluviales menores en caños y ríos orinoquenses. Se registraron 429 especies distribuidas en 96 familias y 285 géneros y se identificaron cuatro hábitats: bosques de galería inundables (176 sp.) y no inundables (55 sp.), morichales (45 sp.), sabanas inundables (94 sp.) y no inundables (70 sp.) y afloramientos rocosos con vegetación herbácea (33 sp.), arbustiva (33 sp.) y bosque (41). Se documentan dos especies amenazadas, dos especies endémicas, 150 con algún uso y siete como valores objeto de conservación.

Palabras clave. Altillanura, flora, Guayana colombiana, lajas graníticas, región Orinoquia.

Abstract. The Bojonawi Nature Reserve, Vichada, Colombian Orinoco River Basin, is located in llaneran and amazonian pedobiomes and amphibiomes below 500m altitude that physiographically are part of the high plains. The study area is dominated by medium height savannas in residual highlands, on poor to well-drained soils, called Orinocoan platform savannas, and by semi-deciduous forests on minor alluvial plains deposited by the Orinoco River and its tributaries. We registered 429 species distributed in 96 families and 285 genera from four main habitats: Gallery forests, flooded (176 sp.) and non-flooded (55 sp.); morichales (45 sp.); savannas, flooded (94 sp.) and non-flooded (70 sp.); and rocky outcrops with herbaceous (33 sp.),

Córdoba-S., M. P. y G. J. Tadri-Zocher. 2020. Diversidad florística y caracterización de los hábitats en la Reserva Natural Bojonawi y afloramientos rocosos alledaños, Escudo Guayanés, Vichada, Colombia. Pp. 79-127. *En:* Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII03

shrub (33 sp.) and forest (41) vegetation. Of the species collected, 182 are classified in some threat category, two are endemic, 150 are used by people and seven as resources needing conservation.

Keywords. Colombian Guiana Shield, high plains, flora, granite slabs, Orinoco River Basin.

INTRODUCCIÓN

El Escudo Guayanés en Colombia incluye sectores de las cuencas de los ríos Orinoco, Inírida, Guainía y Negro. Presenta paisajes contrastantes, desde llanuras costeras hasta prolongaciones de macizos (formaciones rocosas) que tienen continuidad con la orografía de la Guayana venezolana. Allí se encuentra una de las formaciones geológicas más antiguas del planeta (Berry *et al.* 1995) y una de las más importantes reservas de biodiversidad del mundo. En Colombia se encuentra representado en los departamentos de Amazonas, Guainía, Guaviare, Caquetá, Vaupés y oriente del departamento de Vichada (IGAC 1999, Etter 2001). La Guayana colombiana pertenece a la provincia Guayana Occidental de la región fitogeográfica de la Guayana (Huber 1994, Berry *et al.* 1995). El caso de la Reserva Natural de Bojonawi-RNB, se encuentra ubicada dentro de esta provincia y según el Ideam (2013) forma parte del área hidrográfica del Orinoco en las zonas hidrográficas entre el río Meta y el río Tomo.

Estudios en general para la región de la Orinoquia colombiana incluyen los trabajos de Fernández *et al.* (2010) quienes aportaron conocimiento del estado de la flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco para Colombia y Venezuela, a objeto de establecer áreas prioritarias de conservación. Minorta y Rangel-Ch. (2014) elaboraron un catálogo de la flora vascular de la región para Colombia y por último, Cárdenas *et al.* (2016), que compilaron la flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia por subcuencas. Respecto a los trabajos realizados en los departamentos que con forman la región de la Orinoquia colombiana se encuentran los de Fernández *et al.* (2010) (listado para el departamento del Vichada), Córdoba *et al.*

(2011) (flora del departamento de Casanare), Córdoba y Garzón (2016) (inventarios en las sabanas de los municipios de Juriepe y Lejanías de Juriepe en el departamento de Arauca), Castro *et al.* (2016) (flora para la cuenca del río Meta y Bitá) y Cárdenas *et al.* (2016) (flora de la cuenca del río Meta). En las zonas aledañas a la Reserva, como el Parque Nacional El Tuparro, se han realizado varios estudios que han permitido ampliar el conocimiento de su vegetación y composición florística: Vincelli (1981), Barbosa (1992), Córdoba y Etter (2002), Mendoza (2007) y Mendoza y Córdoba (2018), donde se ha consolidado todos los anteriores trabajos. Otros trabajos realizados particularmente en el departamento de Vichada, incluyen los de Garibello (2001) (estudio estructural y fisionómico en los bosques de galería de la cuenca media del río Tomo), Parra (2006) (flora del cerro El Bitá en Puerto Carreño), Prieto (2009) (vegetación de la Selva de Matavén), Correa y Stevenson (2010) (bosques de galería en la Reserva el Tomo Grande), Castro-L. (2010) (vegetación para el Andén Orinoquense) y finalmente, Mosquera *et al.* (2017) (flora y vegetación de la cuenca del río Bitá).

En el caso de Bojonawi se reportan los trabajos de Diazgranados (2006) (inventarios de algunos grupos de plantas), Rodríguez (2007) (bosques de galería asociados al río Orinoco), Delgado (2008) (flora asociada a los morichales de las Reservas Bojonawi y Ventanas), Tadri (2011) (catálogo comentado de las plantas vasculares de la Reserva Bojonawi) que sentó las bases para la elaboración de la flórua de la Reserva y por último, los inventarios realizados por Córdoba (2013) que amplía los listados de flora y caracterización en los diferentes hábitats.

En el presente trabajo se consolidan los datos acerca de la composición de la flora partiendo de los estudios previos realizados en Bojonawi; se caracterizan y describen los hábitats vegetales de la Reserva; se discuten sus características y se ponen en contexto con los estudios realizados en el Vichada y en la Orinoquia, con el objetivo de proveer soportes para la planificación y manejo de los ecosistemas de la RNB y su zona de influencia, promover su conservación y aportar al entendimiento general de su realidad natural y ecológica.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Se reconocen cuatro tipos de hábitats principales en la RNB: bosques, morichales, sabanas y afloramientos rocosos.

Bosques de galería. Los bosques en la Reserva están condicionados por altos niveles freáticos, al estar asociados a un curso de agua que corre por su margen o su interior. Dependiendo del nivel de inundación que alcance este curso de agua en época de lluvias, los bosques pueden ser del tipo inundables o no inundables. El estrato arbóreo es el que predomina en este hábitat con algunas lianas y hierbas entremezcladas. Estos ecosistemas riparios contienen una abundancia de especies y recursos que no están disponibles en las sabanas y cumplen funciones ecológicas importantes (Veneklaas *et al.* 2005).

Bosques de galería inundables (Figura 1a). Están representados por los terrenos asociados a la margen del río Orinoco, la laguna El Pañuelo, caño Negro y la parte norte de caño Verde. Durante siete meses del año permanecen inundados y en la época de lluvias los árboles de estos bosques, que presentan alturas hasta 25 m, permanecen cubiertos por el agua entre 5 y 10 m de su altura. Debido a esto no se desarrolla un sotobosque que pueda evidenciarse en época seca.

Bosques de galería no inundables. Asociados a cursos de agua que corren por un cauce definido y que no inundan el bosque que circunda. Entre éstos se encuen-

tran algunos brazos de bosque que, aunque están conectados con los caños principales, se meten hacia la sabana formando un bosque lineal con una corriente de agua central bien definida. Éste bosque presenta un estrato arbóreo con elementos de hasta 25 m de altura y a diferencia de los bosques inundables, en este bosque si hay un sotobosque herbáceo bien desarrollado.

Morichales (Figura 1b). Se encuentran en terreno pantanoso de las cabeceras de los caños de los bosques de galería en caño Verde y caño Tesoro, en suelos orgánicos y ácidos, húmedos o freáticos. En la Reserva han reducido su cobertura a una franja delgada debido a que se ubican en canales formados por la red de drenaje y se encuentran fuertemente afectados por la alta incidencia del fuego. Domina el moriche *Mauritia flexuosa*, que puede alcanzar de 10 a 12 m de altura. El estrato herbáceo es prácticamente el mismo de las sabanas inundables, con especies acompañantes como *Tapirira guianensis*, *Protium llanorum*, *Ludwigia nervosa* y *Tonina fluviatilis* entre otras, se encuentra rodeado por sabanas inundables.

Sabanas. Constituyen el hábitat más extenso en Bojonawi, se pueden definir como un ecosistema natural, con un estrato continuo de hierbas, en su mayoría Poaceae y Cyperaceae, con algunos árboles y arbustos dispersos. Se encuentran inmersas y rodeadas por los bosques que acompañan el curso de los ríos y caños. De acuerdo a su ubicación, nivel de drenaje del suelo y tiempo que permanecen bajo el agua, las sabanas pueden ser de tipo inundable o no inundable.

Sabanas inundables (Figura 1c). Son las de menor elevación, presentan drenaje pobre y permanecen inundadas hasta por siete u ocho meses al año. Son zonas de transición entre las sabanas no inundables y los morichales y bosques inundados. Su sustrato es de color gris y se presenta una alta densidad de macollas de especies de Poaceae y Cyperaceae y una altura promedio del estrato herbáceo de 80 cm a 1 m. Este tipo de sabana rodea los morichales de caño Negro y caño Verde y los bosques inundables del río Orinoco, caño Negro, caño Verde y laguna El

Pañuelo. En algunas partes forma lo que se conoce como “zural”, que son depresiones y montículos pronunciados del terreno entre los cuales permanece el agua.

Sabanas no inundables (Figura 1d). También conocidas como sabanas altas o “bancos de sabana”, se ubican por encima del límite de inundación estacional. A diferencia de las sabanas inundables, no son adyacentes a los bosques, estas están compuestas por la parte de la sabana que forma terrazas o plataformas con una elevación de entre 1,5 y 3 m de altura por encima del resto de la sabana y de los cuerpos de agua. Presentan como sustrato superficial una piedra roja pequeña (petroférica) entremezclada con arena rojiza que posee muy poca capacidad de retención de agua debido a que sus suelos permanecen saturados por periodos prolongados. La altura de las hierbas no supera los 50 cm, además se observa un mayor espaciamiento entre macollas dejando mayor cantidad de suelo desnudo.

Afloramientos rocosos. En Bojonawi los afloramientos rocosos no presentan alturas mayores a 168 m s.n.m. y están formados por la vegetación que crece dentro y alrededor del basamento de roca ígneo-metamórfica que sobresale de la capa sedimentaria. Las lajas se encuentran distribuidas en varias zonas de la Reserva y pueden estar asociadas a las sabanas o a los bosques. Se encuentran rodeando parte de la laguna El Pañuelo hasta el río Orinoco y en el extremo oriental de la Reserva en los cerros Morrocoy, Campana y el Karikari, así como los cerros aledaños como Cerro tigre, Calaballo y Ventanas. La vegetación está determinada por un complejo sistema de gradientes, principalmente por la profundidad del suelo y disponibilidad de agua, que forman un mosaico de hábitats marginales donde un gran número de especies encuentran nichos apropiados para crecer (Gröger y Huber 2007). En el caso de los afloramientos presentes en la Reserva y en los afloramientos aledaños se pueden reconocer los siguientes.

Herbazales (Figura 1e). Corresponden a la “vegetación litofítica y de sabana” de Gröger y Huber (2007) y a la “vegetación herbácea” de Vincelli (1981). En la Reserva

se encuentran constituidos por hierbas que crecen directamente sobre la roca, en fisuras o cubetas que almacenan poca materia orgánica o que se inundan esporádicamente. El tamaño de las hierbas va desde los 5 a los 50 cm de alto.

Arbustal (Figura 1f). Definidos por Gröger y Huber (2007) como “bosque bajo seco” y por Vincelli (1981) como “etapa arbustiva” intermedias en la sucesión vegetal. Su crecimiento está condicionado al tamaño de la cavidad que los aloja y la acumulación de material orgánico. En la Reserva se componen de vegetación arbustiva que se aloja en cubetas de tamaño medio. La vegetación presenta alturas de 1 a 1,5 m de alto.

Bosques. Los bosques dentro de los afloramientos rocosos son los definidos por Gröger y Huber (2007) como “bosques bajos a medianos siempreverdes”, por Vincelli (1981) como “monte de *Syagrus*” y como “bosques asociados a cerros rocosos” por Mendoza (2007). En la Reserva se encuentran en grandes formaciones cóncavas o rodeando las laderas de la roca. La vegetación que los conforman presenta alturas de 3 m hasta los 12 m.

Listado de especies

Se realizó la revisión de trabajos anteriores actualizando las determinaciones del material colectado por Diazgranados (2006) y la supervisión de los trabajos de Rodríguez (2007) y Tadri (2011). A estos trabajos se suman las colecciones realizadas por Córdoba en los años 2007 y 2011, en los diferentes ecosistemas de la Reserva (Córdoba 2013). La mayoría del material vegetal se encuentra depositado en los herbarios de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ), Herbario de la Universidad del Valle (CUVC), Herbario Amazónico (COAH) y Herbario Nacional Colombiano (COL). En campo se realizaron determinaciones preliminares y posteriormente en el herbario se identificó el material con la ayuda de claves taxonómicas (Steyermark *et al.* 1995-2005, Duno de Stefano *et al.* 2007). Para la definición del tratamiento taxonómico y actualización de los nombres científicos fueron confrontados con el



Figura 1. a) Bosques de galería inundable de caño Negro; b) morichales; c) sabanas inundables; d) sabana no inundable; e) herbazal y f) arbustal sobre afloramientos rocosos. Fotos: Mireya P. Córdoba-S.

catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal *et al.* 2019) y en segunda instancia con la base de datos Tropicos (Missouri Botanical Garden, 10 mayo 2020, Tropicos.org, <http://www.tropicos.org>). Para las familias de Angiospermas y el agrupamiento de géneros se siguió la propuesta APG III (2009), mientras que para helechos se siguieron las propuestas de familias y órdenes establecidas

en Trópicos. También se contó con la colaboración de algunos especialistas como C. Romero (Mimosaceae), L. K. Ruiz (Fabaceae y Caesalpiniaceae), M. P. Galeano (Araceae), D. Giraldo-Cañas (Poaceae), J. Betancur (Bromeliaceae), Padre P. Ortiz (Orchidaceae), H. Mendoza (Melastomataceae y Rubiaceae), L. Raz (Dioscoreaceae) y F. Castro (varias familias). Para la identificación de la distri-

bución geográfica y altitudinal de c/u de las especies, así como la determinación del estado de amenazadas, introducidas, cultivadas y nuevos registros, se consultó el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal *et al.* 2016) y las listas rojas de la IUCN <http://www.iucnredlist.org/>. La lista se procesó en formato Excel, para establecer las afinidades florísticas se utilizó el programa Past versión 1,9. (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Composición florística

Se registraron 429 especies, distribuidas en 285 géneros y 96 familias (Tabla 1). En el anexo 1 se presenta el listado de las especies vegetales vasculares tratadas en este trabajo.

De las 96 familias encontradas, las diez mejor representadas aportan 211 especies en total, lo que representa el 49% de todas las especies encontradas en la Reserva. Estas diez familias son: Fabaceae con 80 especies (18,6% del total), Melastomataceae y Rubiaceae, 19 (4,4% c/u), Euphorbiaceae y Cyperaceae 15 (3,5% c/u), Poaceae 14 (3,3%), Apocynaceae 13 (3%), Orchidiaceae y Malvaceae 10 (2,3% c/u) y por último, Bignoniaceae, Chrysobalanaceae con ocho (1,8% c/u). En cuanto al número de géneros, las familias más representativas son: Fabaceae con 48 géneros (16,8% del total), Rubiaceae 15 (5,3%), Melastomataceae 13 (4,5%), Poaceae 11 (3,9%), Euphorbiaceae 10 (3,5%), Apocynaceae y Orchidaceae con nueve géneros (3,2% c/u), Malvaceae siete (2,5%) y por último Cyperaceae y Bignoniaceae con cinco (1,8% c/u) representan 132 géneros, el 46% del total de los géneros.

A su vez, los géneros con el mayor número de especies fueron: *Chamaecrista* (Fabaceae) con siete especies y tres variedades, seguido de *Byrsonima* (Malpighiaceae), *Cyperus* (Cyperaceae), *Polygala* (Polygalaceae), *Utricularia* (Lentibulariaceae) *Licania* (Chrysobalanaceae) y *Dioscorea* (Dioscoreaceae), con cinco especies c/u, y *Mandevilla* (Apocynaceae), *Mimosa* (Fabaceae) y *Passiflora* (Passifloraceae), con cuatro c/u, que representan el 11,4% del total de especies.

Formas de crecimiento

En la Reserva se identificaron 16 tipos de formas de crecimiento (Figura 2). Los árboles con 133 especies representan el 31%, hierbas 115 (26,8%), arbustos 65 (15%), trepadora herbácea 43 (10%), trepadora leñosa 16 (3,7%), sufrútice 15 (3,5%), hierbas acuáticas y hierbas epífitas 11 (2,6%) c/u, palmas y hemiepífitas 6 (1,4%) c/u, cactus 3 (0,7%) y por último cactus epífita, helecho trepador, hierba carnívora, hierba saprófita y palma trepadora 1 (0,2%) c/u.

Distribución y composición de la vegetación por hábitats

En la Reserva se encontraron cuatro tipos de hábitats principales: bosques de galería, morichales, sabanas y vegetación sobre afloramientos rocosos; en conjunto generan un territorio paisajístico heterogéneo y florísticamente diverso. Los bosques representan la unidad con mayor porcentaje de especies (50%), seguido de las sabanas (34%), los afloramientos rocosos (24%), y por último los morichales (10%) (Tabla 2).

Tabla 1. Número de familias, géneros y especies registradas en la Reserva Natural Bojonawi.

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Plantas con flor	95	284	428
Helechos	1	1	1
TOTAL	96	285	429

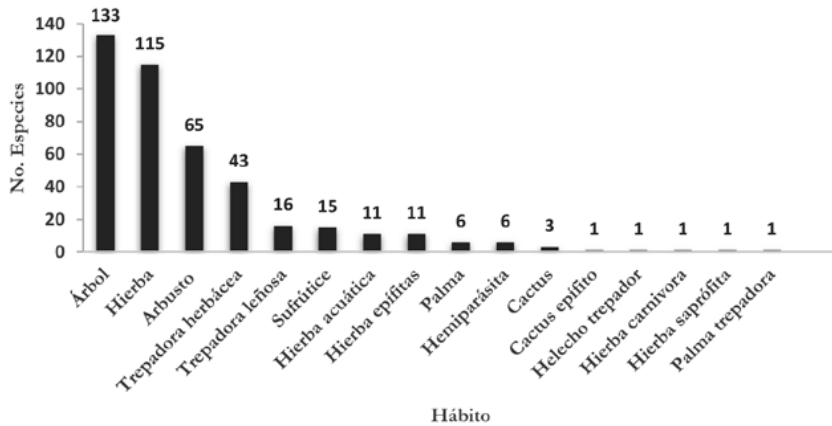


Figura 2. Número de especies según las formas de crecimiento en la Reserva Natural Bojonawi.

Tabla 2. Familias, géneros, especies y su porcentaje del total de especies por hábitat presentes en la Reserva Natural Bojonawi. Nota: una especie puede crecer en más de un hábitat.

Hábitats	Familias	Géneros	Especies	% Especies
Bosque de galería	71	172	217	50%
Bosque inundable	65	42	176	
Bosque no inundable	38	53	55	
Morichales	30	40	45	10%
Sabanas	44	98	147	34%
Sabana inundable	32	66	94	
Sabana no inundable	32	64	70	
Afloramientos rocosos (Inselbergs)	41	79	104	24%
Herbazal	14	23	33	
Arbustales	18	29	40	
Bosque de afloramientos	25	37	41	

La afinidad entre los hábitats permite registrar la gran heterogeneidad de la vegetación en la Reserva (Figura 3). Se puede reconocer que se forman dos grupos, el primero el conformado por las sabanas inundables (SI) y las sabanas no inundables (SIN) con

una similitud del (12%) y estos con los afloramientos rocosos herbáceos Ar (Her) con (8%). El segundo conformado por los bosques de galería no inundables (BGNI) y el morichal (MO), con una afinidad del (11%) y de estos con el bosque de galería inundable (BGI) con

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

(6,9%), con los afloramientos rocosos arbustivos Ar (Arb) y arbóreo Ar (b) (9%); la semejanza entre los afloramientos es del (9,5%). Entre los dos grupos su afinidad es del (8,7%).

Bosques de galería

Los bosques albergan 211 especies distribuidas en 167 géneros y 71 familias. Las familias mejor representadas en los bosques fueron Fabaceae con 36 especies, Euphorbiaceae con 11, Rubiaceae con nueve y por último, Apocynaceae y Chrysobalanaceae, con ocho especies. Los géneros con mayor número de especies fueron *Licania* con cinco especies, *Eschweilera* cuatro, *Macrolobium*, *Cecropia* y *Handroanthus* con tres especies c/u.

Bosques inundables

Registan 176 especies distribuidas en 42 géneros de 65 familias. Se encontraron diferentes especies vegetales asociadas según la ubicación del bosque inundado. Se encuentran influenciados por el río Orinoco, que conecta con la laguna El Pañuelo y llega hasta la sabana, y presentan individuos arbóreos de *Campsiandra implexi-*

caulis, *Cynometra bauhiniifolia*, *Peltogyne parvifolia*, *Eschweilera parviflora*, *Mabea montana*, *Psidium acutangulum*, *Hydrochorea corymbosa*, *Crescentia amazonica*, *Henriettea martiusii*, *Byrsonima japurensis* y *Luehea cymulosa*. También se encuentran varias lianas y herbáceas como *Combretum pyramidatum*, *Schnella glabra*, *Rytidostylis carthagenensis*, *Entada polystachya*, *Securidaca pendula*, *Cyclanthus bipartitus*, y *Passiflora auriculata*.

Por otro lado, en el bosque inundado que crece a lo largo del caño Negro se encuentra una variedad de árboles importantes, entre ellos: *Acosmium nitens*, *Jacaranda orinocensis*, *Dimorphandra* sp., *Macrolobium acaciifolium*, *M. multijugum*, *Parkia discolor*, *Croton cuneatus*, *Burdachia prismatocarpa*, *Eschweilera tenuifolia* y *Mabea nitida*. Además hay las lianas y parásitas como *Mesechites trifidus*, *Combretum pyramidatum*, *Heteropterys macradena*, *Phoradendron inaequidentatum*, *Phoradendron planiphyllum* y *Passiflora sclerophylla*. Estos bosques, aunque comparten algunas especies similares, presentan diferencias notables en su composición como lo reportó Rodríguez (2007).

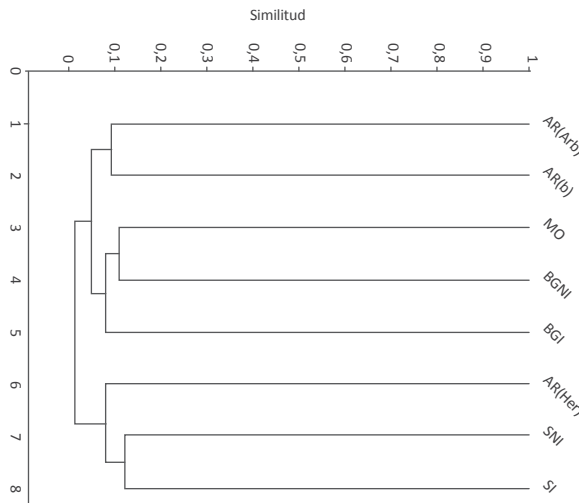


Figura 3. Afinidad florística entre los hábitats presentes en la Reserva Natural Bojonawi. (SI) Sabana inundable; (SNI) sabana no inundable; (BGD) bosque de galería inundable; (BGNI) bosque de galería no inundable; (MO) morichal; AR (Her) afloramientos rocosos; AR (Arb) afloramientos rocosos arbustivos y AR (b) afloramiento rocoso arbóreos.

Bosques no inundables

Registran 55 especies distribuidas en 53 géneros de 38 familias. Como especies arbóreas se reconocen: *Trichilia schomburgkii*, *Spondias mombin*, *Xylopia aromatica*, *Bursera simaruba*, *Nectandra cuspidata*.

Algunas de las hierbas y lianas encontradas en esta franja boscosa incluyen: *Phenakospermum guyannense*, *Monstera adansonii*, *Philodendron brevspathum*, *Scleria macrophylla*, *Davilla nitida*, *Tococa coronata*, *Tococa guianensis*, *Psychotria poeppigiana*, *Sabicea villosa*, *Smilax maypurenensis* y *Cissus erosa*. Este tipo de bosque no inundable está ubicado en el denominado campamento Los Totumitos a orillas del río Orinoco, allí se registraron las especies: *Garcinia madruno*, *Cecropia engleriana*, *Mabea montana*, *Stigmaphyllon adenodon*, *Vitex orinocensis* y *Helicteres guazumifolia*.

Morichales

Se registraron 45 especies distribuidas en 40 géneros y 30 familias. Este hábitat es el que ocupa menor área en la Reserva y está restringido a lugares donde domina la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) y los suelos permanecen encharcados con influencia de vegetación de las sabanas inundables. Entre las especies arbóreas encontradas en el morichal de caño Negro están: *Mauritia flexuosa*, *Maquira coriacea*, *Xylopia parviflora*, *Protium llanorum*, *Vismia baccifera* y *Vismia macrophylla*.

Sabanas

Incluye 147 especies distribuidas en 98 géneros y 44 familias, Entre las familias con el mayor número de especies se encuentran: Fabaceae con 36 especies, Cyperaceae 12, Poaceae 11 y Melastomataceae con 10. Los géneros más importantes son *Chamaecrista* con seis especies, *Polygala* y *Cyperus* cinco especies c/u y *Mimosa* con cuatro.

Sabanas inundables

Se registraron 94 especies distribuidas en 66 géneros y 32 familias. Las especies herbá-

ceas predominantes de este tipo de sabanas fueron: *Axonopus aureus*, *Paspalum pectinatum*, *Bulbostylis juncoides*, *B. lanata*, *B. paradoxa*, *Eriocaulon humboldtii* y *Syngonanthus humboldtii*. Algunas especies encontradas en los zurales donde nacen los caños de la Reserva son: *Burmattia bicolor*, *Schiekia orinocensis*, *Ludwigia nervosa*, *Xyris savanensis*, *Spermacoce capitata*, *Heliconia psittacorum* y *Coutoubea ramosa*. En las depresiones sabanas que se inundan se encuentra el saladillo o *Caratipa llanorum*, acompañado de las hierbas *Polygala savannarum*, *P. adenophora* y *Drosera sessilifolia*.

Sabanas no inundables

Se reconocieron 70 especies distribuidas en 64 géneros y 32 familias. Se observa dominancia de especies de las familias Fabaceae con 25 especies, Poaceae ocho, Malvaceae y Cyperaceae cuatro c/u, con algunos elementos arbustivos dispersos. La saeta (*Trachipogon spicatus*), es la más abundante, seguida por *Axonopus aureus*; otras hierbas abundantes son *Rhynchospora barbata*, *Mimosa pudica*, *Schiekia orinocensis*. También se observan individuos dispersos de *Cipura gigas*, *Pectis pygmaea* e *Ichthyothere terminalis*. El estrato arbustivo está compuesto por *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana* y *Miconia albicans*. Por último, presenta algunos individuos arbóreos como *Bowdichia virgilioides*.

Afloramientos rocosos

Se registraron 104 especies distribuidas en 79 géneros y 41 familias. Las familias más importantes fueron: Fabaceae con 13 especies, Apocynaceae y Cyperaceae seis c/u, Bromeliaceae, Lentibulariaceae y Rubiaceae cinco c/u. Los géneros que predominan son *Utricularia* con cinco especies y *Mandevilla*, *Dioscorea* y *Chamaecrista* con cuatro especies c/u.

Herbazal en afloramientos

Se reconocieron 33 especies distribuidas en 23 géneros y 14 familias. La orquídea *Encyclia leucantha* y las bromelias *Pepinia patentiflora*, *Pitcairnia armata* crecen direc-

tamente sobre la roca, mientras que *Epidendrum macrocarpum*, *Melocactus mazelianus* y *Bulbostylis leucostachya* crecen sobre la roca, pero con un poco más de acumulación de materia orgánica en su base. Se observaron ejemplares del género *Utricularia* creciendo en charcos pequeños y formando una mancha homogénea. Incluso en ocasiones se forman pequeñas lagunas que son pobladas por plantas acuáticas como *Eichhornia crassipes*, *E. heterosperma*, y *Eriocaulon humboldtii*.

Arbustales en afloramientos

La vegetación arbustiva característica de los afloramientos rocosos está compuesta por 40 especies distribuidas en 97 géneros y 18 familias, entre los elementos que se identifican están: *Acanthella sprucei*, *Tabebuia orinocensis*, varias especies de *Mandevilla*, *Pseudobombax croizatii*, *Combretum frangulifolium*, *Ernestia cordifolia* y *Tocoyena brevifolia*.

Bosques en afloramientos

Se reconocen 41 especies con 37 géneros de 25 familias. Cuando el afloramiento alcanza a acumular suficiente materia orgánica y se desarrolla en un suelo semi-profundo, se pueden formar pequeños bosques, entre los cuales se destacan especies arbóreas como *Humiria balsamifera*, *Protium heptaphyllum*, *Simira rubescens*, *Copaifera officinalis*, *Erythroxylum foetidum*, *Buchenavia tetraphylla*, *Randia venezuelensis*, *Tabebuia orinocensis*, *Piranhea trifoliata*, y *Syagrus* cf. *orinocensis*; estos árboles albergan especies epifitas y trepadoras como: *Tillandsia flexuosa*, *Tillandsia elongata*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Ipomoea mauritiana* y *Mandevilla caurensis*.

Uso de la flora

Alrededor de 150 especies (39%), de todas las especies colectadas en la Reserva, reportan algún uso tanto a nivel ecológico, económico o cultural. De estas especies, 50 (11,6%) son utilizadas como alimento (A) para aves, peces y mamíferos; 38 (8,8%) son usadas

en medicina (Med) tradicional; 29 (6,7%) ornamentales (Orn) por su follaje o flores vistosas; 27 (6,2%) melíferas (Mel); 25 (5,8%) maderables (Mad), utilizadas para carpintería o ebanistería; 20 (4,6%) se usan como leña (Leñ); 16 (3,7%) para construcción (Con) de piezas de los techos y cercas, 16 (3,7%) son usadas en la elaboración de artesanías (Art) por su madera para tallar y sus semillas; 14 (3,2%) son importantes para la protección (Pro) y restauración; siete (1,6%) son usadas como mágico-religiosas (Mag); seis (1,3%) en la elaboración de productos industriales (Ind) como el caucho, aceite, y jabón; seis (1,3%) son utilizadas como colorantes (Tin); tres (0,6%) para sombrero (Som); dos (0,4%) como forrajeras (For) para el ganado y dos (0,4%) para la elaboración de herramientas (Her) como cabos de hacha, palos de paleta y palillos; por último una (0,2%) especie para la pesca (Pes). Las especies con el mayor valor de uso que se reconocen para la Reserva son, con seis usos (0,5% del total de las especies), *Macrobium acaciifolium* (A, Med, Mad, Pro, Art, Som); *Cecropia engleriana* (A, Leñ, Med, Con, Pro, Art) con cinco usos (1,2%) *Spondias mombin* (A, Med, Con, Som, Art, Ind); *Cordia tetrandra* (A, Med, Con, Ind, Pro); *Vismia macrophylla*, *Vitex orinocensis* (A, Leñ, Mad, Mel, Art) *Genipa americana* var. *Caruto* (A, Med, Mad, Art, Tin); seis especies (1,4%) presentan cuatro usos; 16 (3,7%) presentan tres usos, 32 (7,4%) con dos usos y por último 89 (82%) con un solo uso (Figura 4, Anexo 1). El Capítulo 20 desarrolla en detalle este aspecto.

Especies amenazadas, cultivadas e invasoras

Del total de especies presentes en la Reserva, el 42,4% se encuentran categorizadas de acuerdo a su grado de amenaza (Figura 5) y el 57% no se encuentran evaluadas. Solo dos especies se encuentran amenazadas: *Viola surinamensis* y *Portulaca sedifolia* en la categoría En Peligro (EN); y tres especies están Casi Amenazadas (NT): *Peltogyne paniculata* subsp. *pubescens*, *Eschweilera punctata* y *Burmannia bicolor*. Entre las especies cultivadas se encuentran *Cymbopogon citratus*,

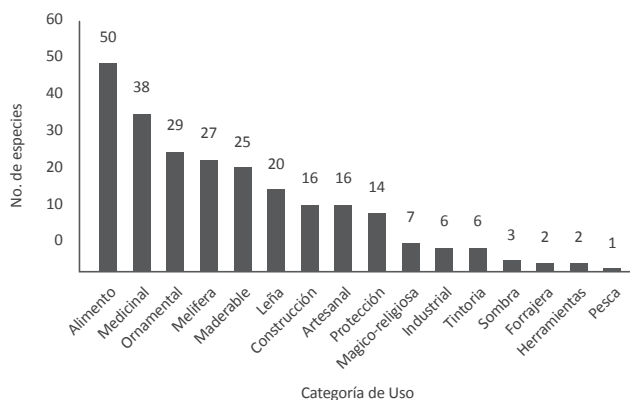


Figura 4. Especies con algún tipo de usos en la Reserva Natural de Bojonawi.

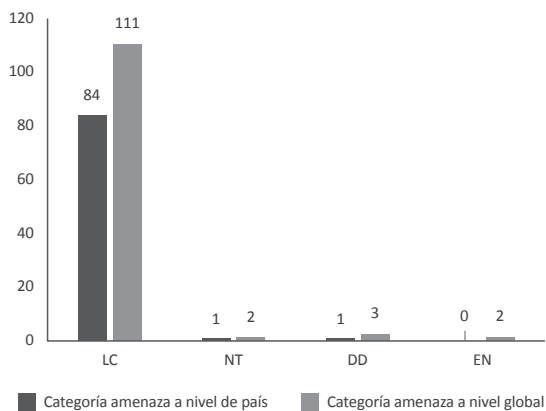


Figura 5. Número de especies por categoría de amenaza a nivel global y nacional, Reserva Natural Bojonawi. EN: En Peligro; NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación menor; DD: datos insuficientes.

Dioscorea trifida y *Eichhornia crassipes*. El 98,6% son especies nativas que representan 426 especies del total registrados en la Reserva y tan solo el 1,4%, son introducidas, seis especies: *Bauhinia variegata*, *Bambusa vulgaris*, *Cymbopogon citratus*, *Hyparrhenia rufa*, *Eichhornia crassipes* y *Portulaca oleracea*. Se reconocen como especies invasoras a *Bambusa vulgaris*, *Eichhornia crassipes* e *Hyparrhenia rufa*.

Novedades taxonómicas

Se registran como especies endémicas de Colombia a *Cuphea philombria* y en parti-

cular para la Reserva, se registra una nueva especie para la ciencia del género *Dioscorea* sp. nov. (Dioscoreaceae) (Raz en preparación) (Figura 6a). También se encontraron nuevos registros para Colombia y en particular en el Vichada, que hasta ahora habían sido consideradas endémicas de Venezuela: *Justicia parguazensis* (Acanthaceae), *Pitcairnia armata* (Bromeliaceae), *Etabalia dubia* (Fabaceae), *Borreria pygmaea* var. *Pygmaea* y *Tocoyena brevifolia* (Rubiaceae), que crecen principalmente sobre los afloramientos rocosos. La especie con la variedad *Polycarpaea corymbosa* var. *brasiliensis* (Caryophyllaceae), representa un

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

nuevo registro de género y de especies con su variedad para Colombia, esta variedad crece en las sabanas altas y arenosas y hasta ahora solo estaba reportada en Venezuela, Paraguay y Bolivia.

Entre los géneros con centro de distribución en la región del Escudo Guayanés y presentes en la Reserva, se registran dos, c/u con una especie: *Acanthella sprucei* (Melastomataceae) (Figura 6b) y *Humiria balsamifera* (Humiriaceae). Adicionalmente, según

la distribución geográfica por regiones naturales se registró 66 especies con distribución restringida para la Orinoquia, que representan el 15,4% del total de especies presentes en la Reserva (Anexo 1). Se proponen como Valores Objeto de Conservación a siete especies para futuros planes de manejo del área (Tabla 3). La mayoría de estas especies seleccionadas son endémicas de los afloramientos rocosos graníticos entre Colombia y Venezuela.



Figura 6. a) *Dioscorea* sp. nov.; b) *Acanthella sprucei*. Fotos: Francisco Castro-Lima (a), Mireya P. Córdoba-S. (b).

Tabla 3. Especies propuestas como posibles Valores Objetos de Conservación para la Reserva Natural de Bojonawi.

Familia	Especie	Comentarios
ACANTHACEAE	<i>Justicia parguazensis</i> Wassh.	Herbácea, crece sobre afloramientos rocosos, restringida para Vichada y el estado Amazonas venezolano
BROMELIACEAE	<i>Pitcairnia armata</i> Maury	Nuevo registro, herbácea crece sobre afloramientos rocosos, restringida para Vichada y el estado Amazonas venezolano
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea</i> . sp. nov	Endémica, trepadora solo reportada para Vichada en la Reserva Natural Bojonawi, sobre los afloramientos rocosos.
LYTHRACEAE	<i>Cuphea philombria</i> Lourteig	Especie endémica de Colombia, restringida para el Meta y el Vichada en zonas del Escudo Guayanés
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pygmaea</i> Steyerl.	Nuevo registro, herbácea, crece sobre afloramientos rocosos, restringida para Vichada y el estado Amazonas venezolano
RUBIACEAE	<i>Borreria pygmaea</i> var. <i>pygmaea</i>	Nuevo registro, herbácea, crece sobre afloramientos rocosos, restringida para Vichada y el estado Amazonas venezolano
RUBIACEAE	<i>Tocoyena brevifolia</i> Steyerl.	Nuevo registro, arbusto, crece en los afloramientos rocosos, restringida para Vichada y el estado Amazonas venezolano

DISCUSIÓN

El estudio de la flora de la RNB muestra como ha ido incrementando el número de especies, géneros y familias a medida que se han acumulado más investigaciones en estos últimos años (Tabla 4). Este aumento significativo y constante en el tiempo, indica que aún hacen faltan muestreos que complementen el conocimiento de la flora de la Reserva y su zona de influencia. Además, se observa que la Reserva representa el 54% de las familias, el 22% de los géneros y el 10% de las especies de la región de la Orinoquia colombiana según lo registrado por Minorta y Rangel-Ch. (2014).

Las familias mejor representadas en la Reserva fueron Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Poaceae y Cyperaceae, que concuerda con las reportadas por Blydenstein (1967) y Rippstein *et al.* (2001) para las sabanas colombianas, Riina *et al.* (2007) para los llanos venezolanos, Parra (2006) para la vegetación de Puerto Carreño, Prieto-Cruz (2009) para la selva de Matavén, Mosquera *et al.* (2017) para la cuenca del río Bitá, y Mendoza y Córdoba (2018) para

la vegetación del Parque Nacional Natural El Tuparro.

Chamaecrista (Caesalpiniaceae), con cinco especies y tres variedades, ocupa el primer lugar en cuanto al género de mayor riqueza de especies. Esto es igualmente reportado para la flora de la Guayana venezolana con 21 especies (Berry *et al.* 1995), para la flora de los llanos venezolanos con 12 especies (Duno De Stefano *et al.* 2007), 14 especies para la cuenca del Orinoco (Cárdenas *et al.* 2016) y para el Parque Nacional Natural El Tuparro, con siete especies (Mendoza y Córdoba 2018).

Al comparar la diversidad entre los trabajos que se han realizado en diferentes sitios del departamento de Vichada como Parra (2006), Castro-L. (2010), Fernández *et al.* (2010), Mosquera *et al.* (2017) y Mendoza y Córdoba (2018) (Tabla 5), se puede establecer que se ha incrementado significativamente la información de la diversidad florística del departamento y que la RNB representa el 77% de las familias, el 47% de los géneros y el 9,8% de las especies registradas para el departamento del Vichada según lo registrado por Fernández *et al.* (2010).

Tabla 4. Familias, géneros y especies encontradas para la Reserva Natural Bojonawi, en los diferentes trabajos realizados en la Reserva y la representatividad con respecto a la región de la Orinoquia colombiana.

	Diazgranados <i>et al.</i> (2006)	Rodríguez (2007)	Delgado (2008)	Tadri (2011)	Córdoba (2013)	Córdoba y Tadri (este trabajo)	Minorta y Rangel-Ch. (2014) Región Orinoquia
Familias	46	23	61	74	94	96	177
Géneros	83	32	-	177	281	285	1260
Especies	153	44	180	238	428	429	4347

Tabla 5. Familias, géneros y especies encontradas para la Reserva Natural Bojonawi en los diferentes trabajos realizados en diferentes sitios del departamento del Vichada.

	Parra (2006), Pto. Carreño	Castro-L. (2010), Andén Orinoquense	Fernández <i>et al.</i> (2010), Vichada	Mosquera <i>et al.</i> (2017), cuenca río Bitá	Mendoza y Córdoba (2018), PNN Tuparro	Córdoba-S. y Tradi-Zocher (este trabajo)
Familias	60	129	124	102	115	96
Géneros	146	473	601	278	456	285
Especies	214	1010	1471	424	794	429

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Al establecer la afinidad florística de la RNB con los departamentos que conforman la región de la Orinoquia en Colombia, se pudo establecer que su afinidad con respecto a la flora del departamento de Vichada fue del 67%, entre el Meta y el Casanare con el 68% y estos con la Reserva el 49% y respecto a Arauca su similitud tan solo es del 36% (Figura 7). Esto permite establecer que la flora de la región del Orinoco en Colombia es muy diversa y se distribuye heterogéneamente en el territorio dependiente de los diferentes hábitats sumados a la heterogeneidad del paisaje propio de la región, como lo establece Minorta y Rangel-Ch. (2014).

Entre los hábitats, los bosques aportan la mayor diversidad de plantas en la Reserva, ya que la disponibilidad de agua y suelos más ricos que los de la sabana, ayudan a soportar esta diversidad a pesar de presentar un área menor de cobertura que estas, como lo reporta Mosquera *et al.* (2017) para el río Bitá.

Las diferencias marcadas entre la composición de los bosques inundables encontrados en la Reserva y asociados a diferentes cursos de agua como el río Orinoco, caño Negro y caño Verde, son de gran interés y pueden deberse al tipo de agua que estos presentan

como reporta Rodríguez (2007). El estudio de sus propiedades físicas y químicas sería necesario para explicar estos resultados de composición entre estos bosques. Los bosques inundables de la Reserva presentan algunos elementos vegetales similares a los encontrados por Veneklaas *et al.* (2005) para los bosques de galería del Meta y Mosquera *et al.* (2017) para el río Bitá, La vulnerabilidad de estos bosques en la Reserva se da por sequías temporales, deficiencia de nutrientes y quemadas de la sabana adyacente.

Las sabanas en la Reserva a pesar de ocupar la mayor superficie de área, presentan los valores de diversidad más bajos comparados con los bosques. El forrajeo de ganado, la habitual práctica de quema, los suelos arenosos pobres en nutrientes y la alta escorrentía, hacen que en este hábitat se desarrollen en su mayoría hierbas y elementos arbustivos dispersos.

La vegetación de los afloramientos rocosos es mucho más compleja que la observada en sabanas. Las divisiones de este hábitat se realizan de acuerdo a los estados de sucesión en que se encuentra la vegetación.

Gröger y Huber (2007) destacan la presencia de un centro de endemismo (Atures

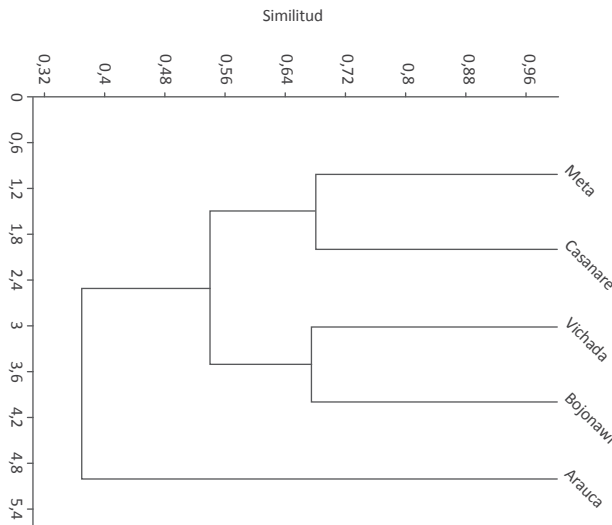


Figura 7. Afinidad florística entre los departamentos que conforman la región de la Orinoquia en Colombia y la Reserva Natural Bojonawi.

Centre of Endemism) en la esquina nor-occidental del estado Amazonas y en el adyacente estado Bolívar en Venezuela, el cual está en el área de influencia de la Reserva para el lado colombiano. Elementos característicos de este centro de endemismo, como especies de los géneros *Pitcairnia* (subgen. *Pepinia*) y *Mandevilla* (*M. caurensis* y *M. lancifolia*) y arbustos de *Pseudobombax croizatii* y *Tabebuia orinocensis*, se encuentran en los afloramientos rocosos de la Reserva. Esto ubica a Bojonawi como parte de este centro de endemismos. Córdoba (2014) define fitogeográficamente dentro de la Guayana colombiana esta zona como el distrito Las Lajas del Norte, conformado por los afloramientos graníticos que se encuentran distribuidos por todas las tierras bajas de la región Guayana, que se concentran en las periferias del Escudo, especialmente en el noreste de Venezuela y Colombia.

Con respecto al uso de las especies se pudo reconocer que muchas de ellas son igualmente utilizadas con la misma usanza según lo reportado por Acero (2005), para la región de la Orinoquia, siendo el uso de alimento, maderable, melíferas y medicinales con el mayor número de especies.

CONCLUSIONES

A partir de varios muestreos en diferentes años y épocas del año se ha logrado incrementar el conocimiento de la flora de la Reserva, actualmente se registran 429 especies distribuidas en 285 géneros y 96 familias. Pero a pesar de esto, aún se puede reconocer que no se han completado el conocimiento de la diversidad florística en la Reserva y de sus zonas aledañas.

A pesar que las sabanas ocupan una mayor extensión en la Reserva, los bosques albergan una mayor diversidad de especies vegetales esto se debe a que en ellos sus sustratos son más ricos en nutrientes.

La Reserva pertenece a la Provincia Occidental del Escudo Guyanés, la presencia de afloramientos rocosos y de géneros con centro de distribución para la región como *Acanthella* y *Humiria* lo confirman y por

su composición asociado a la flora de zonas aledañas, la ubica fitogeográficamente como el distrito Las Lajas del Norte, conformado por los afloramientos graníticos que se encuentran distribuidos por todas las tierras bajas de la región Guayana.

La presencia de *Pseudobombax croizatii*, *Tabebuia orinocensis*, *Melocactus mazeianus* y de especies de los géneros *Mandevilla*, *Pitcairnia* y *Utricularia* creciendo en los afloramientos rocosos, ubican a Bojonawi como parte del centro de endemismo de Atures.

Por último, cabe resaltar que los afloramientos rocosos le dan una configuración especial a la vegetación de la Reserva potenciando su diversidad, ya que ofrecen un hábitat distinto al entramado que forman las sabanas y los bosques. La presencia de especies únicas creciendo en este hábitat lo hace de gran interés para su estudio y conservación.

RECOMENDACIONES

Debido a la heterogeneidad de sus paisajes que permiten la adaptación de especies vegetales muy particulares a condiciones extremas, es importante realizar estudios de ecología para comprender mejor las características y dinámica de la vegetación. También hacer muestreos en todas las épocas del año para lograr abarcar los diferentes momentos de floración de las especies vegetales, especialmente aquellas que presentan periodos muy reducidos y restringidos a ciertas épocas del año, con énfasis en los muestreos de dosel para lograr encontrar especies epífitas de diferentes familias y específicamente de la familia Orchidaceae. Hay que realizar muestreos detallados de otros grupos de plantas como helechos y planas afines, de los briofitos y líquenes que se han observado sobre los afloramientos rocosos en la Reserva.

Por último, debido a la gran riqueza de especies con distribución restringida en la zona y a los efectos negativos de las actividades agropecuarias intensivas propias de algunas zonas de Vichada, es necesario

realizar trabajos de manejo y conservación definiendo e identificando elementos objeto de conservación y definiéndolos en

categorías de conservación, con miras a la subsistencia de la biodiversidad de estos ecosistemas únicos en el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acero, L. E. 2005. Plantas útiles de la cuenca del río Orinoco. Ecopetrol-BP, Corporinoquia. Editorial Asociación Santiago de Las Atalayas. Bogotá, D. C., Colombia. 599 pp.
- APG III 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. (This paper was compiled by Birgitta Bremer, Kåre Bremer, Mark W. Chase, Michael F. Fay, James L. Reveal, Douglas E. Soltis, Pamela S. Soltis and Peter F. Stevens, who were equally responsible and listed here in alphabetical order only, with contributions from Arne A. Anderberg, Michael J. Moore, Richard G. Olmstead, Paula J. Rudall, Kenneth J. Sytsma, David C. Tank, Kenneth Wurdack, Jenny Q.-Y. Xiang and Sue Zmarzty (in alphabetical order). *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Barbosa, C. 1992. Contribución al conocimiento de la flórula del Parque Nacional Natural El Tuparro. Serie de publicaciones especiales del Inderena, Biblioteca Andrés Posada Arango, Libro No. 3. Bogotá, D. C., Colombia. 271 pp.
- Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogo-plantasdecolombia.unal.edu.co>
- Berry, P. E., O. Huber y B. K. Holst. 1995. Floristic Analysis and Phytogeography. Pp. 161-191. *En*: Steyermark, J. A., P. E. Berry y B. K. Holst (Eds.), *Flora of the Venezuelan Guayana*. Introduction Missouri Botanical Garden, Timber Press, St. Louis, Portland.
- Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the llanos of Colombia. *Ecology* 48 (1): 1-15.
- Cárdenas, D., H. Mendoza, M. González y S. Sua. 2016. Flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia: grado de conocimiento, uso y conservación. *Revista Colombiana Amazónica* 9 : 93-146.
- Castro-L., F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoquense en el departamento del Vichada-Colombia. *Revista Orinoquia* 14 (1): 58-67.
- Castro-L., F., S. Cárdenas y P. Stevenson. 2016. Flora de las cuencas del río Meta y del Bitá. Pp. 56-79. *En*: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia. 336 pp.
- Córdoba-S., M. 2013. Flora en la Reserva Natural Bojonawi Puerto Carreño-Vichada. Informe final, Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 42 pp.
- Córdoba-S., M. 2014. Análisis de la riqueza vegetal y patrones fitogeográficos para la región del Escudo Guayanés colombiano. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 201 pp.
- Córdoba-S., M. y A. Etter. 2002. Diversidad florísticas y caracterización de la vegetación del Parque Nacional Natural El Tuparro Vichada-Orinoquia. Cartagena: VIII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica.
- Córdoba-S., M. y B. Garzón B. 2016. Informe inédito del componente Flora municipio de Juriepe-Arauca, dentro del proyecto designado "ruta declaratoria del polígono propuesto como una nueva área protegida denominada Cinaruco" *En*: Proyecto Realización de estudios biofísicos y socioeconómicos requeridos para la implementación de la ruta de declaratoria de nuevas áreas protegidas y apoyo a la construcción de acuerdos con los diferentes actores para el sitio priorizado por Parques Nacionales Naturales en la región Orinoquia, Cinaruco Convenio de Asociación No. 005 de 2014 con Fundación Orinoquia Biodiversa (FOB). 68 pp.

- Córdoba-S., M., L. Miranda-C., R. Ávila-A. y C. Pérez-R. 2011. Flora de Casanare. Pp. 82-101. *En: Usma, J. S. y F. Trujillo (Eds.), Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 286 pp.
- Correa, D. y P. Stevenson. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Revista Orinoquia* 14 (1): 31-48.
- Delgado, C. 2008. Caracterización de la flora asociada e identificación de especies con potencial para la restauración y protección de morichales en las reservas naturales Bojonawi y Ventanas, Puerto Carreño, Vichada (Colombia). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 86 pp.
- Diazgranados, M. (Comp.). 2006. Listados de algunas familias de plantas presentes en la Reserva Natural Bojonawi. Salida curso electiva, conocimientos de plantas de zonas bajas. Informe interno. Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 117 pp.
- Duno De Stefano, R., G. Aymard y O. Huber 2007. Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA-Fundación Empresas Polar-FIBV Caracas. 738 pp.
- Etter, A. (Ed.). 2001. Puinawai y Nukak: caracterización ecológica general de dos Reservas nacionales naturales de la Amazonía colombiana. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 382 pp.
- Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, M. P. Córdoba, F. Castro, C. Alcázar, H. García y A. Ariza. 2010. Flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco. Pp. 125-195. *En: Lasso C., S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: base científica para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y usos sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Univesidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Garibello, J. C. 2001. Estructura de la vegetación leñosa del ecotono bosque de galería-sabana en la altillanura de la cuenca alta del río Tomo (Estación biológica Bachaqueros, departamento Vichada). Trabajo de grado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 97 pp.
- Gröger, A. 1994. Análisis preliminar de la flórua y vegetación del Monumento Natural "Piedra La Tortuga", Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 17 (1, 2, 3 y 4): 128-153.
- Gröger, A. y O. Huber. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica* 30 (4): 599-609.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Huber, O. 1994. Recent advances in the phytogeography of the Guayana Region, South America. *Mémoires Société Biogéographique (3ème série)* 4 (1): 53-63.
- IDEAM. 2013. zonificación y codificación de uniades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá, D. C., Colombia. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM. Bogotá, D. C., Colombia. 46 pp.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. 1999. Paisajes Fisiográficos de Orinoquia – Amazonia (ORAM) Colombia, Mapa de vegetación (1:1'500.000). Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Bogotá, D. C., Colombia.
- Mendoza, H. 2007. Vegetación. Pp. 53-84. *En: Villareal-Leal, H. y J. Maldonado-Ocampo (Comp.). Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

- Mendoza, H. y M. P. Córdoba. 2018. Catálogo de la flora de los Parques Nacionales Naturales de Colombia: Parque Nacional Natural El Tuparro. *Biota Colombiana* 19 (1): 46-58.
- Minorta, V. y O. Rangel. 2014. La riqueza y la diversidad de las plantas con flores de la Orinoquia colombiana. Pp. 237-418. *En*: Rangel O. (Ed.), *Diversidad Biótica XIV La región de la Orinoquia de Colombia*. Instituto de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Mosquera, H. R., M. F. González, H. Mendoza, O. Díaz-Vasco y C. Gutiérrez. 2017. Flora. Pp. 47-87. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Parra-O., C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 28 (2): 165-177.
- Prieto-Cruz, A. 2009. Vegetación. Pp. 97-114. *En*: Villarreal-Leal, H., M. Álvarez-Rebolledo, M. Higuera-Díaz, J. Aldana-Domínguez, J. D. Bogotá-Gregory, F. A. Villa-Navarro, P. Von Hildebrandt, A. Prieto-Cruz, J. A. Maldonado-Ocampo, A. M. Umaña-Villaveces, S. Sierra y F. Forero (Eds.), *Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatiseima). Bogotá, D. C., Colombia. 186 pp.
- Riina, R., R. Duno de Stefano, G. Aymard, A. Fernandez y O. Huber 2007. Análisis de la Diversidad Florística los Llanos de Venezuela. Pp. 107-123. *En*: Duno De Stefano, R., G. Aymard y O. Huber. *Catálogo anotado e ilustrado de la Flora vascular de los Llanos de Venezuela*. FUDENA-Fundación Empresas Polar-FIBV Caracas.
- Rippstein, G., E. Amezcua, G. Escobar y C. Grollier. 2001. Condiciones Naturales de la sabana. Pp. 1-21. *En*: Rippstein, G., G. Excobre y F. Motta (Eds.), *Agroecología y Biodiversidad de las Sabanas de los Llanos Orientales de Colombia*. CIAT. Cali, Colombia.
- Rodríguez, D. 2007. Composición, riqueza y diversidad de la vegetación arbórea de dos bosques de galería de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada-Colombia. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 102 pp.
- Steyermark, J. A., P. E. Berry y B. Holst (Eds.). 1995-2005. Flora of the Venezuelan Guayana. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Volúmenes 1-9.
- Tadri, G. 2011. Vegetación Vasculare de la Reserva Natural Bojonawi (Vichada, Colombia): aportes para la elaboración de su Flórua. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 89 pp.
- Veneklaas, E. J., A. Fajardo, S. Obregon y J. Lozano. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Eography* 28: 236-252.
- Vincelli, P. C. 1981. Estudio de la vegetación del territorio faunístico "El Tuparro". *Cespedesia* 10 (37-38): 7-54.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de familias, géneros y especies, presentes en la Reserva Natural Bojonawi Vichada Colombia. *endémica, **nueva especie, ***nuevo registro, ^{cap}apéndice II de CITES. Abreviaturas. A: alimento (aves, peces y mamíferos), Med: medicina tradicional, Orn: ornamentales, Mel: melíferas, Mad: maderables, Leñ: leña, Con: Construcción, Arti: artesanías, Pro: protección y restauración, Mag: mágico-religiosa, Ind: industriales, Tin: colorantes, Som: sombrero, For: forrajeras para el ganado, Her: herramientas Pes: pesca. Am: Amazonas. An: Andes, Ca: Caribe, Or: Orinoco, Pa: Pacífico. SI: Sabana inundable, SIN: sabana no inundable, BGI: bosque de galería inundable, BGNi: bosque de galería no inundable, MO: morichal, AR (Her): afloramientos rocosos arbustivos, AR (Arb): afloramiento rocoso arbóreos.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
ANGIOSPERMAS/MAGNOLIIDAEE									
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	Córdoba M., 7046	Gatillo, chupaflor				0-500	Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Justicia parguazensis</i> Wassh.	Córdoba M., 6652					80	Or.	BGI, AR(b)
	<i>Spondias mombin</i> L.	Tadri G., 93	Jobo, hobo		LC	A, Med, Con, Som, Arti, Ind	0-1.960	Am, An, Ca, Or, Pa.	MO, BGI, BGNi, AR(b)
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tadri G., 334	Tapaculo, quincecias		LC	Leñ, Pro	0-1.960	Am, An, Ca, Or, Pa.	MO, BGI, AR(b)
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Córdoba M., 7059	Majabillo, malagueño		LC	A	40-1.220	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI, MO, BGI, BGNi
ANNONACEAE	<i>Xylopia parviflora</i> Spruce	Tadri G., 413	Carguero			A	200-650	Am.	MO, BGI
APOCYNACEAE	<i>Cynanchum cf. montevidense</i> Spreng.	Córdoba M., 6469					15-120	Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Tadri G., 351	Platanote		LC	Med, Orn	20-900	Or, Pa.	MO, BGNi
	<i>Himatanthus attenuatus</i> (Benth.) Woodson	Córdoba M., 6512	Platanote		LC		0-130	Am, Or.	BGI
	<i>Lacmellea microcarpa</i> (Müll. Arg.) Markgr.	Córdoba M., 7115			LC		80-310	Am.	BGI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
APOCYNACEAE	<i>Malouetia naitas</i> M.E. Endress	Córdoba M., 6691					90-300	Am, Or.	BGI
	<i>Mandevilla annularifolia</i> Woodson	Córdoba M., 6669				Orn, Mel	180-900	Am, Or.	AR(Arb)
	<i>Mandevilla caurensis</i> Markgr.	Tadri G., 346				Orn, Mel	100-300	Am, Or.	AR(Arb), AR(b)
	<i>Mandevilla lancifolia</i> Woodson	Córdoba M., 6283				Orn, Mel	200-300	Or.	AR(Arb)
	<i>Mandevilla steyermarkii</i> Woodson	Córdoba M., 7085				Orn, Mel	80-250	Am, Or.	AR(Arb)
	<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll. Arg.	Tadri G., 157				Orn, Mel	0-1.700	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, MO, BGI
	<i>Odontadenia nitida</i> (Vahl) Müll. Arg.	Córdoba M., 6485				Orn, Mel	150-340	Am, Or.	BGI, AR(b)
	<i>Parahancornia oblonga</i> (Benth. ex Müll. Arg.) Monach.	Córdoba M., 6860	Pandare saliva			A	90-180	Am, Or.	MO, BGI
	<i>Plumeria inadora</i> Jacq.	Córdoba M., 6741				Orn	100	Or.	AR(Arb)
	<i>Anthurium bonplandii</i> G.S. Bunting	Córdoba M., 6769	Canillo de grulla		LC	LC	Orn	65-700	Am, Or.
ARACEAE	<i>Caladium macrostites</i> Schott	Córdoba M., 7106	Rascadera			Mag	100-500	Am, Or.	BGNI
	<i>Dieffenbachia longispatha</i> Engl. & K. Krause	Córdoba M., 7133	Igalán				5-1.500	An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Monstera adansonii</i> Schott	Tadri G., 120	Balazo		LC	Orn	0-2.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	MO, BGI, BGNI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
ARACEAE	<i>Monrichiardia liliifera</i> (Arruda) Schott	Córdoba M., 7158	Bore				40-350	Am, Ca, Pa.	BGI
	<i>Philodendron acutatum</i> Schott	Córdoba M., 6952	Cartucho				100-1.450	Am, An, Or.	MO, BGI, AR(Arb)
	<i>Philodendron brevispathum</i> Schott	Tadri G., 418					10-530	Or, Pa.	BGI, BGNI
ARALIACEAE	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Observado	Yabromo, tortolito		LC	A, Leñ, Pro, Her	0-2.140	Am, An, Ca, Or.	BGI
	<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	Observado	Chonto, macamillo	LC		Con, Pes	40-200	Am, Or.	BGI
	<i>Atralea insignis</i> (Mart. ex H. Wendl.) Drude	Observado	Palma real	LC		Cons, Med, Ind	100-600	Am, Or.	AR(b)
ARECACEAE	<i>Bactris bromgii</i> Mart.	Observado	Cubarra	LC			10-240	Am, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Tadri G., 155		LC			80-300	Am, Or.	BGI
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Rodriguez D., 146	Manaca	LC		A, Orn, Art	0-450	Am, Or.	BGI
	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Observado	Moriche			A, Con, Art	40-450	Am, Or.	MO
	<i>Syagrus cf. orinocensis</i> (Spruce) Burret	Córdoba M., 6728	Churumbai	LC		A, Con, Art	40-600	Am, Or.	BGNI, AR(b)
ASTERACEAE	<i>Calea berteriana</i> DC.	Córdoba M., 6718					90-1.600	Am, Or.	SI, AR(Arb)
	<i>Ichthyothere terminalis</i> (Spreng.) S.F. Blake	Tadri G., 220					65-2.500	An, Or.	SNI
	<i>Lycoseris cf. triplinervia</i> Less.	Córdoba M., 6589					10-1030	An, Ca, Or, Pa.	SI, AR(Arb)
	<i>Pectis pugnacea</i> Kunth	Tadri G., 259					0-260	Ca.	SNI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
BALANOPHORACEAE	<i>Helios cajennensis</i> (Sw.) Spreng.	Córdoba M., 6459					100-2.700	Am, An, Pa.	BGI
	<i>Bignonia binata</i> Thunb.	Tadri G., 101					0-540	Am, Ca, Or, Pa	BGI
	<i>Crescentia amazonica</i> Ducke	Tadri G., 54	Totumo rebalsero			Art	100-120	Am, Or.	BGI
	<i>Handroanthus barbatus</i> (E.Mey.) Mattos	Córdoba M., 6465					100	Or.	BGI, AR(b)
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Córdoba M., 6489	Flor amarillo	LC			5-1.850	Am, An, Ca, Or.	BGNI
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Córdoba M., 7127					80-350	Am, Ca, Or.	BGI
	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	Córdoba M., 6370	Gualanday			Med, Leñ, Orn	200-1.340	Am, An, Or.	BGNI, AR(b)
	<i>Jacaranda orinocensis</i> Sandwith	Córdoba M., 6634					70	Or.	BGI
	<i>Tabebuia orinocensis</i> (Sandwith) A.H. Gentry	Tadri G., 441					90-130	Or.	AR(ARB), AR(b)
	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	Córdoba M., 6359	Bototo	LC		Leñ, Med, Mag, Orn	20-770	Am, Or, Pa.	BGI, BGNI, AR(b)
BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Córdoba M., 6303	Bototo	LC		Leñ, Orn, Tin	0-1.490	An, Ca, Pa.	BGI, AR(b)
	<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	Córdoba M., 6827	Muñeco, candelero	LC	LC		70-1.400	An, Ca, Pa.	BGI
BORAGINACEAE	<i>Cordia tetrandra</i> Aubl.	Tadri G., 432	Candelero, caujiaro			A, Med, Con, Ind, Pro	10-750	Ca, Or.	BGI
	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Diagranados M., 3327	Rabo de alacrán	LC		Med	0-1.675	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
BROMELIACEAE	<i>Bromelia balansae</i> Mez	Tadri G., 244		LC			30-1.800	Or.	AR(Arb)
	<i>Pepinia patentiflora</i> (L.B.Sm.) G.S.Varad. & Gilmartin	Córdoba M. et al., 6396		LC			200-630	Am.	SNL, AR(Arb)
	<i>Pitcairnia armata</i> Maury	Córdoba M. et al., 6335						Or.	AR(Arb)
	<i>Tillandsia elongata</i> Kunth	Tadri G., 238		LC			5-1.650	An, Ca, Or, Pa.	AR(Arb), AR(b)
	<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	Córdoba M., 6443		LC			0-1.690	An, Ca, Or, Pa.	BGI, AR(Arb), AR(b)
BURMANNIACEAE	<i>Burmannia bicolor</i> Mart.	Córdoba M., 6559		NT			120-700	Or.	SI
	<i>Burmannia capitata</i> (Walter ex J.F. Gmel.) Mart.	Córdoba M., 6794	Fósforos				45-400	Or, Pa.	SI
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Córdoba M., 6733	Resbalamono, indio desnudo		LC	Med, Orn, Pro	0-920	Ca, Or, Pa.	BGNI, AR(b)
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl) Marchand	Córdoba M., 6613	Catamajaca, anime			A, Med, Mad, Art	20-600	Am, Or.	BGNI, AR(b)
	<i>Protium ilanorum</i> Cuatrec.	Córdoba M., 6532	Anime			A, Med, Leñ	110-500	Am, Or.	MO, BGI
CACTACEAE	<i>Acanthocereus</i> cf. <i>tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Observado	Pitaya roja		LC	Orn	0-1.300	An, Ca.	BGNI
	<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill. ^e	Córdoba M., 6395			LC	Orn	180-1.900	An.	BGNI, AR(Arb)
	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	Tadri G., 252	Cola de caimán		LC	A	0-1.700	Am, An, Ca, Pa.	AR(b)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
CACTACEAE	<i>Melocactus mazzeletanus</i> Riba	Córdoba M., 7132			LC	Orn	150	Or.	AR(Her)
CAPPARACEAE	<i>Cratogeomys tapia</i> L.	Tadri G., 439	Naranjillo	LC		A	5-1.500	Am, Ca, Or, Pa	BGI
	<i>Steriphoma ellipticum</i> (DC.) Spreng.	Tadri G., 303					150	Ca, Or.	BGNI
CARYOPHYLLACEAE	<i>Polycarpa corymbosa</i> var. <i>brasiliensis</i> (Cambess.) Chodat & Hassl.	Córdoba M., 6840					100	Or.	SNI
CHRYSOBALANACEAE	<i>Couepia paraensis</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	Tadri G., 174		LC	LC		80-110	Or.	BGI
	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Córdoba M., 6364	Garrapato	LC	LC	A, Mad	0-1.400	Am, An, Or, Pa.	BGI
	<i>Licania blackii</i> Prance	Rodriguez D., 169					90-300	Am.	BGNI
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Tadri G., 447	Caguí	LC	LC		80-900	Am, Or.	BGI
	<i>Licania longistyla</i> (Hook. f.) Fritsch	Córdoba M., 6533		LC	LC		50-220	Am, Or, Pa.	BGI
	<i>Licania parvifructa</i> Fanshawe & Maguire	Córdoba M., 6612		LC	LC		120	Or.	BGI
	<i>Licania pyriformis</i> Griseb.	Tadri G., 356	Merecure	DD		A, Mad, Som	150-350	Or.	BGI
	<i>Parrinari excelsa</i> Sabine	Córdoba M., 6908	Guarai	LC	LC		90-250	Am, Or.	BGI
	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Diazgranados M., 3311		LC			0-1.800	Am, An, Ca, Pa.	BGI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
CLUSIACEAE	<i>Carapa ilanorum</i> Cuatrec.	Córdoba M., 6906	Saladillo, saladillo rojo				90-300	Am, Or.	SI, MO
	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Tadri G., 426	Madroño			A	0-1.700	Am, An, Or, Pa.	BGI, BGNi
COMBRETACEAE	<i>Buchenavia macrophylla</i> Eichler	Córdoba M., 6517					50-400	Am, Pa.	MO
	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A. Howard	Tadri G., 428	Macano negro				100-1.420	Am, An, Ca	AR(b)
	<i>Buchenavia viridiflora</i> Ducke	Córdoba M., 6695					200	Am.	BGI
	<i>Combretum frangulifolium</i> Kunth	Córdoba M., 6379					90-100	Or.	BGI, AR(0)
	<i>Combretum pyramidatum</i> Ham.	Córdoba M., 6378					95-275	Am, Or.	BGI
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Tadri G., 256			LC	LC	120-2.550	An, Or, Pa.	SI
CONNARACEAE	<i>Connarus lambertii</i> (DC.) Sagot	Diazgranados M., 3316					5-300	Or, Pa.	SI, BGI
	<i>Connarus punctatus</i> Planch.	Tadri G., 235					100	Am.	BGI
	<i>Evolvulus</i> sp.	Tadri G., 275					30-1.300	An, Ca.	SI, SNI
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Tadri G., 211	Batata		LC	A	0-2.200	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, SNI
	<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Tadri G., 114	Batata de monte				0-100	Am, Or, Pa.	BGI, AR(Arb), AR(0)
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i> sp.	Córdoba M., 6987							AR(Arb)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
COSTACEAE	<i>Costus arabicus</i> L.	Córdoba M., 6448	Cañabrava			Med	35-320	Am, Ca, Or.	MO, BGI
	<i>Costus villosissimus</i> Jacq.	Córdoba M., 7016		LC	LC		0-1.300	An, Ca, Or, Pa.	BGI
CUCURBITACEAE	<i>Rytidosstyliis carthagenensis</i> (Jacq.) Kuntze	Tadri G., 243					1-1.650	Am, An, Or, Pa.	BGI
CYCLANTHACEAE	<i>Cyclanthus bipartitus</i> Poit. ex A. Rich.	Tadri G., 411		LC		Art	1-2.020	Am, An, Ca, Or, Pa.	MO, BGI
	<i>Bulbostylis juncoides</i> (Vahl) Kük. ex Osten	Tadri G., 389					90-2.221	Am, An, Or.	SI
	<i>Bulbostylis lanata</i> (Kunth) C.B. Clarke	Tadri G., 221	Pelo de indio			Med	80-300	Am, Or.	SI
	<i>Bulbostylis leucostachya</i> (Kunth) Kunth	Córdoba M., 6611					40-160	Or.	AR(Her)
	<i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm.	Tadri G., 223	Cabeza de negro				100-1.700	An, Or.	SI
CYPERACEAE	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Córdoba M., 6250	Pasto vïbora	LC			0-1.000	An, Ca, Or, Pa.	SI, SNI, AR(Her)
	<i>Cyperus haspan</i> L.	Tadri G., 380	Paja de pantano		LC		65-2.551	An, Or.	SI
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	Tadri G., 406	Pasto estrella	LC			0-1.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Tadri G., 214		LC	DD		0-1.900	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Tadri G., 258		LC	LC		0-1.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
CYPERACEAE	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	Córdoba M., 6265	Junco de seda		LC		0-1.300	An, Ca, Pa.	AR(Her)
	<i>Eleocharis</i> sp.	Córdoba M., 6264							AR(Her)
	<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	Tadri G., 402	Estrella de sabana	LC			80-880	Am, An, Ca, Or.	SI, SNI, AR(Her)
	<i>Rhynchospora puber</i> (Vahl) Boeckeler	Tadri G., 226		LC			0-500	Am, Or, Pa.	SNI, AR(Her)
	<i>Scleria macrophylla</i> J. Presl & C. Presl	Tadri G., 172	Cortadera			Med	20-1.900	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, MO, BGI, BGNI
	<i>Scleria reticularis</i> Michx.	Tadri G., 366					150-171	Or.	SI
DICHAPETALACEAE	<i>Dichapetalum</i> sp.	Córdoba M., 7103							SI
DILLENIACEAE	<i>Curatella americana</i> L.	Tadri G., 49	Chaparro			Med, Leñ	90-1.000	Am, Or.	SNI
	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Córdoba M., 6705	Chaparrillo			Med	0-2.200	Am, An, Ca, Or, Pa.	SIN, BGNI
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea atrescens</i> R.Kunth.	Córdoba M., 7140					100-505	Or.	AR(Arb)
	<i>Dioscorea crotalarifolia</i> Uline	Córdoba M., 6387		NE			0-100	Am.	AR(Arb)
	<i>Dioscorea</i> nov. sp. **	Córdoba M., 6976						Or.	AR(Arb)
	<i>Dioscorea polygonoides</i> Willd.	Córdoba M., 6977		NE			10-2.000	An, Ca, Pa.	AR(Arb)
	<i>Dioscorea trifida</i> L. f.	Córdoba M., 6972	Ñame de monte	NE		A	5-1.120	Am, Or, Pa.	AR(Arb)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
DROSERACEAE	<i>Drosera sessilifolia</i> A.St.-Hil.	Córdoba M., 6571	Carnívora				120	Or.	SI
EBENACEAE	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gütke	Tadri G., 118					80	Am.	BGI
	<i>Eriocaulon aquaticum</i> Körn.	Córdoba M., 6779					80	Or.	SI, AR(Her)
	<i>Eriocaulon humboldtii</i> Kunth	Tadri G., 224					90-250	Or.	SI, MO
ERIOCAULACEAE	<i>Paepalanthus cf. lamarekii</i> Kunth	Córdoba M., 6566					20-200	Am, Ca, Or.	SI, MO, AR(Her)
	<i>Syngonanthus humboldtii</i> (Kunth) Ruhland	Tadri G., 218					95-500	Am, Or.	SI
	<i>Syngonanthus</i> sp.	Córdoba M., 6549							SI
	<i>Tonina fluviatilis</i> Aubl.	Córdoba M., 6575		LC			0-1.850	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, MO
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum foetidum</i> Plowman	Córdoba M., 6802	Coca				250-281	Or.	AR(Arb), AR(b)
	<i>Erythroxylum</i> sp. 1	Córdoba M., 6415							AR(Arb)
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea castaneifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) A. Juss.	Córdoba M., 6642	Mangle				20-600	Am, Or.	BGI
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea fluviatilis</i> Secco	Tadri G., 395	Palo de agua				100-200	Am, Or.	BGI
	<i>Amanoa oblongifolia</i> Müll. Arg.	Rodriguez D., 167			LC		90-600	Am.	BGI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/ importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
EUPHORBIACEAE	<i>Bernardia amazonica</i> Croizat.	Córdoba M., 6683					80	Am.	AR(b)
	<i>Croton cuneatus</i> Klotzsch	Tadri G., 195	Reventillo			Leñ, Orn	100-300	Am, Or.	BGI
	<i>Croton</i> sp.	Córdoba M., 6376							BGI, AR(b)
	<i>Croton trinitatis</i> Millsp.	Córdoba M., 6586					40-1.050	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Dalechampia affinis</i> Müll. Arg.	Tadri G., 306					80-150	Am.	BGI
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tadri G., 375	Tripaepollo			Med	0-2.800	An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Tadri G., 330	Caucho		LC	A, Ind	80-650	Am.	MO
	<i>Mabea montana</i> Müll. Arg.	Tadri G., 339			LC		100-1100	An, Ca, Or.	BGNI
	<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	Córdoba M., 6905	Camilla de venado, reventillo		LC	A, Mad, Art	100-500	Am, Or.	MO, BGI
	<i>Manihot trisis</i> Müll. Arg.	Córdoba M., 6772			DD		100-350	Am.	BGNI, AR(ARB)
	<i>Sapium jennmannii</i> Hemsl.	Córdoba M., 6673				Med	100	Am.	BGI, AR(b)
	<i>Sapium</i> sp.	Córdoba M., 6811							BGI, AR(b)
	FABACEAE	<i>Abarena cf. auriculata</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Tadri G., 70					0-150	Am.
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev		Tadri G., 201	Congrio			Mad	90-200	Am.	BGI
<i>Aeschynomene americana</i> L.		Córdoba M., 6353		LC			15-1.900	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, AR(Her)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
FABACEAE	<i>Aeschynomene evenia</i> C. Wright	Córdoba M., 6800	Cadillo				0-1.050	Am, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Aeschynomene scabra</i> G. Don	Tadri G., 237					1.150	An.	AR(Her)
	<i>Albizia subdimidiata</i> var. <i>subdimidiata</i>	Córdoba M., 6289					40-350	Am, Or, Pa.	BGI
	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Pulle	Córdoba M., 6825	Tumenono		LC		200-220	Am, Or.	BGNI
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Córdoba M., 6819	Guacamayo, jero			Mad, Orn	20-200	Am, Ca, Or.	BGI
	<i>Bauhinia unguilata</i> L.	Córdoba M., 7005	Cascoe vaca		LC		50-900	Am, An, Ca, Or, Pa.	AR(b)
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Córdoba M., 6436	Pata de vaca		LC		1.025-2.400	An.	AR(b)
	<i>Bowditchia virgilioides</i> Kunth	Córdoba M., 6979	Alcornoque		LC	Med, Con, Art, Tin	90-1.120	Am, An, Or.	SI
	<i>Campsiandra comosa</i> Benth.	Tadri G., 69			LC		7-265	Am, Or.	BGI
	<i>Campsiandra implexicaulis</i> Stergios	Córdoba M., 7159					180	Am, Or.	BGI
	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	Córdoba M., 7078					0-1.800	Am, An, Ca, Pa.	SI
	<i>Cassia moschata</i> Kunth	Córdoba M., 7116	Jiba, cañafistola		LC	A	50-1.200	Am, Ca, Or.	BGNI
	<i>Centrosema</i> sp.	Córdoba M., 6483							SNI
	<i>Centrosema venosum</i> Mart. ex Benth.	Córdoba M., 6833	Taburin				100-220	Or.	SI, SNI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
FABACEAE	<i>Centrosema vexillatum</i> Benth.	Tadri G., 324					50-200	Am, Or.	BGI
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Tadri G., 75	Cargarroco		LC		100-2.200	Am, An, Or.	SI, SNI
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>mollissima</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	Tadri G., 434	Guardarroco	LC			100-2.200	Am, An, Or.	SNI, AR(Her)
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> var. <i>triumviralis</i> H.S. Irwin & Barneby	Tadri G., 236	Guardarroco	LC			100-2.200	Am, An, Or.	AR(Her)
	<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	Tadri G., 385					100-900	Or.	SI
	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Córdoba M., 6569					50-300	Ca, Or.	SI
	<i>Chamaecrista nictitans</i> subsp. <i>patellaria</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	Córdoba M. 6505			LC		0-2.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI, AR(Arb)
	<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene	Tadri G., 76					70-1.800	An, Ca, Or.	SI, SNI, AR(Her)
	<i>Clitoria dendrina</i> Pittier	Córdoba M., 6712					170-700	Am, Or.	SNI
	<i>Clitoria simplicifolia</i> (Kunth) Benth.	Córdoba M., 6842					150	Or.	SI, SNI
	<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	Tadri G., 83	Acete			Mad	200-500	Am, Or.	BGI, AR(0)
	<i>Copaifera pubiflora</i> Benth.	Tadri G., 207	Palo de aceite		LC	Med, Com, Ind	130-1.100	An, Or.	SNI, BGNI
	<i>Crotalaria maypurensis</i> Kunth	Córdoba M., 6594					75-1.400	An, Ca, Or.	SNI
	<i>Crotalaria pallida</i> Alton	Tadri G., 281	Brusquilla	LC			5-1.850	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo I. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
FABACEAE	<i>Cynbosema roseum</i> Benth.	Tadri G., 112		LC			0-300	Am, Ca, Or, Pa	BGI
	<i>Cynometra bauhinifolia</i> Benth.	Tadri G., 540			LC		250-500	Am.	BGI
	<i>Dalbergia</i> sp.	Córdoba M., 6711							BGI
	<i>Derris</i> sp.	Córdoba M., 6696							BGI
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Córdoba M., 6312	Pegapega	LC	LC		25-1.820	Am, An, Ca, Or.	SNI
	<i>Desmodium orinocense</i> (DC.) Cuello	Córdoba M., 6615					150-200	Am, Or.	SNI, AR(Her)
	<i>Desmodium pachyrrhizum</i> Vogel	Tadri G., 80					500	Or.	SNI
	<i>Dimorphandra</i> sp.	Tadri G., 311							BGI
	<i>Dioclea guianensis</i> Benth.	Córdoba M., 7154	Guamato	LC	LC	Mag	0-2.000	Am, An, Or.	SNI
	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Diazgranados M., 3378	Sarrapia		DD		240	Am.	BGI
	<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	Tadri G., 341					7-295	Ca, Pa.	BGI
	<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G. Don	Tadri G., 77	Eriosema		LC		100-2.000	An, Or.	SI
	<i>Eriosema simplicifolium</i> (Kunth) G. Don	Tadri G., 135	Frijolito				100-600	Ca, Or.	SI, SNI
<i>Eriosema violaceum</i> (Aubl.) G. Don	Tadri G., 282			LC		100-1.400	An, Or.	SI	
<i>Etalialia dubia</i> (Kunth) Rudd ***	Córdoba M., 6361			LC		80	Or.	BGI	

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
	<i>Galactia jussiacana</i> Kunth	Córdoba M., 6602					35-450	Ca, Or.	SI, SNI
	<i>Hydrochorea corymbosa</i> (Rich.) Barneby & J.W. Grimes	Córdoba M., 7141				A, Mad	150-250	Am, Or.	BGI, AR(0)
	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	Córdoba M., 6805	Paloberraco				90-150	Am, Or.	BGI
	<i>Indigofera lespedezioides</i> Kunth	Córdoba M., 6980		LC			0-1.900	An, Ca, Or.	SI
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Tadri G., 50	Guamo de mico	LC	LC	A, Leñ	0-2.140	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Inga vera</i> Willd.	Tadri G., 445	Guamo	LC	LC	A, Leñ	0-2.300	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
FABACEAE	<i>Machaerium inundatum</i> (Mart. Ex Benth.) Ducke	Córdoba M., 7139					90-1.320	Am, An, Or.	BGI
	<i>Macrobium acacifolium</i> (Benth.) Benth.	Tadri G., 290	Arepita		LC	A, Med, Mad, Pro, Art, Som	10-900	Am, Or.	BGI
	<i>Macrobium angustifolium</i> (Benth.) R.S. Cowan	Tadri G., 66				A, Orn	50-500	Am, Or, Pa.	BGI
	<i>Macrobium multijugum</i> (DC.) Benth.	Tadri G., 199			LC		80-500	Am, Or.	BGI
	<i>Macroptilium monophyllum</i> (Benth.) Maréchal & Baudet	Tadri G., 146					100-200	Or.	SNI
	<i>Mimosa colombiana</i> Britton & Killip	Córdoba M., 7004	Zarzaparilla		LC		200-1.520	An, Or.	BGI
	<i>Mimosa hirsutissima</i> Mart.	Tadri G., 350					100-295	Or.	SI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
FABACEAE	<i>Mimosa microcephala</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Córdoba M., 6502					7-500	Or.	SNI, AR(Arb)
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Tadri G., 73	Dormidera	LC	LC	Med, Mag	0-1.780	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Tadri G., 285	Picapica			Med	80-1.800	An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Ormosia costulata</i> (Miq.) Kleinhoonte	Córdoba M., 6519	Chocho				100	Am.	MO
	<i>Ormosia</i> sp.	Córdoba M., 6943							MO
	<i>Parkia discolor</i> Spruce ex Benth.	Tadri G., 67				Mad	250-1.000	Am, Or.	BGI
	<i>Parkia igneiflora</i> Ducke	Córdoba M., 6628	Guarango		LC	Mad	140-200	Am, Or.	BGI
	<i>Peltogyne paniculata</i> subsp. pubescens (Benth.) M.F. Silva	Tadri G., 345	Guamo loro	NT			60-620	Ca.	AR(b)
	<i>Peltogyne parvifolia</i> Spruce ex Benth.	Tadri G., 316					90-120	Or.	BGI
	<i>Schnella glabra</i> (Jacq.) Dugand	Córdoba M., 6996	Pata de vaca	LC	LC		0-1.200	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Tadri G., 353			LC		0-1.000	Am, An, Or, Pa.	SI
	<i>Senna bacillaris</i> (L. f.) H.S. Irwin & Barneby	Tadri G., 423	Alcaparro	LC	LC	Orn	5-1.780	Am, An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Tadri G., 262	Brusca	LC		Med	0-2.350	Am, Or.	SNI
<i>Senna undulata</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	Córdoba M. 6684			LC	Orn	40-1.728	An, Ca.	AR(Arb)	

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
FABACEAE	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Tadri G., 72					0-2.500	An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Svarzizia leptopetala</i> Benth.	Tadri G., 68	Frijol		LC		90-300	Am, Or.	BGI
	<i>Tachigali</i> sp.	Córdoba M. 6894							BGI
	<i>Vigna lasiocarpa</i> (Mart. ex Benth.) Verdc.	Tadri G., 425					70-1.450	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers.	Tadri G., 383		LC			65-2.475	An, Ca, Or.	SNI
	<i>Zygia catarractae</i> (Kunth) L. Rico	Tadri G., 65	Cimbrapotro		LC	Leñ, Mad	150-500	Am, Or.	BGI
	<i>Zygia inaequalis</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Pfitter	Córdoba M., 6527		LC	LC	Leñ, Mad	5-1.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	Tadri G., 88	Tabaco de monte			Med	80-150	Am, Or.	SNI, AR(Arb)
	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	Córdoba M., 6480					60-1.000	Am, Or.	SI
	<i>Schultesia benthamiana</i> Klotzsch	Córdoba M., 6606					50-500	Or.	SI, AR(Her)
GOUPIACEAE	<i>Chrysothemis dichroa</i> Leenwenb.	Córdoba M., 7091					100	Or.	SNI
	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Rodriguez D., 141	Palo pilon		LC	Mad	0-900	Am, Pa.	BGI
HAEMODORACEAE	<i>Schöckia orinocensis</i> (Kunth) Meisn.	Córdoba M., 6542					80-600	Am, Or.	SI, SNI
	<i>Heliconia hirsuta</i> L. f.	Tadri G., 130	Platanillo	LC		Mej, Pro	30-1.680	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI, AR(Her)
HELICONIACEAE	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	Córdoba M., 7097	Platanillo	LC			80-1.000	Am, An, Or.	SI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
HUGONIACEAE	<i>Rouchertia calophylla</i> Planch.	Rodriguez D., 182					100-300	Am.	BGNI
HUMIRIACEAE	<i>Humiria balsamifera</i> Aubl.	Tadri G., 153			LC		0-1.400	Am, Or.	MO, BAR(0)
	<i>Sacoglottis amazonica</i> Mart.	Rodriguez D., 148			LC		100-220	Am.	BGI
	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Córdoba M., 6822	Punta de lanza	LC	LC	A, Len, Mel, Tin	0-2.880	Am, An, Or, Pa.	MO, AR(0)
HYPERICACEAE	<i>Vismia macrophylla</i> Kunth	Tadri G., 321	Manehador		LC	A, Leñ, Mad, Mel, Art	5-1.400	Am, An, Or.	MO
IRIDIACEAE	<i>Cipura gigas</i> Celis, Goldblatt & Betancur	Tradi G., 401					80-465	Or.	SNI
LACISTEMATACEAE	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	Tadri G., 283		LC			0-2.100	Am, An, Or, Pa.	BGI
LAMIACEAE	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Tadri G., 266				Med	0-2.300	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Hyptis conferta</i> Benth.	Córdoba M., 6316					0-700	Am, An, Or.	SI
	<i>Hyptis dilatata</i> Benth.	Córdoba M., 6585					100-850	Am, An, Or.	SI, SNI
	<i>Vitex capitata</i> Vahl	Córdoba M., 6622			LC	Mad	60-480	Ca, Or, Pa.	MO
	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Tadri G., 336	Guaratato		LC	A, Mad, Con, Orn, Ind	140-1.500	Am, An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Cassytha filiformis</i> L.	Córdoba M., 6937					0-1.500	Am, Ca, Or, Pa	SI, MO

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
LAMIACEAE	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Tadri G., 392	Laurel		LC	Mad	200-1.300	Am, An, Or.	BGI, BGNi
	<i>Eschweilera parviflora</i> (Aubl.) Miers	Córdoba M., 6896			LC		140	Or.	BGI
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera parvifolia</i> Mart. ex DC.	Rodriguez D., 140		LC	LC		85-200	Am, Or.	BGI
	<i>Eschweilera punctata</i> S.A. Mori	Tadri G., 87	Coco mono	LC	NT	A, Con, Art	200-230	Am.	BGI
	<i>Eschweilera tenuifolia</i> (O. Berg.) Miers	Córdoba M., 6636	Mulatico blanco	LC		A, Mad, Con	200-230	Am, Or.	BGI
	<i>Utricularia</i> sp. 1	Córdoba M., 6234							AR(Her)
	<i>Utricularia</i> cf. <i>tenuissima</i> Tutin	Córdoba M., 6341			LC		110-350	Am, Or.	AR(Her)
LENTIBULARIACEAE	<i>Utricularia foliosa</i> L.	Tadri G., 173		LC	LC		30-1.000	Am, Ca, Pa.	SI, AR(Her)
	<i>Utricularia</i> sp. 2	Córdoba M., 6344							AR(Her)
	<i>Utricularia subulata</i> L.	Tadri G., 419			LC		120-3.150	An, Ca, Or.	AR(Her)
LOGANIACEAE	<i>Strychnos guianensis</i> (Aubl.) Mart.	Córdoba M., 6432		LC			90-300	Am.	BGI
LORANTHACEAE	<i>Phthirusa stelis</i> (L.) Kuijt	Tadri G., 198	Pajarito				0-3.250	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Psittacanthus cucullaris</i> (Lam.) Blume	Tadri G., 116	Pajarito				100-2.989	Am, An, Or.	BGI
LYGODIACEAE	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	Tadri G., 331	Bejuco araña			Mag	0-2.750	An, Ca, Or, Pa.	AR(Arb)
LYTHRACEAE	<i>Cuphea philombria</i> Lourteig*	Tadri G., 184					480-1.900	Or.	SI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
MALPIGIACEAE	<i>Burdachia prismatocarpa</i> A. Juss.	Córdoba M., 6700			LC		80-350	Am, Or.	BGI
	<i>Byrsonima amoena</i> Cuatrec.	Tadri G., 228					100-810	Am, Or.	AR(Arb)
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Córdoba M., 6880	Chaparro manteco		LC	Med	0-2.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Byrsonima japarensis</i> A. Juss.	Tadri G., 327			LC		100-450	Am, Or.	BGI
	<i>Byrsonima nitidissima</i> Kunth	Córdoba M., 6356					90-120	Or.	AR(Arb)
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC	Tadri G., 314	Manteco orejón, oreja de burro		LC		100-1.700	Am, An, Ca, Or.	SI, SNI
	<i>Heteropterys macradena</i> (DC.) W. R. Anderson	Tadri G., 202					30 -1.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Stigmaphyllon adenodon</i> A. Juss.	Tadri G., 424					100-325	Am.	BGI, BGNi
	<i>Buttneria genistella</i> Triana & Planch.	Córdoba M., 6503					180-300	Or.	SI
	<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth	Tadri G., 409					10-1.050	An, Ca, Or.	SI
MALVACEAE	<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth	Córdoba M., 6686	Tuerce madre			Med	50-1.850	An, Ca, Or, Pa.	BGI, BGNi
	<i>Luehea cymulosa</i> Spruce ex Benth.	Tadri G., 340					0-320	Am, Pa.	BGI
	<i>Melochia arenosa</i> Benth.	Córdoba M., 6375					100-200	Or.	SI
	<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	Tadri G., 386	Escobo	LC			5-512	Ca, Or.	SNI
MALVACEAE	<i>Pseudobombax croizatii</i> A. Robyns	Tadri G., 332	Ceiba enana				50-300	Or.	AR(b)

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
MALVACEAE	<i>Sida tinjifolia</i> Juss. ex Cav.	Córdoba M., 7017	Escobo macho				300-1.700	An, Ca, Or.	SNI
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Tadri G., 367	Escobo	LC		For	0-1.800	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Sida serrata</i> Willd. ex Spreng.	Córdoba M., 6479					100-150	Or.	SNI
	<i>Calathea panamensis</i> Standl.	Córdoba M., 7010					23-500	Or, Pa.	BGI
MARANTACEAE	<i>Calathea propinqua</i> (Poepp. & Endl.) Korn	Córdoba M., 6702	Bijao				40-1.410	Am, An, Or, Pa.	AR(b)
	<i>Monotagma lazum</i> (Poepp. & Endl.) Schum.	Córdoba M., 6814	Lenguaperro	LC		Art	100-900	Am, An, Or, Pa.	BGI
	<i>Acanthella sprucei</i> Hook f.	Córdoba M., 6286				Mel	90-640	Or.	AR(Arb)
MELASTOMATACEAE	<i>Acisanthera crassipes</i> (Naudin) Wurdack	Córdoba M., 6590					180-200	Ca.	SI
	<i>Clidemia novemnervia</i> (DC.) Triana	Tadri G., 147					100-700	Am, Or, Pa.	MO
	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	Tadri G., 225	Mortiño		LC		40-2.400	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, SNI
	<i>Clidemia strigilosa</i> (Sw.) DC.	Córdoba M., 6989					30-1.700	Am, An, Or, Pa.	AR(Arb)
	<i>Comolia</i> sp.	Córdoba M., 7021							SI
<i>Desmoscelis villosa</i> Naudin	Tadri G., 287	Peluda					65-2.250	Am, An, Or.	SI
<i>Ernestia cordifolia</i> Berg ex Triana	Tadri G., 301						100	Or.	AR(Arb)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
MELASTOMATACEAE	<i>Henriettea martiusii</i> (DC.) Naudin	Tadri G., 294					90-100	Or.	BGI
	<i>Henriettea ovata</i> Cogn.	Tadri G., 322					100-700	Or.	MO
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Tadri G., 354			LC	Mel, Pro	25-2.500	An, Ca, Or.	SNI
	<i>Miconia aplostachya</i> (Bompl.) DC.	Tadri G., 160	Tunito			Mel	80-500	Am, Or.	MO
	<i>Mauriti guianensis</i> Aubl.	Córdoba M., 6430	Comiture		LC	A, Orn	100-300	Or.	BGI
	<i>Pterogastra tinariata</i> (Bonpl.) Naudin	Tadri G., 137	Clavito de barrialitos			Mel	60-2.200	An, Or.	SI
	<i>Pterogastra minor</i> Naudin	Tadri G., 191					150-2.100	An, Or.	SI
	<i>Rhynchanthera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	Tadri G., 274				Mel	70-700	An, Ca, Or.	SI, AR(Arb)
	<i>Tibouchina spruceana</i> Cogn.	Tadri G., 176				Mel	90-200	Or.	SI
	<i>Tococa coronata</i> Benth.	Córdoba M., 6526				Mel	100-230	Am.	MO
MELIACEAE	<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	Córdoba M., 6515	Tuno vejigoso		LC	Mel	0-1.600	Am, An, Or, Pa.	SI, MO, BGINI
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Rodriguez D., 176	Trompillo				2-2.500	Am, An, Pa.	BGI
	<i>Trichilia schomburgkii</i> C. DC.	Rodriguez D., 184	Cedrillo		LC		500-1.300	Am, Or, Pa.	BGINI
MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Córdoba M., 6275	Oreja de burro	LC			0-2.800	Am, An, Ca, Pa.	BGI, BGINI
MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Córdoba M., 6812	Chichirimico		LC	A, Mad, Orn, Art	90-1.600	Am, An, Or, Pa.	BGI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
MORACEAE	<i>Ficus americana</i> Aubl.	Tadri G., 355			LC		0-3.000	Am, Am, Or, Pa.	BGNI
	<i>Ficus</i> sp.	Córdoba M., 6305							BGNI
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Rodriguez D., 154			LC	A	20-1.200	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	Córdoba M., 7124	Mora	LC	LC	A, Mad, Pro	0-1.500	Am, An, Ca.	BGI
	<i>Maquira corticea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	Tadri G., 141	Cuero de sapo			A, Pro	110-300	Am, Or.	MO, BGI
MYRISTICACEAE	<i>Sorocea muriculata</i> Miq.	Rodriguez D., 173	Leche de chivo		LC		100-1.000	Am, An, Or.	BGI
	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Rodriguez D., 165	Mamita				5-430	Am, Or, Pa.	BGI
	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Tadri G., 414	Cuajo		EN	Mad	20-400	Am, Pa.	MO, BGI
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> DC.	Diazgranados M., 3526	Arrayán		LC	A	110-1.450	Am.	BGI
	<i>Myrcia subsessilis</i> O. Berg.	Córdoba M., 6796	Arrayán		LC	A, Orn, Tin	100-2.300	Am, An, Or.	BGI, AR(b)
MYRTACEAE	<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Tadri G., 396				A	100-850	Am, Or.	BGI
	<i>Psidium densicomum</i> DC.	Córdoba M., 6692	Guayabilla			A	100	Am, Or.	BGI
NYCTAGINACEAE	<i>Guajira</i> sp.	Córdoba M., 7138							BGI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
OCHNACEAE	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	Rodríguez D., 143	Lengua de piapoco, machopulla				100-800	Am, Or.	BGNI
	<i>Ouratea polyantha</i> (Triana & Planch.) Engl.	Tadri G., 349	Coralito		LC		90-250	Or.	AR(b)
	<i>Quiina longifolia</i> Spruce ex Planch. & Triana	Córdoba M., 6511			LC		75-120	Or.	BGI
	<i>Sauvagesia erecta</i> L.	Córdoba M., 6544		LC			0-2.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Córdoba M., 6730	Palo de agua		LC		5-700	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, AR(Her)
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H. Hara	Tadri G., 318	Clavito de agua		LC		10-700	Am, Or, Pa.	SI, MO
	<i>Ludwigia</i> sp. 1	Córdoba M., 7149							SI
ORCHIDACEAE	<i>Catasetum X tapiriceps</i> Rchb. f. ^e	Tadri G., 250					50-150	Am, Or.	BGI
	<i>Cattleya violacea</i> (Kunth) Rolfe ^e	Diazgranados M., 3355		LC			200-646	Am, Or.	BGNI
	<i>Cyrtopodium paniculatum</i> (Ruiz & Pav.) Garay ^e	Diazgranados M., 3348					90-1.800	Am, An, Ca.	MO
	<i>Dimerandra emarginata</i> (G. Mey.) Hoehne ^e	Tadri G., 232					10-620	Or, Pa.	AR(Her)
	<i>Encyclia leucantha</i> Schltr. ^e	Tadri G., 84				Mel	50-100	Am, Or.	AR(Her)
	<i>Epidendrum macrocarpum</i> Rich. ^e	Tadri G., 444				Mel	100-1.000	Am, An, Or, Pa.	AR(Her)
	<i>Notylia carnosiflora</i> C. Schweinf. ^{***e}	Diazgranados M., 3301				Mel	80	Or.	BGI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
ORCHIDACEAE	<i>Polystachya foliosa</i> (Hook.) Rehb. f. e	Tadri G., 231				Mel		Or.	BGI
	<i>Prosthechea aemula</i> (Lindl.) W.E. Higgins e	Díazgranados M., 3386				Mel	150-1.080	Am, Or.	BGI, BGNi
	<i>Prosthechea fragrans</i> (Sw.) W. E. Higgins e	Tadri G., s.n.				Mel	11-620	Or, Pa.	BGI
OROBANCHACEAE	<i>Buchnera cf. palustris</i> (Aubl.) Spreng.	Córdoba M., 6980					40-150	Ca, Or.	SI
	<i>Buchnera rosea</i> Kunth	Córdoba M., 6609					80-2.400	An, Or.	SI
	<i>Passiflora auriculata</i> Kunth	Córdoba M., 6797	Parchias	LC		A, Mel	0-1.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora foetida</i> L.	Córdoba M., 6274	Bejuco canastilla	LC		A, Mel	0-1.500	An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Passiflora misera</i> Kunth	Córdoba M., 6308		LC		Mel	0-500	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Passiflora sclerophylla</i> Harms ****	Tadri G., 126				Mel	80	Or.	BGI
PHYLLANTHACEAE	<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.	Córdoba M., 6704		LC			0-1.300	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Phyllanthus carolinensis</i> Walter	Tadri G., 265		LC			0-300	Am, Ca, Or, Pa	BGI
	<i>Phyllanthus elsiac</i> Urb.	Tadri G., 449			LC		10	Ca.	BGI
PICRODENDRACEAE	<i>Piraneha trifoliata</i> Baill.	Córdoba M., 6427	Caramacate negro				100	Or.	BGI, AR(b)
PIPERACEAE	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Córdoba M., 7026	Cordoncillo	LC		Pro	0-1.700	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
PIPERACEAE	<i>Piper marginatum</i> Jacq.	Córdoba M., 7076	Cordoncillo	LC		Pro	0-2.350	Am, An, Ca, Or, Pa.	MO
	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Córdoba M., 6600	Paraguay	LC		Med	0-1.600	Am, An, Or, Pa.	SI
POACEAE	<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Córdoba M. et al., 6605	Paja dorada				0-2.500	Am, An, Ca, Or.	SI, SNI
	<i>Axonopus chrysolepharis</i> (Lag.) Chase	Córdoba M. et al., 7001	Grana de sabana				0-1.500	Am, An, Ca, Or.	SNI
	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl.	Tadri G., 408	Guadua			Con	100-1.500	Am, An, Ca, Or.	BGI
	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Diazgranados M., 3394	Limoncillo			Med	0-3.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Eragrostis acutiflora</i> (Kunth) Nees	Córdoba M. et al., 6578					0-2.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Eragrostis maypurensis</i> (Kunth) Steud.	Córdoba M. et al., 6588					0-1.500	Am, An, Or, Pa.	SNI
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Córdoba M. et al., 7148	Yaragüí			For	0-2.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Mesosetum loliforme</i> (Hochst. ex Steud.) Chase	Tadri G., 371					0-500	Or.	SNI
	<i>Olyra latifolia</i> L.	Córdoba M. et al., 7069	Carrizo, jibabo			Pro	0-1.300	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Otachyrium versicolor</i> (Doll) Henrard	Córdoba M. et al., 6482	Pasto blanco				0-500	Or.	SI
<i>Paspalum pectinatum</i> Nees ex Trin.	Tadri G., 286					0-1.000	Am, An, Or.	SI	

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
POACEAE	<i>Paspalum repens</i> P.J. Bergius	Tadri G., 398	Gramalote		LC		0-1.500	Am, An, Ca, Or, Pa.	AR(Her)
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelén	Córdoba M. et al., 6579	Limpiafrasco		LC		0-3.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) Kuntze	Tadri G., 208	Zaeta				0-1.500	Am, An, Ca, Or.	SNI
	<i>Bredemeyera lucida</i> (Benth) Hask.	Córdoba M., 6821					80-300	Am, Ca, Or, Pa.	BGNI
	<i>Diclidanthera bolitarenensis</i> Pittier	Córdoba M., 6417					200	Or.	BGI
	<i>Polygala adenophora</i> DC.	Tadri G., 370	Mentol				90	Or.	SI
POLYGALACEAE	<i>Polygala celosioides</i> A.W.Benn.	Tadri G., 403	Mentol				291	Am, Or.	SI
	<i>Polygala galioides</i> Poir.	Tadri G., 381	Mentol				450-540	Or, Pa.	SI
	<i>Polygala paniculata</i> L.	Córdoba M., 6992	Mentol				0-3.380	An, Ca, Or, Pa.	SI
	<i>Polygala savannarum</i> Chodat	Tadri G., 187	Mentol				90-291	Am.	SI
	<i>Securidaca pendula</i> Bompl.	Tadri G., 448					100-250	Or.	BGI, AR(b)
	<i>Coccoloba cf. ovata</i> Benth.	Córdoba M., 6648	Arizo		LC		0-200	Am, Or.	MO, BGI
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba dugandiana</i> Fern. Alonso	Tadri G., 190	Uvero macho				100-150	Or.	BGI
	<i>Triplaris americana</i> L.	Tadri G., 333	Vara santa		LC	Leñ, Con	0-2.000	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Tadri G., 338	Buchón			Orn	5-2.600	Am, An, Ca, Pa.	AR(Her)

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
PONTEDERIACEAE	<i>Eichhornia heterosperma</i> Alexander	Tadri G., 443					350-500	Or.	AR(Her)
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Córdoba M., 6587	Verdolaga		LC	Med	0-2.550	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
	<i>Portulaca pygmaea</i> Steyerl.	Córdoba M., 6261					80	Or.	AR(Her)
PORTULACACEAE	<i>Portulaca scutifolia</i> N. E. Brown	Córdoba M., 6268			EN		75-120	Or.	SNI
	<i>Borreria pygmaea</i> var. <i>pygmaea</i> ****	Córdoba M., 6295					80	Or.	AR(Her)
	<i>Borreria</i> sp.	Córdoba M., 6476							SI, SNI
RUBIACEAE	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	Rodriguez D., 174			LC	Pro	40-1.450	Am, An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Duroia micrantha</i> (Ladbr.) Zarucchi & J.H. Kirkbr.	Tadri G., 161	Caruto		LC	A, Leñ	90-400	Am, Or.	BGI
	<i>Gentipa americana</i> var. <i>caruto</i> (Kunth) K. Schum.	Tadri G., 100	Caruto	LC		A, Med, Mad, Art, Tin	0-1.850	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGI
	<i>Isertia rosea</i> Spruce ex K. Schum.	Tadri G., 288			LC		80-450	Am, Or.	BGI
	<i>Izora acuminatissima</i> Müll.Arg.	Córdoba M., 6675					80-160	Am, Or.	AR(b)
	<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	Tadri G., 363		LC			5-400	Am, Ca, Or, Pa	MO
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Tadri G., 279	Chaparrillo				100-3.550	Am, An, Or.	SI	
<i>Posoqueria panamensis</i> (Walp & Duchass) Walp.	Tadri G., 125					0-600	Am, Pa.	BGI	

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
RUBIACEAE	<i>Psychotria poeppigiana</i> Müll. Arg.	Tadri G., 165		LC		Orn	0-2.500	Am, An, Or, Pa.	BGNI
	<i>Ranita venezuelensis</i> Steyerem.	Tadri G., 337					90	Am, Ca.	AR(Arb), AR(b)
	<i>Sabicea villosa</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Tadri G., 185	Manzanillo				0-2.800	Am, An, Ca, Pa.	BGI, BGNI
	<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerem.	Tadri G., 230			LC	Tin	120-775	Am, An, Ca, Or.	BGI, AR(b)
	<i>Simira</i> sp.	Córdoba M., 6699							BGI
	<i>Sipanea pratensis</i> Aubl.	Córdoba M., 6598					100-300	Or.	SI
	<i>Sipanea verris</i> S. Moore	Tadri G., 189					100-150	Or.	SI
	<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	Tadri G., 163			LC		25-2.840	Am, An, Ca, Or, Pa.	SI, SNI
	<i>Tocoyena brevifolia</i> Steyerem. ***	Tadri G., 216					85-100	Or.	AR(Arb)
	<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Córdoba M., 6620				LC	100-900	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGNI
SALICACEAE	<i>Homalium guianense</i> (Aubl.) Oken	Tadri G., 108	Carrapo			Art, Her	5-270	Am, Pa.	BGI
	<i>Phoradendron inaequidistantum</i> Rusby	Tadri G., 177					120-2.200	Am, An.	MO, BGI
SANTALACEAE	<i>Phoradendron obtusissimum</i> (Miq.) Eichler	Córdoba M., 6463					250-2000	Am, An.	AR(b)
	<i>Phoradendron planiphyllum</i> Kuijt	Tadri G., 196					280-2.060	Am, An.	BGI
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Tadri G., 156				Leñ	100-1.000	Am, An, Or, Pa.	SNI

Capítulo 3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
SANTALACEAE	<i>Matayba macrostylis</i> Radlk.	Rodriguez D., 144	Uvatero			Leñ	100-115	Am, Or, Pa.	BGNI
SAPINDACEAE	<i>Serjania</i> sp.	Córdoba M., 6750							BGI
SAPOTACEAE	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Tadri G., 295				A	15-240	Am, Pa.	BGI
	<i>Micropholis egensis</i> (A.DC.) Pierre	Córdoba M., 7136					100-900	Am, Pa.	BGI
	<i>Pouteria cuspidata</i> subsp. <i>dura</i>	Rodriguez D., 153					0-550	Am, Pa.	BGI
	<i>Pouteria elegans</i> (A. DC.) Baehni	Tadri G., 117		LC			80-700	Am, Or.	BGI
SIMARUBACEAE	<i>Simaba gitanensis</i> Aubl.	Córdoba M., 6643			LC	A, Con	200-220	Am.	BGI
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna gitanensis</i> Aubl.	Córdoba M., 7062	Laurel negro, romadizo		LC	A, Med	0-1.450	Am, An, Ca, Or, Pa.	BGNI
SMILACACEAE	<i>Smilax magdauensis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Tadri G., 140				Med	90-810	Am, Ca, Or.	MO, BGNI
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> cf. <i>monachophyllum</i> Dunal	Córdoba M., 6380	Aruña gato, tupirito				50-400	Ca, Or.	BGI
	<i>Solanum</i> sp.	Córdoba M., 6904							BGI
STRELTITZACEAE	<i>Phenakospermum guyanense</i> (Rich.) Endl.	Tadri G., 410	Tarriago			A, Med, Con	65-150	Am, Or.	MO, BGI, BGNI
THURNIACEAE	<i>Piriqueta</i> sp.	Córdoba M., 7098				Mag			SNI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Taxón	Colección de referencia	Nombres comunes	Categoría amenaza a nivel de país	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Valor de uso/o importancia	Altitud (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
TURNIACEAE	<i>Turnera</i> sp.	Córdoba M., 6877				Mag			SNI
	<i>Cecropia engleriana</i> Snehl.	Tadri G., 110	Yarumo		LC	A, Leñ, Med, Con, Pro, Art	100-1.000	Am, An.	BGNI
	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snehl.	Córdoba M., 6774	Yarumo		LC		100-1.000	Am, An, Or.	AR(b)
	<i>Cecropia latiloba</i> Miq.	Tadri G., 393	Yarumo				100-500	Am.	BGI
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i> L.	Córdoba M., 6966	Yarumo	LC	LC	Med	0-1.800	An, Ca, Pa.	BGI
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	observado	Pringamosca	LC	LC	Med	15-3.000	Am, An, Or, Pa.	BGI
	<i>Lantana camara</i> L.	Córdoba M., 6320	Venturosa	LC		Med	0-2.800	Am, An, Ca, Or, Pa.	SNI
VITACEAE	<i>Cissus erosa</i> Rich.	Córdoba M., 6297		LC		A	5-1.850	Am, An, Ca, Pa.	MO, BGNI, AR(b)
	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Córdoba M., 6385		LC			0-2.100	Am, An, Ca, Pa.	MO, BGI
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea ingens</i> Warm.	Rodriguez D., 171					150	Am.	BGNI
	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Tadri G., 51	Saladillo		LC	Mad	0-800	Am, An, Pa.	BGI, BGNI
	<i>Vochysia obscura</i> Warm.	Córdoba M., 6381			LC	Mad	180-850	Am, Or.	SNI
XYRIDACEAE	<i>Xyris macrocephala</i> Vahl	Tadri G., 138					40-2.200	An, Or, Pa.	SI
	<i>Xyris sasanensis</i> Miq.	Córdoba M., 6350					240-275	Am, Or.	SI



Camarón, *Macrobrachium dierythrum*. Foto: Jorge E. García-Melo.

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), RÍO ORINOCO Y PLANICIE INUNDABLE, VICHADA, COLOMBIA

Carlos A. Lasso, Monica A. Morales-Betancourt, Susana Bernal-Sierra, Ada Acevedo-Alonso, Cristian Granados-Martínez, Edwin López-Delgado, Ángela Aristizábal-Botero, Maribel Arias-Mañosca, Marta R. Campos, Beyker Castañeda y Brayan Marín

Resumen. Se realizó un inventario de los taxones de macroinvertebrados acuáticos-MIA y su distribución en los macrohábitats o humedales del río Orinoco, la planicie inundable y los afloramientos rocosos de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia. Fueron identificadas 184 especies/morfoespecies agrupadas en 12 clases, 25 órdenes y 66 familias que incluyen clitelatos, hirudíneos, colémbolos, insectos acuáticos, arácnidos, branquiópodos, maxilípedos, ostrácodos, crustáceos, moluscos y esponjas. Los órdenes más diversos fueron Coleoptera (63 sp.), Odonata (25 sp.), Hemiptera (18 sp.), Diptera (16 sp.) y Decapoda (11 sp.). Las cinco familias más ricas fueron Dysticidae (28 sp.), Libellulidae (17 sp.), Hydrophilidae (15 sp.), Chironomidae (10 sp.) y Palaemonidae (8 sp.). Los macrohábitats con el mayor número de especies correspondieron a la laguna y los charcos temporales de los afloramientos rocosos, seguidos de ríos (caños) de aguas claras y el bosque inundable. Se observó un menor número de especies en el sistema río Orinoco-cauce principal (45 sp.), en relación al sistema planicie inundable (117 sp.) y los afloramientos rocosos (102 sp.), con una alta variabilidad dependiendo del macrohábitat, disimilitud y reemplazo de especies/morfoespecies.

Palabras clave. Crustáceos, esponjas, insectos acuáticos, moluscos, zonación lateral.

Abstract. An inventory of the aquatic macroinvertebrate taxa (MIA) and their distribution in the macrohabitats or wetlands of the Orinoco River, the floodplain and the rocky outcrops of the Bojonawi Natural Reserve, Vichada, Colombia was carried out. 184 species/morphospecies were identified, grouped into 12 classes, 25 orders and 66 families that include clitellate worms, leeches, springtails (Collembola), aquatic

Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, S. Bernal-Sierra, A. Acevedo-Alonso, C. Granados-Martínez, E. López-Delgado, Á. Aristizábal-Botero, M. Arias-Mañosca, M. R. Campos, B. Castañeda y B. Marín. 2020. Macroinvertebrados acuáticos de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 129-167. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII04

insects, arachnids, branchiopods, maxillipeds, ostracods, crustaceans, mollusks and sponges. The most diverse orders were Coleoptera (63 sp.), Odonata (25 sp.), Hemiptera (18 sp.), Diptera (16 sp.) and Decapoda (11 sp.). The five richest families were Dysticidae (28 sp.), Libellulidae (17 sp.), Hydrophilidae (15 sp.), Chironomidae (10 sp.) and Palaemonidae (8 sp.). The macro-habitats with the highest number of species corresponded to the lagoon and the temporary pools of the rocky outcrops, followed by rivers (caños) with clear waters and the flooded forest. Fewer species were found in the Orinoco River main channel (45 sp.), compared to the floodplain (117 sp.) and rocky outcrops (102 species), with a high variability depending on the macrohabitat, dissimilarity and species/morphospecies replacement.

Keywords. Aquatic insects, crustaceans, lateral zonation, mollusks, sponges.

INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos-MIA son sin duda alguna, unos de los representantes más importantes de la biodiversidad acuática en ríos y planicies inundables tropicales con estacionalidad marcada. A pesar de su pequeño tamaño —por lo general entre 3 y 5 mm— se pueden observar a simple vista y revisten una gran importancia ecológica por su riqueza y papel en la dinámica trófica de estos ecosistemas. Incluyen grupos muy diversos asociados al fondo (bentos) y a las aguas medias e incluso superficiales, de manera temporal o permanente (neustón). Dentro del bentos están los oligoquetos, hirudíneos, insectos, crustáceos y moluscos, principalmente, y en este capítulo se ha incluido a un grupo desconocido y poco estudiado como son las esponjas de agua dulce.

Entre los estudios más completos, que han recogido información sobre los insectos acuáticos en Colombia y en particular de la región de la Orinoquia, destacan los de Camacho-Reyes y Camacho-Rozo (2010), Lozano *et al.* (2015), Granados-Martínez y Montoya (2017) y Granados-Martínez *et al.* (2018), dada su similitud y/o cercanía con la Reserva Natural Bojonawi-RNB. De interés particular son los estudios realizados por Aristazabal-Botero *et al.* (2020) con los insectos asociados a charcos o pozas temporales de los inselberg (afloramientos o formaciones rocosas de Bojonawi) y Bernal-Sierra (2019), acerca de toda la biodiversidad acuática de la RNB, incluyendo los insectos y otros grupos de MIA.

Lo crustáceos decápodos de agua dulce destacan no solo en Colombia sino a nivel mundial, por el alto nivel de endemismo (Cumberlidge *et al.* 2014), la importancia ecológica como bioindicadores, médica, económica, alimenticia (Campos 2014 y Campos y Lasso 2015) y médica (Vélez y Velásquez 2002, Uruburu *et al.* 2008), aunque han recibido poca atención a nivel ecológico (Hudson *et al.* 2016). La Orinoquia es una de las regiones de Colombia con mayor nivel de información sobre crustáceos de agua dulce gracias a los diferentes esfuerzos realizados en los últimos años (Pereira *et al.* 2009, Campos 2014, Acevedo y Lasso, 2017, Acevedo *et al.* 2017 y Acevedo y Campos, 2019, 2020). En el caso particular de los argúlidos está el trabajo de Lasso *et al.* (2018) sobre ectoparásitos en peces.

Los moluscos continentales de Colombia fueron listados y estudiados por Linares *et al.* (2018) e incluyeron en su trabajo numerosas muestras de la RNB. Las esponjas por el contrario han recibido muy poca atención en el país aunque son un grupo indicador de los límites funcionales en humedales (Longo y Lasso 2014) y se conocen algunos aspectos acerca de su distribución, asociación con el hábitat y abundancia en ríos-planicies inundables de la Orinoquia (Lasso *et al.* 2017).

Todos los grupos mencionados se incluyeron dentro de esta gran comunidad o ensamblaje biótico de los sistemas estudiados y el objetivo de este trabajo fue inventariar todos los taxones posibles y su

distribución en los macrohábitats o humedales del río Orinoco y la planicie inundable, representados en la RNB, como un ejemplo de lo que podría significar dicha biota en este tipo de sistemas del río Orinoco.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

Se muestrearon diez estaciones de manera aleatoria y con diferentes esfuerzos de muestreo a lo largo de seis años. En un principio el esfuerzo se enfocó en los grupos de mayor tamaño como esponjas, moluscos y crustáceos (2013: enero, febrero, diciembre; 2014: febrero, mayo; 2015: enero) y en 2018 se incorporaron los organismos de MIA de menor tamaño, en su mayoría insectos acuáticos (2018: enero, abril; 2019: febrero). Así mismo, los muestreos se realizaron de

tal manera que incluyeran los diferentes tipos de macrohábitats o humedales en la Reserva (Capítulo 1, Figura 1): a) río Orinoco-zona pelágica: cauce principal (aguas medias y superficiales, fondo cauce); río Orinoco-zona litoral (playas); b) planicie inundable (laguna, bosque inundable, caños, morichales, charcos en zonas bajas) y c) charcos en los afloramientos rocosos. Se muestrearon también los microhábitats como hojarasca, piedras, troncos, arena-playas, esponjas e incluso se examinó el cuerpo de peces que pudieran estar parasitados. La colecta de MIA se realizó en general mediante recolecciones diurnas y/o nocturnas con diferentes tipos de redes de mano y playa (entrenado 1 mm), aplicando la técnica de multihábitats y microhábitats (Sermeño-Chicas *et al.* 2010), con la ayuda de una red Surber con una abertura de 250 μm ;

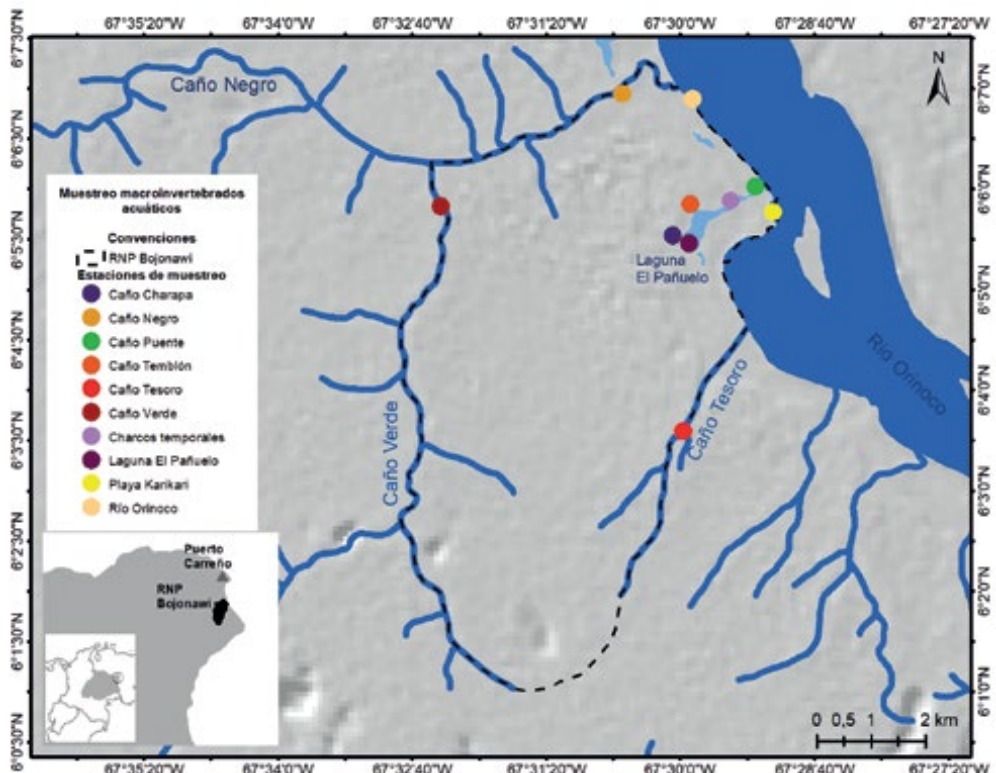


Figura 1. Estaciones de muestreo de macroinvertebrados acuáticos en la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

también se hicieron colectas manuales. Para el caso particular de los MIA de los charcos temporales en los afloramientos rocosos, se realizó un esfuerzo mayor mediante el uso de redes mano (1 mm abertura), que incluyó un muestreo en 20 charcos de los cerros Karikari y Morrocoy (Aristizábal-Botero *et al.* 2020). Tanto las esponjas de profundidad del cauce principal del río Orinoco como la biota asociada, fueron recolectadas manualmente en las orillas mediante inmersiones a distintas profundidades en zonas de remansos, márgenes y partes con rápidos y/o raudales, con diferentes tipos de sustrato. También fueron removidas del sustrato y/o se recogieron las lajas o rocas donde se encontraban las esponjas incrustadas y otros organismos asociados. En el bosque inundable del río Orinoco, caños y laguna, se recogieron manualmente de los árboles, plántulas varias, palmas y arbustos, a diferentes alturas y sustratos; también las rocas de la Laguna El Pañuelo. En esta última se estableció una parcela de 100 m² durante dos estaciones en la época seca (febrero 2017, abril 2018) en caño El Puente (6°5'33,4" N / 67°30'3,2" W). La distancia al cuerpo o espejo de agua de la laguna fue 4,15 y 4 m, respectivamente.

Trabajo de laboratorio

Los ejemplares fueron identificados mediante el uso de claves, comparación y bibliografía especializada para insectos acuáticos, crustáceos, moluscos y esponjas, así como trabajos precedentes (Volkmer-Ribeiro y Pauls 2000, Domínguez y Fernández 2009, Acevedo y Lasso 2017, Acevedo *et al.* 2017, Bernal-Sierra 2019, Granados-Martínez y Montoya 2017, Linares *et al.* 2018, Granados-Martínez *et al.* 2018), fundamentalmente. Se depositaron colecciones de referencia de insectos acuáticos (Universidad de La Guajira—UG—Ríoachaca; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia—UPTC); crustáceos y moluscos (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales—ICN— e Instituto Alexander von Humboldt-IAvH) y las especies de esponjas

en la Colección de Esponjas de agua dulce del IAvH, una colección en seco y otra húmeda (etanol 70%).

Análisis de información

Con el fin de determinar la composición, riqueza y similitud/disimilitud de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se calculó la diversidad alfa y beta en los diferentes macrohábitats-MH. Para evaluar la diversidad alfa, se utilizó la riqueza específica como el número de taxones presentes en cada una de los MH evaluados. La diversidad beta, definida como la variación espacial en la composición de especies de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, fue calculada utilizando el coeficiente de disimilitud de Jaccard, según la metodología propuesta por Legendre (2014). Esta, además de calcular la diversidad beta, permite identificar que parte de esta se atribuye al recambio de especies y al anidamiento de las mismas, procesos ecológicos importantes en el ensamblaje de las comunidades. Los análisis de partición de la diversidad beta fueron realizados utilizando la función *beta.div.comp* de la librería *Adespatial* del programa R versión 3.4.1. (R core Team 2020).

Con el fin de identificar los macrohábitats que más contribuyeron a incrementar la diversidad beta, se calculó el índice de contribución local a la diversidad beta (LCBD), propuesto por (Legendre y De Cáceres 2013), el cual permite identificar sitios muy conservados, con combinaciones de especies particulares o sitios con muy pocas especies, los cuales pueden ser candidatos por ejemplo para restauración ecológica. Este índice fue calculado utilizando la función *LCBD.comp* de la librería *Adespatial* del programa estadístico R versión 3.4.1. Para determinar el grado de similitud de la composición de especies entre los macrohábitats evaluados, se implementó un análisis de agrupamiento y un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), utilizando como base el coeficien-

te de disimilitud de Jaccard. El análisis de agrupamiento fue calculado utilizando la función *hclust* de la librería *Stats* y el NMDS utilizando la función *metaMDS* de la librería *Vegan*. Ambos análisis fueron desarrollados en el programa estadístico R versión 3.4.1. (R core Team 2020).

Para determinar si existían diferencias significativas en la abundancia de las esponjas en cada uno de los cuadrantes evaluados, altura desde el suelo y tipo de sustrato, se realizó un análisis de varianza no paramétrico de una vía de Kruskal-Wallis. Este análisis se realizó debido a que los datos no cumplieron con los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianza, los cuales fueron evaluados con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianza de Barlett. Adicionalmente, se realizó una prueba de rangos con signo de Wilcoxon, con el fin de identificar entre cuales tipos de sustrato e intervalos altura (segmentos), se observaron diferencias significativas. Estos análisis fueron realizados con el

programa estadístico R versión 3.4.1 y la librería *Stats* (R core Team 2020), al igual que en el trabajo previo realizado en la cuenca del río Bitá, área adyacente a la Reserva Bojonawi (Lasso et al. 2017).

RESULTADOS

Composición, riqueza y similitud/disimilitud en los macrohábitats

Se identificaron de manera preliminar 184 especies/morfoespecies agrupadas en 12 clases, 25 órdenes y 66 familias (Figura 2, Anexo 1).

El orden más diverso fue Coleoptera (escarabajos y cucarrones) con 63 especies, seguido de Odonata (libélulas) (25 sp.), Hemiptera (chinchas) (18 sp.), Diptera (mosquitos) (16 sp.) y Decapoda (camarones) (11 sp.); le siguen 19 órdenes con nueve especies o menos (Figura 3).

Las cuatro familias más ricas fueron Dysticidae (escarabajos subacuáticos) (28 sp.), seguido de Libellulidae (libélulas) (17 sp.), Hydrophilidae (escarabajos sub y semiacuá-

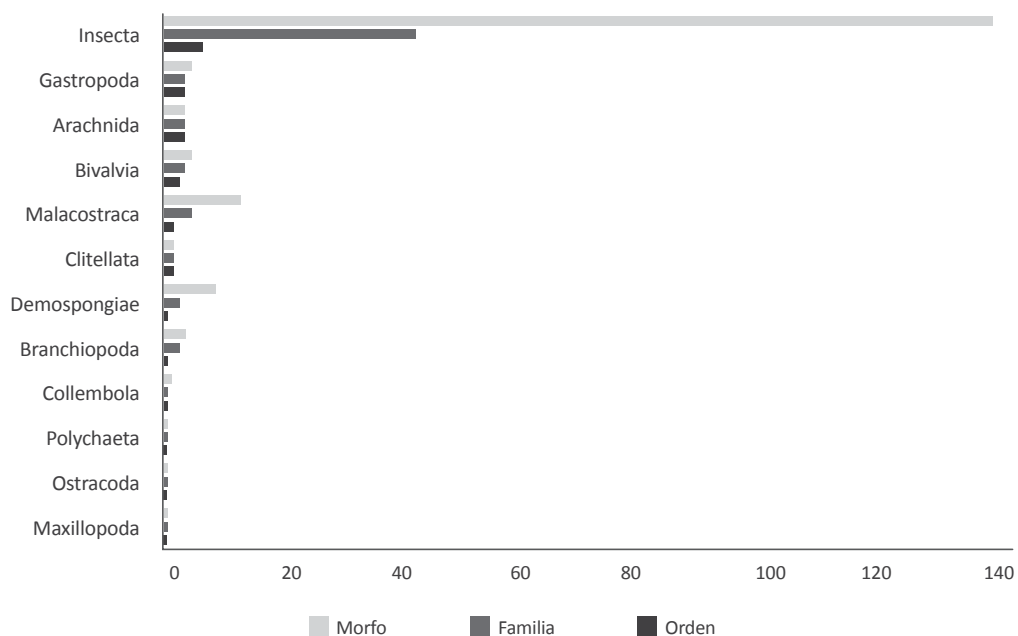


Figura 2. Riqueza de morfoespecies / especies de macroinvertebrados acuáticos por clase, orden y familia.

Capítulo 4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

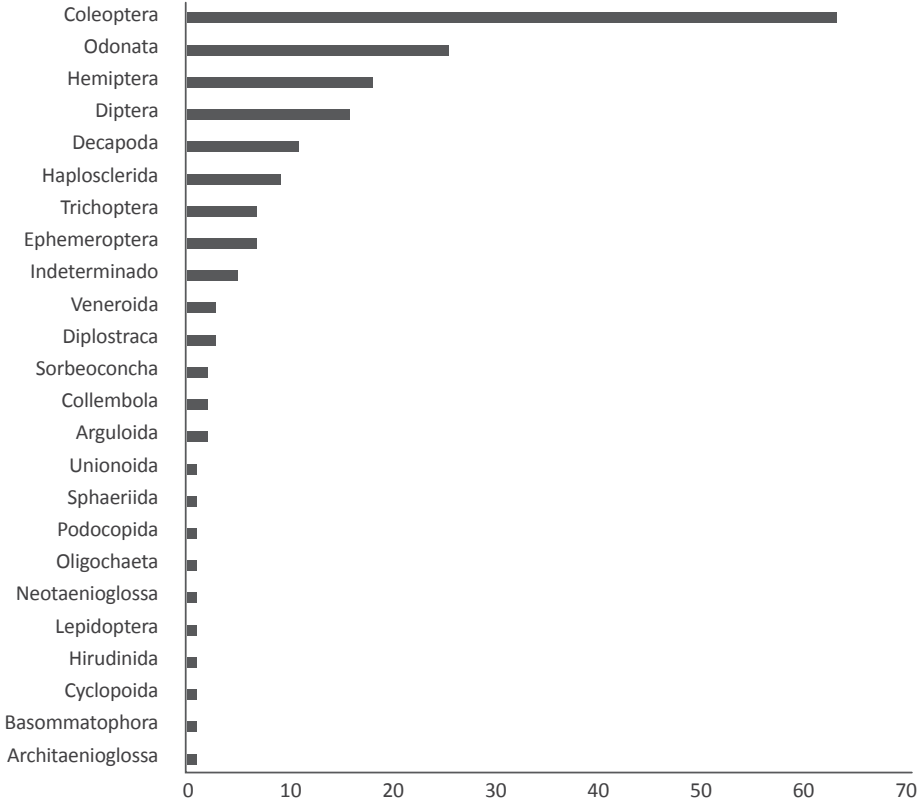


Figura 3. Riqueza de morfoespecies / especies de macroinvertebrados acuáticos por orden.

ticos (15 sp.), Chironomidae (larvas dípteros) (10 sp.) y Palaemonidae (camarones) (8 sp.); le siguen 59 familias con cinco especies o menos (Figura 4).

Otros grupos minoritarios fueron los clitelatos, hirudíneos y colémbolos con apenas diez especies/morfoespecies en total (Anexo 1).

A nivel de macrohábitats o tipo de humedal, los más ricos fueron la Laguna (incluye brazos o caños) y charcos sobre rocas (lajas graníticas o inselbergs), seguidos de ríos (caños) de aguas claras y bosque inundable (Figura 5). En esta se muestra el análisis de riqueza específica (184 taxones en total), para cada uno de los sistemas y macrohábitats. De manera general se observa que a pesar de que el muestreo no fue estandarizado, hay un menor número de especies en el

sistema río Orinoco-cauce principal (38 sp.), en relación al sistema planicie inundable (117 sp.) y los afloramientos rocosos (102 sp.), con una alta variabilidad dependiendo del macrohábitat (Tabla 1).

El macrohábitat laguna (incluye caños o brazos), fue el más rico en cuanto a especies/morfoespecies. En este sistema se encontraron representados el 62% de la fauna de macroinvertebrados de Bojonawi, seguido por los charcos sobre afloramientos rocosos (lajas graníticas o inselbergs), con un 55,4%. Los de menor representación fueron las playas y el cauce principal (aguas superficiales/medias), con el 6 y 4,9% respectivamente.

El análisis de diversidad beta (coeficiente de disimilitud de Jaccard), mostró una disimilitud del 42%, es decir, los macrohábitats compartieron un 58% del total de

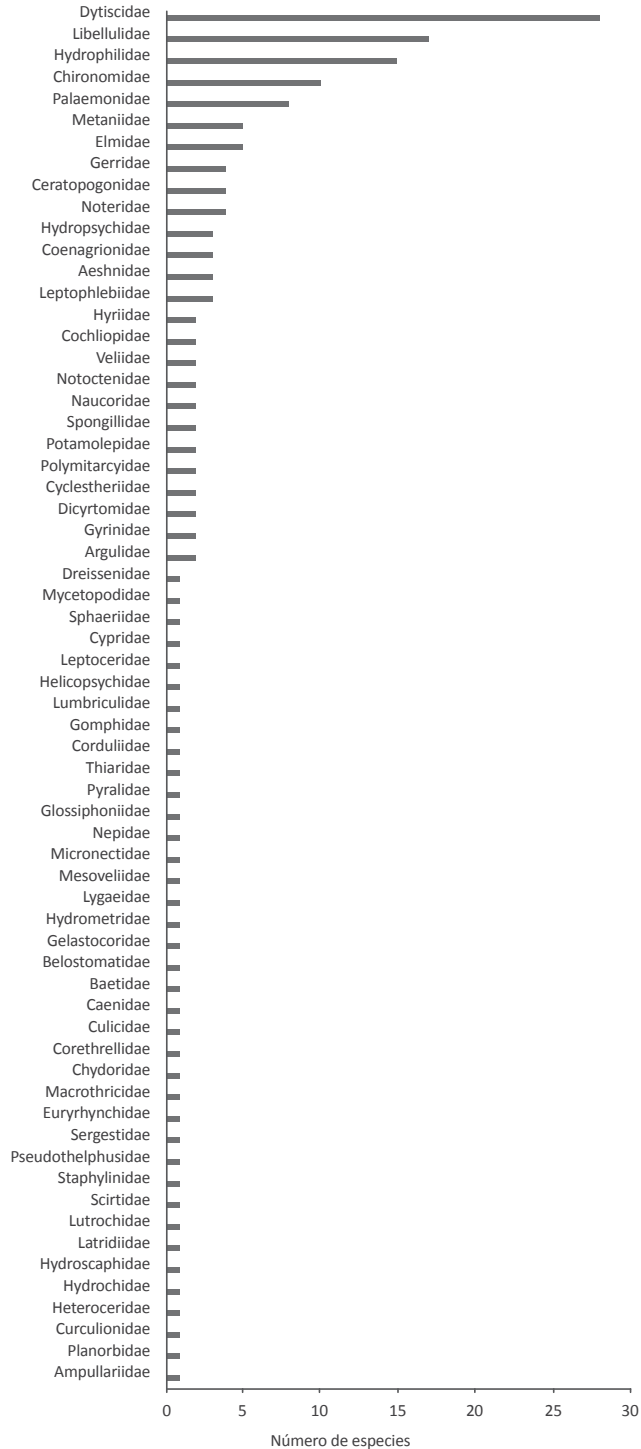


Figura 4. Riqueza de morfoespecies / especies de macroinvertebrados acuáticos por familia.

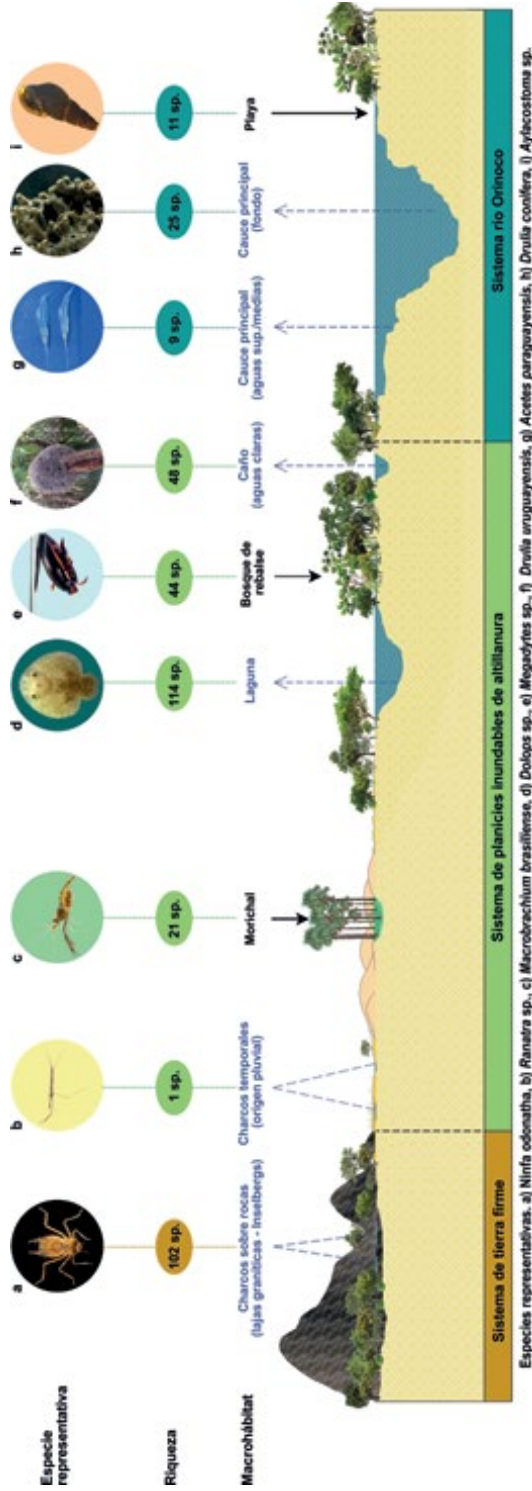


Figura 5. Riqueza de morfoespecies / especies de macroinvertebrados acuáticos por macrohábitat: río Orinoco y planicie inundable-aflorentamientos rocosos.

las especies. Además se realizó la partición de la diversidad beta y se observó que esta fue dominada por el recambio de especies (76%), lo que se relaciona con el cambio en la composición de especies en función del gradiente de distancia desde el río hasta la zona de la planicie inundable y los afloramientos rocosos (Tabla 1).

Para representarlo de manera más gráfica, estos índices de diversidad beta se graficaron tomando como punto de referencia el macrohábitat cauce principal del río Orinoco (Figura 6). Esta figura permite evidenciar que existe una alta disimilaridad al comparar los demás macrohábitats con este. También se observa como el recambio de especies es el componente que más explica la alta diversidad beta. Macrohábitats como las playas, caños (ríos o caños de aguas claras) y charcos sobre afloramientos rocosos, registraron los valores más altos de recambio de especies o “species turnover”.

Los macrohábitats que más influyeron en la diversidad beta total, es decir, los que más variaron en su composición, fueron las playas, los charcos sobre afloramientos rocosos y el fondo del cauce principal (Figura 7).

El análisis realizado con el coeficiente de disimilitud de Jaccard, mostró que hay una similitud evidente entre los caños (ríos o caños de aguas claras), con la laguna y el bosque inundable, morichales y charcos temporales (tierras bajas) (Figura 8). Valores cercanos a uno son indicativos de una alta disimilitud o diferencias en la composición de las especies.

Adicionalmente, según el análisis no métrico multidimensional, se evidencia una marcada diferencia significativa (ANOSIM R: 0,79; p: 0,04), en la composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes sistemas evaluados (Figura 9).

Los insectos acuáticos fueron el grupo dominante en términos de riqueza tanto a nivel de órdenes como de familias. De las familias dominantes señaladas arriba (Dysticidae, Libellulidae e Hydrophilidae), destacan los quironómidos.

Entre los crustáceos, la familia Palaemonidae fue la más diversa (8 sp.), mientras que Sergestidae y Euryrhynchidae, mostraron

una sola especie c/u. El camarón *Acetes paraguayensis* forma grandes agregaciones o cardúmenes en las playas del Orinoco durante la noche, esta especie fue colectada también en los arrastres diurnos de peces en el fondo del cauce principal del Orinoco a profundidades entre 17 y 37 m; probablemente esta especie realice migraciones nocturnas en busca de alimento desde el fondo del río a las zonas más someras como las playas (Lasso obs. pers.). No se observó mayor especificidad de hábitat en otras especies, salvo la presencia de *Macrobrachium manningi* y *M. cortezi* en troncos, ambas especies muy poco comunes. Solo se registró una especie de cangrejo del género *Kinsleya* aguas arriba de la reserva en el fondo del río Orinoco en zonas profundas y rocosas con aguas rápidas (raudal Roncador).

De los moluscos, se identificaron diez especies, agrupadas en dos clases, seis órdenes y ocho familias. De estas, tres fueron identificadas de manera preliminar e incluyen dos caracoles diminutos (Cochliopidae) asociados a las esponjas de profundidad del río Orinoco (Potamolepidae y Spongillidae) y un caracol planorbido con poblaciones muy abundantes en los caños y laguna de la planicie inundable, siempre asociados a los fondos con hojarasca abundante. El bivalvo o almeja de agua dulce (*Rheodreissena*) está asociada únicamente a esponjas (Metaniidae, Potamolepidae y Spongillidae) del cauce del río Orinoco y el caracol del río Orinoco (playas arenosas), incluye una sola especie de la familia Thiaridae (*Aylacostoma* sp.). Otros bivalvos comunes en fondos areno-fangosos del río Orinoco y lagunas incluyen a *Castalia* spp, *Anodontites trapesialis* y caños (*Eupera viridans*). Por último, el caracol ampulárido (*Pomacea maculata*), estuvo ampliamente distribuido en la planicie inundable (Anexos 1 y 2).

Se identificaron de manera preliminar nueve especies de esponjas, tres de a nivel específico (*Drulia conifera* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1973; *Drulia uruguayensis* Bonetto & Ezcurra de Drago, 1969; *Metania reticulata* (Bowerbank, 1863), dos indeterminadas de la familia Metaniidae, dos especies indeterminadas de la familia Potamole-

Capítulo 4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Tabla 1. Análisis de diversidad beta de acuerdo al coeficiente de disimilitud de Jaccard.

Beta_Div_total	Recambio de especies	Anidamiento	Repl/BDtotal	Nes/BDtotal
0,423335	0,3	0,1	76%	23%

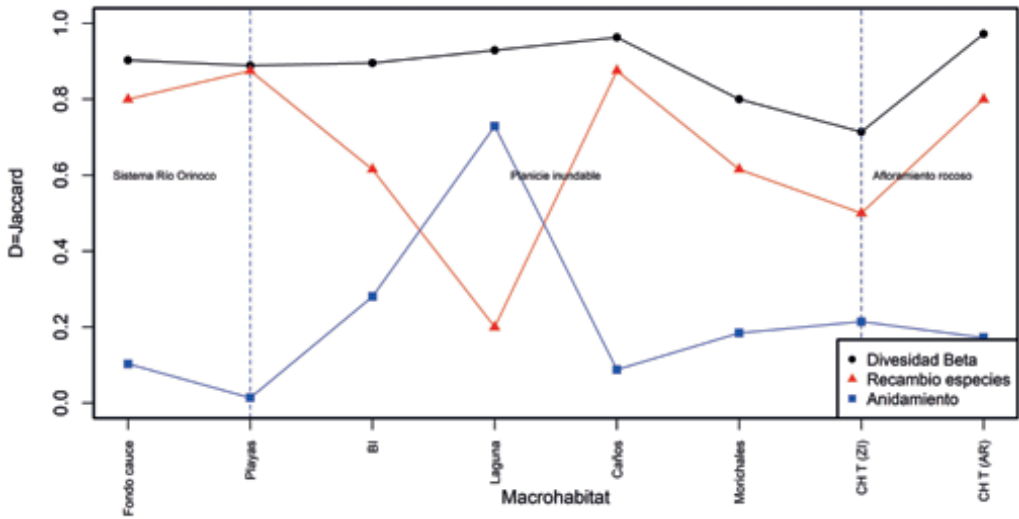


Figura 6. Índices de diversidad beta, recambio y anidamiento de especies de macroinvertebrados acuáticos. BI: bosque inundable; CH T (ZI): charcos temporales zonas inundables; CH T (AR): charcos temporales afloramientos rocosos.

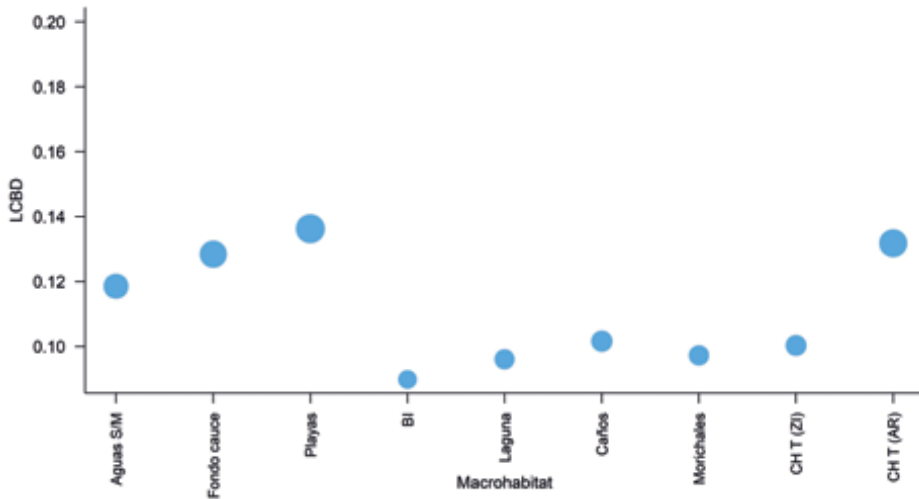


Figura 7. Contribución local a la diversidad beta (LCBD). BI: bosque inundable; CH T (ZI): charcos temporales en zonas inundables; CH T (AR): charcos temporales en afloramientos rocosos. Los tamaños de los círculos son proporcionales al valor del índice LCBD.

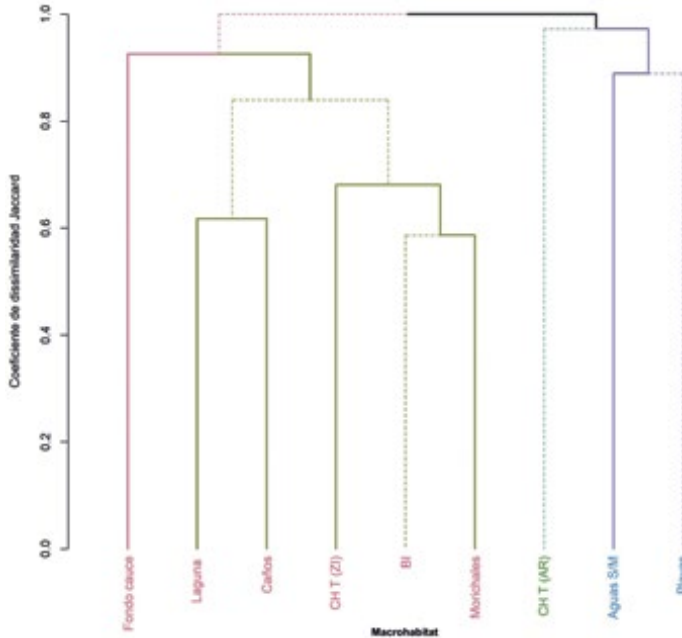


Figura 8. Análisis de agrupamiento (coeficiente de disimilitud de Jaccard) basado en la presencia y ausencia de las especies/ morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos registradas en los diferentes macrohábitats. S/M: aguas superficiales, medias; BI: bosque inundable; CH T (ZI): charcos temporales en zonas inundables; CH T (AR): charcos temporales en afloramientos rocosos.

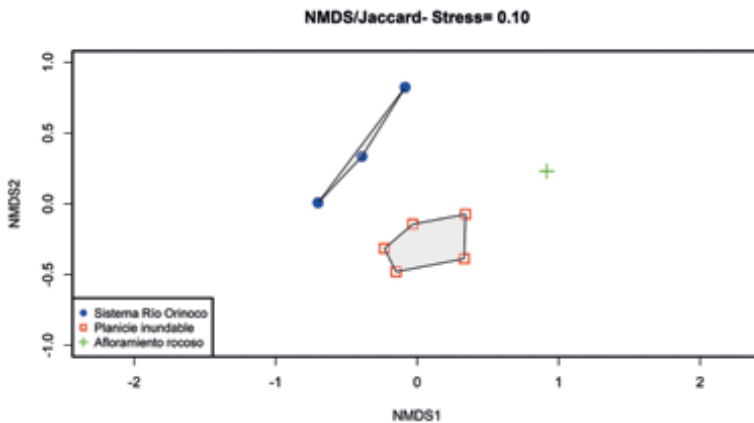


Figura 9. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) basado en la presencia y ausencia de las especies/ morfoespecies registradas en los tres diferentes sistemas.

pidae y dos especies más sin identificar de la familia Spongillidae. Hay una sectorización particular en cuanto a la distribución de las especies, un primer grupo estuvo presente

en las zonas de profundidad del cauce principal del río Orinoco, márgenes rocosos y fondo del cauce sobre rocas (*Drulia conifera*, Metaniidae 2 sp.); otro solamente en

lajas en raudales de profundidad (Potamolepididae 2 sp., Spongillidae) y un tercer grupo compuesto exclusivamente por especies del plano inundable en el bosque de inundación (*Drulia uruguayensis* y *Metania reticulata*) (Anexos 1 y 2).

Las esponjas del bosque inundable como caso de estudio

Para el caso particular de las esponjas se realizó un estudio más detallado. En la parcela establecida (10 x 10 m) en el caño El Puente en la laguna El Pañuelo, se identificó una sola especie (*Metania reticulata*). La figura 10 muestra los resultados de la abundancia de *M. reticulata* por cuadrantes, y es evidente que existen diferencias significativas entre estos, tal como lo soporta el análisis de varianza de Kruskal Wallis. Por ejemplo, en los cuadrantes 16 y 17 se observó la mayor abundancia y en los cuadrantes 22 y 23, los mínimos.

En la figura 11 (abundancia versus altura), se observan diferencias significativas entre el intervalo de 1-2 m y los otros dos intervalos (0-1 y 2-3 m), entre los cuales no hay diferencias a nivel de la abundancia, así el intervalo 1-2 m pareciera ser el más adecuado para el desarrollo de esta especie.

Con relación al tipo de sustrato (Figura 12), existen diferencias significativas entre estos. El sustrato que corresponde a las plántulas, fue en el que se registró la menor abundancia de la especie. Este es significativamente diferente de los otros sustratos evaluados (lianas, ramas y troncos). Los troncos fueron los que registrarón el mayor número de colonias, sin embargo, según el Anova de Kruskal Wallis no existen diferencias significativas entre los tres sustratos (tronco, rama y liana).

En el anexo 2 se muestran algunas especies de interés dada su rareza o desconocimiento en la Orinoquia. Las ilustraciones de los insectos acuáticos más comunes de la RNB pueden consultarse en Granados-Martínez y Montoya (2017) y Granados-Martínez *et al.* (2018); los crustáceos (camarones) se muestran en el Capítulo 13.

DISCUSIÓN

La RNB es en la actualidad la región de la Orinoquia con el mayor nivel de conocimiento acerca de la riqueza (184 especies/morfoespecies) y composición las comunidades o ensamblajes de MIA en sentido amplio (clitelatos, hirudíneos, colémbolos, insectos acuáticos, arácnidos, branquiópodos, maxilípedos, ostrácodos, crustáceos, moluscos y esponjas). Estudios previos integrales sobre los MIA en la Orinoquia colombiana, muestran cifras mucho menores: RNB (97 taxones, Bernal-Sierra 2019); río Bitá, Vichada (87 taxones, Granados-Martínez y Montoya 2017) y río Guayabero (114 taxones, Granados-Martínez *et al.* 2018). La identificación preliminar de 184 taxones, incluidas muchas de ellas a nivel de órdenes, familias e incluso morfoespecies, es un indicativo del desconocimiento que hay todavía acerca de los MIA de la RNB, la cuenca del Orinoco y es de esperar que se supere ampliamente los 200 taxones. Todavía permanecen sin muestrear adecuadamente varios macro y microhábitats, especialmente las aguas superficiales y medias, playas, el fondo del cauce del río Orinoco y los charcos temporales en las sabanas de origen pluvial, y si bien se han prospectado espacialmente muchos ambientes, falta realizar muestreos temporales estandarizados (lluvias-sequía; aguas altas-bajas e inundación). Aun así, la riqueza de especies registrada es muy alta, y a pesar de las limitaciones de la falta de estandarización del muestreo dada la gran variedad de grupos biológicos considerados y las diferencias espaciales, se pueden inferir ciertos patrones en cuanto a lo diversidad beta, similitud, reemplazo de especies y el gradiente o zonación lateral de la comunidad o ensamblaje de los MIA.

Entre los insectos, se identificaron más de 130 especies, una valor superior a lo reportado en la misma Reserva (75 sp. Bernal-Sierra 2019) y otras zonas de la Orinoquia colombiana (río Bitá: 52 sp. Granados-Martínez y Montoya 2017; medio río Guayabero: 62 sp. Granados-Martínez *et al.* 2018). El estudio de los MIA asociados a los charcos o pozas temporales presentes en los afloramientos rocosos o inselberg (formaciones rocosas de

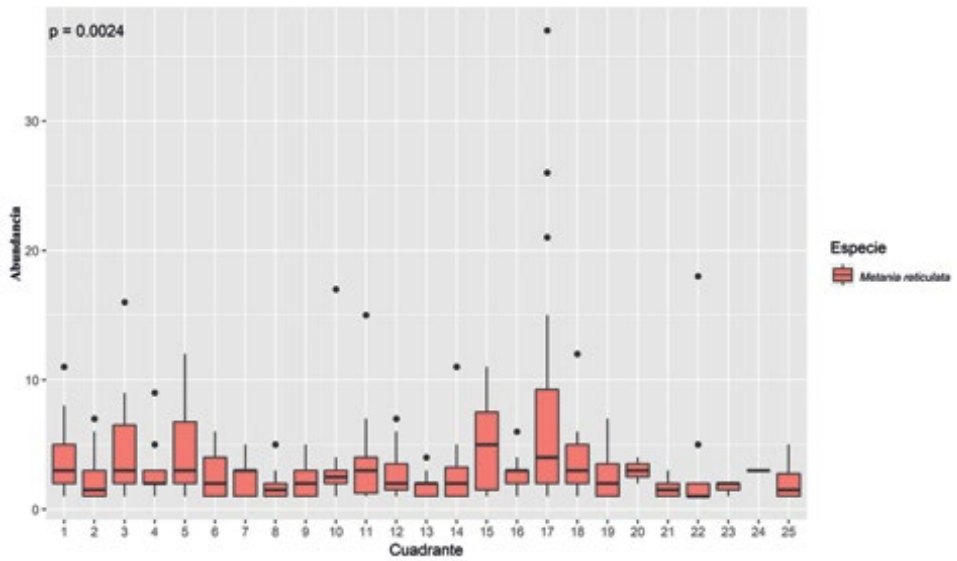


Figura 10. Abundancia de *Metania reticulata* (n colonias) en el transecto Laguna El Pañuelo durante los dos muestreos.

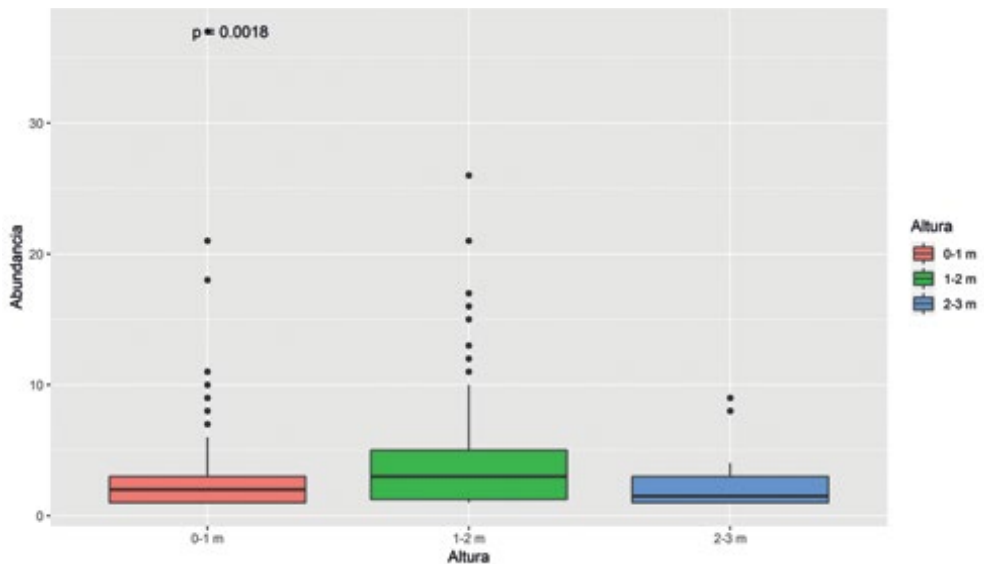


Figura 11. Abundancia de *Metania reticulata* (n colonias) versus alturas desde el nivel del suelo (segmentos) en el transecto Laguna El Pañuelo durante los dos muestreos.

Bojonawi), ha sido el tipo de humedal mejor estudiado en la región, macrohábitat donde se identificó el mayor número de especies (102 sp.). En estos ambientes tanto la riqueza

de especies, como la diversidad ecológica, estuvo determinada por varios factores como la morfometría del cuerpo de agua, la cobertura de vegetación, periodo hidrológico y

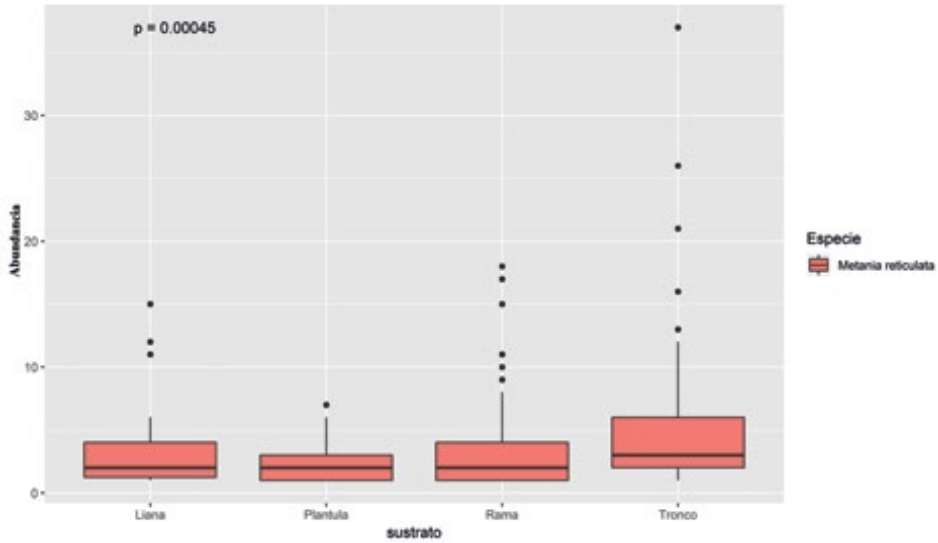


Figura 12. Abundancia de *Metania reticulata* (*n* colonias) versus tipo de sustrato (liana, plántula, rama y tronco) en el transecto Laguna El Pañuelo durante los dos muestreos.

ciertos parámetros fisicoquímicos como los sólidos totales disueltos-TDS, temperatura y pH (Aristizábal-Botero *et al.* 2020). Este trabajo será objeto de mayor detalle en el Capítulo 12.

La biodiversidad de crustáceos de la Orinoquia colombiana está determinada en parte por la variedad de humedales y paisajes presentes (Lasso *et al.* 2014, Jaramillo J. y Rangel-Ch. 2014) y hasta hoy se han registrado 25 especies de crustáceos decápodos (Acevedo y Campos 2019). Adicionalmente, la región adquiere especial importancia para este grupo, en particular para una de las familias de cangrejos más rica (Pseudothelphusidae), ya que es una de las posibles vías de diversificación de los mismos (Rodríguez 1982). Se registraron tres familias de camarones (Euryrhynchidae, Palaemonidae y Sergestidae) con diez especies y una familia de cangrejos (Pseudothelphusidae), con un único representante. Esta riqueza (11 sp.) de crustáceos-decápodos, sitúa a la RNB como el área de la Orinoquia colombiana —junto con el río Bitá adyacente a la Reserva (Acevedo *et al.* 2017)—, con la mayor riqueza específica, superando incluso a la región de la Estrella Fluvial de Inírida

(10 sp., Lasso obs. pers.) y el río Guayabero medio, Meta (5 sp. Granados-Martínez *et al.* 2018). Hasta el presente las subcuencas con mayor diversidad en la Orinoquia, corresponden a Venezuela la confluencia Orinoco-Ventuari (15 sp. Pereira y García 2006) y Caroní (13 sp. Pereira *et al.* 2010). Los camarones registrados corresponden a especies anteriormente descritas para la región (Acevedo *et al.* 2017) y están distribuidas en las cuencas del río Orinoco y Amazonas, con la excepción de *Macrobrachium dierythrum* y *M. manningi*, únicamente reportadas para la cuenca del río Orinoco. A pesar del esfuerzo de muestreo continuado por muchos años, solo se encontró un cangrejo en el fondo del cauce del río Orinoco (*Kingsleya*), que corresponde al primer reporte de este género en Colombia. Adicionalmente, este registro amplía el área de distribución del género, que cuenta con diez especies descritas (Pinheiro y Santana 2016), desde el sur de Venezuela, Guyana, Surinam y Guayana Francesa hasta el norte de Brasil (Pedraza *et al.* 2015), asociados a la cuenca alta del río Orinoco (Magalhães y Türkay 2008) y la cuenca del río Amazonas (Pedraza *et al.* 2015).

De las diez especies de moluscos identificadas, hay que destacar el bivalvo del género *Rheodreissena*, que está asociado a esponjas (Metaniidae, Potamolepidae y Spongillidae) en el cauce del río Orinoco, ya que es nuevo para la ciencia (Mansur y Lasso datos no publicados) y el caracol del río Orinoco (*Aylacostoma* sp.), que requiere de un estudio más detallado pues parecer ser diferente de la otra especie presente en el Orinoco (*Aylacostoma strigillatum*) (Linares et al. 2018). La riqueza de la malacofauna en Bojonawi puede considerarse importante pues representa un tercio de los moluscos conocidos para la Orinoquia colombiana (30 sp., Linares et al. 2018) y algo más del 10% de la Orinoquia venezolana (104 sp., Lasso et al. 2009).

El último grupo estudiado fueron las esponjas, donde claramente se reconocen dos asociaciones, una presente en el cauce principal del río, asociada a los raudales y zonas rocosas de profundidad con corrientes fuertes, y otra presente en la planicie de inundación (caños, laguna y bosque inundable). Las esponjas de la parte lótica del río Orinoco son prácticamente desconocidas (composición y ecología), pero en la planicie ya se cuenta con algo de información más detallada sobre su composición, distribución vertical y abundancia (Lasso et al. 2017). Si bien en Bojonawi se estableció solamente una parcela durante dos años con una sola especie (*M. reticulata*), los patrones diferenciables mostrados fueron evidentes. Primero que la distribución por cuadrantes es azarosa y que muestra diferencias relacionadas con el tipo de macrohábitat o humedal (laguna de rebalse del río Orinoco), versus otros ambientes de la Orinoquia-río Bitá (caños, cauce principal y madrevejas-lagunas). Así, *M. reticulata* mostró una mayor abundancia en el segmento altitudinal comprendido entre 1 y 2 m en el Orinoco, mientras que en el río Bitá fue entre 0-1 y 3-4 m, y una mayor preferencia por troncos, ramas y lianas en Orinoco vs. arbustos y plántulas en el Bitá (Lasso et al. 2017). Esto es un indicativo claro de que se requiere un mayor *n* muestral a futuro, pues parece haber una alta variabilidad dependiente del tipo de macrohábitat o humedal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

La RNB representa hoy en día el área mejor conocida de la cuenca del Orinoco en cuanto a la composición y riqueza de un enorme grupo de macroinvertebrados acuáticos en ambientes estacionales. La Reserva representa un caso de estudio único donde se muestra la interacción entre un río grande como el Orinoco y la planicie de inundación asociada. A esto debe sumarse una complejidad añadida que se refiere a los charcos temporales de los afloramientos rocosos. Dada esta gran variedad biológica, que va desde individuos en diferentes niveles de desarrollo (adultos, inmaduros, etc.), grupos sésiles (p. e. esponjas de profundidad) o taxones con alta capacidad de dispersión (p. e. ciertos insectos acuáticos), la aproximación metodológica a su inventario es compleja, pero la implementación de varios métodos de muestreo permitió contar con un panorama bastante completo sobre la riqueza y composición de estas comunidades o ensamblajes. No obstante, hay que mencionar las condicionantes temporales, dado que el mayor esfuerzo de muestreo se hizo durante la temporada seca o de aguas bajas y no en aguas altas donde es muy probable encontrar otras especies. Adicionalmente, se requiere de un mayor esfuerzo en ciertos macrohábitats muy poco muestreados (p. e. bosque inundable o grandes playas del Orinoco), así como ciertas zonas de mayor profundidad como el fondo del cauce principal del Orinoco. Dadas todas estas razones, es muy probable que la riqueza total o alfa diversidad de la Reserva, supere ampliamente los 200 taxones.

Se requiere entonces realizar estudios más detallados a nivel taxonómico, espacial (MH) y temporal en estos dos grandes sistemas y los MH asociados. Aunado a esto, es clave determinar el aporte en términos de recursos alimenticios de los diferentes grupos de MIA a las comunidades de peces fundamentalmente, y otros grupos como aves y reptiles acuáticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, A. y C. A. Lasso. 2017. Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 206–216. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a13
- Acevedo, A. y M. R. Campos. 2019. Crustáceos, Decápodos de la Serranía de Manacacías, (Meta) Orinoquía colombiana. Pp. 385-390. *En: Rangel-Ch., J.O., M. G. Andrade-C., C. Jarro-F. y G. Santos-C. (Eds.), Colombia Diversidad Biótica XVII. La región de la Serranía de Manacacías (Meta) Orinoquía colombiana.* Empresa Editorial Universidad Nacional De Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Acevedo, A. y M. R. Campos. 2020. Crustáceos decápodos del territorio sabanas y humedales de Arauca, Colombia. Pp. 501-509. *En: Rangel-Ch., J.O., M. G. Andrade-C., C. Jarro-F. y G. Santos-C. (Eds.), Colombia Diversidad Biótica. Territorio sabanas y humedales de Arauca (Arauca-Colombia).* Empresa Editorial Universidad Nacional De Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Acevedo, A., C. A. Lasso y M. A. Morales-Betancourt. 2017. Crustáceos. Pp.105–118. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá. Vichada, Colombia.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Aristizábal-Botero, A., J. C. Quijano-Cristancho, M. R. Astudillo-Aldana, R. Novelo-Gutiérrez y E. Realpee. 2020. Procesos ecológicos de los macroinvertebrados en las charcas temporales sobre rocas del escudo guayanés colombiano. Tesis Doctoral, Universidad de Los Andes. Bogotá, D. C., Colombia.
- Bernal-Sierra, S. 2019. Actualización del estado de conocimiento de la biodiversidad acuática de la Reserva Natural Privada de la Sociedad Civil Bojonawi (Puerto Carreño, Vichada). Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá. 80 pp.
- Camacho-Reyes, J. y C. P. Camacho-Rozo. 2010. Aspectos sobre la historia natural de macroinvertebrados en esteros semipermanentes de la altillanura en el departamento del Casanare. *Orinoquía* 14: 71-82.
- Campos, M. R. 2014. Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D. C., Colombia. 691 pp.
- Campos, M. E. y C. A. Lasso. 2015. Libro rojo de los cangrejos dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt e Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 168 pp.
- Cumberlidge, N., F. Álvarez y J. L. Villalobos. 2014. Results of the global conservation assessment of the freshwater crabs (Brachyura, Pseudothelphusidae and Trichodactylidae): The Neotropical region, with an update on diversity. *ZooKeys* 457: 133–157.
- Domínguez, E. y H. R. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. 1a ed. - Tucumán: Fund. Miguel Lillo. 656 pp.
- Granados-Martínez, C. y D. Montoya. 2017. Macroinvertebrados acuáticos. Pp. 120-142. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia.* Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D. C., Colombia.
- Granados-Martínez, C., C. A. Lasso, M. Núñez-Avellaneda y M. A. Morales-Betancourt. 2018. Macroinvertebrados acuáticos de los ríos Guayabero medio, bajo Losada y bajo Duda, sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Pp. 97-120. *En: Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt e I. D. Escobar-Martínez (Eds.), V. Biodiversidad de la sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Parte I. Ríos Guayabero medio, bajo Losada y bajo Duda.* Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Hudson, D. M., V. Brittain y G. Phillips. 2016. Behavioral response to temperature change by the freshwater crab *Neostrengeria macropa* (H. Milne Edwards, 1853) (Brachyura: Pseudothelphusidae) in Colombia. *Journal of Crustacean Biology* 36 (3): 287–294.

- Jaramillo-J., A. y O. Rangel-Ch. 2014. Las unidades del paisaje y los bloques del territorio de la Orinoquia. Pp. 101–152. *En: Rangel-Ch, O. (Ed.), Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*. Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., R. Martínez-Escarbassiere, J. C. Capelo, M. A. Morales-Betancourt y A. Sánchez-Maya. 2009. Lista de los moluscos (Gastropoda-Bivalvia) dulceacuícolas y estuarinos de la cuenca del Orinoco (Venezuela). *Biota Colombiana* 10 (1-2): 63-74.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo. 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia – Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 303 pp.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt y E. López-Agudelo. 2017. Esponjas. Pp. 89-113. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., M. R. Campos, M. A. Morales-Betancourt y D. Castro. 2018. Ectoparásitos (Argulidae, Cymothoidae, Corallanidae) en rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de la Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana* 19 (Sup. 1): 84-94. DOI: 10.21068/ c2018.v19s1a08.
- Legendre, P. 2014. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography* 23: 1324-1334.
- Legendre, P. y M. De Caceres. 2013. Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters* 16: 951-963.
- Linares, E. L., C. A. Lasso, M. Vera-Ardila y M. A. Morales-Betancourt. 2018. XVII. Moluscos dulceacuícolas de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 326 pp.
- Longo, M. y C. A. Lasso. 2014. Macroinvertebrados acuáticos (insectos acuáticos, crustáceos, moluscos) y esponjas. Pp. 120-128. *En: Lasso, C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. (Eds.), X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia.
- Lozano, J. L., G. Reinoso-Flórez y J. S. Cárdenas-Bautista. 2015. Macroinvertebrados acuáticos. Pp. 205-226. *En: Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds.), Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Magalhães, C. y M. Türkay. 2008. A new species of *Kingsleya* from the Yanomami Indians area in the Upper Río Orinoco, Venezuela. (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae). *Senckenbergiana biologica* 88 (2): 1-7.
- Pedraza, M., J. E. Martinelli-Filho y C. Magalhães. 2015. A new species of *Kingsleya* (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) from the Xingu River and range extension for *Kingsleya junki*, freshwater crabs from the southern Amazon basin. *Zoología* 32(1): 41-46. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702015000100006>
- Pereira, G., C. A. Lasso, J. Mora-Day, C. Magalhães, M. A. Morales-Betancourt y M. R. Campos. 2009. Lista de los crustáceos decápodos de la cuenca del río Orinoco (Colombia-Venezuela). *Biota Colombiana* 10 (1 y 2): 75-87.

Capítulo 4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

- Pereira, G. y J. V. García. 2006. Crustáceos decápodos de los ecosistemas acuáticos de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari. Pp. 107-113. En: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. Alonso y A. Flores (Eds.), *Evaluación rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos en la confluencia de los Río Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela*. RAP Bulletin of Biological Assessment 30, Conservation International. Whashington D. C., USA.
- Pereira, G., C. A. Lasso, J. Mora-Day y C. Magalhães. 2010. Crustáceos decápodos de la Orinoquia venezolana: biodiversidad, consideraciones biogeográficas y conservación. Pp. 357-365. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *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 de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (UNAL), Bogotá, D. C., Colombia.
- Pinheiro, A. P. y W. Santana. 2016. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1987 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil. *Zootaxa* 4171 (2): 365-372. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4171.2.9>
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Viena, Austria.
- Rodríguez, G. 1982. Les crabes d'eau douce d'Amérique. Famille des Pseudothelphusidae. *Faune Tropicale* 22: 1-223.
- Sermeño-Chicas, J., D. Pérez, S. Muños, L. Serrano, A. Rivas y A. Monterrosa. 2010. Metodología estandarizada de muestreo multi-hábitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la red "D" en ríos de El Salvador. San Salvador: Editorial Universitaria.
- Uruburu, M., M. Granada y L. Velásquez. 2008. Distribución parcial de *Paragonimus* (Digenea: Troglotrematidae) en Antioquia, por presencia de metacercarias en cangrejos dulceacuícolas. *Biomédica* 28 562-568.
- Valencia, D. M. y M. R. Campos. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa* 1456: 1-44.
- Vélez, I. D. y L. E. Velásquez. 2002. Paragonimosis. Una investigación multidisciplinaria en salud, biología y cultura en Colombia. Medellín, Editorial Universidad de Antioquia. 61 pp.
- Volkmer-Ribeiro, C. y S. Pauls. 2000. Esponjas de agua dulce (Porifera, Demospongiae) de Venezuela. *Acta Biológica Venezolánica* 20 (1): 1-28.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies/morfoespecies de macroinvertebrados acuáticos de la Reserva Natural Bojomawi, Vichada, Colombia. Abreviaturas. A: arena-playas, EC: ectoparásitos peces (Potamotrygonidae), EP: esponjas-piedras Orinoco, H: hojarasca, P: piedras/lajas rocosas, R: ramas árboles/troncos, T: troncos sumergidos.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lujía)	Charcos		
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas								
CLASE CLETELLATA											
ORDEN HIRUDINIDA											
Familia Glossiphoniidae											
Indeterminado sp.			H		H				H		
CLASE POLYCHAETA											
ORDEN OLIGOCHAETA											
Familia Lumbriculidae											
Indeterminado sp.					H						H, P
ORDEN INDERMINADO											
Indeterminado sp.											
CLASE COLLEMBOLA											
ORDEN COLLEMBOLA											
Familia Dicyrtomidae											
Scolitinae											H, P

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat						Sistema/macrohábitat						Referencia		
	Zona pelágica			Zona litoral			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat							Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)	
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas	Laguna (incluye brazos-caños)		Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)	Charcos					
Indeterminado sp.													P		
CLASE INSECTA															
ORDEN COLEOPTERA															
Familia Curculionidae															
Indeterminado sp.														T	
Familia Dytiscidae															
<i>Hydrodessus</i>				H, P, T		H		H, P					H		
<i>Hydrovatus</i>				H		H		H							
<i>Megadytes</i>				H		H		H					H		
Indeterminado sp. 1				H		H		H							
Indeterminado sp. 2				H		H		H							
Indeterminado sp. 3				H		H		H							
Indeterminado sp. 4				H		H		H							
Indeterminado sp. 5				H		H		H							
Indeterminado sp. 6				H		H		H							
Indeterminado sp. 7				H		H		H							

Anexo I. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas								
Indeterminado sp. 8				H		H					
Indeterminado sp. 9				H						H, P	
Indeterminado sp. 10				H						H, P	
Indeterminado sp. 11				H						H, P	
Indeterminado sp. 12				H						H, P	
<i>Celina</i>				H						H, P	
<i>Cybister</i>				H						H, P	
<i>Desmopachria</i>				H						H, P	
<i>Hemibidessus</i>				H						P	
<i>Laccophilus</i> sp. 1				H						H, P	
<i>Laccophilus</i> sp. 2				H						H, P	
<i>Laccophilus</i> sp. 3				H						H, P	
<i>Laccophilus</i> sp. 4				H						H, P	
<i>Laccophilus</i> sp. 5				H						H, P	
<i>Liodesus</i>				H						H, P	
<i>Pachydrus</i>				H						H, P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat							
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)	Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)		
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas								
<i>Rhantus</i>				H						H, P	
<i>Thermonectus</i>				H						H, P	
Familia Elmidae											
<i>Hintonelmis</i>				H	H	H	H	H	H		
Indeterminado sp. 1				H			H				
Indeterminado sp. 2				H			H				
Indeterminado sp. 3				H			H				
Indeterminado sp. 4				H			H				
Familia Gyrrinidae											
<i>Gyrretes</i>				H			H			H	
Indeterminado sp.										P	
Familia Heteroceridae											
Indeterminado sp.				H						H, P	
Familia Hydrochidae											
<i>Hydrochus</i>				H							
Familia Hydroscaphidae											
<i>Hydroscapha</i>				H						H, P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat							Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat					
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales		Charcos temporales (luvia)
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas						
Familia Hydrophilidae									
<i>Anacaena</i>				H				H, P	
<i>Berosus</i>				H	H			H, P	
<i>Berosus</i> sp. 1				H				H, P	
<i>Berosus</i> sp. 2				H				H, P	
<i>Berosus</i> sp. 3				H				H, P	
<i>Berosus</i> sp. 4				H				H, P	
<i>Derallus</i>				H	H				
<i>Hydrophilus</i>				H	H		H		
<i>Tropisternus</i>				H	H			H, P	
<i>Tropisternus</i> sp. 1				H	H			H, P	
<i>Tropisternus</i> sp. 2				H				H, P	
<i>Enochrus</i>				H				H, P	
<i>Oocyclus</i>				H				H, P	
<i>Paracymus</i>				H				H, P	
<i>Phaenotomum</i>				H				P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat						Referencia		
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat				Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras			Morichales
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas						
Familia Latritidae									
Indeterminado sp.				H				H, P	
Familia Lutrochidae									
Indeterminado sp.				H				H, P	
Familia Noteridae									
<i>Hydrocanthus</i> sp. 1				H		H		H, P	
<i>Hydrocanthus</i> sp. 2				H				H, P	
<i>Hydrocanthus</i> sp. 3				H				H, P	
<i>Suphisellus</i>				H				H, P	
Familia Scirtidae									
<i>Elodes</i>				H				H, P	
Familia Staphylinidae									
<i>Stenus</i>				H				H, P	
Familia Indeterminada									
Indeterminado sp.								P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat								Referencia		
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat				Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat					Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral		Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales			Charcos temporales (luvia)
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas								
	H, T		H, T	H, T	H						H, P
<i>Chironomus</i> sp. 1	H, T		H, T	H			H			H, P	
<i>Chironomus</i> sp. 2	H, T		H, T	H						H, P	
<i>Chironomus</i> sp. 3	H, T		H, T	H						H, P	
Chironominae		P		H					X		
Orthocladiinae		P									
Tanytopodinae		P		H			H				
Indeterminado sp. 1										H, P	
Indeterminado sp. 2		EP									
Indeterminado sp. 3										H, P	
Indeterminado sp. 4										H, P	
ORDEN DIPTERA											
Familia Chironomidae											
<i>Culex</i>				H			H			H, P	
Familia Ceratopogonidae											
<i>Alluaudomyia</i>										H, P	
<i>Forcipomyia</i>										H, P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia		
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat					Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)		Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)	Charcos			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas										
<i>Stilobezzia</i>												H, P	
Indeterminado sp.											H, P		
Familia Corethrellidae													
<i>Corethrella</i>											H, P		
ORDEN EPHEMEROPTERA													
Familia Caenidae													
<i>Caenis</i>										H		H	
Familia Leptophlebiidae													
<i>Hydrosmilodon</i>									H, T	H		H	
<i>Ulmeritoidea</i>									H, T	H		H	
<i>Miroculis</i>									H, T	H		H	
Familia Polymitarcyidae													
<i>Asthenopus</i>									H, T	H		H	
<i>Campsurus</i>									H, T	H	P	T	H
Familia Baetidae													
<i>Cloecodes</i>													H

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat							Referencia		
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales		Charcos temporales (lluvia)	Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas							
ORDEN HEMIPTERA										
Familia Belostomatidae										
<i>Belostoma</i>				H	H	H	H	H	H, P	
Familia Gerridae										
<i>Cylindrostethus</i>				H	H					
<i>Neogerris</i>				H	H	H	H	H		
<i>Rheumatobates</i>				H	H					
<i>Trepobates</i>									H, P	
Familia Gelastocoridae										
<i>Nerithra</i>									H, P	
Familia Hydrometridae										
<i>Hydrometra</i>									P	
Familia Lygaeidae										
Indeterminado sp.									H, P, T	
Familia Mesoveliidae										
<i>Mesovelia</i>				H		H	H	H	H, P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat				Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat							Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral	Playas	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)			
	Cauce principal	Fondo cauce										
Familia Micronectidae												
<i>Tenagobia</i>											H, P	
Familia Nautoridae												
<i>Limnocois</i>					H	H	H	H	H	H	H, P	
<i>Pelocois</i>					H	H	H	H	H	H		
Familia Nepidae												
<i>Rana</i>					H	H	H	H	H	H		
Familia Notonectidae												
<i>Buenoa</i>					H	H					H, P	
<i>Notonecta</i>											H, P	
Familia Velidae												
<i>Paravelia</i>					H	H			H			
<i>Microvelia</i>											H, P	
Familia Indeterminada												
Indeterminado sp.										P		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat								Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (luvia)		Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas							
ORDEN LEPIDOPTERA										
Familia Pyralidae										
Indeterminado sp.									H, P	
ORDEN ODONATA										
Familia Gomphidae										
<i>Progomphus</i>			P							
Familia Corduliidae										
<i>Aeshmosoma</i>										
Familia Aeshnidae										
<i>Anax</i>									H, P	
<i>Remartinia</i>									H, P	
<i>Rhionaeschna</i>									H, P	
Familia Coenagrionidae										
<i>Acanthagrion</i>									H, P, T	
<i>Argia</i>							H			
<i>Telebasis</i>									H, P, T	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat					Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)	Charcos			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
Familia Libellulidae												
<i>Brechmorhoga</i>				H	H							
<i>Diastatops</i>				H	H	H		H				
<i>Libellula</i>				H	H				H		H, P	
Indeterminado sp. 1				H	H	H		H				
Indeterminado sp. 2				H	H	H		H				
Indeterminado sp. 3				H	H	H		H				
Indeterminado sp. 4											P	
<i>Anatya</i>											H, P	
<i>Erythemis</i>											H, P	
<i>Erythrodiplax</i>											H, P	
<i>Mitathyria</i>											H, P	
<i>Micrathyria</i>											H, P	
<i>Nephepeltia</i>											H, P	
<i>Orthemis</i>											H, P	
<i>Pantala</i>											H, P	
<i>Sympetrum</i>											H, P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat							Referencia			
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat							
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales		Charcos temporales (luvia)	Charcos sobre rocas (tajás graníticas - Inselbergs)	
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas								
<i>Tramea</i>									H, P		
ORDEN TRICHOPTERA											
Familia Hydropsychidae											
<i>Macronema</i>				H							
<i>Smicridea</i>				H		H					
<i>Synoeotropsis</i>			EP								
Familia Helicopsychidae											
<i>Helicopsyche</i>											H, P
Familia Leptoceridae											
<i>Atanotolica</i>											H, P
Familia Indeterminada											
Indeterminado sp. 1											H, P
Indeterminado sp. 2											H, P
CLASE ARACHNIDA											
Indeterminado sp. 1											H, P
Indeterminado sp. 2											H, P

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat					Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)	Charcos			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
Indeterminado sp. 3											H, P	
Indeterminado sp. 4										H, P		
CLASE BRANCHIOPODA												
ORDEN DIPTOSTRACA												
Familia Cyclestheriidae												
<i>Cyclestheria</i>											P	
<i>Cyclestheria hislopi</i> (Baird, 1859)											P	
Familia Macrothricidae												
<i>Macrothrix</i>											H, P	
Familia Chydoridae												
<i>Alona</i>											H, P	
CLASE MAXILLOPODA												
ORDEN CYCLOPOIDA												
Indeterminado sp. 1											H	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat								Charcos sobre rocas (bajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (luvia)				
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
CLASE OSTRACODA												
ORDEN PODOCOPIIDA												
Familia Cypridae												
<i>Cyprretta</i>											H, P	
CLASE MALACOSTRACA												
ORDEN ARGULOIDA												
Familia Argulidae												
<i>Dolops reperta</i> (Bouvier, 1899)		EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC		Lasso et al. (2017)	
<i>Dolops striata</i> (Bouvier, 1899)		EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC		Lasso et al. (2017)	
ORDEN DECAPODA												
Familia Pseudothelphusidae												
<i>Kingsleya</i> sp.		EP									Rodríguez (1982), Magalhães Türkay (2008)	
Familia Sergestidae												
<i>Acetes paraguayensis</i> Hansen, 1919			A								Campos (2014)	

Capítulo 4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat					Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)		Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (lluvia)			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
Familia Eurythychidae												
<i>Eurythychus amazoniensis</i> Tiefenbacher, 1978						H	H	T, H	H			Campos (2014)
Familia Palaemonidae												
<i>Macrobrachium amazonicum</i> (Heller, 1862)		A			T, H	T, H	T, H	T, H				Valencia y Campos (2007), Campos (2014)
<i>Macrobrachium brasiliense</i> (Heller, 1862)		P			T, H	T, H			H			Valencia y Campos (2007), Campos (2014)
<i>Macrobrachium cortezii</i> Rodríguez, 1982							T					Valencia y Campos (2007), Campos (2014)
<i>Macrobrachium dierythrum</i> Pereira, 1986		T			H		T, H, P	T, H, P				Campos (2014), Acevedo y Lasso (2017)
<i>Macrobrachium manningi</i> Pereira & Lasso, 2007							T					Campos, 2014; Acevedo & Lasso, 2017
<i>Macrobrachium reyesi</i> Pereira, 1986					H		T, H, P	T, H, P	H			Campos (2014), Acevedo y Lasso (2017)
<i>Pseudopalaemon amazonensis</i> Ramos-Porto, 1979					H		T, H, P	T, H, P	H			Campos (2014)

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)		
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)		Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (luvia)			
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
<i>Pseudopalaemon chryseus</i> Kensley & Walker, 1982						H		P				Campos (2014)
CLASE BIVALVIA												
ORDEN VENEROIDA												
Familia Dreissenidae												
<i>Rheodreissena</i> sp.												IAvH
Familia Hyriidae												
<i>Castalia orinocensis</i> Morrison, 1943						A						IAvH-I, Linares et al. (2018)
<i>Castalia stevensi</i> H. B. Baker, 1930						A						IAvH-I, Linares et al. (2018)
ORDEN UNIONOIDA												
Familia Mycetopodidae												
<i>Anodontites trapezialis</i> (Lamarek, 1819)						A						IAvH-I, Linares et al. (2018)
ORDEN SPHAERIIDA												
Familia Sphaeriidae												
<i>Eupera viridans</i> (Prime, 1865)												IAvH-I, Linares et al. (2018)

Anexo 1. Continuación.

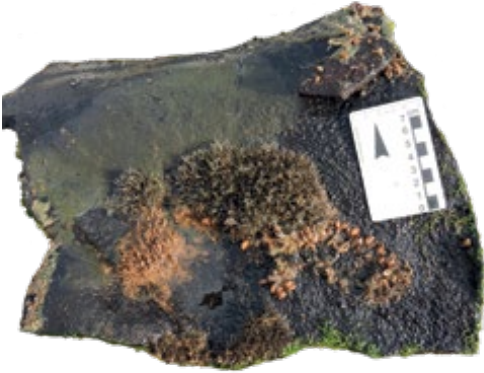
Taxón	Sistema/macrohábitat						Referencia		
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat			Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat				Charcos sobre rocas (tajas graníticas - Inselbergs)	
	Zona pelágica		Zona litoral	Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras			Morichales
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas						
CLASE GASTROPODA									
ORDEN ARCHITAEENIOGLOSSA									
Familia Ampullariidae									
<i>Pomacea maculata</i> (Perry, 1810)			A, H	A, H	A, H			IAvH-I, Linares <i>et al.</i> (2018)	
ORDEN NEOTAEENIOGLOSSA									
Familia Thiariidae									
<i>Aglacostoma</i> sp.			A					IAvH-I, Linares <i>et al.</i> (2018)	
ORDEN SOBROCONCHA									
Familia Cochliopidae									
Indeterminado sp. 1				H				IAvH-I, Linares <i>et al.</i> (2018)	
Indeterminado sp. 2		EP						IAvH-I, Linares <i>et al.</i> 2018	
ORDEN HYGROPHILA									
Familia Planorbidae									
Indeterminado sp. 1				H				IAvH-I, Linares <i>et al.</i> (2018)	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Sistema/macrohábitat										Referencia	
	Río Orinoco/macrohábitat-microhábitat					Planicie inundable/macrohábitat-microhábitat						Charcos sobre rocas (lajas graníticas - Inselbergs)
	Zona pelágica		Zona litoral		Laguna (incluye brazos-caños)	Bosque inundable	Caños aguas claras	Morichales	Charcos temporales (luvia)	Charcos		
	Cauce principal	Fondo cauce	Playas									
				Playas								
CLASE DEMOSPONGIAE												
ORDEN HAPLOSCLERIDA												
Familia Metaniidae												
<i>Drulia conifera</i> Bonetto & Ezcurrea de Drago, 1973												IaVHI
<i>Drulia uruguayensis</i> Bonetto & Ezcurrea de Drago, 1969							A, R	A, R				IaVHI
<i>Metania reticulata</i> (Bowerbank, 1863)							A, R	A, R				IaVHI
Indeterminado sp. 1							P					IaVHI
Indeterminado sp. 2							P					IaVHI
Familia Potamolepidae												
Indeterminado sp. 1							P					IaVHI
Indeterminado sp. 2							P					IaVHI
Familia Spongillidae												
Indeterminado sp. 1							P					IaVHI
Indeterminado sp. 2							P					IaVHI

Capítulo 4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Anexo 2. Imágenes de algunas especies de macroinvertebrados acuáticos de la Reserva Natural Bojonawi.



1. Esponjas profundidad (Porifera)
Potamolepidae y Spongillidae.



2. Esponja, *Drulia uruguayensis* (Metanidae).



3. *Megadytes* sp. (Coleoptera, Dysticidae).



4. *Ranatra* sp. (Hemiptera, Nepidae).



5. *Synoestropsis* sp. (Trichoptera, Hydropsychidae).



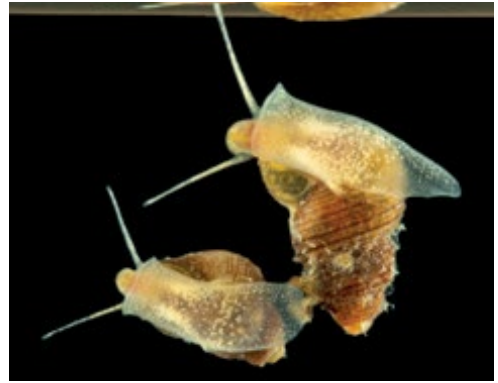
6. *Limnocois* sp. (Hemiptera, Naucoridae).

Lamina 1. Fotos: 1. Monica A. Morales-Betancourt; 2. Felipe Villegas; 3-6. Jorge E. García-Melo.

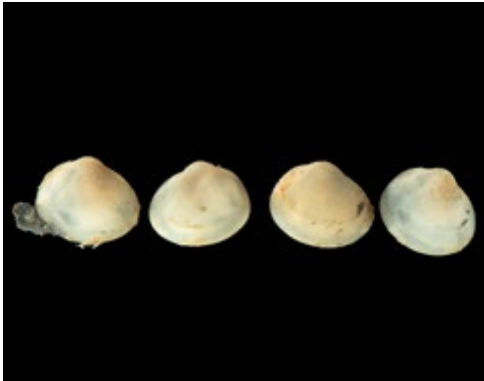
Anexo 2. Continuación.



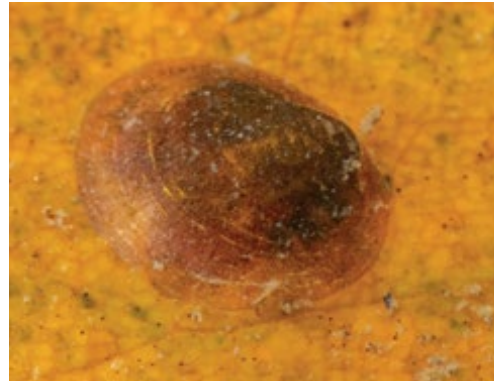
7. *Aglacostoma* sp. (Gastropoda, Thiariidae).



8. Cochliopidae (n. i.).



9. *Eupera viridans* (Bivalvia, Sphaeriidae).



10. Planorbidae (n. i.).



11. *Rheodreissena* (Bivalvia, Dreisenidae) sobre esponja *Drulia conifera*.



12. *Kingsleya* sp. (Decapoda, Pseudothelphusidae).

Lamina 2. Fotos: 7-10. Jorge E. García-Melo; 11. Felipe Villegas; 12. Monica A. Morales-Betancourt.



Hemiargus hanno. Foto: Fernando Trujillo.

MARIPOSAS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y ZONAS ADYACENTES (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Nicol Rueda-M., Carlos H. Gantiva-Q. y Miguel G. Andrade-C.

Resumen. Los inventarios de especies a lo largo del país siguen siendo importantes porque son el insumo inicial para el desarrollo de un gran número de investigaciones en otras áreas de las ciencias. Este trabajo busca aportar al conocimiento de la riqueza de las mariposas del país, de la Orinoquia y particularmente de la Reserva Natural Bojonawi-RNB y áreas adyacentes, Vichada, Colombia. Se registraron 385 individuos de mariposas, de los cuales 190 corresponden a la RNB. El material corresponde a las superfamilias Hesperioidea y Papilionoidea, distribuido en 6 familias, 17 subfamilias, 30 tribus, 67 géneros, 102 especies y 47 subespecies. Así mismo, se encontraron tres posibles nuevos taxones, dos especies con distribución restringida y nuevos datos ecológicos para una especie. No obstante, se considera que este estudio subestima la riqueza de especies presentes en la reserva, ya que el muestreo fue realizado solo al comienzo del verano o temporada seca. Investigaciones futuras en otras temporadas climáticas serán importantes para tener una mejor visión de la diversidad de la zona.

Palabras clave. Biodiversidad, conservación, ecología, Lepidoptera, Orinoquia.

Abstract. Species inventories throughout the country continue to be important because they are the initial input for the development of a large number of investigations in other areas of science. This work seeks to contribute to the knowledge of the richness of the butterflies of the country, of the Orinoco River Basin and particularly of the Bojonawi Natural Reserve (RNB) and adjacent areas, Vichada, Colombia. We registered 385 individuals of butterflies, of which 190 were found in the RNB. The material corresponds to the Hesperioidea and Papilionoidea superfamilies, distributed in 6 families, 17 subfamilies, 30 tribes, 67 genera, 102 species and 47 subspecies. Likewise, three possible new taxa were found, 2 species with restricted distribution and new ecological data for one species. However, it is considered that this study underestimates the richness of species present in the Reserve, since the sampling was carried out only at the beginning of the dry season. Future research in other climatic seasons will be important to have a better view of the diversity of the area.

Keywords. Biodiversity, conservation, ecology, Lepidoptera, Orinoco River Basin.

Rueda-M., N., C. H. Gantiva-Q. y M. G. Andrade-C. 2020. Mariposas de la Reserva Natural Bojonawi y zonas adyacentes (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 169-189. *En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII05

INTRODUCCIÓN

La diversidad de lepidópteros en Colombia incluye 3.274 especies, posicionando al país como el segundo más rico en especies a nivel mundial, pero el primero en endemismos (350 especies). Esto hace que Colombia sea uno de los centros de la diversidad de este grupo de insectos (Yara-Ortiz *et al.* 2011). Aunque existe un número considerable de estudios sobre la riqueza de mariposas en los ecosistemas colombianos, la mayoría de ellos se han concentrado en la región Andina y Costa Caribe del país (Arbeláez-Cortés 2013, Agudelo-M. *et al.* 2018). Históricamente, regiones como la Orinoquia han estado marginadas de los esfuerzos nacionales para contar con listados de especies sobre la diversidad de mariposas. Aunque el trabajo de campo y la producción científica sobre la riqueza de mariposas en las llanuras de la Orinoquia se incrementó notablemente después del 2000 (Blanco *et al.* 2014, Agudelo-M. y Pérez-B. 2015, Yara-Ortiz y Ospina-L. 2016, Agudelo-M. *et al.* 2018, Yara-Ortiz *et al.* 2011, Yara-Ortiz y Ospina 2016), el enfoque de esta producción se ha dado principalmente en las llanuras inundables dejando de lado a la altillanura (Higuera-D. y Ospina-C. 2009). Afortunadamente, dos de los autores de este capítulo Gantiva-Q. y Andrade-C., están finalizando la construcción del primer listado de especies de mariposas para la Orinoquia colombiana y estiman un total de 1.218 especies.

Por otro lado, la biodiversidad de esta región está siendo amenazada constantemente por los crecientes eventos de transformación de sus ecosistemas (Urbano *et al.* 2014). La exploración y explotación de hidrocarburos, minería legal e ilegal, agricultura y principalmente la ganadería están poniendo en riesgo una riqueza de especies que aún se desconoce y unas relaciones ecológicas que pueden ser únicas dada la particularidad de sus hábitats (p. e. bosques de galería) (Agudelo-M. y Pérez-B. 2015, Urbano *et al.* 2014).

En este contexto, surge la necesidad de llevar a cabo estudios en la región que permitan tener una mejor valoración de

su riqueza de especies y así emprender proyectos de conservación no solo de su biodiversidad y ecología, sino también de los servicios de sus ecosistemas, de la relación entre salud humana y vida silvestre. Esta región del país aparenta ser simple en estructura geográfica (Arbeláez-Cortés 2013), sin embargo, cuenta con un mosaico de ecosistemas como los bosques de galería, bosques, morichales, sabanas de altillanura e inundables (Rippstein *et al.* 2001). Esto sumado a su marcada estacionalidad climática nos lleva a hipotetizar una riqueza y abundancia de especies de mariposas caracterizada por especies endémicas, con distribución restringida a sus ecosistemas o con dinámicas ecológicas ajustadas a la temporalidad climática particular de esta zona.

El presente estudio tuvo por objetivo caracterizar la diversidad de mariposas de la RNB y sus áreas adyacentes, con el fin de aportar al conocimiento de la diversidad de lepidópteros del país y de la región. Así mismo, se buscó determinar si existen diferentes ensamblajes de mariposas para algunos de los ecosistemas que la componen. Este trabajo es importante para la conservación de la región si se tiene en cuenta que varias investigaciones han demostrado que las mariposas responden fácilmente a los cambios ambientales o perturbaciones del ambiente generados por eventos antrópicos (Mahecha-Jimenez *et al.* 2011, Urbano *et al.* 2014), por lo que la presencia o ausencia de algunas especies pueden ser indicadores del estado del hábitat, razón por la cual se les conoce como bioindicadores del estado de conservación del ecosistema (Urbano *et al.* 2014, Iserhard *et al.* 2017, Noguera-Urbano y Ferro 2018).

METODOLOGÍA

El análisis de este trabajo se realizó teniendo como base una colecta de ejemplares realizada en enero de 2017 por dos de los autores de este trabajo, N. Rueda y C. H. Gantiva-Q., donde se visitaron sitios como los senderos la Rampa y Karikari, las estaciones El Tesoro, Sabana, caño Negro y la laguna La India

(Figura 1). Como técnicas de muestreo en campo se hizo la búsqueda libre con red entomológica y el uso de trampas Van Someren-Rydon, se utilizó como cebo fruta y pescado en descomposición (Figura 2). Así mismo, para brindar un mejor panorama acerca de la riqueza de especies de la Reserva, se utilizaron registros de especies (entidades que se pueden distribuir en la reserva y cuyas colectas corresponden en su mayoría a temporada seca) de dos trabajos: *i*) Parque Nacional Natural (PNN) El Tuparro, elaborado por Quintero *et al.* (2007). Este parque se encuentra localizado en el departamento de Vichada, cuenta con un área de 548.000 ha y está bañado por los ríos Tomo al norte, y los ríos Tuparro, Tuparrito y Caño Maipurés al sur. *ii*) Selva de Matavén, la cual es considerada una zona de transición entre las selvas

de la Amazonia y las extensas sabanas de la Orinoquia (Figura 1). Esta zona reviste un especial interés biológico, no sólo por su posición biogeográfica, sino por su buen estado de conservación, con menos del 5% de la superficie total transformada en zonas de cultivo y rastrojos (Higuera-D. y Ospina-C. 2009).

El procesamiento del material recolectado se realizó siguiendo lo propuesto por Andrade-C. *et al.* (2013), la identificación taxonómica fue liderada por G. Andrade-C. y se utilizó como material de referencia: Seitz (1924), D' Abrera (1981, 1984, 1987, 1988, 1994, 1995), De Vries (1987, 1997), Neild (1996), Le Crom *et al.* (2002, 2004), Willmott (2003) y Warren *et al.* (2017). Se siguió la nomenclatura propuesta por Lamas (2004) y la lista propuesta por Warren *et al.* (2017) y Seraphim *et al.* (2018). Los ejemplares se encuentran

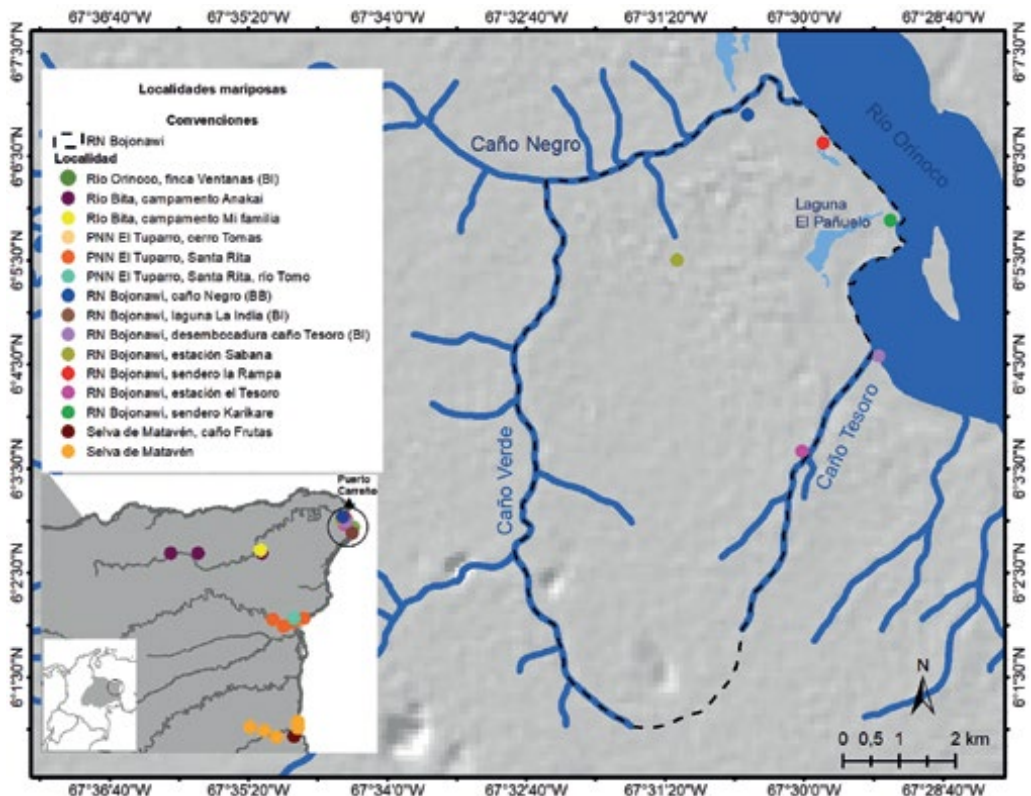


Figura 1. Estaciones de muestreo de mariposas en la Reserva Natural Bojonawi. Recuadro localidades adyacentes con información. Elaborado por Monica A. Morales-Betanocurt.

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

depositados en las colecciones biológicas del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN) y Colección de Artrópodos de la Universidad del Rosario (CAUR 229).

A partir de esto se presenta una lista de especies y subespecies de mariposas en la RNB y dos zonas asociadas. También se discute acerca de la naturaleza y ecología de las especies registradas en la reserva, su riqueza como número de especies, su distribución en la Orinoquía colombiana y dentro de los bosques y sabanas de la RNB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad de mariposas

Se obtuvieron 385 registros de mariposas, de los cuales 190 corresponden a la RNB.

El material corresponde a las superfamilias Hesperioidea y Papilionoidea, distribuido en seis familias, 17 subfamilias, 30 tribus, 67 géneros, 102 especies y 47 subespecies. La riqueza de géneros, especies y subespecies a nivel de familias sigue un mismo patrón, donde Nymphalidae tiene los números más altos, seguidos por Pieridae y Riodinidae (Figura 3). Se encontraron tres posibles nuevos taxones: (i) dos nuevas especies: *Magneuptychia* sp. nov. y *Nymphidium* sp. nov. y (ii) una nueva subespecie *Nymphidium lisimon* sp. nov. El número de especies registrado corresponde al 3,1% de la riqueza estimada para el país (Andrade-C. 2011), la cual es 3.274 especies.

Se registraron 47 especies en la RNB, el número expresado acá está subestimado debido a la naturaleza del muestreo y la época



Figura 2. Muestreo mariposas: a, b) uso de trampas Van Someren-Rydon; c, d) búsqueda activa y durante la fase de campo en la Reserva Natural Bojonawi. Fotos: Carlos H. Gantiva-Q.

climática en la cual fue realizado (sequía). El PNN El Tuparro cuenta con 145 taxones de mariposas (Quintero *et al.* 2007), de las cuales 74 cuentan con denominación a nivel específica. Para este estudio fueron utilizados 120 registros con identificación confiable correspondientes a 51 especies. Para la Selva de Matavén, se incluyeron en este estudio 34 de las 198 especies registradas, cuya distribu-

ción incluye la RNB (Higuera-D. y Ospina-C. 2009). Del total de datos colectados, 37 especies son exclusivas de la Reserva, 31 especies son del PNN El Tuparro y 20 especies de la selva de Matavén. Seis especies son compartidas entre las tres zonas, seis son compartidas entre la RNB y el PNN El Tuparro, y solamente una es compartida entre la RNB y la Selva de Matavén (Figura 4, Anexo 1).

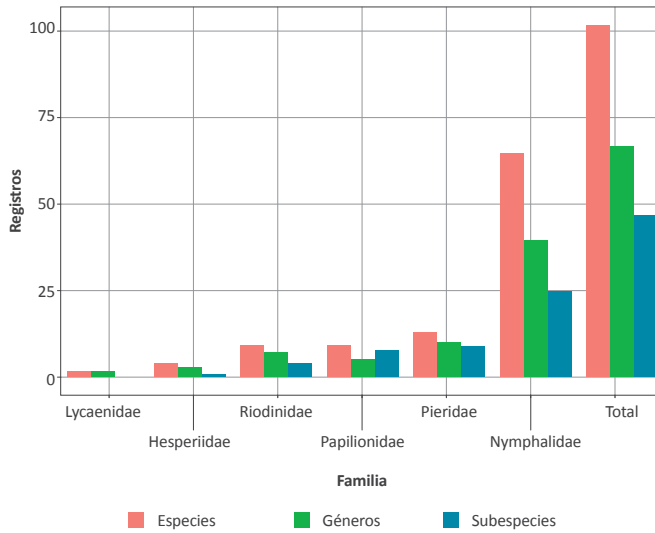


Figura 3. Registros de mariposas por familia, géneros, especies y subespecies en la Reserva Bojonawi y sus zonas asociadas.

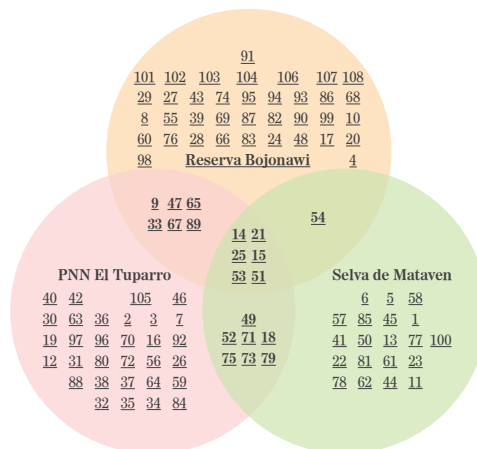


Figura 4. Especies únicas y especies compartidas para la Reserva Natural Bojonawi, PNN el Tuparro y selva de Matavén. Los números corresponden a la identidad de cada taxón en el anexo 2.

Llama la atención la disimilaridad observada entre los tres escenarios de trabajo, teniendo en cuenta que uno de los criterios de escogencia de los registros para PNN el Tuparro y Selva de Matavén, fue la concordancia en la temporada de recolecta de las muestras, las diferencias pueden ser debidas a la desigualdad en los esfuerzos de muestreo en cada lugar y la proximidad de PNN el Tuparro y Selva de Matavén con las selvas transicionales Orinoquia-Amazonia.

La riqueza de especies obtenida en la RNB (47 especies) no está cerca de las aproximaciones regionales para zonas de llanuras. Por ejemplo, Yara-Ortiz *et al.* (2011) registraron 175 especies en el departamento de Casanare y Andrade-C. *et al.* (2019a) registraron 260 especies en las llanuras del departamento de Arauca. Así mismo, esta riqueza está lejos de ser representativa de los diferentes ecosistemas de la altillanura colombiana al compararla con las 160 especies registradas en la serranía del Manacacias (Andrade-C. *et al.* 2019b).

Las llanuras de la Orinoquia presentan una variación anual de la temperatura muy fuerte. Este comportamiento es explicado por la variable climática de la isothermalidad (Bio3: fluctuación de temperatura diaria con respecto a la fluctuación anual) (O'Donnell y Ignizio 2012). Esta zona del país presenta valores muy bajos de esta variable, lo que hace que las fluctuaciones a lo largo del año sean muy marcadas. Esto trae como consecuencia que la estructura de hábitat y la disponibilidad de recursos sean diferentes a lo largo del año y esto a su vez puede conllevar a diferentes riquezas y abundancias de las especies de mariposas (Codesido y Bilenca 2004).

La actividad estacional de los insectos y el recambio de especies es un fenómeno que ha sido registrado en otros ecosistemas tropicales (Kato *et al.* 1995, Iserhard *et al.* 2017) y en los ensamblajes de mariposas de las llanuras de la Orinoquia. Por ejemplo, en el piedemonte de Casanare (Urbano *et al.* 2014, Noguera-Urbano y Ferro 2018) y en las llanuras inundables de Arauca (Agudelo-M. *et al.* 2018), la época de lluvia alberga la

mayor diversidad de mariposas en comparación a la época seca. Teniendo en cuenta esto, se considera que el presente estudio subestima la riqueza de especies presentes en la Reserva, ya que el muestreo fue realizado solo al comienzo de la temporada seca. Así, es necesario la realización de trabajo de campo durante las épocas de lluvia y las transiciones lluvias-seca, seca-lluvias.

Aspectos biogeográficos

La distribución geográfica de los taxones registrados en la RNB es amplia (Figura 5a). El 70,3% de los taxones encontrados en Bojonawi tienen dentro de sus áreas de distribución al piedemonte de la Cordillera Oriental. El 42,6% se distribuyen hasta el trapecio amazónico y las selvas transicionales de la Orinoquia y Amazonia. Solo el 7% de los taxones registrados se distribuyen exclusivamente en las llanuras de la Orinoquia (Figura 5c y e) y solo un taxón se distribuye exclusivamente en la Amazonia (Figura 5f).

Las especies observadas no solo presentan una amplia distribución, sino que también son resistentes a la temporada de alta temperatura y poca lluvia. Esto lleva a considerar la hipótesis de que estas especies tienen una tolerancia termal más amplia que aquellas especies que solo se encuentran en ecosistemas de isothermalidad más alta o con menos cambios estacionales, como los Andes y la Amazonia colombiana (O'Donnell y Ignizio 2012). El rango termal más amplio sería lo que les permitiría tener una distribución amplia y resistir a las fuertes temporadas secas de esta zona.

Así mismo, observaciones en campo en otras áreas de la Orinoquia colombiana, permiten señalar, como en la época lluviosa se da un recambio de especies, en donde aparecen especies poco observables y más dependientes de recursos específicos de plantas huésped y florales. Hernández-Camacho *et al.* (1992) afirmaron que en zonas como El Tuparro existe una fauna y flora muy afín al nororiente amazónico, situación que para la diversidad de mariposas de la RNB

se resolverá con la realización de trabajo de campo en época de lluvias donde aparecerán especies cuyo ciclo biológico dependerá de la oferta de recursos de vegetación que se da durante esta época. Este patrón de dominancia de especies con amplia distribución y resistentes al verano en llanuras de la Orinoquia, se puede apreciar en otros grupos de insectos como escarabajos coprófagos (Martínez-R. 2019) y grupos de vertebrados como aves (Acevedo-Ch. *et al.* 2014),

anfibios (Romero *et al.* 2014) y reptiles (Trujillo-P. *et al.* 2014).

Mariposas con distribución restringida

Fueron registradas tres especies cuya distribución está restringida estrictamente a las llanuras colombianas (Figura 5c y e), de estas se destacan: *Splendeptychia boliviensis* y *Morpho rhetenor columbianus* (Figura 6). *Splendeptychia boliviensis* es



Figura 5. Distribución geográfica de las diferentes especies registradas en la Reserva Natural Bojonawi a lo largo de la Orinoquia colombiana. a) Especies distribuidas en el piedemonte, las llanuras y selvas transicionales; b) especies distribuidas en el piedemonte y las llanuras; c) especies distribuidas solo en las llanuras; d) especies distribuidas en las llanuras y selvas transicionales; e) especies distribuidas en la altillanura; f) especies distribuidas en la Amazonia. Colores: **rosado fuerte:** piedemonte; **verde:** llanuras inundables; **naranja:** altillanuras; **rosado claro:** selvas transicionales. Los números corresponden a la entidad de cada taxón del listado del anexo 2. Fotos ejemplares: Gonzalo Andrade-C.

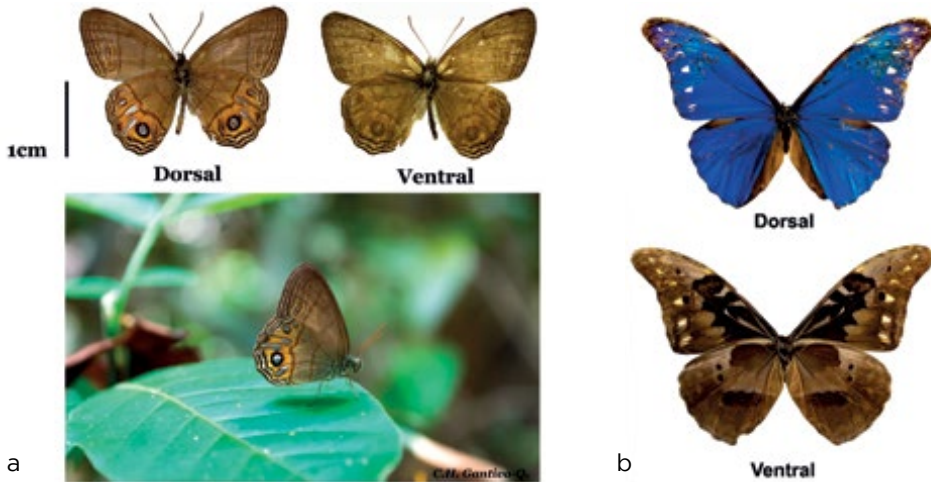


Figura 6. a) *Splendeuptychia boliviensis* Forster, 1964, foto en vivo, tomando el sol en una hoja cerca al suelo en el sendero La Rampa, Reserva Natural Bojonawi; b) *Morpho rhetenor columbianus* E.Krüger, 1925. Foto: Carlos H. Gantiva-Q.

una pequeña mariposa de la tribu Satyrini cuyo registro en la reserva se constituye como el primero de esta especie para el país, su descripción inicial (Forster 1964) sitúa su distribución en las yungas (Bolivia) y posteriormente fue registrada en la Amazonia peruana (Lamas *et al.* 1991, Freitas *et al.* 2019). *Morpho rhetenor columbianus* de la tribu Morphini, es una mariposa de gran tamaño cuya distribución se restringe a las llanuras principalmente colombianas, su especie pertenece al grupo Cis-andino-amazónico (Blandin y Purser 2013), que se distribuye desde el piedemonte de la Cordillera de los Andes hasta el delta del Orinoco y la Amazonia. Estas mariposas requieren grandes extensiones de terreno donde los machos son muy territoriales, lo que la convierte en una subespecie de importancia para la conservación de otros organismos y los ecosistemas donde habitan.

Aspectos ecológicos

Las especies encontradas en la RNB presentan una distribución horizontal a lo largo de diferentes ecosistemas (Figura 7). En el interior del bosque no se observó una delimitación vertical clara en el comportamiento de vuelo de las especies, por el contrario,

muchas especies que habitualmente sobrevuelan el dosel del bosque fueron observadas buscando recursos alimenticios y descansando de forma permanente en el suelo. En el borde de los ecosistemas de bosque de galería y de rebalse se encontraron las siguientes especies: *Parides sesostris tarquinius*, *Danaus gilippus hermippus*, *Agraulis vanillae*, *Heliconius erato hydara*, *Heliconius melpomene melpomene*, *Heliconius sara magdalena*, *Heliconius sara sara*, *Junonia evarete*, *Heraclides thoas nealces* y *Siproeta stelenes*. En el interior están presentes: *Hamadryas feronia*, *Calli-core pitheas*, *Catonephele antioe*, *Temenis laothoe laothoe*, *Prepona laertes demodice*, *Adelpha plesauere phliassa*, *Opsiphanes cassina numatius*, *Morpho helenor leontius*, *Morpho rhetenor columbianus*, *Magneuptychia libye*, *Splendeuptychia boliviensis* y *Mesene phareus*.

En las riberas del río Orinoco cuya ladera corresponde a coberturas boscosas, fueron observadas diferentes especies del interior del bosque que utilizan esta zona como tránsito y para tomar el sol a modo de hill-topping (Shields 1967, Alcock y Dodson 2008). Mariposas como *Prepona laertes demodice*, las diferentes especies de *Morpho* y *Heliconius* fueron observadas teniendo este compor-

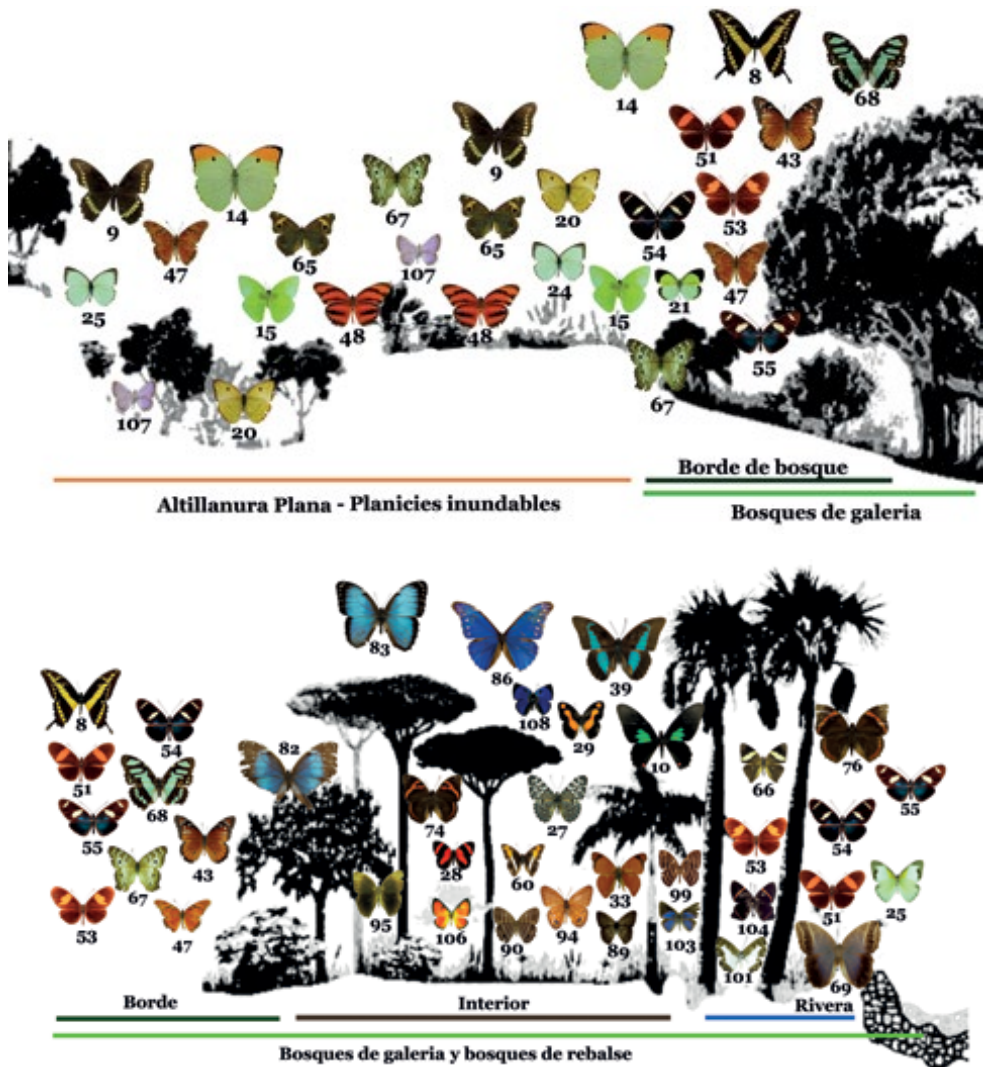


Figura 7. Distribución de las mariposas en los bosques y sabanas estudiadas en la Reserva Natural Bojonawi. Los números corresponden a la identidad del taxón en el anexo 2. Los perfiles fueron modificados a partir de lo expuesto por Rangel-Ch. y Minorta-C. (2014). Fotos: Gonzalo Andrade-C.

tamiento en la ribera del río Orinoco. En las diferentes playas formadas en el río Orinoco aguas abajo de la Reserva, fue común la observación de agrupaciones de especies de piéridos, ninfálidos y papiliónidos, donde estas mariposas aprovechan los recursos alimenticios que proveen las arenas húmedas de la playa de las cuales se alimentan y donde tienen sus rituales de cortejo.

En la altiplanura y las planicies inundables están presentes: *Battus polydamas polydamas*, *Anteos menippe*, *Aphrissa statira statira*, *Phoebis sennae marcellina*, *Ascia monuste monuste*, *Junonia evarete* y *Hemiargus hanno*; para la ribera se encontró a: *Parides sesostris tarquinius*, *Glutophrissa drusilla drusilla*, *Heliconius erato hydara*, *Heliconius melpomene melpo-*

mene, Heliconius sara magdalena, Heliconius sara sara, Colobura dirce, Nymphidium lisimon y Riodina lysippus erratica.

Algunas de las especies observadas no están presentes exclusivamente en un solo ecosistema, sino que se mueven a través de ellos. Por ejemplo, las especies del género *Heliconius* permanecen principalmente en el borde del bosque, pero transitan ocasionalmente a través del interior del bosque en búsqueda de claros. Este comportamiento es común en este grupo de mariposas dado que sus hembras están en la búsqueda constante de plántulas del género *Passiflora* para la oviposición de sus huevos (de Castro *et al.* 2017). Las plántulas de *Passiflora* requieren de una gran cantidad de luz para su crecimiento lo que hace que se encuentren generalmente en los bordes o claros de bosque (Plowes 2006). Asimismo, las plantas de néctar y polen preferidas por este grupo de mariposas (*Gurania* sp. y *Psiguria* sp.) también se encuentran principalmente en estas zonas (Jiggins 2017).

La especie *Heliconius sara* (54-55 en las figuras 5 y 7), es una mariposa que presenta cambios ecológicos interesantes en la Reserva. Por un lado, se observa que las larvas de las subespecies de *H. sara magdalena* (54 en las figuras 5 y 7) y *H. sara sara* (55 en las figuras 5 y 7), cambian su planta hospedera *Passiflora auriculata* por *Passiflora laurifolia*, lo cual es interesante dado que esta especie se consideraba monófaga. Por otro lado, en el resto del país esta especie se encuentra participando del anillo mimético blanco/amarillo (este anillo se caracteriza por la presencia de una banda amarilla en el

ala anterior, como las especies: *H. wallacei*, *H. antiochus* y *H. doris*), lo cual sumado a su toxicidad le permite reducir el riesgo de depredación. Sin embargo, en la RNB fue encontrada volando sola, es decir, sin anillo mimético. Esto lleva a preguntas interesantes sobre la química ecológica de esta especie.

Así como en los casos expuestos anteriormente, es opinión de los autores que debe haber cambios ecológicos en el resto de las especies que les permitan adaptarse a las condiciones ambientales contrastantes de esta zona con el resto del país. Por ello, son necesarios trabajos futuros para tener una mejor idea de los procesos ecológicos de las mariposas de la Orinoquia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta región deben presentarse patrones de diversidad temporal diferenciales, sin embargo, dadas las características de este muestreo no fue posible determinar la existencia de este. Es importante realizar estudios futuros de mariposas en la zona en otras épocas climáticas del año, para poder documentar la diversidad de especies de mariposas, analizar su distribución espacial, monitoreo y cambios o adaptaciones ecológicas. Por otro lado, es importante poder reducir el riesgo de pérdida de la naturaleza en el sistema de áreas protegidas, ya que se evidencia los efectos de cambio de nivel global, cambio climático, contaminación introducción de especies y trabajar en la relación entre salud humana, vida silvestre y ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Ch., O., G. Pinto-G., y J. Rangel-Ch. 2014. Las aves de la Orinoquía colombiana: una revisión de sus registros. Pp. 691-750. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquía de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Agudelo-M., J. C. y N. Pérez-B. 2015. Notas acerca de la distribución de Papilionidae (Lepidoptera: Papilionoidea) en el norte de la Orinoquía colombiana. *Boletín Científico Museo de Historia Natural. Universidad de Caldas* 19: 203-214.
- Agudelo-M., J. C., E. Gómez-Tapia y N. Pérez-Buitrago. 2018. Dinámica temporal de la riqueza de especies y la abundancia de mariposas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) en la sabana inundable del municipio de Arauca (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 42: 246-254.
- Alcock, J. y G. Dodson. 2008. The diverse mating systems of Hilltopping insects. *America Entomologist* 54: 80-87.
- Andrade-C., M. G. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción Ciencia-Política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 25: 137.
- Andrade-C., G., E. R. Henao y P. Triviño. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 37: 312-325.
- Andrade-C., M. G., E. F. Henao, C. H. Gantiva y M. C. Bejarano. 2019a. Mariposas diurnas (Papilionidae-Hesperioidea) del municipio de Puerto Rondón, Arauca, Colombia. Pp. 537-555. *En*: Rangel-Ch., J. O., M. G. Andrade, C. Jarro y G. Santos (Eds.). *Colombia Diversidad Biótica XX. Territorio sabanas y humedales de Arauca (Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Andrade-C., M. G., E. F. Henao, C. H. Gantiva y M. C. Bejarano 2019b. Mariposas diurnas de dos sectores de la Serranía del Manacacías (Meta) Orinoquía Colombiana. Pp. 401-430. *En*: Rangel-Ch., J. O. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XII. La región de la Serranía del Manacacías (Meta) Orinoquía Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22: 2875-2906.
- Blandin, P. y B. Purser. 2013. Evolution and diversification of Neotropical butterflies: Insights from the biogeography and phylogeny of the genus *Morpho Fabricius, 1807* (Nymphalidae: Morphinae), with a review of the geodynamics of South America. *Tropical Lepidoptera Research* 23: 62-85.
- Blanco, D., E. Mesa, P. Gaitán y P. Urbano 2014. Mariposas diurnas asociadas al campus de la fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano. *Revista Orinoquía, Ciencia y Sociedad*: 21-25.
- Codesido, M. y D. Bilencia. 2004. Variación estacional de un ensamble de aves en un bosque subtropical semiárido del Chaco Argentino. *Biotropica* 36: 544.
- D'Abrera, B. 1981. Butterflies of the Neotropical Region. Part I. Papilionidae and Pieridae. Lansdowne and Hill House Editions. Australia. 273 pp.
- D'Abrera, B. 1984. Butterflies of the Neotropical Region. Part II. Danaidae, Ithomiinae, Heliconiinae & Morphidae. Hill House Publishers. Australia. 222 pp.
- D'Abrera, B. 1987. Butterflies of the Neotropical Region. Part III. Brassolidae, Acraeidae & Nymphalidae. Hill House Publishers. Australia. 140 pp.
- D'Abrera, B. 1988. Butterflies of the Neotropical Region. Part IV Nymphalidae & Satyridae. Hill House Publishers. Australia. 151 pp.
- D'Abrera, B. 1994. Butterflies of the Neotropical Region. Part VI. Riodinidae. Hill House Publishers. Australia. 217 pp.

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

- D'Abbrera, B. 1995. Butterflies of the Neotropical region. Part VII. Lycaenidae. Hill House Publishers. Australia. 173 pp.
- de Castro, E., M. Zagrobelny, M. Z. Cardoso y S. Bak. 2017. The arms race between heliconiine butterflies and Passiflora plants - new insights on an ancient subject. *Biological Reviews* 93:1
- DeVries, P. 1987. The Butterflies of Costa Rica and their natural history: Vol. I (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae). Princeton University Press. USA. 368 pp.
- DeVries, P. 1997. The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Vol. II: Riodinidae. Princeton University Press. USA. 368 pp.
- Forster, W. 1964. Beiträge zur Kenntnis der Insektenfauna Boliviens XIX. Lepidoptera III. Satyridae. Veröffentlichungen der Zool. Staatssammlung München 8: 27-35.
- Freitas, A. V. L., L. Mota, T. Zacca y E. P. Barbosa. 2019. Description of a new and highly distinctive genus and species of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from the Brazilian southern Amazon. *Revista Brasileira de Entomologia* 63: 254-261.
- Hernández-Camacho, J., A. Hurtado, R. Ortíz y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105-151. En: Halffter, I. G. (Comp.), *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Instituto de Ecología, A. C. Mexico.
- Higuera-D., M. y M. Ospina-C. 2009. Insectos. Pp. 115-139. En: Villarreal-Leal, H., M. Álvarez-Rebolledo, M. Higuera-Díaz, J. Aldana-Domínguez, J. D. Bogotá- Gregory, F. V. Villa-Navarro, P. Von Hildebrandt, A. Prieto-Cruz, J. Maldonado-Ocampo, A. M. Umaña-Villaveces, S. Sierra y F. Forero. *Caracterización de la biodiversidad de la selva de Matavén (sector centro-oriental) Vichada, Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación de Cabildos y Autoridades Tradicionales Indígenas de la selva de Matavén (Acatistema). Bogotá, D. C., Colombia.
- Iserhard, C. A., H. Piccoli, A. Richter y M. de Souza, Jr. 2017. Monitoring temporal variation to assess changes in the structure of subtropical atlantic forest butterfly communities. *Environmental Entomology* 46 (4): 804-813.
- Jiggins, C. 2017. The ecology and evolution of *Heliconius* butterflies. Oxford University Press. U. K. 277 pp.
- Kato, M. T. Inoue, A. A. Hamid, T. Nagamitsu, M. Ben, A. Nona, T. Itino, S. Yamane y T. Yumoto 1995. Seasonality and vertical structure of light-attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Researches on Population Ecology* 37: 59-79.
- Lamas, G., R. Robins y H. Donald. 1991. A preliminary survey of the butterfly fauna of Pakitza, parque nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. *Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 40: 1-19.
- Lamas, G. (Ed.). 2004. Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. Tropical and L. Publishers, Eds. USA. 475 pp.
- Le Crom, J., L. M. Constantino y J. A. Salazar. 2002. Mariposas de Colombia. Tomo 1 Papilionidae. Carlec Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 112 pp.
- Le Crom, J., J. Llorente-Bousquets, L. M. Contantino y J. Salazar. 2004. Mariposas de Colombia. Tomo 2 Pieridae. Carlec Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 113 pp.
- Mahecha-Jiménez, O. J., J. C. Dumar-Rodríguez y T. W. Pyrcz. 2011. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Shilap Revista de Lepidopterología* 39 (153): 117-126.
- Martínez-R., D. 2019. Escarabajos coprófagos de la Orinoquía Colombiana: patrones de distribución y áreas de concentración de la riqueza. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 123 pp.

- Neild, A. F. E. 1996. The Butterflies of Venezuela. Part I: Nymphalidae I (Limenitidinae, Apaturinae, Charaxinae). Apollo Booksellers. 144 pp.
- Noguera-Urbano, E. e I. Ferro. 2018. Environmental factors related to biogeographical transition zones of areas of endemism of Neotropical mammals. *Australian Systematic Botany* 30: 485.
- O'Donnell, M. S. y D. A. Ignizio. 2012. Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States. *U. S Geological Survey Data Series* 691: 10.
- Plowes, R. M. 2006. Tropical forest landscape dynamics: Population consequences for Neotropical lianas, genus *Passiflora*. Tesis doctoral. Universidad de Texas. 143 pp.
- Quintero, I., P. Osorio, R. Castillo y M. Higuera. 2007. Insectos. Pp. 87-113. *En*: Villarreal-Leal, H. y J. Maldonado-Ocampo (Comp.), *Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada-Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Rangel-Ch., J. O. y V. Minorta-C. 2014. Los tipos de vegetación de la Orinoquia colombiana. Pp. 533-612. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Rippstein, G., G. Escobar y F. Motta (Eds.). 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 302 pp.
- Romero, H., J. O. Rangel-Ch. y J. E. Carvajal-C. 2014. Anfibios de la Orinoquia colombiana. Pp. 665-690. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Seitz, A. 1924. Die Gross Schmetterlinge der Erde. Die Amerikanischen. Tagfalter., Ed. Seraphim, N., L. A. Kaminski, P. J. Devries, C. Penz, C. Callaghan, N. Wahlberg, K. L. Silva-Brandão y V. L. Freitas. 2018. Molecular phylogeny and higher systematics of the metalmarks butterflies (Lep. Riodinidae). *Systematic Entomology* 43: 1-19.
- Shields, O. 1967. Hilltopping. An ecological study of summit congregation behavior of butterflies on a southern California hill. *Journal of Research on the Lepidoptera* 6: 69-178.
- Trujillo-P., A. J. E. Carvajal-C. y J. O. Rangel-Ch. 2014. Reptiles de la Orinoquia colombiana. Pp. 635-664. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Urbano, P., J. Munevar, O. Mahecha-J. y E. Hincapié. 2014. Diversidad y estructura de las comunidades de Lepidóptera en la zona del ecotono entre el piedemonte llanero y la sabana inundable en Casanare-Colombia (Lepidoptera-Papilionoidea). *Shilap Revista de Lepidopterología* 42 (167): 433-437.
- Warren, A., K. J. Davis, E. M. Stangeland, J. P. Pelham, K. R. Willmott y N. V. Grishin. 2017. Illustrated Lists of American Butterflies.
- Willmott, K. 2003. The Genus *Adelpha*: Its Systematics. Biology and Biogeography (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidini). Scientific Publishers, Florida. 322 pp.
- Yara-Ortiz, C., J. M. Peña y P. Urbano. 2011. Hormigas y mariposas del Casanare. Pp. 102-119. *En*: Usma, J. S. y F. Trujillo (Eds.), *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*. Gobernación de Casanare, WWF Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Yara-Ortiz, C. y Ospina-L, L. 2016. Hormigas y mariposas de las cuencas de los ríos Meta y Bitá. Pp. 80-103. *En*: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Ed.), *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito y WWF Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de mariposas de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes y su distribución por hábitat.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
HESPERIIDAE					
Eudaminae					
1	<i>Chioides catillus</i> (Cramer, 1779)			x	Borde de bosque, sabanas
2	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)		x		Borde de bosque, sabanas
3	<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)		x		Interior de bosque
Pyrginae					
Achlyodini					
4	<i>Ouleus fridericus fridericus</i> (Geyer, 1832)	x			Interior de bosque
PAPILIONIDAE					
Papilioninae					
Leptocircini					
5	<i>Mimoides ariarathes gayi</i> (Lucas, 1852)			x	Interior de bosque
6	<i>Neographium agesilaus autosilaus</i> (H. Bates, 1861)			x	Borde de bosque, sabanas
Papilionini					
7	<i>Heraclides garleppi interruptus</i> (Staudinger, 1892)		x		Borde de bosque, sabanas
8	<i>Heraclides thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	x			Borde de bosque, sabanas
Troidini					
9	<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		Borde de bosque, sabanas
10	<i>Parides sesostris tarquinius</i> (Boisduval, 1836)	x			Interior de bosque, borde de bosque
11	<i>Parides aeneas bolivar</i> (Hewitson, 1850)			x	Interior de bosque, borde de bosque
12	<i>Parides lysander orinocoensis</i> Constantino, Le Crom & Salazar, [2002]		x		Interior de bosque, borde de bosque
13	<i>Parides orellana</i> (Hewitson, 1852)			x	Interior de bosque, borde de bosque
PIERIDAE					
Coliadinae					
14	<i>Anteos menippe</i> (Hübner, [1818])	x	x	x	Borde de bosque, sabanas
15	<i>Aphrissa statira statira</i> (Cramer, 1777)	x	x	x	Borde de bosque, sabanas

Anexo 1. Continuación.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
16	<i>Eurema agave</i> (Cramer, 1775)		x		Borde de bosque, sabanas
17	<i>Eurema elathea vitellina</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	x			Borde de bosque, sabanas
18	<i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)		x	x	Borde de bosque, sabanas
19	<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)		x		Borde de bosque, sabanas
20	<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777)	x			Borde de bosque, sabanas
21	<i>Pyrisitia venusta venusta</i> (Boisduval, 1836)	x	x	x	Borde de bosque, sabanas
22	<i>Rhabdodryas trite trite</i> (Linnaeus, 1758)			x	Borde de bosque, sabanas
Dismorphiinae					
23	<i>Moschoneura pinthous monica</i> Lamas, 2004			x	Interior de bosque
Pierinae					
Pierini					
24	<i>Ascia monuste monuste</i> (Linnaeus, 1764)	x			Borde de bosque, sabanas
25	<i>Glutophrissa drusilla drusilla</i> (Cramer, 1777)	x	x	x	Borde de bosque
26	<i>Itaballia demophile calydonia</i> (Boisduval, 1836)		x		Interior de bosque, borde de bosque
NYMPHALIDAE					
Biblidinae					
Ageroniini					
27	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	x			Interior de bosque
28	<i>Callicore pitheas</i> (Latreille, [1813])	x			Interior de bosque
Catonephelini					
29	<i>Catonephele antinoe</i> (Godart, [1824])	x			Interior de bosque
30	<i>Eunica alpais</i> (Godart, [1824])		x		Interior de bosque
31	<i>Eunica europa</i> (Cramer, 1775)		x		Interior de bosque
32	<i>Eunica malvina</i> H. Bates, 1864		x		Interior de bosque
Epiphelini					
33	<i>Temenis laothoe laothoe</i> (Cramer, 1777)	x	x		Interior de bosque
Charaxinae					
Anacini					
34	<i>Memphis acidalia</i> (Hübner, [1819])		x		Interior de bosque
35	<i>Memphis moruus phila</i> (H. Druce, 1877)		x		Interior de bosque

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
36	<i>Memphis philumena</i> (E. Doubleday, [1849])		x		Interior de bosque
37	<i>Zaretis isidora</i> (Cramer, 1779)		x		Interior de bosque
Preponini					
38	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)		x		Interior de bosque
39	<i>Prepona laertes demodice</i> (Godart, [1824])	x			Interior de bosque
Cyrestinae					
Cyrestini					
40	<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)		x		Borde de bosque
41	<i>Marpesia orsilochus</i> (Fabricius, 1776)			x	Borde de bosque
42	<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)		x		Borde de bosque
Danainae					
Danaini					
43	<i>Danaus gilippus hermippus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	x			Borde de bosque, sabanas
Ithomiini					
44	<i>Aeria elara</i> (Hewitson, 1855)			x	Interior de bosque
45	<i>Melinaea ludovica ludovica</i> (Cramer, 1780)			x	Interior de bosque
Heliconiinae					
Argynnini					
46	<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)		x		Borde de bosque
Heliconiini					
47	<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758)	x	x		Borde de bosque
48	<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)	x			Borde de bosque, sabanas
49	<i>Dryas iulia iulia</i> (Fabricius, 1775)		x	x	Borde de bosque
50	<i>Heliconius antiochus antiochus</i> (Linnaeus, 1767)			x	Interior de bosque, borde de bosque
51	<i>Heliconius erato hydara</i> (Hewitson, 1867)	x	x	x	Interior de bosque, borde de bosque
52	<i>Heliconius numata silvana</i> (Stoll, 1781)		x	x	Interior de bosque, borde de bosque
53	<i>Heliconius melpomene melpomene</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	Interior de bosque, borde de bosque
54	<i>Heliconius sara magdalena</i> H. Bates, 1864	x		x	Interior de bosque, borde de bosque

Anexo 1. Continuación.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
55	<i>Heliconius sara sara</i> (Fabricius, 1793)	x			Interior de bosque, borde de bosque
56	<i>Heliconius wallacei flavescens</i> Reakirt, 1866		x		Interior de bosque, borde de bosque
57	<i>Neruda aoede lucretius</i> (Weymer, 1891)			x	Interior de bosque, borde de bosque
Limenitidinae					
Limenitidini					
58	<i>Adelpha malea aethalia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)			x	Interior de bosque
59	<i>Adelpha plesaure</i> Hübner, 1823		x		Interior de bosque
60	<i>Adelpha plesaure phliassa</i> (Godart, [1824])	x			Interior de bosque
61	<i>Adelpha sichaeus</i> (A. Butler, 1866)			x	Interior de bosque
Nymphalinae					
Coeini					
62	<i>Baeotus deucalion</i> (C. Felder & R. Felder, 1860)			x	Interior de bosque
63	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)		x		Interior de bosque, borde de bosque
64	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)		x		Interior de bosque, borde de bosque
Junoniini					
65	<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	x	x		Borde de bosque, sabanas
Nymphalini					
66	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	x			Interior de bosque
Victorini					
67	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	x	x		Borde de bosque, sabanas
68	<i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus, 1758)	x			Borde de bosque
Satyrinae					
Brassolini					
69	<i>Caligo illioneus oberon</i> A. Butler, 1870	x			Interior de bosque
70	<i>Catoblepia berecynthia</i> (Cramer, 1777)		x		Interior de bosque
71	<i>Catoblepia xanthus</i> (Linnaeus, 1758)		x	x	Interior de bosque
72	<i>Opsiphanes bogotanus</i> Distant, 1875		x		Interior de bosque
73	<i>Opsiphanes cassina</i> C. Felder & R. Felder, 1862		x	x	Interior de bosque

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
74	<i>Opsiphanes cassina numatius</i> Fruhstorfer, 1912	x			Interior de bosque
75	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, [1808])		x	x	Interior de bosque
76	<i>Opsiphanes invirae remoliatus</i> Fruhstorfer, 1907	x			Interior de bosque
77	<i>Opsiphanes quiteria</i> (Stoll, 1780)			x	Interior de bosque
78	<i>Selenophanes cassiope</i> (Cramer, 1775)			x	Interior de bosque
Haeterini					
79	<i>Pierella astyoche</i> (Erichson, [1849])		x	x	Interior de bosque
80	<i>Pierella hyalinus</i> (Gmelin, [1790])		x		Interior de bosque
Morphini					
81	<i>Morpho achilles</i> (Linnaeus, 1758)			x	Interior de bosque
82	<i>Morpho helenor achillaena</i> (Hübner, [1823])	x			Interior de bosque
83	<i>Morpho helenor leontius</i> C. Felder & R. Felder, 1867	x			Interior de bosque
84	<i>Morpho helenor ululina</i> Le Moutt & Réal, 1962		x		Interior de bosque
85	<i>Morpho menelaus occidentalis</i> C. Felder & R. Felder, 1862			x	Interior de bosque
86	<i>Morpho rhetenor columbianus</i> E. Krüger, 1925	x			Interior de bosque
Satyrini					
87	<i>Cissia</i> sp. nov	x			Interior de bosque
88	<i>Euptychia mollina</i> (Hübner, [1813])		x		Interior de bosque
89	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	x	x		Interior de bosque
90	<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)	x			Interior de bosque
91	<i>Magneuptychia</i> sp. nov.	x			Interior de bosque
92	<i>Pseudodebis marpessa</i> (Hewitson, 1862)		x		Interior de bosque
93	<i>Pseudodebis</i> sp.	x			Interior de bosque
94	<i>Splendeuptychia boliviensis</i> Forster, 1964	x			Interior de bosque
95	<i>Taygetina kerea</i> (A. Butler, 1869)	x			Interior de bosque
96	<i>Taygetis echo</i> (Cramer, 1775)		x		Interior de bosque
97	<i>Taygetis zippora</i> A. Butler, 1869		x		Interior de bosque

Anexo 1. Continuación.

#	ESPECIE	Reserva Bojonawi	PNN El Tuparro	Selva de Matavén	Hábitat
RIODINIDAE					
Riodininae					
Mesosemiini					
98	<i>Mesosemia</i> sp. nov. A. Butler, 1874	x			Interior de bosque
99	<i>Mesosemia steli</i> Hewitson, 1858	x			Interior de bosque
	Nymphidiini				
100	<i>Aricoris epulus</i> (Cramer, 1775)			x	Interior de bosque
101	<i>Nymphidium lisimon</i> sp. nov.	x			Interior de bosque
102	<i>Nymphidium</i> sp. nov.	x			Interior de bosque
103	<i>Theope virgilius</i> (Fabricius, 1793)	x			Interior de bosque
Riodinini					
104	<i>Riodina lysippus erratica</i> Seitz, 1913	x			Interior de bosque
Stalachtini					
105	<i>Stalachtis calliope</i> (Linnaeus, 1758)		x		Interior de bosque
Symmachiini					
106	<i>Mesene phareus</i> (Cramer, 1777)	x			Interior de bosque
LYCAENIDAE					
Polyommatainae					
Eumaeini					
107	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	x			Borde de bosque, sabanas
108	<i>Panthiades bitias</i> (Cramer, 1777)	x			Interior de bosque

Capítulo 5. MARIPOSAS RESERVA BOJONAWI

Anexo 2. Mariposas registradas en este trabajo.

1. *Chioides catillus*, 2. *Urbanus dorantes*, 3. *Urbanus proteus*, 4. *Ouleus fridericus fridericus*, 5. *Mimoides ariarathes gayi*, 6. *Neographium agesilaus autosilaus*, 7. *Heraclides garleppi interruptus*, 8. *Heraclides thoas nealces*, 9. *Battus polydamas polydamas*, 10. *Parides sesostris tarquinius*, 11. *Parides aeneas bolivar*, 12. *Parides lysander orinocoensis*, 13. *Parides orellana*, 14. *Anteos menippe*, 15. *Aphrissa statira statira*, 16. *Eurema agave*, 17. *Eurema elathea vitellina*, 18. *Phoebis argente*, 19. *Phoebis philea*, 20. *Phoebis sennae marcellina*, 21. *Pyrisitia venusta venusta*, 22. *Rhabdodryas trite trite*, 23. *Moschoneura pinthous monica*, 24. *Ascia monuste monuste*, 25. *Glutophrissa drusilla drusilla*, 26. *Itaballia demophile calydonia*, 27. *Hamadryas feronia*, 28. *Callicore pitheas*, 29. *Catonephele antinoe*, 30. *Eunica alpais*, 31. *Eunica eurota*, 32. *Eunica malvina*, 33. *Temenis laothoe laothoe*, 34. *Memphis acidalia*, 35. *Memphis moruus phila*, 36. *Memphis philumena*, 37. *Zaretis isidora*, 38. *Archaeoprepona demophon*, 39. *Prepona laertes demodice*, 40. *Marpesia chiron*, 41. *Marpesia orsilochus*, 42. *Marpesia petreus*, 43. *Danaus gilippus hermippus*, 44. *Aeria elara*, 45. *Melinaea ludovica ludovica*, 46. *Euptoieta hegesia*, 47. *Agraulis vanillae*, 48. *Dryadula phaetusa*, 49. *Dryas iulia iulia*, 50. *Heliconius antiochus antiochus*, 51. *Heliconius erato hydara*, 52. *Heliconius numata silvana*, 53. *Heliconius melpomene melpomene*, 54. *Heliconius sara magdalena*, 55. *Heliconius sara sara*, 56. *Heliconius wallacei flavescens*, 57. *Neruda aoede lucretius*, 58. *Adelpha malea aethalia*, 59. *Adelpha plesaure*, 60. *Adelpha plesaure phliassa*, 61. *Adelpha sichaeus*, 62. *Baeotus deucalion*, 63. *Historis acheronta*, 64. *Historis odius*, 65. *Junonia evarete*, 66. *Colobura dirce*, 67. *Anartia jatrophae*, 68. *Siproeta stelenes*, 69. *Caligo illioneus oberon*, 70. *Catoblepia berecynthia*, 71. *Catoblepia xanthus*, 72. *Opsiphanes bogotanus*, 73. *Opsiphanes cassina*, 74. *Opsiphanes cassina numatius*, 75. *Opsiphanes invirae*, 76. *Opsiphanes invirae remoliatus*, 77. *Opsiphanes quiteria*, 78. *Selenophanes cassiope*, 79. *Pierella astyoche*, 80. *Pierella hyalinus*, 81. *Morpho achilles*, 82. *Morpho helenor achillaena*, 83. *Morpho helenor leontius*, 84. *Morpho helenor ululina*, 85. *Morpho menelaus occidentalis*, 86. *Morpho rhetenor columbianus*, 87. *Cissia* sp. nov., 88. *Euptychia mollina*, 89. *Hermeuptychia hermes*, 90. *Magneuptychia libye*, 91. *Magneuptychia* sp. nov., 92. *Pseudodebis marpessa*, 93. *Pseudodebis* sp., 94. *Splendeuptychia boliviensis*, 95. *Taygetina kerea*, 96. *Taygetis echo*, 97. *Taygetis zippora*, 98. *Mesosemia* sp. nov., 99. *Mesosemia steli*, 100. *Aricoris epulus*, 101. *Nymphidium lisimon* sp. nov., 102. *Nymphidium* sp. nov., 103. *Theope virgilius*, 104. *Riodina lysippus erratica*, 105. *Stalactis calliope*, 106. *Mesene phareus*, 107. *Hemiargus hanno*, 108. *Panthiades bitias*.



Bosque inundable de caño Tesoro. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Pez hoja, *Monocirrhus polyacanthus*. Foto: Iván Mikolki.

PECES DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), RÍO ORINOCO Y PLANICIE INUNDABLE, VICHADA, COLOMBIA

Carlos A. Lasso, Monica A. Morales-Betancourt, Susana Bernal-Sierra, Edwin López-Delgado, Jorge E. García-Melo, Ivan Mikolji, Carlos DoNascimento, Alejandro Méndez, Aniello Barbarino, Beyker Castañeda, Brayán Marín y Donald Taphorn

Resumen. Como resultado de muestreos realizados durante la temporada seca en 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 y 2020, se identificaron 247 especies agrupadas en 14 órdenes y 47 familias. Destacan seis nuevos registros para Colombia: *Adontosternarchus sachsii*, *Trachydoras gepharti*, *Megalodoras guayoensis*, *Hypostomus rhanthos*, *Gnatholebias zonatus* y *Plagioscion auratus*, además de tres nuevos reportes para la cuenca del río Orinoco en Colombia: *Sternarchorhamphus muelleri*, *Tenellus trimaculatus* y *Apionichthys nattereri*. El sistema planicie inundable fue el de mayor riqueza (205 sp., 84%). La riqueza de especies a lo largo del gradiente río Orinoco-planicie inundable, mostró una alta variabilidad asociada a los macrohábitats: caños y la laguna (186 sp. y 147 sp., respectivamente), playas (76 sp.) y el cauce principal del río Orinoco (77 sp.), los cuales compartieron un 56% del total de las especies. Las variables ambientales locales actúan como filtros ecológicos y son responsables en parte de la composición, riqueza, variabilidad y recambio de especies. Unas 143 especies, tienen importancia para el ser humano (alimento, pesca ornamental—la mayoría—, deportiva y de subsistencia). Hay 45 especies migratorias y solo un 5% de las especies se encuentran amenazadas, todas por la sobre explotación pesquera y la pesca furtiva o ilegal que es la amenaza principal.

Palabras clave. Comunidades, Escudo Guayanés, río Orinoco, sabanas de altillanura, zonación lateral.

Abstract. As a result of collections made during the dry seasons of 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 and 2020, 247 species of fish, grouped in 14 orders and 47 families were identified. Six new records for Colombia stand out: *Adontosternarchus sachsii*, *Trachydoras gepharti*, *Megalodoras guayoensis*, *Hypostomus rhanthos*, *Gnatholebias zonatus* and *Plagioscion auratus*, in addition to three new reports for the Orinoco River basin in Colombia: *Sternarchorhamphus muelleri*, *Tenellus trimaculatus* and

Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, S. Bernal-Sierra, E. López-Delgado, J. E. García-Melo, I. Mikolji, C. DoNascimento, A. Méndez, A. Barbarino, B. Castañeda, B. Marín y D. Taphorn. 2020. Peces de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 191-235. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII06

Apionichthys nattereri. The floodplain system was the richest (205 sp., 84%). Species richness along the Orinoco River - floodplain gradient showed high variability associated with macrohabitats: streams had 186 spp., the lagoon 147, beaches 76 sp., main channel of the Orinoco River 77 sp., (which was 56% of the total number of species collected). Species turnover is the component that most explains the high beta diversity. Local environmental variables act as ecological filters and are responsible in part for the composition, richness, variability and turnover of species. Some 143 species have some importance for humans (food, ornamental fishing (the majority of them), sport and subsistence fishing. There are 45 migratory species and only 5% of the species are threatened, all due to overfishing and poaching or illegal fishing that is the main threat.

Keywords. Communities, Guiana Shield, lateral zonation, highland savannas, Orinoco River.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento acerca de la composición y riqueza ictiológica de la Orinoquia ha sido objeto de varios estudios en las dos últimas décadas, pero aun así permanece todavía con vacíos importantes, especialmente en las planicies, llanos o sabanas inundables del cauce principal del río Orinoco. La región del bajo Orinoco cuenta con inventarios parciales realizados a finales de los ochenta (Lasso 1988a, b) y otros estudios de índole ecológico relacionados con la variabilidad espacio-temporal (Rodríguez y Lewis Jr. 1981a, b, 1990, 1994, 1997) y/o el impacto antrópico (González *et al.* 2009).

La contribución de los afluentes principales del Orinoco en Colombia está recogida en Lasso *et al.* (2004) y DoNascimento *et al.* (2019), entre los cuales hay que reseñar los trabajos realizados en el Orinoco medio y en particular en las sabanas guayanesas de la altillanura en Colombia (Maldonado-Ocampo 2001, Lasso *et al.* 2014) y más recientemente Villa-Navarro *et al.* (2017). Para la Reserva se realizó un primer listado en 2006 (Ortega-Lara 2007). Todos estos trabajos consideraron los resultados de los diferentes tipos de macrohábitats acuáticos (*sensu* Lasso *et al.* 2014) presentes en la Orinoquia (ríos principales o caños de aguas claras, morichales, lagunas, etc.), pero no enfocados en el gradiente de inundación lateral del Orinoco. Es por ello, que el presente

capítulo se enfocó en el análisis sobre la composición y recambio de las comunidades o ensamblajes de especies a lo largo del eje transversal Orinoco (cauce principal) y las planicies inundables o sabanas arenosas de la Guayana colombiana, presentes en la Reserva Natural Bojonawi-RNB.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

Se establecieron diez estaciones (Figura 1) que fueron muestreadas durante la temporada seca en los años 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 y 2020, de tal manera que incluyeran los diferentes tipos de macrohábitats o humedales en la Reserva (ver área de estudio en este libro): a) río Orinoco-zona pelágica: cauce principal (aguas medias y superficiales, fondo cauce); río Orinoco-zona litoral (playas); b) planicie inundable (laguna, bosque inundable, caños, morichales y charcos en zonas bajas y afloramientos rocosos o lajas). Se muestrearon también los microhábitats como hojarasca, piedras, troncos, arena-playas, esponjas e incluso el cuerpo de peces parasitados (ectoparásitos). La colecta de peces se realizó de diferentes maneras, horas (día/noche) y artes de pesca, dependiendo de los sistemas, macrohábitat y microhábitat evaluados, así como la estación (lluvias-aguas altas, sequía-aguas bajas). El método estándar fue el uso de redes de playa

(chinchorros de 2, 5 y 10 m largo x 2 alto, de entrenado de 1 y 5 mm); redes de mano; nasas o trampas con carnada; anzuelos de varios tipos (# 5, 6 y 7) y red de arrastre de fondo del cauce para el río Orinoco. También se hizo captura manual de los peces en el interior de troncos, rocas sumergidas o esponjas y se examinaron las capturas y desembarques de peces comerciales o de la pesca de subsistencia a nivel local. Se hicieron inmersiones subacuáticas en los caños de aguas claras para la observación *in situ* y registro fotográfico de las especies en su hábitat y microhábitat, mediante cámaras especializadas: fotos macro (Sony SLT-A99V, Sony A 50mm f/2.8 Macro Lens, Ewa-Marine U-B 100 Underwater Housing y Sony ILCE-6500, Sony E 30mm f/3.5 Macro Lens, Aquapac SLR Case) y fotos gran angulares (Sony ILCE-6500, Sony E 16mm f/2.8 Lens,

Sony E Fisheye Conversion Lens, Aquapac SLR Case). Otras especies fueron recolectadas y fotografiadas *ex situ*, utilizando el Photafish System (García-Melo *et al.* 2019), el cual emplea un acuario ensamblable (AAP) y un sistema de iluminación con flashes que permite la obtención de fondos negros y blancos puros para conseguir imágenes con gran nivel de detalle. En ambos casos (*in* y *ex situ*), la identificación de los registros fotográficos fueron corroboradas por los especialistas.

Los peces capturados fueron fijados en una solución de formol al 10% y luego transferidos a etanol 70% y depositados en la Colección de Peces de Agua Dulce del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-P). En algunos casos se tomaron muestras de tejido para análisis posteriores de ADN.

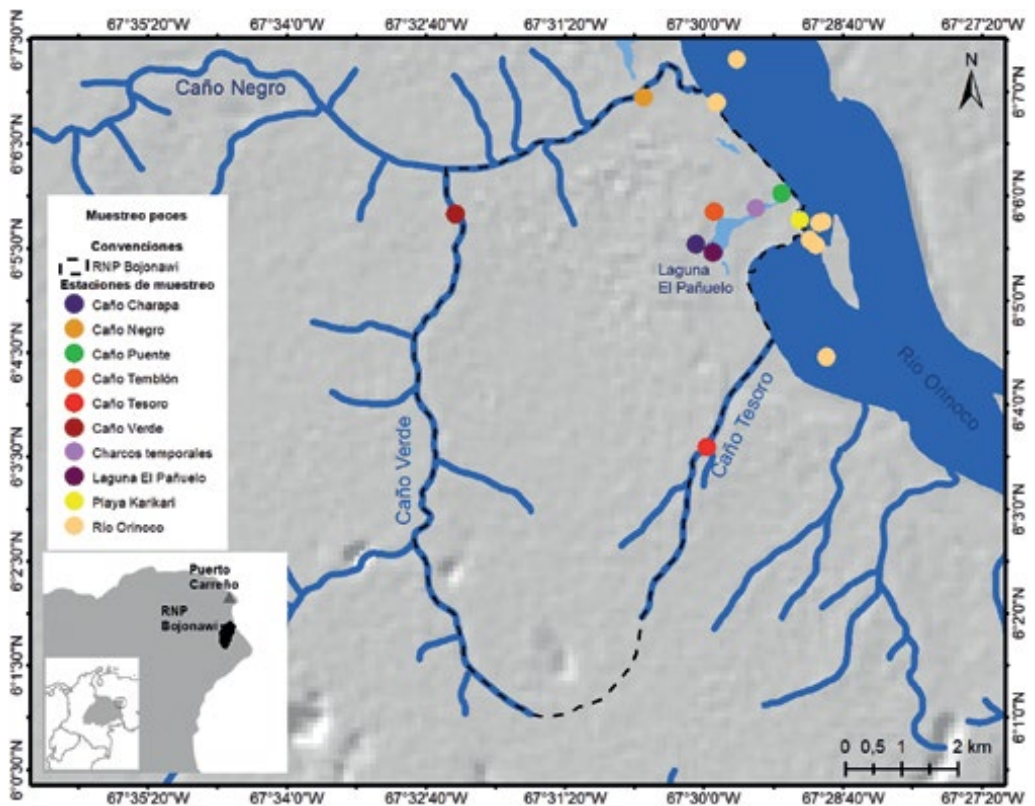


Figura 1. Estaciones de muestreo de peces. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

Trabajo de laboratorio

Los ejemplares fueron identificados mediante el uso de claves y bibliografía especializada, así como las diagnósticos y descripciones originales, tomando en cuenta el listado de peces registrado para la cuenca del río Orinoco en Colombia, a partir de la lista actualizada de los peces de agua dulce de Colombia (DoNascimietno *et al.* 2018).

Construcción de la lista de especies

Se partió de las colecciones de peces realizadas en 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 y 2020 depositadas en la Colección IAvH-P en Villa de Leyva. Se incluyen entonces los registros IAvH-P, su presencia en c/u de los macrohábitats, categorías de uso (pesquero: Lasso *et al.* 2011, Resolución N° 0418 de 2019 de la Aunap; ornamental: Ortega-Lara 2016, Resolución N° 1924 de 2015 de la Aunap); migraciones (Usma *et al.* 2013) y estado de conservación (Mojica *et al.* 2012, Resolución N° 1912 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). En el caso de algunos peces de mayor tamaño, se incluyen las citas para rayas (Lasso *et al.* 2016), desembarcos comerciales en el río Orinoco (Puerto Carreño) y pesca de subsistencia (Lasso y Barbarino en preparación).

Análisis de datos

Para determinar la composición, riqueza y similitud/disimilitud de la comunidad de peces, se calculó la diversidad taxonómica (alfa y beta) en los macrohábitats evaluados. Para la evaluación de la diversidad alfa se utilizó la riqueza específica, esta, entendida como el número de especies registradas en cada uno de los macrohábitats evaluados. La diversidad beta, se define como la variación espacial y/o temporal en la composición de la comunidad de peces. Esta fue calculada utilizando el coeficiente de disimilitud de Jaccard, según la metodología propuesta por Legendre (2014).

Además de evaluar la similitud/disimilitud de las comunidades en las diferentes localidades, se dividió la disimilitud de especies en dos componentes: la disimilitud

derivada del recambio de especies, y la disimilitud derivada de las diferencias entre el número de especies compartidas entre cada uno de los sitios, conocida como anidamiento. En la última década, este tipo de análisis han cobrado fuerza, ya que permiten identificar procesos ecológicos cruciales, para comprender como se estructuran las comunidades en ecosistemas neotropicales megadiversos. Los análisis de partición o división de la diversidad beta fueron realizados utilizando la función *beta.div.comp* de la librería *Adespatial* del programa estadístico R versión 3.4.1. (R core Team 2020).

Con el fin de identificar los macrohábitats que más variaron en la composición de especies, incrementando los valores del índice de diversidad beta, se calculó el índice de contribución local a la diversidad beta (LCBD) propuesto por Legendre y De Cáceres (2013), el cual permite identificar sitios muy conservados, con combinaciones de especies particulares o sitios con muy pocas especies, los cuales pueden ser candidatos para procesos de restauración ecológica. Este índice fue calculado utilizando la función *LCBD.comp* de la librería *Adespatial* del programa estadístico R versión 3.4.1. (R core Team 2020).

Para determinar el grado de similitud de la composición de las especies de peces en los macrohábitats evaluados, se implementó el análisis de agrupamiento y el análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), utilizando como base el coeficiente de disimilitud de Jaccard. El análisis de agrupamiento fue calculado utilizando la función *hclust* de la librería *Stats* y el NMDS utilizando la función *metaMDS* de la librería *vegan*. Ambos análisis fueron desarrollados en el programa estadístico R versión 3.4.1. (R core Team 2020).

RESULTADOS

Composición, riqueza y similitud/disimilitud en los macrohábitats

Se identificaron 247 especies agrupadas en 14 órdenes y 47 familias (Figura 2 Anexo 1). Destacan seis nuevos registros

para Colombia: *Adontosternarchus sachsi*, *Trachydoras gepharti*, *Megalodoras guayoensis*, *Hypostomus rhanthos*, *Gnatholebias zonatus* y *Plagioscion auratus*, además de tres nuevos reportes para la cuenca del río Orinoco en Colombia: *Sternarchorhamphus muelleri*, *Tenellus trimaculatus* y *Apionichthys nattereri* (Anexo 1).

El orden más diverso fue Characiformes (tetras, sardinas, payaras, bocachicos, pirañas, etc.) con 99 especies, seguido de Siluriformes (bagres) (77 sp.), Cichliformes (mojarras) (25 sp.) y Gymnotiformes (cuchillos o peces eléctricos) (19 sp.); le siguen 10 órdenes con seis especies o menos (Figura 2).

Las cuatro familias más ricas fueron Characidae (tetras, sardinas) (35 sp.) seguido de Cichlidae (mojarras) (25 sp.), Pimelodidae (bagres de piel desnuda) (22 sp.) y Loricariidae (cuchas, corronchos) (16 sp.); le siguen 43 familias con 14 especies o menos (Figura 3).

El sistema planicie inundable fue el de mayor riqueza, aportando el 84% de las especies. A nivel de macrohábitats o tipo de humedal, los más ricos fueron los caños y la laguna (186 sp. y 147 sp. respectivamente), seguidos de las playas (76 sp.) y el cauce principal del río Orinoco (77 sp.) (Figura 4). Se observa que la riqueza de especies a lo largo del gradiente río Orinoco-planicie

inundable presenta una alta variabilidad, la cual depende del macrohábitat.

El análisis de diversidad beta (coeficiente de disimilitud de Jaccard), mostró una disimilitud del 44%, es decir, los macrohábitats compartieron un 56% del total de las especies. El análisis de partición de la diversidad beta permitió dividir esta en sus dos componentes. Según estos resultados, el 86% de la variación en la composición de la comunidad de peces (diversidad beta), es debido al recambio de especies, el cual posiblemente es debido al gradiente de distancia desde el río hasta la zona de la planicie inundable y los afloramientos rocosos (Tabla 1).

La partición de diversidad beta en sus componentes (recambio de especies y anidamiento) se representó de manera gráfica tomando como punto de referencia el macrohábitat aguas medias/superficiales del cauce principal del río Orinoco (Figura 5). En esta figura se puede evidenciar que existe una alta disimilitud al comparar las aguas medias/superficiales con los demás macrohábitats evaluados, especialmente con el fondo de cauce, morichales, charcos temporales y charcos sobre rocas, en los cuales se observa que el recambio de especies es el componente que más explica la alta diversidad beta.

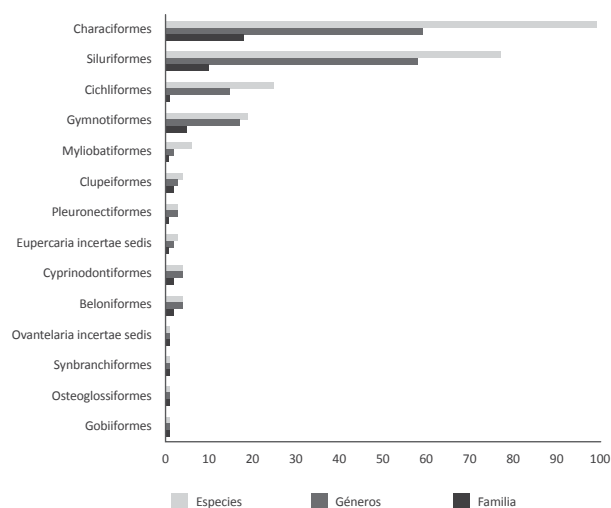


Figura 2. Composición taxonómica, riqueza por orden, familia y género y especie de peces.

Capítulo 6. PECES RESERVA BOJONAWI

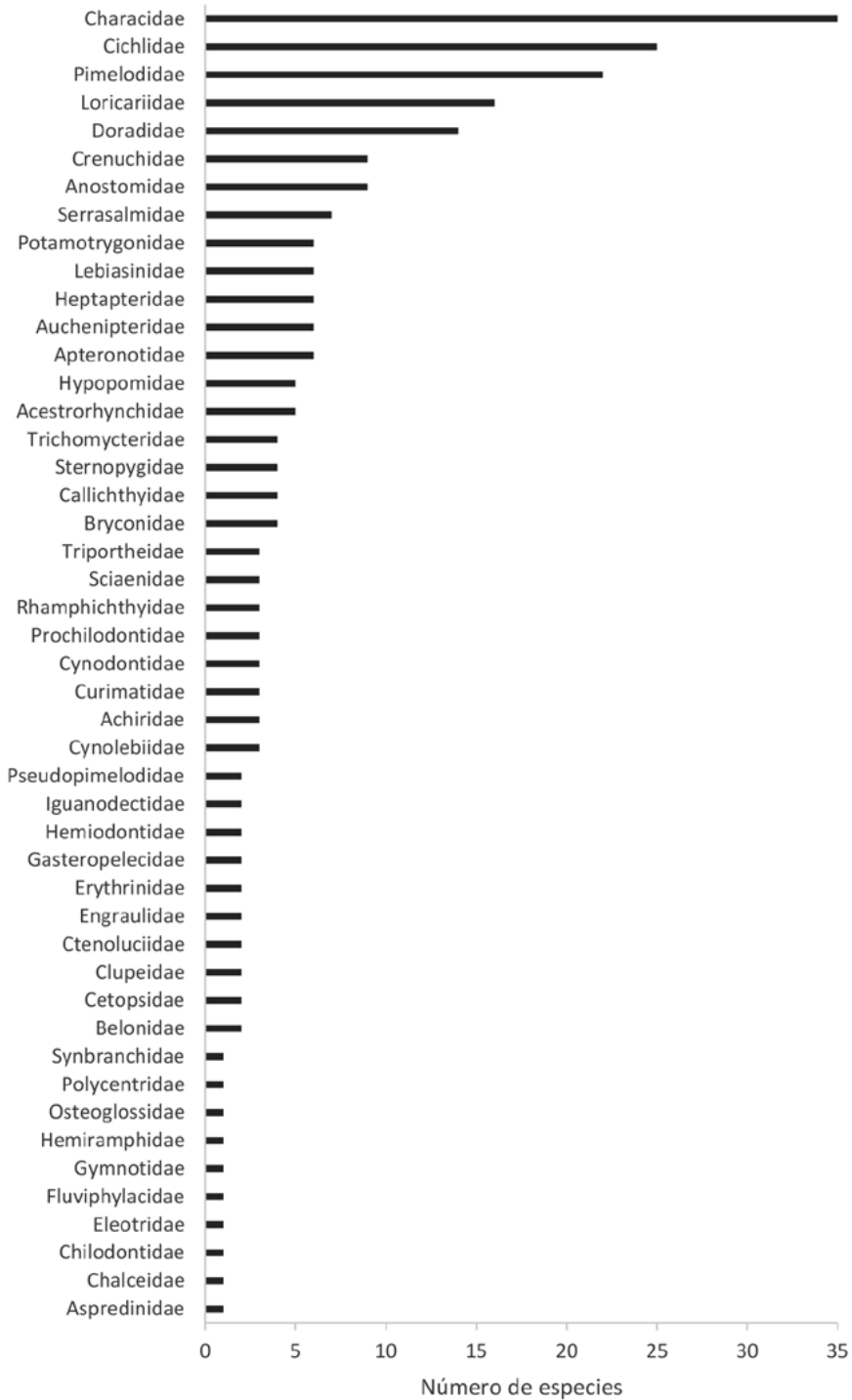


Figura 3. Riqueza de especies por familia.

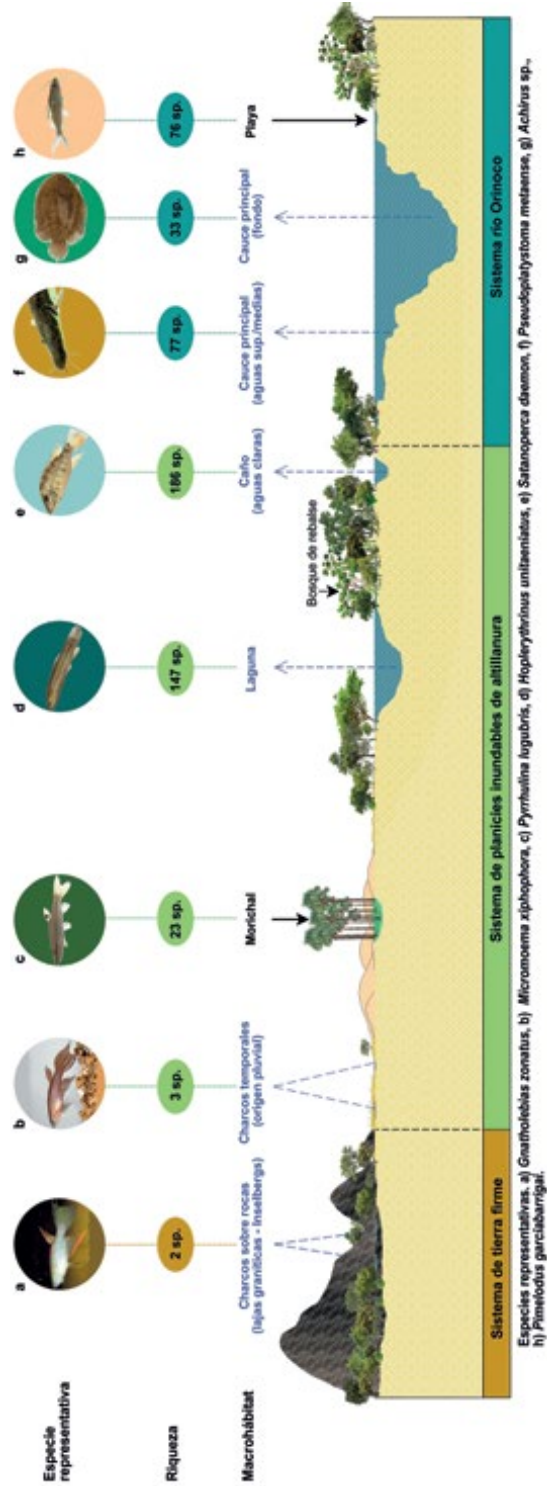


Figura 4. Riqueza de especies de peces por macrohábitat: río Orinoco y planicie inundable-aflorentos rocosos.

Capítulo 6. PECES RESERVA BOJONAWI

Los macrohábitats que más influyeron en el incremento de los valores de la diversidad beta fueron: fondo del cauce, morichales, charcos temporales y charcos sobre rocas. En otras palabras, la composición de la fauna

íctica en estos sitios fue particular, debido a que la mayoría de las especies registradas en estos, no se encontró en ninguno de los otros macrohábitats (Figura 6).

Tabla 1. Análisis de diversidad beta de acuerdo al coeficiente de disimilitud de Jaccard.

Diversidad beta	Recambio de especies	Anidamiento	Porcentaje de recambio de especies	Porcentaje de anidamiento
0,44	0,4	0,1	86%	14%

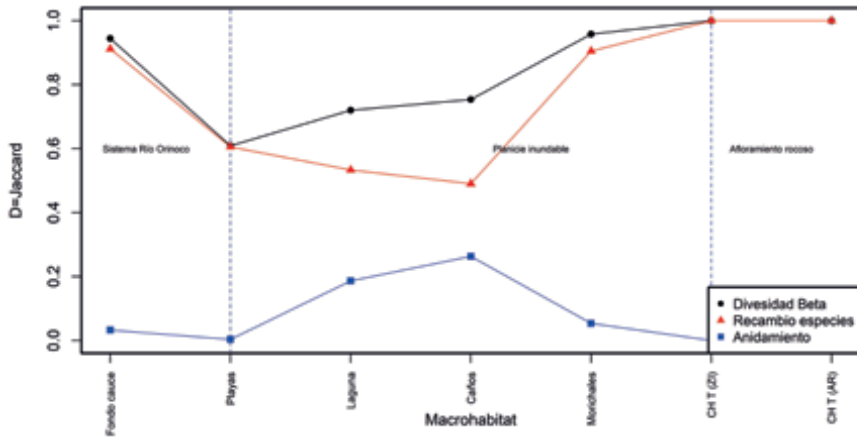


Figura 5. Diversidad beta y sus componentes recambio de especies y anidamiento.

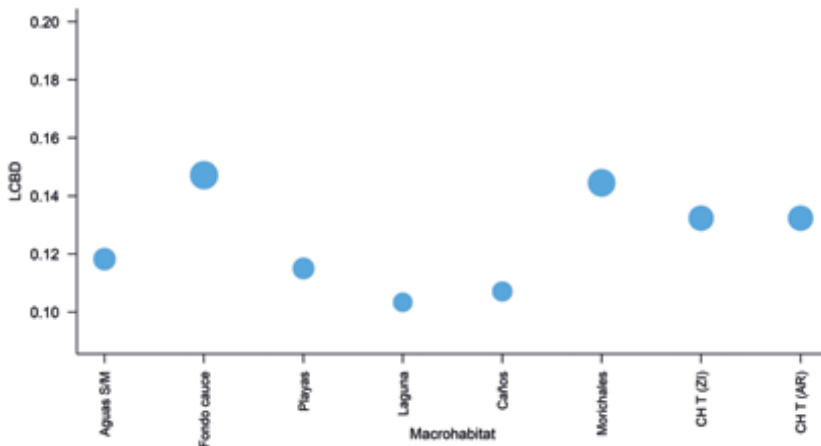


Figura 6. Contribución local a la diversidad beta (LCBD). Los tamaños de los círculos son proporcionales al valor del índice LCBD.

El análisis de agrupamiento realizado utilizando el coeficiente de disimilitud de Jaccard, mostró que hay una similitud evidente entre los charcos temporales y charcos sobre rocas y los caños (ríos-caños de aguas claras) con la laguna. Los macrohábitats más disimiles fueron morichales y fondos de cauce (Figura 7). Adicionalmente, según el análisis no métrico multidimensional, se evidencia una marcada diferencia en la composición de la comunidad

de peces entre el sistema río Orinoco y las planicies inundables- afloramiento rocoso (Figura 8).

Especies migratorias

Se registraron 45 especies migratorias, la mayoría realizan movimientos de mediana distancia (25 sp.), entre las que se encuentran migrantes locales (14 sp.) de las familias Bryconidae (yamú), Cynodontidae

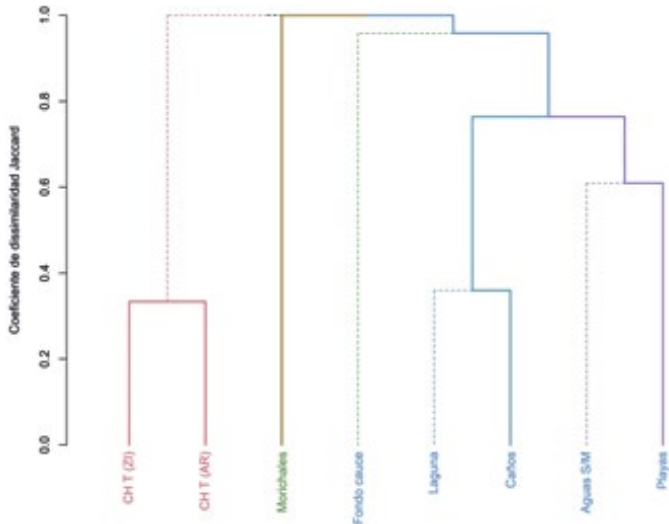


Figura 7. Análisis de agrupamiento (coeficiente de disimilitud de Jaccard) basado en la presencia y ausencia de las especies registradas en los diferentes macrohábitats. Valores cercanos a uno son indicativos de una alta disimilitud o diferencias en la composición de las especies.

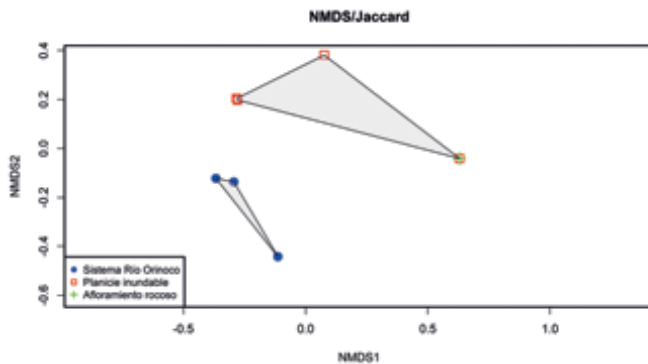


Figura 8. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) basado en la presencia y ausencia de las especies registradas en los diferentes sistemas evaluados.

(payaras), Hemiodontidae (saltones), Prochilodontidae (coporo y sapuara), Serrasalmididae (pirañas, palometas, cachamas) y Triportheidae (arenacas), así como especies que realizan movimientos longitudinales (6 sp.), incluidas en las familias Prochilodontidae y Pimelodidae (bagres medianos). También se registraron grandes peces migrantes o potádromos de la familia Pimelodidae con desplazamientos longitudinales que pueden subir o bajar por eje fluvial del río Orinoco-especies “transfronterizas” (8 sp.) (Anexo 1). Finalmente, 12 especies son migrantes locales con especies pertenecientes a las familias Anostomidae (mijes, leporinos), Chalceidae (ararí), Characidae (sardinias), Doradidae (sierras) y Pimelodidae (bagres).

Especies con valor de uso

De las 247 especies, un poco más de la mitad (144 especies), tienen alguna importancia para el ser humano (Anexo 1), 51 especies tienen varios usos y 92 exclusivamente para alimento, ornamental y sanitario. La mayoría de las especies son utilizadas con fines ornamentales (101 sp.) entre las que se encuentran las familias Cichlidae (mojarras), Anostomidae (leporinos), Characidae (tetras), Crenuchidae (crenúquidos), Lebiasinidae (copeinas), Apterontidae (cuchillos), Hypopomidae (cuchillos), Loricariidae (cuchas), Potamotrygonidae (rayas) y la arawana (*Osteoglossum ferreirai*). Le sigue la pesca de consumo con 60 especies que incluye las de interés comercial como Clupeidae (sardinatas), Bryconidae (yamús), Prochilodontidae (coporo y sapuara), Serrasalmididae (palometas, cachamas), Pimelodidae (bagres) y Sciaenidae (curvinatas) y la de subsistencia con familias como Anostomidae (leporinos), Erythrinidae (dormilón), Triportheidae (arenacas) y Callichthyidae (curitos). Las especies de interés para la pesca deportiva son 38 e incluyen principalmente las familias Cynodontidae (payaras), Pimelodidae (bagres), Cichlidae (pavones) y Sciaenidae (curvinatas) (Anexo 1). En cuanto a especies que presentan importancia

sanitaria se encuentran *Pygocentrus cariba* (caribe), *Serrasalmus rhombeus* (caribe), *Electrophorus electricus* (temblón) y el género *Potamotrygon* (rayas), dados los accidentes ocasionales.

Estado de conservación

Afortunadamente, solo un 5% de las especies se encuentran amenazadas, todas por la sobre explotación pesquera. La arawana azul (*Osteoglossum ferreirai*) está en categoría En Peligro, dada su distribución restringida y por su interés en la pesca ornamental. Las otras 11 especies se encuentran en categoría Vulnerable, ocho son los grandes bagres migratorios utilizados para la pesca de consumo y deportiva (p. e. *Brachyplatystoma filamentosum*, *B. juruense*, *B. platynemum*, *B. rousseauxii*, *B. vaillantii*) y tres son rayas (*Potamotrygon motoro*, *P. orbignyi*, *P. schroederi*), utilizadas con fines ornamentales y con importancia sanitaria (Anexo 1).

DISCUSIÓN

La Reserva Natural Bojonawi es en la actualidad una de las regiones de la Orinoquia con el mayor nivel de conocimiento tanto a nivel de la riqueza de especies (247 sp.), como en términos de la composición de las comunidades o ensamblajes de peces. Pertenece a la subregión ictiogeográfica “Sabana llanera con afloramientos del Escudo Guayanés-A5” (Machado-Allison *et al.* 2010) y había permanecido prácticamente desconocida hasta la fecha. Estudios previos en la RNB muestran cifras menores de la riqueza ictiológica (163 sp., Ortega-Lara 2007 y 211 sp., Bernal-Sierra 2019). En zonas aledañas a la Reserva como el río Bitá, donde se realizó un muestreo exhaustivo en la parte alta, media y baja de la cuenca durante las dos estaciones climáticas contrastantes (lluvias-sequía), se registraron 254 especies (Villa-Navarro *et al.* 2017). Entre las especies encontradas en la RNB, destacan tres nuevos reportes para la cuenca del río Orinoco en Colombia y seis nuevos registros para la ictiofauna colombiana, que son evidencia de los vacíos

de información existentes en la cuenca del Orinoco en Colombia, aunque se han realizado contribuciones desde tiempo atrás para toda la cuenca e nivel binacional (Lasso *et al.* 2004) y más recientemente para el río Tomo (Mesa-S. *et al.* 2019).

Es indudable que la riqueza de la RNB, incluida tanto la planicie inundable como el cauce principal del río Orinoco, está subestimada y la riqueza potencial posiblemente supere las 300 especies. Todavía permanecen sin muestrear adecuadamente en términos espaciales y temporales, varios macro y microhábitats, especialmente las aguas superficiales y medias, playas y el fondo del cauce del río Orinoco, así como los charcos temporales de origen pluvial en las sabanas. Particularmente, las estaciones de caño Negro y los morichales requieren de un muestreo adicional.

Los resultados muestran una zonación lateral muy interesante, donde se pueden diferenciar los tres grandes sistemas: río principal (Orinoco), planicie inundable y un tercer sistema no muy extenso, pero sí característico o representativo de la fisiografía de la Orinoquia, como son los charcos temporales en los afloramientos rocosos (graníticos). Todos estos sistemas presentan macrohábitats con una variación importante en la composición, recambio y anidamiento de las comunidades de peces. Tanto en los llanos inundables de Casanare, Arauca y Meta, más al norte del Orinoco colombiano, como en la altillanura o Escudo Guayanés del Vichada o Guainía más al sur; la composición, estructura y la variación espacio-temporal, depende de las variaciones en el nivel hidrométrico y las precipitaciones locales, como se ha observado en otras partes de la Orinoquia donde se definen claramente todos estos macrohábitats o tipos de humedal en función de la inundación (Lasso *et al.* 1999).

Es importante resaltar que además de las precipitaciones, la variación en la composición, recambio y anidamiento de especies (diversidad beta), se debe en parte también a variables ambientales locales, como por ejemplo el tipo de sustrato, vege-

tación sumergida, transparencia y complejidad del hábitat entre otros, las cuales actúan como filtros ambientales que limitan la colonización y distribución de especies a aquellas con rasgos funcionales que les permitan prosperar en estos macrohábitats. Ejemplo de estos rasgos son los patrones de coloración, forma del cuerpo y posición de los ojos, entre otros. Según López-Delgado *et al.* (2020), en la cuenca del río Bitá (cercana a RNB), la diversidad beta fue alta y dominada por el recambio de especies a lo largo del gradiente longitudinal de la cuenca, esto debido principalmente a variables relacionadas con el hábitat. Esto refleja nuevamente que en este tipo de sistemas tropicales con diversidades altas de especies, la heterogeneidad del hábitat actúa como un filtro que incrementa el recambio de especies y permite que un gran número de taxones habiten en estos cuerpos de agua megadiversos.

La zonación generada por el pulso de inundación del río Orinoco es el resultado también de la capacidad y las estrategias de vida de las especies para sobrevivir en ambientes que cambian continuamente o que tienen particularidades específicas. En estos sistemas destacan en un extremos algunos macrohábitats o humedales característicos como los morichales o charcos temporales, más efímeros, menos diversos y que son objeto de un mayor efecto de la estacionalidad climática, y por otro lado, los hábitats que habían permanecido prácticamente desconocidos hasta el presente, como los fondos del cauce o canal principal del río Orinoco, que tienen una ictiofauna única y especializada, adaptada a estas condiciones de gran profundidad, corriente y falta de luz (Lasso y Castroviejo 1992), y que apenas se está empezando a conocer en Colombia.

La porción del río Orinoco limítrofe de la Reserva es objeto de una pesca deportiva intensa durante la estación seca (diciembre-abril) y es reconocida como un área especialmente importante para la realización de esta actividad (Lasso *et al.* 2019) y en ella se encuentran al menos 20 de las 26 especies de peces más grandes de Colombia en áreas

no protegidas (Lasso y Sánchez-Duarte 2015). A nivel de la pesca ornamental, Puerto Carreño es reconocido como un centro de acopio muy importante y clave para el envío a Bogotá y posterior exportación de peces ornamentales, y cuenta con lugares óptimos para la extracción permitida de peces ornamentales (p. e. caño Negro y caño Verde dentro de la RNB), aunque también se realiza de manera ilegal o furtiva en la laguna de Bojonawi (Ajiaco-Martínez *et al.* 2012). De igual manera, todo el eje fluvial definido por el Orinoco y límite de la Reserva, es objeto de una pesca de subsistencia y comercial artesanal, importante por parte de las comunidades locales (Puerto Carreño y alrededores), indígenas y connacionales de Venezuela.

Destaca el registro de la arawana azul (*Osteoglossum ferreirai*) ya que es una especie que está categorizada como en Peligro Crítico en el país. Sin embargo, estudios posteriores realizados mediante biología molecular, determinaron que la distribución de esta especie en el país pudo ser efecto de la introducción humana (Escobar *et al.* 2013). Esto sería contrario a lo propuesto por Olivares *et al.* (2013) y Álvarez-León y Escobar-Lizarazo (2012) quienes proponen programas de manejo y conservación para la especie. Estos dos escenarios tan contradictorios, es el resultado de no tener una evidencia contundente de la introducción de la especie en el país, lo que obliga a tener estudios más profundos al respecto y convierten a la Reserva en un lugar estratégico para la toma de información.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Considerando la extensión y los macrohábitats presentes, la RNB representa un ejemplo extrapolable a otras regiones de la Orinoquía, acerca de la composición y riqueza de la planicie inundable sobre las sabanas o llanos del Escudo Guayanés. La diversidad íctica de la RNB todavía requiere de más estudios y muestreos a nivel espacio-tiempo, lo que probablemente eleve el número de especies. Falta realizar un mayor esfuerzo en la época de agua altas o lluvias y en hábitats como charcos temporales y morichales en la planicie inundable; el cauce principal del río Orinoco (aguas medias/superficiales) y fondo del cauce.

En el cauce principal del Orinoco frente a Reserva hay numerosas especies de interés comercial, deportivo y para la subsistencia. De igual manera, al interior de la Reserva hay potencial de pesca ornamental que podría usarse de manera sostenible. No obstante, algunas amenazas ciernen sobre la biodiversidad íctica local, entre ellas la pesca furtiva, como la más importante.

Por estas razones, y dado que la RNB se encuentra entre dos áreas consideradas como claves para la conservación de la ictiofauna, ríos Bitá y Tomo (Mesa-S. *et al.* 2017), unido a la presencia de doce especies amenazadas y una alta riqueza de especies, muchas de ellas con valor de uso y extracción en la actualidad, la Reserva amerita una consideración y apoyo especial para su conservación y uso sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajiaco-Martínez, R. E., H. Ramírez-Gil, P. Sánchez-Duarte, C. A. Lasso y F. Trujillo. 2012. IV Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 152 pp.
- Álvarez-León, R. y M. D. Escobar-Lizarazo. 2012. *Osteoglossum ferreirai* Kanazawa 1966. Pp. 67-68. En: Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds.), *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D. C., Colombia.
- Bernal-Sierra, S. 2019. Actualización del estado de conocimiento de la biodiversidad acuática de la Reserva Natural Privada de la Sociedad Civil Bojonawi (Puerto Carreño, Vichada). Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 80 pp.
- DoNascimento, C., E. E. Herrera y J. A. Maldonado-Ocampo. 2019. Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.11. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/numrso>.
- Escobar, M. D., I. P. Farias, D. C. Taphorn, M. Landines y T. Hrbek. 2013. Molecular diagnosis of the arowanas *Osteoglossum ferreirai* Kanazawa, 1966 and *O. bicirrhossum* (Cuvier, 1829) from the Orinoco and Amazon River basins. *Neotropical Ichthyology* 11 (2): 335-340.
- García-Melo, J. E., L. J. García-Melo, J. D. García-Melo, D. K. Rojas-Briñez, G. Guevara y J. A. Maldonado-Ocampo. 2019. Photofish system: An affordable device for fish photography in the wild. *Zootaxa* 4554 (1): 141-172. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4554.1.4>
- González, N., C. A. Lasso y J. Rosales. 2009. Stability and spatio-temporal structure in fish assemblages of two floodplain lagoons of the lower Orinoco River. *Neotropical Ichthyology* 7 (4): 719-736.
- Lasso, C. A. 1988a. Inventario de la ictiofauna de nueve lagunas de inundación del Bajo Orinoco. Parte II: Ostariophysi (Siluriformes-Gymnotiformes)-Acanthopterygii. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 45 (Supl. 2): 355-385.
- Lasso, C. A. 1988b. Inventario de la ictiofauna de nueve lagunas de inundación del Bajo Orinoco, Venezuela. Parte I: Batoidei-Clupeomorpha-Ostariophysi (Characiformes). *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 48 (130): 121-141.
- Lasso, C. A. y J. Castroviejo. 1992. Composition, abundance and biomass of the benthic fish fauna from the Guaritico river of a venezuelan floodplain. *Annales Limnologie* 28 (1): 71-84.
- Lasso, C. A., A. Rial y O. M. Lasso-Alcalá. 1999. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los Llanos de Venezuela. *Acta Biológica Venezolánica* 19 (2): 1-28.
- Lasso, C. A., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. A. Maldonado-Ocampo, C. DoNascimento, D. C. Taphorn, F. Provenzano, O. M. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suárez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por cuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.
- Lasso, C. A., E. Agudelo-Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. A. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. Gutiérrez-Bonilla, J. S. Usma, S. E. Muñoz y A. I. Sanabria (Eds.). 2011. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 715 pp.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, M. T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L. Mesa, M. A. Morales-Betancourt, O. M. Lasso-Alcalá y M. Patiño. 2014. Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y su confluencia en el Orinoco. Pp. 101-127. En: Trujillo, F., J. S. Usma y C. A. Lasso (Eds.), *Biodiversidad de la Estrella Fluvial Inírida*. WWF Colombia, CDA, Fundación Omacha,

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Lasso, C. A. y P. Sánchez-Duarte. 2015. Conservación de grandes peces de agua dulce en áreas no protegidas de Colombia. Pp. 27-52. *En: Payán, E., C. A. Lasso y C. Castaño-Uribe (Eds.), Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil. Serie Fauna Silvestre Neotropical.* Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, B. Castañeda, L. Ortiz-A. y M. T. Sierra-Quintero. 2016. Aspectos sobre la historia natural de las rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) en el área de influencia de los municipios de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía), Orinoquía Colombiana. Pp. 325-358. *En: Lasso, C. A., R. S. Rosa, M. A. Morales-Betancourt, D. Garrone-Neto y Marcelo Carvalho (Eds.), XV. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., C. Heisohn, S. Jensen y M. A. Morales-Betancourt. 2019. La pesca deportiva continental en Colombia: guía de las especies de agua dulce. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 298 pp.
- Legendre, P. y M. De Cáceres. 2013. Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters* 16:951–963.
- Legendre, P. 2014. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography* 23: 1324–1334.
- López-Delgado, E. O., K. O. Winemiller y F. A. Villa-Navarro. 2020. Local environmental factors influence beta-diversity patterns of tropical fish assemblages more than spatial factors. *Ecology* 101 (2): e02940.
- Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Capítulo 7. Pp. 217-257. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.* Instituto Alexander von Humboldt-WWF Colombia-Fundación La Salle de Ciencias Naturales-Fundación Omacha-Instituto de Estudios de la Orinoquía (Universidad Nacional de Colombia)-Conservación Internacional Colombia. Bogotá D. C., Colombia.
- Maldonado-Ocampo, J. A. 2001. Peces del área de confluencia de los ríos Meta, Bitá y Orinoco en el municipio de Puerto Carreño, Vichada - Colombia. *Dahlia – Revista Asociación Colombiana Ictiología* 4: 61-74.
- Mesa-S., L. M., D. Córdoba y C. A. Lasso. 2017. Peces. Pp. 123-182. *En: Lasso, C. A., D. Córdoba y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola amenazada en Colombia: moluscos, cangrejos, peces, tortugas, crocodílidos, aves y mamíferos.* Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Mesa-S., L. M., C. DoNascimento y C. A. Lasso. 2019. Peces de la subcuenca del río Tomo, Orinoquía colombiana: actualización de la lista de especies. *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 17: 12-33. DOI: 10.32800/amz.2019.17.0012.
- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, D. C., Colombia. 319 pp.
- Olivares, M. A., T. Hrbek, M. D. Escobar y S. Caballero. 2013. Population structure of the black arowana (*Osteoglossum ferreirai*) in Brazil and Colombia: implications for its management. *Conservation Genetics* DOI 10.1007/s10592-013-0463-1.

- Ortega-Lara, A. 2016. Guía visual de los principales peces ornamentales continentales de Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Fundación Funindes. Santiago de Cali, Colombia. 112 p.
- Ortega-Lara, A. 2007. Biodiversidad ictiológica de la Reserva Bojonawi, cuenca del río Orinoco, Municipio de Puerto Carreño-Vichada. Pp. 27-59. *En*: Fundación Omacha y WWF Colombia. (Eds.), *Caracterizaciones biológicas en la Reserva natural Bojonawi, Reserva Biosfera El Tuparro, Orinoquía colombiana*. Fundación Omacha, WW Colombia. Informe Técnico. Bogotá, D. C., Colombia.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Viena, Austria.
- Rodríguez, M. A. y W. M. Lewis Jr. 1990. Diversity and species composition of fish communities of Orinoco floodplain lagoons. *National Geographic Research* 6: 319-328.
- Rodríguez, M. A. y W. M. Lewis Jr. 1994. Regulation and stability in fish assemblages of Neotropical floodplain lagoons. *Oecologia* 99: 166-180.
- Rodríguez, M. A. y W. M. Lewis Jr. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lagoons of the Orinoco River. *Ecological Monographs* 67: 109-128.
- Usma, J. S., F. Villa-Navarro, C. A. Lasso, F. Castro, P. T. Zuñiga-Upegui, C. Cipamocha, A. Ortega-Lara, R. E. Ajiaco-Martínez, H. Ramírez-Gil, L. F. Jiménez, J. Maldonado-Ocampo, J. A. Muñoz y J. T. Suárez. 2013. Peces dulceacuícolas migratorios de Colombia. Pp. 215-442. *En*: Zapata, L. A. y J. S. Usma (Eds.), *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Peces. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF-Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Villa-Navarro, F., E. O. López-Delgado, J. G. Albornoz-Garzón, D. Montoya, D. Taphorn, C. DoNascimento, S. J. Usma, L. M. Mesa-S. y C. A. Lasso. 2017. Peces. Pp. 89-113. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de peces de la Reserva Natural Bojonawi. Referencias: migraciones (Usma *et al.* 2013), uso ornamental (Ortega-Lara 2016), alimento (Lasso *et al.* 2011, Resolución N° 0418 de 2019 de Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca), deportivo (Lasso *et al.* 2019), estado de conservación (Mojica *et al.* 2012, Resolución N° 1912 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). Abreviaturas. MC: migración de carácter local (<100 km), MM: migración de distancias media (100-500 km), MG: migración de distancias grandes (500-3.000 km), RNI: migrante local, LON: migrante longitudinal, TRF: migrante transfronterizo. A: Alimento, O: ornamental, D: deportivo, S: sanitario. VU: Vulnerable, EN: En Peligro. * Especie con foto en el anexo 2.

Taxón	Nombre común			Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat		Planiete inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
				Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Morichales						Charcos
MYLIOBATIFORMES															
POTAMOTRYGONIDAE															
<i>Paratrygon</i> sp. 1		Raya manta	x	x							O, A		11939, 11940, 12449	Lasso <i>et al.</i> (2016)	
<i>Paratrygon</i> sp. 2		Raya manzana	x	x							O, A			Lasso <i>et al.</i> (2016)	
<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller & Henle, 1841)		Raya motoro	x	x	x	x	x				O, A, S	VU	11945, 11952,	Lasso <i>et al.</i> (2016)	
<i>Potamotrygon orbignyi</i> (Castelnau, 1855)		Raya común	x	x	x	x	x				O, A, S	VU	00485, 11713, 11958, 11964	Lasso <i>et al.</i> (2016)	
<i>Potamotrygon schroederi</i> Fernández-Yépez, 1958		Raya guacamaya	x	x			x				O, A, S	VU	12431	Lasso <i>et al.</i> (2016)	
<i>Potamotrygon scobina</i> Garman, 1913		Raya punta diamante		x			x							Lasso <i>et al.</i> (2016)	
OSTEOGLOSSIFORMES															
OESTEOGLOSSIDAE															
<i>Osteoglossum ferreirai</i> Kanazawa, 1966		Arawana azul			x	x								20440	O, D EN

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común		Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat		Planicie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
			Zona pelágica	Zona litoral	Laguna	Cafos aguas claras	Mortchales	Charcos temporales					
	Cañe principal	Fondo cañe	Playas										
CLUPEIFORMES													
ENGRAULIDAE													
<i>Amazsprattus scintilla</i> Roberts, 1984				x								11849	
<i>Anchoiella guianensis</i> (Eigenmann, 1912)	x	x	x									20473	
CLUPEIDAE													
<i>Pellona castelnaeana</i> (Valenciennes, 1847)	x				x				MM	A, D			Lasso et al. (2019)
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1836)	x				x				MM	A, D			Lasso et al. (2019)
CHARACIFORMES													
ACESTRORHYNCHIDAE													
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cuvier, 1819)	x				x	x						20467	
<i>Acestrorhynchus minimus</i> Menezes, 1969						x						11867, 20392	
<i>Gnathocharax steindachneri</i> Fowler, 1913					x	x				O		20338, 20528	
<i>Heterocharax macrolepis</i> Eigenmann, 1912					x	x						20555	
<i>Heterocharax virgatus</i> Toledo-Piza, 2000					x	x						20374	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortales	Charcos temporales					
ANOSTOMIDAE													
<i>Anostomus ternetzi</i> Fernández-Yépez, 1949	Anostomo común	x			x	x				O		12904	
<i>Laemolyta taeniata</i> (Kner, 1858)	Lisa común	x			x	x				O		11853	
<i>Leporinus arimaspi</i> Burns, Frable & Sidlauskas, 2014						x						20478, 20502	
<i>Leporinus boehlkei</i> Garavello, 1988	Leporino manchado	x			x	x				O		20501	
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	Leporino rayado	x			x	x			MC, RNI	A, D		11855	
<i>Leporinus</i> sp. <i>friderici</i> (Bloch, 1794)	Cabeceamanteo	x			x	x			MC, RNI	A		6173	
<i>Leporinus y-ophorus</i> Eigenmann, 1922	Leporino yoforo				x	x				O		IAVH-P	
<i>Pseudanostomus winterbottomi</i> Sidlauskas & Santos 2005	Anostomo winterbottomi					x				O		IAVHP	
<i>Scithozodon scotothabdotus</i> Sidlauskas, Garavello & Jellen, 2007	Lisa	x		x	x					A			Lasso <i>et al.</i> (2011), Barbarino y Lasso (obs. pers.)
BRYCONIDAE													
<i>Brycon amazonicus</i> (Agassiz, 1829)	Yamú	x		x	x	x			MM, RNI	A, D		IAVHP	Lasso <i>et al.</i> (2019)

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Fondo cauce	Playas	Laguna	Charcos aguas Claras	Mortales					
<i>Brycon falcatus</i> Müller & Troschel, 1844	Yamú	x			x	x	x		MM, RNI	A, D		20416	
<i>Brycon pesu</i> Müller & Troschel, 1845	Yamú	x			x	x	x		MM, RNI			IAVH-P	
<i>Brycon whitei</i> Myers & Weitzman, 1960	Yamú, sardinata						x		MC, RNI	A, D			
CHALCEIDAE													
<i>Chalceus macrolepidotus</i> Cuvier, 1816	Arari plateado o colimorado					x	x		MC, RNI	O		20415	
CHARACIDAE													
<i>Aphyocharax</i> sp.		x			x	x	x					02176, 11850	
<i>Charax condei</i> (Géry & Knöppel 1976)	Tetra vidrio						x			O		IAVH-P	
<i>Ctenobrycon oliveirai</i> Benine, Lopes & Ron, 2010		x			x	x	x					IAVH-P	
<i>Hemigrammus analis</i> Durbin, 1909						x	x					20316, 20341, 20355, 20385, 20466, 20487	
<i>Hemigrammus bellottii</i> (Steindachner, 1882)						x	x					20318	
<i>Hemigrammus mimus</i> Böhlke, 1955						x	x					20430, 20443, 20474	
<i>Hemigrammus schmardae</i> (Steindachner, 1882)						x	x					20354, 20405, 02177, 20535, 21217	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ microhábitat - microhábitat			Planticie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortchales	Charcos temporales			
<i>Hemigrammus geisteri</i> Zarske & Géry, 2007					x	x				20371, 20500	
<i>Hemigrammus micropterus</i> Meek, 1907	Collinegro				x	x			O	11873, 20387, 20465	
<i>Hemigrammus microstomus</i> Durbín, 1918					x	x				20404	
<i>Hemigrammus neuboldi</i> (Fernández-Yépez, 1949)					x	x				20356	
<i>Hemigrammus rhodostomus</i> Ahl, 1924	Rodostomo				x	x			O	11869	
<i>Hemigrammus sitatus</i> (Durbín 1909)					x	x				IAVH-P	
<i>Hemigrammus vorderwinkleri</i> Géry, 1963					x	x				20317, 20340, 20386, 20431, 20521	
<i>Hypphessobrycon bentosi</i> Durbín, 1908	Rojito falso				x	x			O	20319, 20358, 20402, 20476, 20536	
<i>Hypphessobrycon metae</i> Eigenmann & Henn, 1914	Morichalera negra				x	x			O	20357, 20369, 20401, 20403, 20486, 20522	
<i>Hypphessobrycon sueglesi</i> (Géry, 1961)	Rojito fino				x	x			O	02179, 06167	
<i>Markiana geayi</i> (Pellegrin, 1909)		x		x						06138, 06143	
<i>Microschembrycon callops</i> Böhlke, 1953				x	x	x				20320, 20538	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Canos aguas claras	Mortchales	Charcos temporales					
		Canal principal	Fondo cauce										
<i>Microschembrycon castiquiare</i> Böhlke, 1953				x	x							11872, 20448	
<i>Moenkhausia ceros</i> Eigenmann, 1908						x						20549	
<i>Moenkhausia colletti</i> (Steindachner, 1882)	Barrigona coliroja	x		x	x	x				O		11856, 20315, 20399, 20477	
<i>Moenkhausia copei</i> (Steindachner, 1882)		x		x	x	x						20359, 20372, 20383, 20463, 20512, 20519, 21309	
<i>Moenkhausia cf. cotinhu</i> Eigenmann, 1908				x	x							6154	
<i>Moenkhausia lepidura</i> (Kner, 1858)	Guarupaya colinegro	x		x	x	x						06157, 06158, 06163, 11859, 20370, 20384, 20548	
<i>Moenkhausia oligolepis</i> (Günther, 1864)	Guarupaya coliamarilla				x	x				O		20400	
<i>Odontostilbe pulchra</i> (Gill, 1858)		x		x	x	x						06139, 06165	
<i>Paracheirodon azeroi</i> (Schultz, 1956)	Cardenal				x	x				O		20342, 20518	
<i>Paracheirodon innesi</i> (Myers, 1936)	Neón				x	x				O		20353, 20406, 20429, 20485	
<i>Parapristella georgiae</i> Géry, 1964					x	x						20332, 20390	
<i>Phenacogaster prolata</i> de Lucena & Malabarba, 2010					x	x						20447, 20523	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat				Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica		Zona litoral		Laguna	Caños aguas claras	Mortales	Charcos temporales					
		Cauce principal	Fondo cauce	Playas										
<i>Roeboides affinis</i> (Günther, 1868)		x		x	x							6150		
<i>Serrabrycon magoi</i> Vari, 1986					x							20391		
<i>Tetraodonopterus argenteus</i> Cuvier, 1816	Rosita ojona	x		x	x	x				MC, RNI	O	20408		
<i>Thayeria obliqua</i> Eigenmann, 1908	Guarupaya oblicua				x					MC, RNI	O	20407		
CHILODONTIDAE														
<i>Caenotropus labyrinthicus</i> (Kner, 1858)	Chilodo real	x		x	x	x					O		IAVH-P	
CRENUCHIDAE														
<i>Ammocryptocharax elegans</i> Wetziemann & Kanazawa, 1973									x	x			IAVH	
<i>Characidium cf. zebra</i> Eigenmann, 1909	Chilocidio común			x					x		O		6168	
<i>Characidium pieroides</i> Eigenmann, 1909	Chilocidio manchado								x		O		20311, 20389	
<i>Crenuchus spilurus</i> Günther, 1863	Neón negro, avioncito							x	x		O		21221, 20525	
<i>Elaeocharax pulcher</i> Myers, 1927	Chilocidio negro							x	x		O		20329, 20339, 20360, 20412, 20489, 20524, 20551, 21220	
<i>Melanocharacidium dispilomma</i> Buckup, 1993	Dispilomma								x		O		IAVH-P	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Estado conservación	Registros IAVHP	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Charcos aguas claras	Mortchales	Charcos temporales			
<i>Microcharacidium gnomus</i> Buckup, 1993					x					20375	
<i>Microcharacidium weitzmani</i> Buckup, 1993					x					21222	
<i>Poecilochaxax weitzmani</i> Géry, 1965					x					20328, 20361, 20497, 20526, 20553, 21223	
CTENOLUCIIDAE											
<i>Boulengerella lateristriga</i> (Boulenger, 1895)	Agujón común				x	x				IAVHP	
<i>Boulengerella maculata</i> (Valenciennes, 1850)	Agujón fino	x		x	x	x				20468	
CYNODONTIDAE											
<i>Hydrolycus armatus</i> (Jardine & Schomburgk, 1841)	Payara	x		x	x				MM, RNI		Lasso et al. (2019)
<i>Hydrolycus tatauaia</i> Toledo-Pizza, Menezes & Santos, 1999	Payara				x	x			MM, RNI		Lasso et al. (2019)
<i>Rhapiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1821	Payarín, machete	x		x	x				MM, RNI		Lasso et al. (2019)
CURIMATIDAE											
<i>Curimatopsis evelynae</i> Géry, 1964	Línea naranja				x	x				02180, 20331, 20343, 20435, 21224	
<i>Cyphocharax spilurus</i> (Günther, 1864)	Coporito	x		x	x	x				2181	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat				Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
		Zona pelágica		Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortuales	Charcos temporales				
		Cañal principal	Fondo cauce										
<i>Steindachnerina guentheri</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)		x		x		x					11852		
ERYTHRINIDAE													
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Dormilón, guabina	x		x		x	x	x			A, D, O	06175, 20312, 20334, 20444, 20541, 21227	
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz 1829)	Chubano					x	x	x			A, O	21228	
GASTEROPELECIDAE													
<i>Carnegiella marthae</i> Myers, 1927	Estrigata martha					x	x				O	IAVH-P	
<i>Carnegiella strigata</i> (Günther, 1864)	Estrigata mármol					x	x				O	20362, 20413, 20436, 20527	
HEMIODONTIDAE													
<i>Bivibranchia fowleri</i> (Steindachner, 1908)	Hemiodo trompudo						x				O	11854	
<i>Hemiodus gracilis</i> Günther, 1864	Hemiodo colirojo, tijero colirojo						x				O	11865	
IGUANODECTIDAE													
<i>Bryconops giacopinii</i> (Fernández-Yépez, 1950)	Guarupaya coliamarilla y negra						x				O	20373, 20490, 20499, 20554	
<i>Iguanodectes spilurus</i> (Günther, 1864)	Iguana común					x	x				O	20352	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Cafos aguas Claras	Mortales	Charcos temporales					
LEBIASINIDAE													
<i>Copeia eigenmanni</i> (Regan, 1912)	Copeina común				x	x	x			O		20498, 20511, 21225	
<i>Copeina nattereri</i> (Steindachner, 1876)	Copeina linea roja				x	x	x			O		20330, 20336, 20349, 20411, 20432, 20441, 20516, 20540	
<i>Nannostomus eques</i> Steindachner, 1876	Pencil fino, pencil cola roja				x	x	x			O		02182, 11866, 20314, 20335, 20350, 20382, 20410, 20434, 20442, 20515, 20539	
<i>Nannostomus marilynae</i> Weitzman & Cobb, 1975					x	x	x					11862	
<i>Nannostomus unifasciatus</i> Steindachner, 1876	Pencil unifasciata				x	x	x			O		11864, 20313, 20351, 20488, 20550	
<i>Pyrhulina lugubris</i> Eigenmann, 1922	Copeina común				x	x	x			O		20337, 20433, 20517	
PROCHILODONTIDAE													
<i>Prochilodus mariae</i> Eigenmann, 1922	Coporo	x		x	x	x				A		20451	
<i>Semaprochilodus kneri</i> (Pellegrin, 1909)	Sapua real	x		x	x	x				A, O		20450	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat				Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica		Zona litoral		Laguna	Caños aguas claras	Mortchales	Charcos temporales					
		Cañe principal	Fondo cauce	Playas										
<i>Semaprochilodus laticeps</i> (Steindachner, 1879)	Sapuara común	x		x						MM, LON, TRF	A, O		Barbarino y Lasso (en prep.)	
SERRASALMIDAE														
<i>Colossoma macropomun</i> (Cuvier, 1818)	Cachama, gamitana	x			x					MM, RNI	A, D		Lasso <i>et al.</i> (2019)	
<i>Mglossoma albiscopum</i> (Cope, 1872)	Palometa	x			x					MM, RNI	A	20462		
<i>Piaractus orinoquensis</i> Escobar <i>et al.</i> 2019	Cachama	x			x					MM, RNI	A, D		Lasso <i>et al.</i> (2019)	
<i>Pygocentrus cariba</i> (Humboldt & Valenciennes, 1821)	Caribe	x		x	x						A, D, S		Lasso <i>et al.</i> (2011)	
<i>Serrasalmus irritans</i> Peters, 1877	Caribe	x		x	x						A, D		Barbarino y Lasso (en prep.)	
<i>Serrasalmus manueli</i> Fernández-Yépez & Ramírez, 1867	Caribe	x		x							A, D		Lasso (obs. pers.)	
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1876)	Pitaña, caribe	x		x	x						A, D, S		Lasso <i>et al.</i> (2019)	
TRIPORTHEIDAE														
<i>Engraulisoma taeniatum</i> Castro, 1918					x							20445		
<i>Triportheus brachipomus</i> (Valenciennes, 1850)	Arenca	x		x	x					MM, RNI	A	20449		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Fondo cauce	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortetales					
<i>Triplotheus venezuelensis</i> Malabarba, 2004	Arenca venezolensis	x			x	x	x			A, O		20428	
GYMNOTIFORMES													
APTERONOTIDAE													
<i>Adontosternarchus sactsi</i> (Peters, 1877)				x								IAVH-P	
<i>Apteronotus albifrons</i> (Linnaeus, 1766)	Cuchillo caballo	x				x				O		IAVH-P	
<i>Compasaría compsa</i> Mago-Leccia, 1994				x								IAVH-P	
<i>Sternarchella schottii</i> (Steindachner, 1868)				x								IAVH-P	
<i>Sternarchorhynchus ozyrinchus</i> (Müller & Troschel, 1849)				x								IAVH-P	
<i>Sternarchorhamphus muelleri</i> (Steindachner, 1881)				x								IAVH-P	
GYMNOTIDAE													
<i>Electrophorus electricus</i> (Linnaeus, 1766)	Tembión					x	x			S			Lasso (obs. pers.)
HYPOPOMIDAE													
<i>Brachyhyopomus brevitrostris</i> (Steindachner, 1868)	Cuchillo amarillo					x	x			O		21229	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
		Cauce principal	Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortuales						Charcos temporales
<i>Brachyhypopomus sullivanii</i> Crampton, de Santana, Waddell & Lovejoy, 2016						x						21230		
<i>Microsternarchus bilineatus</i> Fernández-Yépez, 1968					x	x						12914, 20363, 20393, 20417, 20437, 20452, 20557		
<i>Hypopygus lepturus</i> Hoedeman, 1962	Cuchillo lepturus				x	x				O		IAVH-P		
<i>Hypopygus neblinae</i> Mago-Leccia, 1994						x						20556		
RHAMPHICHTHYIDAE												20378, 20529		
<i>Gymnorhamphichthys hypostomus</i> Ellis, 1912						x						21231		
<i>Rhamphichthys apurensis</i> Fernández-Yépez, 1968		x				x						IAVH-P		
<i>Stectogenys duidae</i> (La Monte, 1929)	Cuchillo duidae									O		IAVH-P		
STERMOPYGIDAE														
<i>Distocyclus conirostris</i> (Eigenmann & Allen, 1942)		x										IAVH-P		
<i>Eigenmannia macrops</i> (Boulenger, 1897)		x			x	x						IAVH-P		
<i>Rhabdolichops</i> sp.		x										IAVH-P		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Fondo cauce	Playas	Laguna	Charcos aguas claras	Mortchales					
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Cuchillo cola e'ratón					x	x			A, O	20377, 20504		
SILURIFORMES													
ASPREDINIDAE													
<i>Bunocephalus aloikae</i> Hoedeman, 1961		x	x		x	x	x				IAVH-P		
AUCHENIPTERIDAE													
<i>Auchenipterichthys longimanus</i> (Günther, 1854)					x	x					12905		
<i>Tatia galaxias</i> Mees, 1974	Torito galaxias				x	x			O		12906		
<i>Tatia nigra</i> Sarmento-Soares & Martins-Pinheiro, 2008					x	x					IAVH-P		
<i>Tetranemaichthys wallacei</i> Vari & Ferraris, 2006	Torito hoja					x			O		20508		
<i>Trachelyopterus galcatus</i> (Linnaeus, 1766)	Torito cabeza de palo				x	x			O		12486, 12907, 20507		
<i>Trachydoras gepharti</i> Pérez & Arce H, 2017			x										
CALlichthyidae													
<i>Corydoras</i> sp.					x						02186, 10930		
<i>Corydoras osteocarus</i> Böhlke, 1951						x					IAVH-P		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Estado conservación	Uso	Registros IAVH-P	Referencia	
		Cauce principal	Fondo cauce	Zona pelágica	Zona litoral	Laguna	Caños aguas claras	Mortchales					Charcos temporales
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	Hoplo					x	x			A, O		Lasso (obs. pers.), Lasso et al. (2011)	
<i>Megalechis picta</i> (Müller & Troschel, 1849)	Hoplo de banda					x	x	x		O	20344, 20419		
CETOPSIDAE													
<i>Ceptoopsidium morenoi</i> (Fernández-Yépez, 1972)	Ciego, carnero						x				IAVH-P		
<i>Cetopsis coecutiens</i> (Lichtenstein, 1819)	Ciego, carnero						x			O	02172, 02175		
DORADIDAE													
<i>Acanthodoras cataphractus</i> (Linnaeus, 1758)						x	x				MC, RNI	12487	
<i>Acanthodoras spinosissimus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	Riqui raque					x	x			O		12500	
<i>Aquamyrus albomaculatus</i> (Peters, 1877)	Dora de punto Orinoco					x	x			O		12488, 12908	
<i>Amblydoras affinis</i> (Kner, 1855)						x	x					2213	
<i>Amblydoras bolitarenis</i> (Fernández-Yépez, 1968)				x		x	x					20322, 20333, 20345, 20395, 20420, 20492, 20558	
<i>Orinocodoras eigenmanni</i> Myers, 1927	Dora olga					x	x			O		12909	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Canoas	Mortchales	Charcos temporales					
<i>Platydoras armatulus</i> (Valenciennes, 1840)	Dora de raya Orinoco				x	x				O	12489, 12910		
<i>Platydoras hancockii</i> (Valenciennes, 1840)	Dora marbel				x	x				O	20469, 20491		
<i>Pterodoras ribasii</i> (Fernández-Yépez, 1950)	Sierra	x	x	x				MC, RNI	A		IAVH-P		
<i>Tenellus ternetzi</i> (Eigenmann, 1925)				x							6177		
<i>Tenellus trimaculatus</i> (Boulenger, 1898)			x								IAVH-P		
<i>Trachydoras cf. steindachneri</i> (Perugia, 1897)		x									9257		
<i>Trachydoras gepharti</i> Sabaj Pérez & Arce H. 2017				x							IAVH-P		
HEPTAPTERIDAE													
<i>Gladioglanis machadoi</i> Ferraris & Mago-Leccia, 1989					x	x					20421, 20494, 20530		
<i>Goeldiella eques</i> (Müller & Troschel, 1848)			x		x						12911		
<i>Mastiglanis asopos</i> Bockmann, 1994	Mastiglanis asopos					x				O	20560		
<i>Nemuroglanis pauciradiatus</i> Ferraris 1988						x					IAVH-P		
<i>Pimelodella</i> sp.			x		x						IAVH-P		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
		Zona pelágica	Zona litoral	Fondo cauce	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortuales						Charcos temporales
<i>Pimelodella cruzenti</i> Fernández-Yépez, 1950					x							20505		
LORICARIIDAE														
<i>Acestridium colombiense</i> Retzer, 2005	Lapicero verde											20380, 20561		
<i>Ancistrus triradiatus</i> Eigenmann, 1918	Cucha Cúcuta, xenocara					x						12490, 12491, 12912, 20543		
<i>Aphanoturulus emarginatus</i> (Valenciennes, 1840)												IAVH-P		
<i>Dekeyseria scaphirhynchus</i> (Kner, 1854)	Cucha punto de oro											20418		
<i>Hypancistrus debilitera</i> Armbruster, Lujan y Taphorn, 2007	Cebra payaso											IAVH-P		
<i>Hypoptopoma machadoi</i> Aquino & Schaefer, 2010	Otocinelo gigante											20456, 20479		
<i>Hypostomus plecostomoides</i> (Eigenmann, 1922)	Hypostomo de palo											20455, 20544		
<i>Hypostomus riantos</i> Armbruster, Tansey & Lujan, 2007												IAVH-P		
<i>Limatulichthys griseus</i> (Eigenmann, 1909)	Alcalde			x								IAVH-P		
<i>Loricaria cataphracta</i> Linnaeus, 1758	Loricaria											IAVH-P		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - macrohábitat			Planicie inundable/ macrohábitat- macrohábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAvH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas Claras	Mortchales	Charcos temporales					
<i>Loricariichthys brunneus</i> (Hancock, 1828)	Alcalde cabezón	x							O		IAvH-P		
<i>Oxyropsis acutirostra</i> Miranda Ribeiro, 1951	Otocinelo largo común					x			O		20493		
<i>Paratocinclus eppleyi</i> Schaefer & Provenzano, 1993						x					IAvH-P		
<i>Peckoltia lineola</i> Armbruster, 2008						x					IAvH-P		
<i>Pterygoplichthys gibbiceps</i> (Kner, 1854)	Cucha mariposa			x		x			O		20454		
<i>Rineloricaria formosa</i> Isbrücker y Nijssen, 1971	Lubricaria corona			x		x			O		IAvH-P		
PIMELODIDAE													
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1869)	Valentón, plumita	x							MM, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
<i>Brachyplatystoma juruense</i> (Boulenger, 1898)	Apuy	x							MG, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
<i>Brachyplatystoma platynemum</i> Boulenger, 1898	Baboso	x				x			MG, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
<i>Brachyplatystoma rousseaurii</i> (Castelnau, 1855)	Dorado	x							MG, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planticie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
		Zona pelágica		Zona litoral	Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortchales				Charcos temporales
		Principál	Fondo cauce									
<i>Brachyplatystoma vaillanti</i> (Valenciennes, 1840)	Blancopobre	x				x				MG, LON, TRF	VU	Lasso et al. (2019)
<i>Hypophthalmus edentatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Mapará	x	x			x						Lasso et al. (2011)
<i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840		x				x				MC, RNI		Barbarino y Lasso (en prep.)
<i>Hypophthalmus</i> cf. <i>oeromaculatus</i> Nani & Fuster de Plaza, 1947			x								IAVH-P	
<i>Calophrysus macropterus</i> (Lichtenstein, 1849)	Mapurito	x		x		x				MM, LON, TRF		Barbarino y Lasso (en prep.)
<i>Leiarius marmoratus</i> (Gill, 1870)	Yaque	x				x				MC, RNI		Lasso et al. (2019)
<i>Piractocephalus hemiolepterus</i> (Bloch & Schneider, 1871)	Cajaro	x			x	x				MM		Lasso et al. (2019)
<i>Pimelodus aff. ornatus</i> Kner, 1858				x	x	x					07031, 07033, 07035, 07036	
<i>Pimelodus garciabarrigai</i> Dahl, 1960			x		x	x					IAVH-P	
<i>Piniirampus pirinampus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Barbiancho	x								MG		Lasso et al. (2019)

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Fondo cauce	Playas	Laguna	Cafos aguas claras	Mortchales					
<i>Platysirus mucosus</i> (Vaillant, 1880)	Mandi			x							IAVH-P		
<i>Platynemateichthys notatus</i> Jardine, 1841	Tigrito	x							MG, LON, TRF	A, D		IAVH-P	Lasso et al. (2019)
<i>Propimelodus</i> sp.				x							IAVH-P		
<i>Pseudoplatystoma metaense</i> Buitrago-Suárez & Burr, 2007	Bagre rayado	x				x			MG, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
<i>Pseudoplatystoma orinoquense</i> Buitrago-Suárez & Burr, 2007	Bagre rayado	x				x			MG, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1871)	Cucharo	x			x				MM	A, D			
<i>Sorubimichthys planiceps</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Paletón	x							MM, LON, TRF	A, D			Lasso et al. (2019)
<i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt, 1821)	Amarillo, toro	x						x	MM, LON, TRF	A, D	VU		Lasso et al. (2019)
PSEUDOPIMELODIDAE													
<i>Batrochoglanis villosus</i> (Eigenmann 1912)					x			x				IAVH-P	
<i>Nemuroglanis pauciradiatus</i> Ferraris, 1988					x			x					

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común		Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat		Planticie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
			Zona pelágica	Zona litoral	Caños aguas claras	Mortuales	Charcos temporales						
			Cañe principal	Fondo cauce	Playas	Laguna							
TRICHOMYCTERIDAE													
<i>Ammoglanis pullex</i> de Pinna & Winemiller, 2000							x					21072	
<i>Ochmaacanthus alternus</i> Myers, 1927				x			x					11868, 20394, 20470	
<i>Potamoglanis hasemani</i> (Eigenmann, 1914)						x	x					20379	
<i>Vandellia beccarii</i> Di Caporiacco, 1935				x								12530, 12532	
GOBIFORMES													
ELEOTRIDAE													
<i>Microphilypnus ternetzi</i> Myers, 1927					x	x	x					11858, 11860, 20323, 20364, 20396, 20422, 20457, 20531, 20562	
SYNBRANCHIFORMES													
SYNBRANCHIDAE													
<i>Synbranchius marmoratus</i> Bloch, 1795					x	x	x	x				12492, 12915, 20324, 20458, 20481, 21237	
PLEURONECTIFORMES													
ACHIRIDAE													
<i>Achirus novae</i> Cervigón, 1982					x	x						2252	

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Charcos	Mortales	Charcos temporales			
<i>Apionichthys nattereri</i> (Steindachner, 1876)				x						IAVH-P	
<i>Hypoclinemus mentalis</i> (Günther, 1862)				x	x					IAVH-P	
OVALENTARIA incertae sedis											
POLYCENTRIDAE											
<i>Monocirrhus polyacanthus</i> Heckel, 1840	Pez hoja				x	x				0	20427, 21460
CICHLIFORMES											
CICHLIDAE											
<i>Aequidens diadema</i> (Heckel, 1840)	Mojarra fina				x	x				0	IAVH-P
<i>Acaronia vultuosa</i> Kullander, 1989	Mojarra ojona				x	x				0	21234
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	Acara				x	x				0	20346, 20365, 20423, 20438, 20510, 20532, 21236
<i>Apistogramma hongtsloi</i> Kullander, 1979	Apistograma				x	x				0	02215, 11875, 11877, 20347
<i>Apistogramma inornata</i> Staeck, 2003					x	x					2216
<i>Apistogramma minima</i> Mesa S. & Lasso, 2011						x					11876

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat				Planticie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia	
		Zona pelágica		Playas	Laguna	Caños aguas claras	Mortchales	Charcos temporales	Uso				Migraciones
		Cauce principal	Fondo cauce										
<i>Apistogramma velifera</i> Staeck, 2003					x	x					20460, 20542		
<i>Astronotus</i> sp.	Oscar	x			x	x				A, D, O	Barbarino y Lasso (en prep.), Lasso et al. (2019)		
<i>Biotodoma warrini</i> (Gosse, 1963)	Cupido				x	x				O			
<i>Cichla intermedia</i> Machado-Allison, 1971	Pavón real	x		x						A, D	Lasso et al. (2019)		
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	Pavón	x		x	x					A, D	Lasso et al. (2019)		
<i>Cichla orinocensis</i> Humboldt, 1822	Pavón mariposo	x		x	x	x			MM	A, D	Lasso et al. (2019)		
<i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1822	Pavón cinchado, pinta de lapa	x		x	x	x				A, D	Lasso et al. (2019)		
<i>Crenicichla geayi</i> Pellegrin, 1903	Bocón satena					x				O	11851		
<i>Crenicichla lugubris</i> Heckel, 1840		x		x	x	x					IAVH-P		
<i>Crenicichla wallacii</i> Regan, 1905	Bocón wallacii				x	x				O	IAVH-P		
<i>Dicrossus filamentosus</i> (Ladiges, 1958)	Crenicara				x	x		x		O	IAVH-P		
<i>Geophagus abailos</i> López-Fernández & Taphorn, 2004	Juan viejo ojo de fuego	x		x						O, A			
<i>Heros iberifer</i> Staeck & Schindler, 2015		x			x	x					20509		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común	Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat			Planicie inundable/ macrohábitat - microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
		Zona pelágica	Zona litoral	Playas	Laguna	Charcos claros	Mortales	Charcos temporales					
<i>Hoplarachus psittacus</i> (Heckel, 1841)	Mojarra lora	x			x	x			O		IAVH-P		
<i>Hypselecara corryphaenoides</i> (Heckel, 1840)	Mojarra chocolate				x	x			O		20439		
<i>Laetacara fuvipinnis</i> Staeck & Schindler, 2007	Apistograma maroni				x	x			O		21235		
<i>Mesonauta egregius</i> Kullander & Silvegrip, 1991	Festivum Orinoco				x	x			O		20424		
<i>Satanoperca daemon</i> (Heckel, 1840)	Juan viejo, daemon			x	x	x			A, O		11857		
<i>Satanoperca mapiritensis</i> (Fernández-Yépez, 1950)	Juan viejo, yurupari Orinoco			x	x	x			O		20459		
BELONIFORMES													
BELONIDAE													
<i>Belonion dibranchodon</i> Collette, 1966		x		x		x					11871, 20398		
<i>Potamorhaphis guianensis</i> (Jardine, 1843)	Aguja verde	x		x	x	x			O		20381, 20471		
HEMIRAMPHIDAE													
<i>Hyporhamphus brederi</i> (Fernández-Yépez, 1948)		x									IAVH		

Anexo 1. Continuación.

Taxón	Nombre común		Río Orinoco/ macrohábitat - microhábitat		Planticie inundable/ macrohábitat- microhábitat				Migraciones	Uso	Estado conservación	Registros IAVH-P	Referencia
			Zona pelágica	Zona litoral	Laguna	Caños aguas claras	Mortales	Charcos temporales					
	Cañal Principal	Fondo cauce	Playas										
CYPRINODONTIFORMES													
CYNOLEBIDAE													
<i>Micromoema xiphophora</i> (Thomerson & Taphorn, 1992)												21450	
<i>Rachovia maculipinnis</i> (Radda, 1964)												21451	
FLUVIHYLACIDAE													
<i>Fluviophylax obscurus</i> Costa, 1996					x	x	x	x				02219, 20327, 20348, 20368, 20426, 20461, 20483	
EUPERCARIA incertae sedis													
SCIAENIDAE													
<i>Pachyurus schomburgkii</i> Günther, 1860		x	x									IAVH-P	
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)		x	x	x					MM	A, D		IAVH-P	Lasso <i>et al.</i> (2019)
<i>Plagioscion auratus</i> (Castelnau, 1855)		x										IAVHP	Lasso y Barbarino (en prep.)

Anexo 2. Imágenes de algunas especies de peces de la Reserva Natural Bojonawi.



1. *Brycon pesu*.



2. *Charax condei*.



3. *Ctenobrycon oliveirai*.



4. *Phenacogaster prolata*.



5. *Roeboides affinis*.



6. *Elachocharax pulcher*.

Lamina 1. Fotos: Jorge E. García-Melo.

Capítulo 6. PECES RESERVA BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



7. *Hoplias malabaricus*.



8. *Hemigrammus stictus*.



9. *Brachyhypopomus brevirostris*.



10. *Hypopygus lepturus*.



11. *Eigenmannia macrops*.



12. *Bunocephalus aloikae*.

Lamina 2. Fotos: Jorge E. García-Melo.

Anexo 2. Continuación.



13. *Trachydoras gepharti*.



14. *Pimelodella* sp.



15. *Acestridium colombiense*.



16. *Dekeyseria scaphirhynchus*.



17. *Hypostomus rhanthos*.



18. *Loricaria cataphracta*.

Lamina 3. Fotos: Jorge E. García-Melo.

Capítulo 6. PECES RESERVA BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



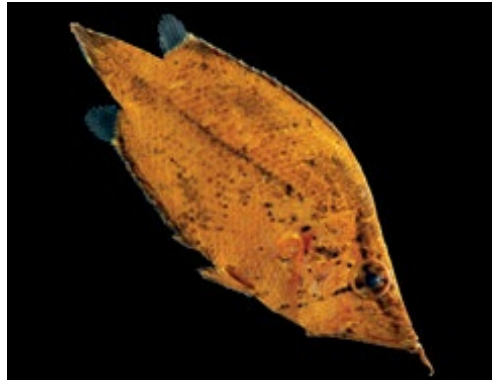
19. *Rineloricaria formosa*.



20. *Batrochoglanis villosus*.



21. *Synbranchus marmoratus*.



22. *Monocirrhus polyacanthus*.



23. *Crenicichla wallacii*.



24. *Dicrossus filamentosus*.

Lamina 4. Fotos: Jorge E. García-Melo.

Anexo 2. Continuación.



25. *Geophagus abalios*.



26. *Hoplarchus psittacus*.



27. *Mesonauta egregius*.



28. *Satanoperca daemon*.



29. *Plagioscion squamosissimus*. (juvenil).

Lamina 5. Fotos: Jorge E. García-Melo.



Sapito granuloso (*Rhinella beebei*). Foto: Fernando Trujillo.

ANFIBIOS Y REPTILES DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA (COLOMBIA), EN UN CONTEXTO REGIONAL DE LLANURAS

Adolfo Amézquita, Camila Durán-Prieto, Beyker Castañeda, Monica A. Morales-Betancourt y Carlos A. Lasso

Resumen. El valor de conservación de las llanuras neotropicales es subestimado por los escasos análisis de diversidad en un contexto regional. Se estudió la composición y riqueza de especies de anfibios y reptiles en la Reserva Natural Bojonawi-RNB, con dos perspectivas. En primera instancia, asociar los grupos taxonómicos con las unidades del paisaje. La mayor riqueza está en los caños y bosques de galería, representada principalmente por serpientes y lagartos, pero también por su valor como refugio microclimático para los anuros. Sorprende la alta riqueza de anuros que se reproducen en afloramientos rocosos. En segunda instancia, se observó que, comparada con otras diez localidades, Bojonawi presenta una herpetofauna rica, con valores muy superiores a los de áreas abiertas intervenidas. La composición es también diferente, aunque en menor medida que la diversidad funcional. Se percibe una clina con mayor diversidad de modos reproductivos en los anuros de piedemonte y amazónicos. En conjunto, la riqueza de 81 especies (24 especies de anuros y 57 de reptiles) y la unicidad de la herpetofauna de la RNB, refuerza su enorme valor de conservación y el de los ecosistemas prístinos de sabana. Invita además a integrar más decididamente la investigación en sabanas a los programas de conservación en los países neotropicales.

Palabras clave. Afloramientos rocosos, bosques inundables, Escudo Guayanés, herpetofauna, Orinoco.

Abstract. The conservation value of the Neotropical plains is underestimated by the scant analysis of diversity in a regional context. The composition and species richness of amphibians and reptiles in the Bojonawi-RNB Nature Reserve was studied with two perspectives. In the first instance, to associate the taxonomic groups with landscape units. The greatest wealth is in the creeks and gallery forests, mainly by snakes and lizards, but also anurans that find microclimatic refuges there. The high richness of anurans that reproduce in rocky outcrops is surprising. In the second instance, it was observed that, compared to ten other localities, Bojonawi has a rich herpetofauna, with values much higher than those of impacted open areas.

Amézquita, A., C. Durán-Prieto, B. Castañeda, M. A. Morales-Betancourt y C. A. Lasso. 2020. Anfibios y reptiles de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada (Colombia), en un contexto regional de llanuras. Pp. 237-267. *En:* Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII07

The composition is also different, although to a lesser extent than the functional diversity. A cline with greater diversity of reproductive modes was observed in the piedmont and Amazon anurans. Together, the richness of 81 species (24 species of anurans and 57 of reptiles) and the uniqueness of the herpetofauna of the GNI, reinforces its enormous conservation value and that of pristine savanna ecosystems. It also calls for a more decisive integration of savanna research into conservation programs in Neotropical countries.

Keywords. Floodplain forests, Guiana Shield, herpetofauna, Orinoco, rocky outcrops.

INTRODUCCIÓN

La asombrosa biodiversidad del Neotrópico ha sido tradicionalmente asociada con los bosques lluviosos de tierras bajas y los bosques nublados de los Andes. Los datos disponibles apoyan la existencia de una alta riqueza de especies y un alto endemismo en estos ambientes. En contraste, la percepción generalizada es que los ambientes de sabana, llanos y llanuras inundables albergan una fauna “empobrecida”, con menor riqueza de especies y endemismos, probablemente como consecuencia de la alta estacionalidad y la menor disponibilidad de agua durante varios meses del año. Aunque estos argumentos son sólidos, es también posible que la diversidad en las sabanas neotropicales haya sido históricamente subestimada. En primer lugar, la fauna de las sabanas neotropicales ha sido comparativamente poco estudiada. La mayor parte de los investigadores en biodiversidad neotropical, y la mayor parte de su actividad investigativa, se concentran en los Andes (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) o en las regiones amazónicas y de *mata* atlántica (Brasil). En la Orinoquia colombiana destacan los trabajos para las sabanas inundables de Casanare de Angarita-Sierra (2014), Luna-Mora *et al.* (2015), Blanco-Torres *et al.* (2017) y Blanco-Torres *et al.* (2019) para Arauca. Para el caso particular del río Bitá, adyacente a la Reserva Natural Bojonawi-RNB, están los trabajos de Acosta-Galvis (2016a, b) y Durán-Prieto *et al.* (2017).

Muchas especies de sabana parecen tener distribuciones muy amplias que abarcan los ambientes abiertos de casi toda Sudamérica. Lo mismo se había creído de

muchas especies amazónicas, pero el uso de herramientas moleculares ha revelado una gran diversidad críptica al interior de los llamados complejos de especies. Las especies de sabana no han recibido un esfuerzo investigativo comparable, que permita estimar mejor el número de especies.

En segundo lugar, es difícil encontrar y quizás reconocer ambientes prístinos de sabana. Desde hace cientos de años, una porción muy importante de las sabanas neotropicales es predominantemente utilizada para la ganadería extensiva. Más recientemente, han crecido los cultivos de palma africana y de árboles maderables, así como la explotación de petróleo. Aunque se ha argumentado que la ganadería extensiva tiene un efecto menor sobre los procesos ecosistémicos, la menor disponibilidad de estudios realizados en sabanas prístina dificultan la comparación entre ambientes intervenidos y no intervenidos. Para mayor complicación, la deforestación extensiva de origen humano lleva a la aparición de ambientes abiertos, que pueden tener hasta miles de años de antigüedad. Tales ambientes pueden ser fácilmente confundidos con sabanas o llanos que incluso pueden inundarse por el desborde de los grandes ríos y/o lluvias locales, sobre todo en los límites biogeográficos entre sabanas y bosques.

En el extremo, se puede pensar inclusive que los ambientes de sabana no perduran, sino que inexorablemente entran en sucesión ecológica para convertirse en algún tipo de ecosistema boscoso, cuando las condiciones climáticas y la actividad humana lo permiten. Bajo esta premisa, las sabanas no perdurarían el tiempo suficiente para

que evolucionara allí una fauna propia y especializada. Por el contrario, los animales que habitan las sabanas y las áreas abiertas intervenidas representarían un subconjunto de las especies que se dan en los bosques, aquellas que prosperan en las etapas tempranas de sucesión, en los bordes de los mismos, o en los claros que se forman por la dinámica de caída de árboles y cambios en el curso de los ríos. A primera vista, la distribución de muchas especies de aves y mamíferos parece apoyar este argumento: su alta movilidad les permite utilizar una matriz de hábitats entre sabanas y bosques, y su alto consumo de energía demanda desplazamientos entre ellos, según fluctúa la disponibilidad de alimentos. Un corolario de esta última idea es que el valor de conservación de las sabanas sería muy inferior al de los bosques, por no albergar las primeras una fauna propia que las caracterice. Así, una manera de examinar su validez, sería comparar la composición de especies entre sabanas prístinas, ambientes abiertos perturbados y bosques con influencia amazónica y orinoquense. La RNB representa un ejemplo claro de ecosistemas de sabana o llanos inundados en parte de manera periódica, muy poco perturbados y bien conservados, y había sido asignada desde el punto de vista biogeográfico a la región AR-Llanos (Acosta-Galvis *et al.* 2010), aunque más recientemente de manera más detallada y justificada, a la región Guayana colombiana o Escudo Guyanés colombiano (Acosta-Galvis 2018, Durán-Prieto *et al.* 2018). Los anfibios y reptiles (herpetofauna) son particularmente apropiados para estudiar la biodiversidad en ambientes estacionales. Con excepción de las especies grandes que habitan en los ríos, la movilidad de este grupo es considerablemente menor que la de aves y mamíferos, en parte por su menor tamaño corporal, pero sobre todo porque su metabolismo y requerimientos alimenticios son muy bajos. La herpetofauna resulta así particularmente apta, en términos evolutivos “exaptada”, para prosperar en hábitats con alta estacionalidad y con la consecuente fluctuación en la disponibilidad de alimento.

Por estas razones, en este capítulo se proponen dos objetivos fundamentales. En primera instancia, caracterizar la diversidad taxonómica de la herpetofauna en los siete tipos de ambientes o macrohábitats presentes en los tres grandes sistemas de la RNB (río planicie inundable-sabanas o planicies inundables-afloresamientos rocosos). En segunda instancia, tratar de probar la hipótesis que la herpetofauna de las sabanas prístinas es similar a la de ambientes perturbados y representa un subconjunto de menor riqueza, comparado con la presente en los bosques amazónicos. Para ponderar mejor la importancia del arrastre filogenético y las presiones ecológicas, se hizo esta comparación en dos niveles de diversidad: taxonómica y funcional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las particularidades geográficas y ecológicas de la RNB son tratadas con detalle en la descripción del área de estudio en este libro. La herpetofauna fue muestreada en los diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos de la RNB (Figura 1). Las especies terrestres fueron evaluadas tanto en la época seca como de lluvias a lo largo de diversas actividades de investigación. La información de especies acuáticas fue obtenida de los estudios de tortugas y crocodilos en la RNB (ver Capítulo 15), donde adicionalmente se registraron anuros, cecilias y culebras acuáticas. También se incluyen registros esporádicos de los investigadores locales de la RNB. Se depositaron dos colecciones de referencia, una en la Universidad de Los Andes (Andes-A) y otra en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-R, IAvH-Am).

Para describir la distribución de la herpetofauna de Bojonawi, se consideraron los siguientes hábitats que comparten similitudes estructurales y de microclima: afloramientos rocosos, sabana (incluye sabana no inundable y sabana inundable), bosque (bosque ripario, bosque de galería y bosque inundable), morichales, caños, laguna y el

río Orinoco. Al asignar una especie a alguno de los ambientes acuáticos se consideró si la especie es estrictamente acuática (se asignaría por ejemplo a un caño), principalmente terrestre (se asignaría al bosque de galería asociado), o utiliza los dos tipos de ambiente.

Para incluir datos sobre la herpetofauna de otras localidades, se revisó la literatura y se definieron *a priori* varios criterios de inclusión. Primero, que el estudio o monitoreo fuera hecho en ambientes que incluyeran al menos parcialmente áreas de sabana, y sólo localidades de Sudamérica que estuvieran al norte de la cuenca amazónica, desde el límite con la Orinoquía y al oriente de los Andes. Estas localidades fueron clasificadas en una de tres categorías de acuerdo con la información suministrada por los autores y señalada a continuación.

- a. *Agroecosistemas* (incluye cultivos y potreros de ganadería): cuenca del río Pauto (Angarita-Sierra 2014), alrededores de Villavicencio y Restrepo (agrupados en este estudio como Villavicencio) (Cáceres-Andrade y Urbina-Cardona 2009).
- b. *Localidades en estado de conservación mixto* (ecosistemas conservados en por lo menos 79%): incluye áreas deforestadas, remanentes de bosque de galería y sabanas poco perturbadas, como en la zona rural de los municipios de Yopal (Acosta-Galvis 2017), Pore, Paz de Ariporo y Tame (Blanco-Torres *et al.* 2017) y Caño Cristales (Barrientos *et al.* 2017).
- c. *Localidades conservadas* (ecosistemas conservados en por lo menos 90%): cuenca del río Bitá (Durán-Prieto *et al.* 2017), la Reserva Natural Bojonawi (datos en este estudio) y el Parque Nacional Natural de Chiribiquete (Suárez-Mayorga y Lynch 2017). En esta misma categoría se incluyó el estudio

hecho en los cerros de La Lindosa, Capricho y Cerritos (Mueses-Cisneros y Caicedo-Portilla 2018). Aunque los autores reportan la existencia de una matriz de ambientes que incluye bosques de tipo amazónico, sabanas de pastos naturales, y sistemas productivos de cultivos y potreros, las muestras biológicas fueron tomadas en los cerros mismos, que se encuentran en un estado de conservación mucho mejor.

Para describir y comparar la diversidad taxonómica de estas localidades se construyeron matrices de composición de especies basadas en datos de presencia o ausencia de las mismas. Para describir y comparar la diversidad funcional, se utilizaron rasgos relevantes para la supervivencia e interacciones interespecíficas de anfibios y reptiles (Gallmetzer y Schulze 2015, Vasconcelos *et al.* 2019). En el caso de los anfibios, se compiló información sobre su tamaño corporal (longitud rostro-cloaca), tipo de microhábitat utilizado (fosorial, terrestre, acuático y arbóreo) y el modo reproductivo, este último como una combinación de los sitios de oviposición (cuerpos de agua, suelo, al interior de nidos de espuma, sobre hojas por encima del nivel del suelo) y el lugar de desarrollo de las larvas (cuerpos de agua o al interior de los huevos). En el caso de los reptiles, se consideró el tamaño (masa corporal), fases de actividad (diurna y nocturna), microhábitat (piso, vegetación y agua) y los componentes de dieta (material vegetal, huevos, invertebrados y vertebrados). Con base en esta información, se estimó la riqueza funcional como el hipervolumen de rasgos o nichos ocupados por el conjunto de especies en cada comunidad; la equidad funcional como la regularidad en el espaciado de las especies en el espacio multidimensional creado por los rasgos, y la divergencia funcional como la varianza entre los rasgos de las especies alrededor del centroide de cada comunidad (Villéger *et al.* 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y riqueza de especies

La RNB se encuentra en una región estacional, en la que la disponibilidad de agua es el factor limitante para la presencia de muchos organismos (ver área de estudio, Capítulo 1). Por una parte, colinda con cuerpos de agua permanentes, como el río Orinoco y los caños Negro, Tesoro y Verde. Por otro lado, incluye una planicie de inundación (Figura 1), sobre la cual se desarrollan bosques de tipo inundable, de galería y riparios, así como sabanas inundables y esteros. Todos estos ambientes difieren en estructura y microclima, lo cual sin duda contribuye a explicar el nivel de biodiversidad que albergan.

Se reconocen 81 especies (24 especies de anuros y 57 de reptiles). Los anuros pertenecen a dos órdenes, seis familias y 12 géneros. Por otro lado, los reptiles se distribuyen entre una familia de tatacoas o falsas culebras, cinco familias con nueve especies de tortugas, dos familias con tres especies de caimanes, nueve familias con 14 especies de lagartos, y cuatro familias con 30 especies de serpientes (Anexos 1 y 2).

Distribución por hábitat

Como era de esperarse, la mayor riqueza y singularidad de especies de anfibios y

reptiles se encuentra en los ambientes terrestres, particularmente en los bosques (57 especies) (Figura 2). En la Orinoquia, los bosques deben su existencia a la disponibilidad de agua asociada a caños, a ríos y al subsuelo. La vegetación arbórea capta la mayor parte de la radiación solar directa y ofrece así microclimas que reducen el riesgo de desecación para la mayoría de las especies de anuros y los lagartos de las familias Sphaerodactylidae y Phyllodactylidae. Otros lagartos, llamados heliótermicos (familias Teiidae, Tropiduridae e Iguanidae) porque dependen de la radiación solar para la termorregulación, ocurren no sólo en áreas abiertas sino también en bordes de los bosques de galería.

En la sabana se encuentran nueve especies de anuros (ranas y sapos) de los cuales la mayoría se reproduce en este hábitat durante la época de lluvias, cuando se forman charcas temporales. Muchas de estas sabanas se mantienen desconectadas del río y de los caños, por lo que no tienen peces, salvo en algunos casos en los cuales hay peces anuales insectívoros (Cynolebiidae; Lasso obs. pers.), reduciéndose entonces la presión de depredación sobre huevos y larvas tempranas, dos estadios de desarrollo particularmente vulnerables en los anuros. Por esta misma razón, muy pocas especies

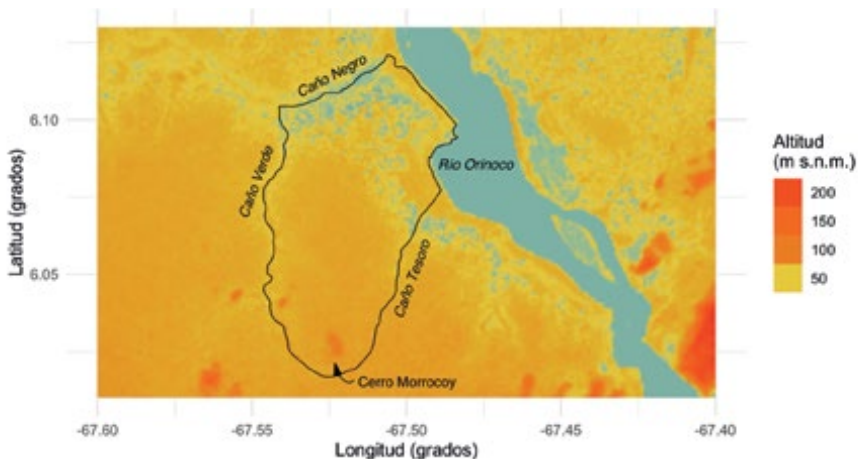


Figura 1. Modelo de elevación del terreno en la reserva Bojonawi y sus alrededores, que evidencia la disponibilidad de agua en el río Orinoco, el curso de los caños y las planicies de inundación (en azul). Elaborado por Adolfo Amézquita.

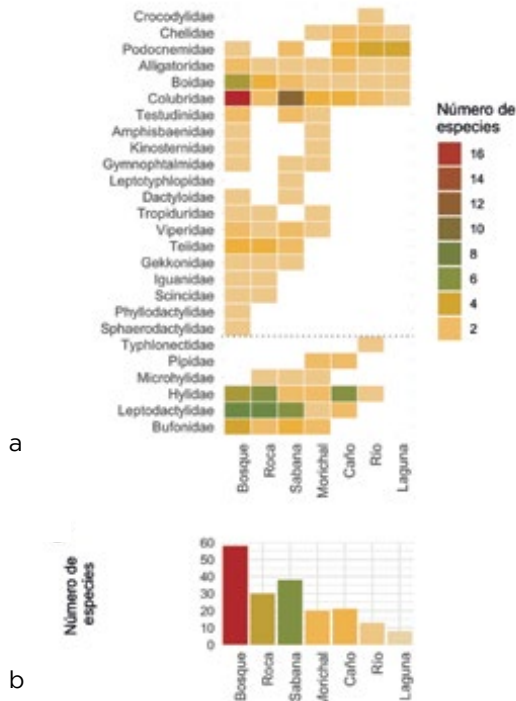


Figura 2. a) Número de especies de anfibios (bajo la línea punteada) y reptiles (sobre la línea punteada) en función del tipo de ambiente y la familia taxonómica; b) riqueza total de herpetofauna en cada tipo de ambiente. Para facilitar la visualización, se han organizado de izquierda a derecha los ambientes de más a menos diversos y de terrestres a acuáticos.

de anuros se reproducen en los caños, donde serían presas de peces, tortugas, babillas, nutrias y otros depredadores propios de estos cuerpos de agua permanentes. Una excepción notable son algunas ranas del género *Boana*, como *B. wavrini* y *B. boans* en Bojonawi, donde los machos construyen nidos de barro que se asemejan al cráter de un volcán, en la orilla de los caños e inicialmente sin acceso al espejo de agua principal. Los machos defienden enérgicamente estos nidos contra otros machos, lo que les ha valido el nombre común de ranas gladiadoras. También atraen hacia los nidos a las hembras y en ellos ocurre la oviposición, por lo que justamente los huevos y larvas tempranas resultan protegidos de la mayor parte de los peces y de algunas tortugas. Las otras especies de anuros reportadas en el bosque no se reproducen allí, pero lo utilizan como refugio microclimático durante las

temporadas o las horas del día más secas. La combinación de especies propias y especies que usan el bosque como refugio explica en buena parte la alta riqueza de anuros en los bosques de galería.

En los afloramientos rocosos (30 especies), la superficie de las rocas alcanza temperaturas extremadamente altas, en buena parte porque su coloración oscura absorbe significativamente el calor proveniente de la radiación solar. Las temperaturas medidas superan los 45 °C durante buena parte del día (Beltrán *et al.* 2019), valor además superior a los tolerados por la mayoría de los organismos que se desplazan sobre las rocas mismas. Un examen más detallado revela la existencia de una matriz de ambientes térmicos (ver Capítulo 14), debida principalmente a la presencia de charcos temporales que se forman por la meteorización puntual de

la roca. El agua de lluvias que acumulan promueve el crecimiento de vegetación, que puede incluir desde pastos hasta arbustos con alta densidad foliar, probablemente en función del hidroperiodo y la madurez del mismo charco. Existe además una cantidad apreciable de refugios térmicos que se forman por la tendencia de estas rocas igneometamórficas a sufrir fracturas paralelas a la superficie; se crean entonces las y entre ellas grietas, de las que se ha visto salir gran cantidad de lagartos de las especies *Tropidurus hispidus*, *Ameiva ameiva* y *Kentropix striata*, y al atardecer una enorme cantidad de ranas de la especie *Leptodactylus lithonaetes*. La alta diversidad de anuros en los afloramientos rocosos debe ser considerada con cautela. La totalidad de las especies de anuros reportadas (16 de las 23 especies reportadas en Bojonawi), fueron encontradas en la roca Karikari, que puede ser considerada particularmente madura, en términos de meteorización, hidroperiodo de los charcos y sucesión ecológica. Hacia el extremo suroccidental de la RNB, se encuentran otros afloramientos rocosos, conocidos como los cerros Morrocoy y Campana, en estadios más tempranos de sucesión, con menor número, profundidad y madurez de los charcos. En ellos, están ausentes casi todos los anuros, con excepción de *L. lithonaetes*; en cambio, es notoria la abundancia de los lagartos *T. hispidus* y *A. ameiva*.

Los morichales (19 especies) mostraron una composición intermedia entre bosques y caños. Aunque morichales y caños están asociados al nivel freático del agua, los primeros son ambientes más abiertos y estructuralmente menos complejos que los bosques. Esta importante diferencia probablemente limita su valor como refugio y hábitat reproductivo para muchos anfibios y reptiles. En relación con los ambientes estrictamente acuáticos, la composición de especies de la laguna El Pañuelo es esencialmente la misma que la del río Orinoco. Esta similitud es entendible, dado que los dos cuerpos de agua se conectan durante la época de aguas altas. La mayor riqueza de especies reportadas en los caños se debe principalmente a la presencia de tres familias

de anuros que se reproducen allí: los pípidos, estrictamente acuáticos, algunos leptodactílidos que se reproducen en la orilla de los caños menores, y las ranas gladiatoras (hílicos del género *Boana*), mencionadas anteriormente. La mayor riqueza reportada en los caños es también atribuible a las dificultades para detectar pípidos y colúbridos en cuerpos de agua más profundos, como el río y la laguna. En cambio, aquellos reptiles más frecuentemente avistados en estos ambientes acuáticos profundos, son justamente los que se exponen al sol en las orillas: las tortugas acuáticas de la familia Podocnemidae y las babillas, *Caiman crocodilus*.

En la figura 3 se muestra un perfil esquemático de la riqueza de especies de anfibios y reptiles en la RNB (sistemas río-planicie inundable-afloramientos rocosos).

Diversidad taxonómica de la herpetofauna en un contexto regional

Se comparó la herpetofauna de Bojonawi con la de diez localidades adicionales en Colombia, que van desde el límite norte de la cuenca amazónica y el límite occidental del Escudo Guayanés, hasta la ribera del río Orinoco, pasando por dos localidades del piedemonte llanero (Figura 4). En estas últimas, citadas aquí como Villavicencio y Yopal, se reportaron únicamente los anuros presentes en el área. En cualquier caso, anfibios y reptiles son tratados por separado en todos los análisis subsecuentes, debido a las evidentes diferencias en su fisiología hídrica y térmica (ver Capítulo 14).

Como era de esperarse, las cuatro localidades que corresponden a zonas conservadas presentan los mayores valores de riqueza (Figura 5). Entre ellas, Bojonawi (76 sp.) presenta valores similares a los de los sitios en los que confluyen fauna amazónica y elementos orinoquenses: Chiribiquete (89 sp.) y La Lindosa (77 sp.). Las localidades clasificadas como en estado de conservación mixto varían un poco menos en los valores de riqueza, entre Tame (35 sp.) y Pore (47 sp.), este último valor no muy lejos de la localidad del río Pauto (48 sp), clasificada como agroecosistema.

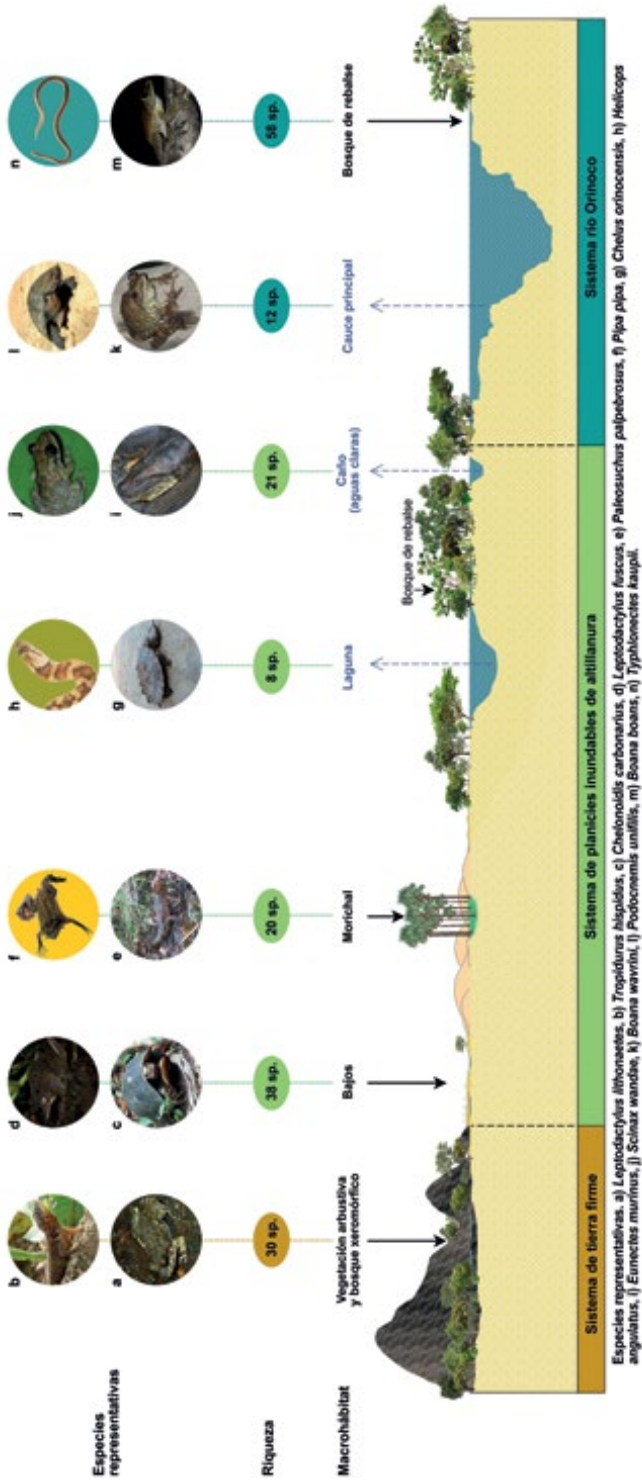


Figura 3. Riqueza de especies de anfibios y reptiles por macrohábitat: río Orinoco y planicie inundable-afloresamientos rocosos.



Figura 4. Localidades incluidas en la comparación de la diversidad taxonómica y funcional de la herpetofauna en la Reserva Natural Bojonawi. En la mayor parte de las localidades se reportan varios puntos de muestreo, que están entonces agrupados por las líneas punteadas. Elaborado por Adolfo Amézquita.

El número de especies de colúbridos es determinante en la riqueza de reptiles de la mayor parte de localidades (Figura 5). Se trata por supuesto de un grupo taxonómico muy grande, que debe parte de su tamaño a la falta de acuerdo entre los especialistas sobre el nivel de resolución taxonómica que se debe aplicar. Al mismo tiempo, se trata del grupo que presenta una diferencia más marcada en riqueza entre las localidades conservadas y las demás, aunque los datos disponibles no permiten ponderar entre dos tipos de explicaciones no excluyentes para esta última diferencia. Por un lado, los colúbridos son depredadores de primero, segundo y tercer orden, cuya disponibilidad de nichos depende directamente de la complejidad de las redes tróficas inferiores. Los ecosistemas con mayor complejidad estructural y riqueza de especies, repre-

sentan un mayor número de nichos disponibles para ellos. En segundo lugar, no se puede descartar que la poca diversidad de colúbridos en áreas con mayor presencia de seres humanos se deba en parte a la percepción negativa y la eliminación activa por parte de los pobladores. Sobre la riqueza de las otras familias de reptiles, no existen patrones evidentes a la escala que se trata en el presente trabajo, más allá de que cada familia aparece menos representada en los ambientes con algún grado de perturbación.

En el caso de los anuros, el patrón de riqueza observado parece tener un componente sistemático —el número de especies contenidas en cada familia— y un componente funcional —el modo reproductivo—. Las familias con mayor número de especies en las 11 localidades examinadas aquí son Hylidae y Leptodactylidae. Con algo más de 520 espe-

cies, Hylidae es la segunda familia con mayor número de especies en Sudamérica, sólo detrás de Craugastoridae, que incluye más de 660 especies. Así pues, la gran riqueza de hílidos tendría una explicación simple, en contraste con la escasez de craugastóridos: sólo nueve especies en el total de las 11 localidades de este estudio. La escasez y estacionalidad del agua pueden contribuir a explicar los patrones aquí encontrados cuando se relacionan con un rasgo funcional fundamental en la viabilidad de los anfibios, el modo reproductivo. Este concepto resume el lugar (p. e. acuático, terrestre, arborícola) en el que se da la oviposición y el desarrollo de las larvas, y si estas son de vida libre.

La impresionante radiación adaptativa de los craugastóridos se relaciona con su modo reproductivo, conocido como desarrollo directo: los huevos son depositados fuera del agua, el desarrollo ocurre al interior de los mismos y de ellos nacen directamente ranitas completamente formadas. Este modo reproductivo requiere ambientes húmedos, en los que el riesgo de desecación de los huevos es muy bajo durante las semanas o meses que tardan en eclosionar.

No sorprende entonces que la mayor riqueza de craugastóridos se dé en los bosques lluviosos y bosques nublados, y que estén prácticamente ausentes en los ambientes secos o muy estacionales. Entre las localidades aquí estudiadas, sólo se reportan craugastóridos en los bosques de influencia amazónica (Chiribiquete y La Lindosa) y en uno de los bosques de piedemonte llanero (Yopal). Un argumento similar puede ser usado para explicar el patrón de riqueza (Figura 5) de aquellas familias de anuros en las que el nivel de terestrialidad es intermedio: los huevos son depositados fuera del agua, lo cual requiere de una cierta humedad ambiental, y luego caen (p. e. centrolénidos y filomedúsidos) o son transportados por adultos (p. e. dendrobátidos) a cuerpos de agua donde completan su desarrollo.

La familia Leptodactylidae presenta un patrón de riqueza claramente diferente al de las familias anteriores. Comparada con ellas, representa una proporción menor de la riqueza de especies en las localidades de piedemonte (Villavicencio y Yopal) y en las localidades de influencia amazónica

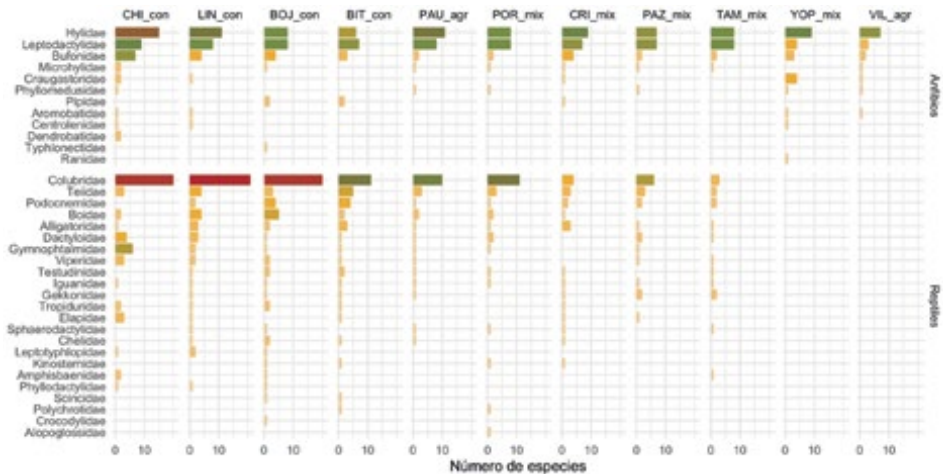


Figura 5. Riqueza de especies según localidad, familia de anfibios y reptiles presentes, y estado de conservación de la localidad (conservado, mixto o agroecosistema). Las localidades están organizadas en una clina decreciente (de izquierda a derecha) en relación con la riqueza de especies. Las abreviaturas indican la localidad de estudio, en mayúsculas (ver Figura 4) y el tipo de hábitat que fue muestreado (en minúsculas): agroecosistema (agr), estado de conservación mixto (mix) y bien conservado (con).

(Chiribiquete, Lindosa y Caño Cristales). En contraste, el número de especies de leptodactílidos es proporcionalmente mayor en las localidades con clima más estacional, independientemente de si son áreas conservadas o no. La explicación más plausible para esta riqueza en ambientes estacionales y secos radica de nuevo en su modo de reproducción. En la mayor parte de las especies en esta familia, las parejas depositan sus huevos al interior de un nido de espuma, construido con las patas de los machos a partir de secreciones que acompañan los huevos expulsados por las hembras. En algunas especies, como *Leptodactylus fuscus*, el nido es construido fuera del agua, normalmente al interior de cuevas creadas en el suelo blando por el macho mismo; cuando eclosionan las larvas, éstas son arrastradas hacia charcas por el agua que escurre durante las lluvias. En la mayoría de las especies de *Leptodactylus*, sin embargo, los nidos son construidos directamente sobre la superficie de un cuerpo de agua y los renacuajos abandonan el nido una vez que eclosionan. Algo se ha discutido sobre las funciones antidepredatorias y quizás nutritivas de los nidos de espuma, pero lo más claro y relevante para esta discusión, es que resisten la desecación, incluso bajo la radiación solar directa, y que sirven para amortiguar las variaciones diarias en la temperatura ambiental y de sustrato (Méndez-Narváez *et al.* 2015). Con estas propiedades, es entendible el exitoso establecimiento de tantas especies de leptodactílidos en ambientes secos y estacionales, como las sabanas mismas de la tierra llana.

En resumen, es evidente que la diversidad funcional de modos reproductivos disminuye en los anuros a lo largo de una clina que va desde los límites amazónicos y de piedemonte, hasta los ecosistemas más estacionales de sabana en la Orinoquia (Figura 5). Mientras que al pie de los Andes están presentes muchas especies de reproducción semi-terrestre (ver cuatro categorías superiores en la figura 6), por ejemplo en las familias Craugastoridae, Centrolenidae y Dendrobatidae, en las sabanas

predominan las especies de familias con estricta reproducción acuática (Hylidae y Bufonidae), o con oviposición que puede ser semiterrestre, pero con la construcción de nidos de espuma que protegen a los huevos de la desecación y sobrecalentamiento. Los bufónidos son además bien conocidos por la capacidad de los adultos para tolerar ambientes relativamente secos y por la toxicidad de las larvas, que les permite incluso coexistir con peces en cuerpos de agua.

Herpetofauna llanera:

¿autóctona o compartida?

El análisis de composición de especies revela un componente geográfico, según se evidencia al representar las diferencias en composición taxonómica de comunidades como distancias en un espacio bidimensional. La distancia geográfica (Figura 7, arriba) se refleja razonablemente bien en las diferencias en composición de especies de comunidades de anuros (Figura 7, en medio) y en menor medida de los reptiles (Figura 7, abajo). Al agrupar las localidades según su grado de conservación, se ve además que las áreas conservadas no se superponen con las áreas que incluyen en alguna medida áreas intervenidas. Desde una perspectiva taxonómica, la herpetofauna de las sabanas conservadas es entonces distinguible de la de potreros o cultivos. Eso sí, se refleja además entre las primeras, la influencia de un componente amazónico, que resulta en distancias multivariadas apreciables entre dos pares de localidades: las amazónicas (Lindosa y Chiribiquete) y las orinoquenses (Bita y Bojonawi) (Figura 7).

Desde una perspectiva funcional, es mucho mayor la sobreposición entre los tres tipos de ambiente aunque se percibe una separación de entre una y cuatro de las localidades conservadas, con respecto a las demás. Organizados según su importancia relativa en esta separación, serían riqueza, divergencia y equidad funcionales (Figura 8). La separación es más clara entre los reptiles, principalmente debido a la mayor riqueza funcional en los ambientes conservados.

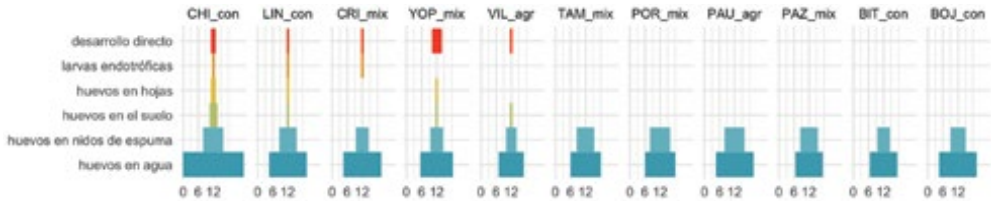


Figura 6. Número de especies de anuros (ancho de barra) según el nivel de terrestrialidad (de huevos en el agua hasta desarrollo directo) de su modo reproductivo y la localidad. Las localidades están organizadas de izquierda a derecha por su ubicación en áreas de influencia amazónica (3), piedemonte llanero (2) y llanuras.

La gran sobreposición general en equidad funcional es atribuible, por lo menos en parte, a la falta de datos de abundancia en nuestras matrices de estudio (Villéger *et al.* 2008).

En este capítulo se planteó inicialmente una hipótesis según la cual la herpetofauna de las sabanas naturales representaría en realidad estadios tempranos de sucesión ecológica. De ser cierto, la composición y la diversidad funcional de especies de las sabanas conservadas deberían sobreponerse con la herpetofauna de áreas perturbadas. Los resultados presentes contradicen claramente esta hipótesis cuando se examina la composición taxonómica de las comunidades (Figuras 6 y 7) y concuerdan con análisis previos en los que se ha considerado esta posibilidad (Blanco-Torres *et al.* 2017). Aunque las diferencias son menos claras o inexistentes al considerar la diversidad de roles ecológicos, sí se puede concluir que las sabanas conservadas contienen linajes evolutivos únicos y propios, no representados en áreas de conservación con influencia amazónica y mucho menos en áreas potrerizadas para la implementación de sistemas de explotación. También ha sido evidente que los valores de riqueza en sabanas conservadas son comparables a los de áreas de conservación con influencia amazónica (Figura 5), lo cual contradice el concepto que la biodiversidad de las sabanas naturales y áreas abiertas intervenidas, sea un subconjunto de la de otro tipo de ecosistemas. Ambos resultados, el de unicidad y el de riqueza, reflejan claramente la importancia de preservar sabanas naturales como las presentes en Bojonawi. Ambos invitan además a reconsiderar el valor de conservación de las llanuras dentro

de los programas de investigación y acción en Colombia y Venezuela.

Finalmente en la Reserva Bojonawi se destaca la presencia de dos nuevas especies para la ciencia: *Chelus orinocensis*, recientemente descrita para la cuenca del Orinoco (Vargas-Ramírez *et al.* 2020), y una *Amphisbaena* sp., que se encuentra en proceso de descripción. Adicionalmente, dos especies de anfibios, cuyas distribuciones se amplían: *Boana pugnax* y *Potomotyphlus kaupii*.

Especies con valor de uso

Todas las especies cumplen con su papel ecológico en el lugar donde habitan. Adicionalmente, once especies son consumidas por las comunidades locales, en su mayoría son tortugas y 15 especies, son capturadas para tenerlas como mascotas (Anexo 1). Siendo las tortugas, el güio y la iguana, los reptiles que con mayor frecuencia tienen como mascotas en Puerto Carreño y en consecuencia son las más decomisadas (Cruz-Antia *et al.* 2009).

Por el carácter de conservación que tiene la Reserva se esperaría que estas especies no sufran amenazas directas como el consumo, sin embargo, se ha observado restos de caparzones de tortugas (*Chelus orinocensis* y Podocnemididae) en los límites de la Reserva (caño Negro y río Orinoco), seguramente aprovechadas por indígenas, colonos así como visitantes esporádicos del país vecino (Venezuela).

Estado de conservación

No se conocen especies de anuros amenazadas en Bojonawi. Entre los reptiles, se

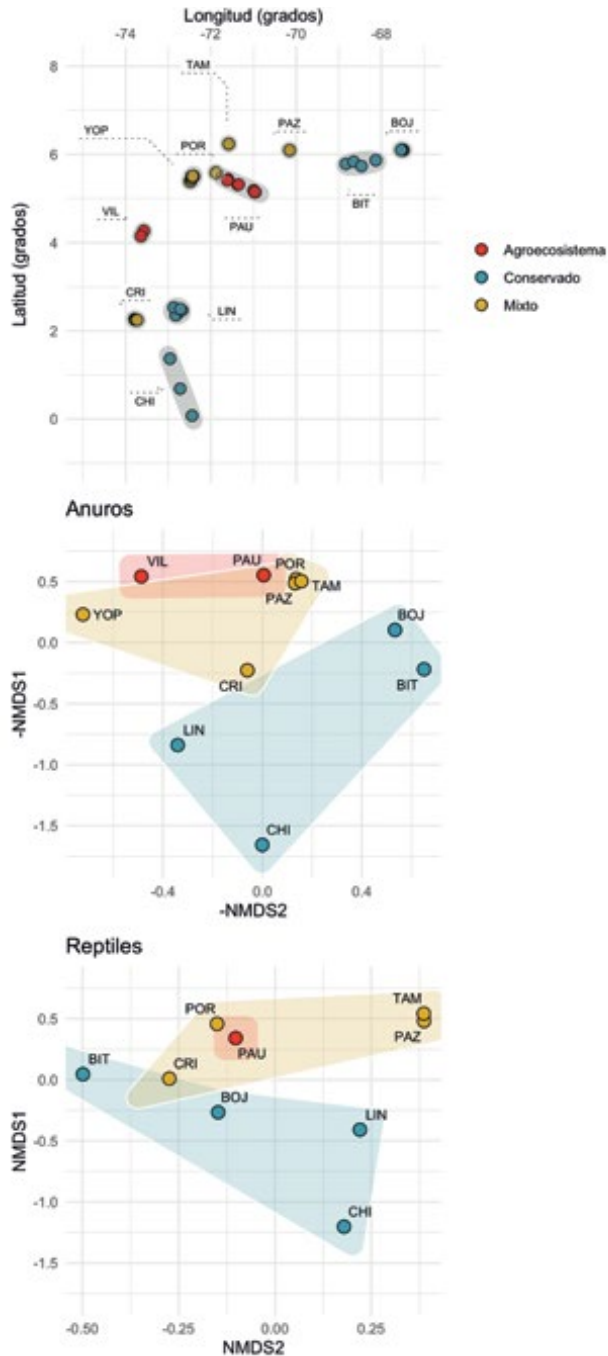


Figura 7. Efecto de la ubicación geográfica (arriba) y el grado de conservación (color) en la composición taxonómica de especies de anuros y reptiles, de 11 localidades de la Orinoquia colombiana hasta los límites con el piedemonte llanero y la Amazonia. La distancia entre cada par de puntos refleja bastante bien las diferencias en composición entre cada par de localidades, según se refleja en los bajos valores de estrés multivariado para los anuros (0,060) y reptiles (0,017) en el análisis no métrico de escalamiento multidimensional (NMDS por sus siglas en inglés). Ver figura 4 para nombres de localidades.

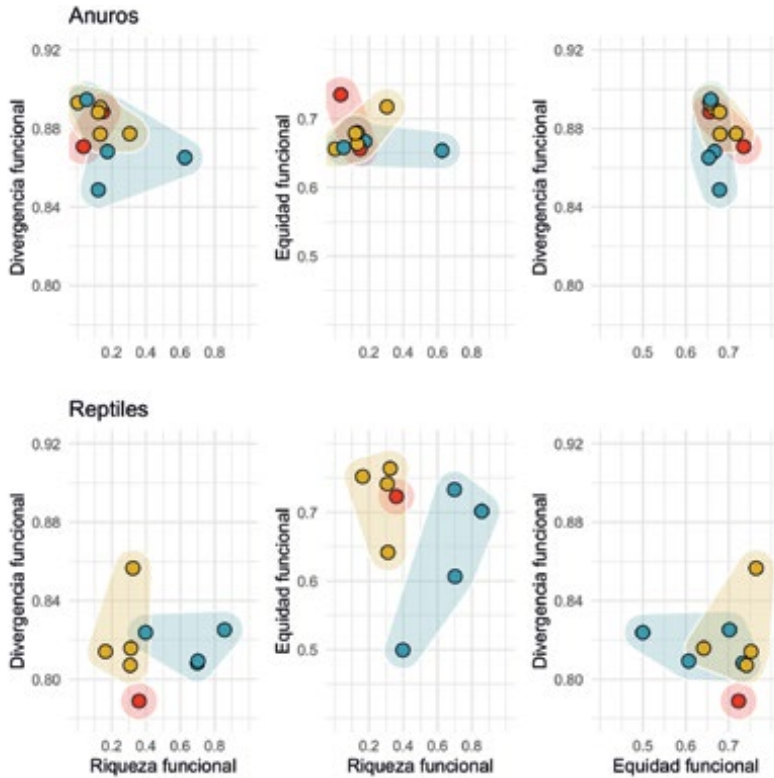


Figura 8. Representaciones bivariadas de tres índices de diversidad funcional de herpetofauna, en las 11 localidades incluidas en el estudio, agrupadas según el grado de conservación de las mismas: conservado (azul), usado como agroecosistema (rojo) y con grado de conservación mixto (naranja) entre las categorías anteriores. Los polígonos ayudan a visualizar el nivel de sobreposición entre los tres grupos de localidades definidas por cada par de factores.

encuentran tres especies de tortugas y un cocodrilo declaradas en algún nivel de amenaza por la UICN (<https://www.iucnredlist.org/>). El morrocoy de patas amarillas *Chelonoidis denticulatus*, el cabezón *Peltecephalus dumerilianus* y la terecay *Podocnemis unifilis* están categorizados como Vulnerables (VU), y el caimán llanero *Crocodylus intermedius* como en Peligro Crítico (CR). Adicionalmente, la culebra tierrera *Atractus fuliginosus* está en la categoría de Datos Insuficientes (DD), pues poco o nada se conoce sobre el estado de las poblaciones de este organismo fosorial y de hojarasca. La charapa, *Podocnemis expansa*, es considerada en Riesgo Bajo Dependiente de Conservación (LR/cd). Sin embargo, es importante destacar su presencia, dadas

las presiones antrópicas creadas tanto por el consumo de su carne y huevos, como por la captura ilegal de tortuguillos para ser comercializados como mascotas.

En el ámbito nacional, se clasifica al caimán llanero y la tortuga charapa *P. expansa* como críticamente amenazadas (CR), a la terecay *P. unifilis* como en peligro (EN) y el morrocoy de patas rojas *Chelonoidis carbonarius* en la categoría de Vulnerable (VU) (Morales-Betancourt *et al.* 2015, Resolución N° 1912 de 2017 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). Las tortugas han sido objeto de explotación ilegal para comercialización y consumo. Con la disminución de las poblaciones de *P. expansa*, ha aumentado la presión de caza sobre *P. unifilis* durante las últimas tres

décadas, provocando una reducción poblacional estimada en casi un 50% (Morales-Betancourt *et al.* 2015). El lagarto *Kentropyx striata* y la tortuga *Peltocephalus dumerilianus* se encuentran en la categoría de datos deficientes (DD). De esta última sabe que su área de distribución es amplia, pero no se conoce el estado de sus poblaciones y en varios lugares del país podría estar sufriendo de sobreaprovechamiento (Morales-Betancourt *et al.* 2015). Dado la importancia de las especies amenazadas así como las poco conocidas presentes en la reserva, se han adelantado diferentes investigaciones para profundizar sobre la biología de las tortugas acuáticas y crocodilios (Capítulo 15); así como las adaptaciones de los anfibios y reptiles que habitan en los afloramientos rocosos (Capítulo 14).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

La RNB tiene una alta riqueza de herpetofauna (24 especies de anuros y 57 de reptiles) comparable con otras zonas conservadas y similares, en los que confluyen fauna amazónica y orinoquense, destacando la importancia de las áreas protegidas en la conservación de la diversidad herpetológica.

Los bosques son los ecosistemas que albergan la mayor riqueza, lo que destaca

la importancia de estos ecosistemas en la supervivencia del grupo. Por otra parte, el ecosistema más representado en cuanto a extensión en la reserva es la sabana. Las sabanas conservadas contienen linajes evolutivos únicos y propios, no representados en otras áreas. También es evidente que los valores de riqueza en sabanas conservadas son comparables a los de áreas de conservación con influencia amazónica, contradiciendo el concepto de que la biodiversidad de las sabanas naturales y áreas abiertas intervenidas, es un subconjunto de otro tipo de ecosistemas. Esto pone en evidencia la importancia de preservar sabanas naturales en la Orinoquia.

En la RNB hay especies amenazadas, de valor de uso, así como muy poco conocidas para la ciencia, por lo que el área se presta para desarrollar investigaciones sobre la biología de las diferentes especies, así como desarrollar programas de monitoreo poblacional. También es importante evaluar el consumo de estas especies en la Reserva. Esto permitiría tener un punto de comparación respecto a áreas impactadas por acción antrópica, permitiendo entender un poco más las dinámicas actuales del uso del territorio respecto al impacto sobre la fauna. También aportará elementos claves para los planes de conservación ya existentes de las diferentes especies a nivel local, regional y nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis, A. R., J. C. Señaris, F. Rojas-Runjaic y D. R. Riaño-Pinzón. 2010. Anfibios y reptiles. Pp. 259-289. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *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.
- Acosta-Galvis, A. R. 2016a. Anfibios del Meta y la parte baja del río Bitá. Pp. 141-157. *En*: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia.
- Acosta-Galvis, A. R. 2016b. Reptiles del Meta y la parte baja del río Bitá. Pp. 161-177. *En*: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia.
- Acosta-Galvis, A. R. 2017. Batracofauna de los bosques de niebla y estribaciones piemontanas en el municipio Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana* 18 (1): 282-315. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a17
- Acosta-Galvis, A. R. 2018. Anfibios del Escudo Guayanés de Colombia: una aproximación preliminar. Pp. 61-99. *En*: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Angarita-Sierra, T. 2014. Diagnóstico del estado de conservación del ensamble de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 38 (146): 53-78.
- Barrientos, L., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, G. Torres y P. Herrera. 2017. Anfibios y reptiles. Pp. 96-122. *En*: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *III. Fauna de Caño Cristales, Sierra La Macarena, Meta, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Beltrán, I., V. Ramírez-Castañeda, C. Rodríguez-López, E. Lasso y A. Amézquita. 2019. Dealing with hot rocky environments: Critical thermal maxima and locomotor performance in *Leptodactylus lithonaetes* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetological Journal* 29: 155-161. DOI: 10.33256/hj29.3.155161
- Blanco-Torres, A., B. Bastidas-Molina y F. Parra-Torres. 2017. Variación espacial y temporal de la herpetofauna en ecosistemas de sabanas inundables de la Orinoquia-Colombia. *Caldasia* 39 (2): 354-369. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v39n2.63489>.
- Blanco-Torres, A., C. Durán-Prieto y A.R. Acosta. 2019. Herpetofauna. Pp. 163-187. *En*: Trujillo, F. y Anzola, F. (Eds.), *Biodiversidad en el departamento de Arauca*. Gobernación de Arauca, Fundación Omacha y Fundación Ecollano. Bogotá, D. C., Colombia.
- Cáceres-Andrade, S. P. y N. Urbina-Cardona. 2009. Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, Departamento del Meta, Colombia. *Caldasia* 31 (1): 175-194.
- Cruz-Antia, D., P. Barrieto y D. Morales-Betancourt. 2009. Tráfico y tenencia ilegal: Amenazas de la Fauna Silvestre de la Reserva Mundial de la Biosfera El Tuparro, una guía para profesores y estudiantes. Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde. Proyecto Pijiwi-Orinoko. Bogotá, D. C., Colombia. 56 pp.
- Durán-Prieto, C., A. R. Acosta-Gálvis, M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, A. Vásquez-Ávila, S. Martínez-Callejas, B. Castañeda y C. Quiroga. 2017. Anfibios y reptiles. Pp. 241-275. *En*: Trujillo, F. y C.A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

- Durán-Prieto, C., C. A. Lasso, M. A. Morales-Betancourt y F. J. M. Rojas-Runjaic. 2018. Reptiles del Escudo Guayanés en Colombia. Pp. 151-177. *En*: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Gallmetzer, N. y C. H. Schulze. 2015. Impact of oil palm agriculture on understory amphibians and reptiles: A Mesoamerican perspective. *Global Ecology and Conservation* 4: 95-109. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.05.008>
- Luna-Mora, V., C. Quiroga-Giraldo y A. R. Acosta-Galvis. 2015. 5.6 Anfibios y reptiles. Pp. 250-285. *En*: Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds.), *XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquía*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia
- Méndez-Narváez, J., S. V. Flechas y A. Amézquita. 2015. Foam nests provide context-dependent thermal insulation to embryos of three Leptodactylid frogs. *Physiological and Biochemical Zoology* 88 (3): 246-53. doi: 10.1086/680383.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock (Eds.). 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Muses-Cisneros, J. J. y J. R. Caicedo-Portilla. 2018. Anfibios y Reptiles. Pp: 117-126- *En*: Vriesendorp C., N. Pitman, D. Alvira Reyes, A. Salazar Molano, R. Botero García, A. Arciniegas, L. de Souza, Á. del Campo, D. F. Stotz, T. Wachter, A. Ravikumar y J. Peplinski (Eds.), *Colombia: La Lindosa, Capricho, Cerritos*. Rapid Biological and Social Inventories Report 29. The Field Museum, Chicago.
- Suárez-Mayorga, A. M. y J. D. Lynch. 2017. Myth and truth on the herpetofauna of Chiribiquete: from the lost world to the last world. *Revista Colombia Amazónica* 10: 177-190.
- Vargas-Ramírez, M., S. Caballero, M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, L. Amaya, J. G. Martínez, M. das Neves, R. C. Vogt, I. F. Pires, T. Hrbek, P. D. Campbell y U. Fritz. 2020. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp.) and clarify their phylogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 148: 106823. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106823>
- Vasconcelos, T. S. F. R da Silva, T. G dos Santos, V. H Prado y D. B. Provete. 2019. *Biogeographic Patterns of South American Anurans*. Springer Nature. 149 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26296-9>
- Villéger, S., N. W. H. Mason y D. Mouillot. 2008. New multidimensional functional diversity indices for multifaced framework in functional ecology. *Ecology* 89 (8): 290-301 DOI: 10.1890/07-1206.1

ANEXOS

Anexo 1. Anfibios y reptiles presentes en la Reserva Natural Bojonawi. Valor de uso: 1 = alimento (subsistencia), 2 = cinegético (caza deportiva), 3 = mascota-ornamental, 4 = ecológico; Abreviaturas distribución: AM: Amazonas, AN: Andes, CA: Caribe, CH: Chocó, GU: Guayana, LL: Llanos; habitat: bosques (inundable, ripario), sabanas (naturales, colinadas, arboladas), inselbers, humedales (ríos, quebradas, lagunas, morichales). * Especie con foto en el anexo 2.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat	
		Nacional	Global (UICN)							
CLASE AMPHIBIA										
ORDEN ANURA										
Familia Bufonidae										
<i>Rhaebo guttatus</i> (Schneider, 1799)*	Sapo dorado	NE	LC		4	Entomófago	50-260	AM-GU	Bosques	
<i>Rhinella beebei</i> (Gallardo, 1965)*	Sapito granuloso	NE	LC		4	Entomófago	35-1.125	AN-GU-LL	Sabanas	
<i>Rhinella</i> aff. <i>margaritifera</i> (Laurenti, 1768)	Sapo crestado	NE	LC		4	Entomófago	100-2.110	AM-AN-GU-LL	Bosques	
<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	Sapo común	NE	LC		4	Entomófago	0-2.400	AM-AN-GU-LL	Bosques, humedales, sabanas	
Familia Hylidae										
<i>Boana boans</i> (Linnaeus, 1758)	Rana	NE	LC		4	Entomófago	0-1.230	Amplia distribución	Bosques, humedales	
<i>Boana pugnax</i> (Schmidt, 1857)	Rana platanera	NE	LC		4	Entomófago	0-500	AM-AN-CA-CH-LL	Bosques, inselbergs	
<i>Boana warrini</i> (Parker, 1936)	Rana platanera	NE	LC		4	Entomófago	30-240	AM-GU-LL	Bosques, humedales	
<i>Boana xerophylla</i> (Duméril & Bibron, 1841)	Rana platanera	NE	LC		4	Entomófago	0-2.400	AM-AN-GU-LL	Bosques, humedales, sabanas	
<i>Dendropsophus mathiassoni</i> (Cochran & Goin, 1970)	Ranita	NE	LC		4	Entomófago	35-1.125	AN-GU-LL	Humedales, sabanas	

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat	
		Nacional	Global (UICN)							
<i>Scinax ruber</i> (Laurenti, 1768)	Ranita amarilla	NE	LC		4	Entomófago	0-1.750	Amplia distribución	Bosques, humedales, sabanas	
<i>Scinax wandae</i> (Pyburn & Fouquette, 1971)	Ranita	NE	LC		4	Entomófago	±100-880	GU-LL	Inselberg, sabanas	
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	Rana de leche	NE	LC		4	Entomófago	0-1.700	Amplia distribución	Bosques, humedales, sabanas	
Familia Leptodactylidae										
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1796)	Sapo silbador	NE	LC		4	Entomófago	0-1.650	AM-AN-CA-GU-LL	inselbergs, sabanas	
<i>Leptodactylus insularum</i> Barbour, 1906	Rana insular	NE	LC		4	Carnívoro	0-1.400	AN-CA-GU-LL	Humedales, sabanas	
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	Rana	NE	LC		4	Carnívoro	40-460	GU-LL	inselbergs, humedales, sabanas	
<i>Leptodactylus lithonaetes</i> Heyer, 1995	Rana de las rocas	NE	LC		4	Entomófago	50-1.250	AM-GU	Bosques, inselbergs, sabanas	
<i>Leptodactylus vauidus</i> Garman, 1888	Rana	NE	LC		4	Entomófago	35-360	GU-LL	Bosques, humedales, inselbergs, sabanas	
<i>Physalaemus fischeri</i> (Boulenger, 1890)	Ranita	NE	LC		4	Entomófago	±0-800	LL-GU	Sabanas, humedales	
<i>Pseudopaludicola boliviana</i> Parker, 1927	Ranita enana	NE	LC		4	Entomófago	±50-700	AM-GU-LL	Bosques, inselbergs, sabanas	
<i>Pseudopaludicola llanera</i> Lynch, 1989	Ranita enana	NE	LC		4	Entomófago	100-1.220	GU-LL	Inselbergs, sabanas	
Familia Pipidae										
<i>Pipa pipa</i> (Linnaeus, 1768)	Rana chancleta	NE	LC		3, 4	Piscívoro	0-400	AM-GU-LL	Humedales	

Capítulo 7. ANFIBIOS Y REPTILES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat	
		Nacional	Global (UICN)							
<i>Pipa snethlagae</i> Müller, 1914	Rana chandelea	NE	LC		4	Piscivoro	30-100	AM-GU-LL	Humedales	
Familia Microhylidae										
<i>Elachistocleis ovalis</i> (Schneider, 1799)	Sapito oval	NE	LC		4	Entomófago, piscivoro	35-580	AN-GU-LL	Bosques, inselbergs, sabanas	
ORDEN CAUDATA										
Familia Typhlonectidae										
<i>Potomotyphlus kaupii</i> (Berthold, 1859)*	Cecilia				4	Entomófago, piscivoro	100-300	AM-LL	Humedales	
CLASE REPTILIA										
ORDEN SQUAMATA										
Suborden Amphisbaenia										
Familia Amphisbaenidae										
<i>Amphisbaena</i> sp.					4					
Suborden Sauria										
Familia Dactyloidae										
<i>Anolis aeneus</i> Daudin, 1802	Lagartija	LC	NE		4	Carnívoro	225-1.400	AM-AN-CA-GU-LL	Sabanas	
Familia Gekkonidae										
<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril y Bibron, 1836	Geko	NE	LC		4	Insectívoro	0-2.600	CA-CH-GU-LL	Ambientes antrópicos	

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat	
		Nacional	Global (UICN)							
Familia Gymnophthalmidae										
<i>Gymnophthalmus aff. speciosus</i> (Hallowell, 1861)	Lisa	LC	LC		4	Insectívoro	0-900	AM-AN-CA-GU-LL	Bosques, sabanas	
<i>Gymnophthalmus</i> sp.									Bosques, sabanas	
Familia Iguanidae										
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)*	Iguana	LC	LC	II	1, 4	Herbívoro	0-1.400	AM-AN-CA-GU-LL	Bosques, humedales, sabanas	
Familia Phyllodactylidae										
<i>Thecadactylus rapicauda</i> (Houttuyn, 1782)	Tuqueca	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.200	AN-CA-GU-LL	Sabanas	
Familia Scincidae										
<i>Varzea altamazonica</i> (Miralles, Barrio-Amorós, Rivas & Chaparro-Anza, 2006)		NE	NE		4	Entomófago	90-800	AM-GU-LL	Bosques, humedales	
Familia Sphaerodactylidae										
<i>Gonatodes humeralis</i> (Guichenot, 1855)	Salamanqueja	LC	NE		4	Entomófago	0-300	AM-AN-LL	Bosques, sabanas	
Familia Teiidae										
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	Mato	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.800	Amplia distribución	Sabanas, humedales	
<i>Crocodyllurus amazonicus</i> (Spix, 1825)	Lagarto	LC	LC		4	Carnívoro		AM-LL	Humedales	
<i>Kentropyx striata</i> (Daudin, 1802)*	Lagarto	DD	NE		4	Carnívoro	±15-1.100	LL	Bosques, inselbergs, sabanas	

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat	
		Nacional	Global (UICN)							
<i>Tupinambis cryptus</i> (Linnaeus, 1758)*	Lobo pollero	LC	NE	II	4	Omnívoro		Amplia distribución	Bosques, inselbergs, sabanas	
Familia Tropiduridae										
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)*	Lagarto trepador	LC	NE		4	Carnívoro	20-1.420	GU	Bosques, inselbergs	
<i>Uranoscodon superciliosus</i> (Linnaeus, 1758)*		LC	NE		4	Carnívoro	±0-250	AM-GU	Bosques, humedales	
SUBORDEN SERPENTES										
Familia Boidae										
<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	Güto perdicero, boa	LC	NE	II	1,3,4	Carnívoro	0-1.560	Amplia distribución	Bosques, humedales, sabanas	
<i>Corallus hortulana</i> (Linnaeus, 1758)	Macabrel	LC	LC	II	4	Carnívoro	±0-500	AM-GU-LL	Bosques, sabanas	
<i>Corallus ruschenbergieri</i> (Cope, 1875)*	Macabrel	LC	LC	II	4	Carnívoro	0-1.200	AN-CA-CH-LL	Bosques, humedales, sabanas	
<i>Epicrates maurus</i> Gray, 1849*	Boa tomasol	LC	NE	II	3,4	Carnívoro	0-1.200	AN-CA-CH-GU-LL	Bosques, humedales	
<i>Eunectes murinus</i> (Linnaeus, 1758)*	Güto, anaconda	LC	NE	II	3,4	Carnívoro	±0-850	AM-LL	Humedales	
Familia Colubridae										
<i>Atractus fuliginosus</i> (Hallowell, 1845)	Tierrera	LC	LC		4	Carnívoro	0-1.250	LL	Sabanas	
<i>Chorosoma viridissima</i> (Linnaeus, 1758)		LC	NE		4	Carnívoro	±0-1.360	AM-LL	Bosques, sabanas	

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		Nacional	Global (UICN)						
<i>Helicops angulatus</i> (Linnaeus, 1758)*	Mapaná de agua	LC	NE		4	Carnívoro	±0-500	AM-GU-LL	Humedales, sabanas
<i>Hydrodynastes bicinctus</i> (Herrmann, 1804)	Sepiente de agua	LC	NE		4	Carnívoro	±0-500	AM-GU	Bosques, sabanas, humedales
<i>Hydrops triangularis</i> (Wagler, 1824)	Falsa coral de agua	LC	NE		4	Carnívoro	±0-300	AM-GU-LL	Humedales
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	Falsa mapaná	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.400	AM-CA-GU-LL	Bosques, humedales
<i>Leptophis abaculla</i> (Linnaeus, 1758)*	Jueteadora	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.400	Amplia distribución	Bosques
<i>Lygophis lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	Guardacaminos	LC	NE		4	Carnívoro	0-750	AN-CA-GU-LL	Bosques, sabanas, humedales
<i>Mastigodryas boddaerti</i> (Santzen, 1796)	Cazadora	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.700	Amplia distribución	Bosques, sabanas
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	Bejuquillo	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.350	AM-AN-CA-LL	Boques, humedales
<i>Oxybelis fulgidus</i> (Daudin, 1803)*	Bejuca	LC	NE		4	Carnívoro	±0-400	AN-AM-CA-CH-LL	Bosques
<i>Oxyrhopus petolaris</i> (Linnaeus, 1758)	Falsa coral	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.800	AN-CA-CH-LL	Bosques, sabanas
<i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823)		NE	NE		4	Carnívoro	±0-500	AM-LL	Bosques, sabanas
<i>Phimophis guianensis</i> (Troschel, 1848)*	Nariz de cerdo	NE	NE		4	Carnívoro	0-900	AN-CA-GU-LL	Bosque, humedales
<i>Pseudoboa neuwiedii</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	Coral macho	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.500	AN-CA-LL	Bosques, humedales

Capítulo 7. ANFIBIOS Y REPTILES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		Nacional	Global (UICN)						
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	Caracolera	LC	NE		4	Omnívoro	0-2.600	Amplia distribución	Bosques
<i>Siphlophis cervinus</i> (Laurenti, 1768)	Diabla	LC	NE		4	Carnívoro	±0-700	AM-CA-CH-LL	Bosques
<i>Siphlophis compressus</i> (Daudin, 1803)	Diabla	LC	LC		4	Carnívoro	±0-1.000	AM-CA-CH-LL	Bosques
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	Tigra	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.400	AM-AN-CA-GU	Bosques
<i>Tanitilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	Coralilla	LC	NE		4	Carnívoro	0-2.600	Amplia distribución	Bosques, sabanas
<i>Thammodonastes dixonii</i> Bayley & Thomas, 2007	Matacaballos	NE	LC		4	Carnívoro	50-500	LL-GU	Bosques, sabanas
<i>Thammodonastes pallidus</i> (Linnaeus, 1758)	Matacaballos	LC	LC		4	Carnívoro	±50-1.270	AM-CA-LL	Bosques
<i>Xenoxylis argentea us</i> (Daudin, 1803)	Cabeza de lanza	LC	LC		4	Carnívoro	±90-1.250	AM-LL	Bosques, sabanas
Familia Leptotyphlopidae									
<i>Epicratis albifrons</i> (Wagler, 1824)		NE	LC		4	Entomófago	±40-1.200	AN-LL	Bosques, sabanas
Familia Viperidae									
<i>Bothrops atrox</i> (Linnaeus, 1758)	Talla X, cuatro narices	LC	NE		4	Carnívoro	0-1.200	AM-LL	Bosques, sabanas, humedales
<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	Cascabel	LC	LC	III	3, 4	Carnívoro	0-2.000	AN-CA-MA-GU-LL	Bosques, sabanas

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		Nacional	Global (UICN)						
ORDEN TESTUDINES									
SUBORDEN CRIPTODIRA									
Familia Kinosternidae									
<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	Guachupe	LC	NE		1, 3, 4	Omnívoro	0-400	AM-CA-MA-GU-LL	Humedales
Familia Testudinidae									
<i>Chelonoideis carbonarius</i> (Spix, 1824)*	Morrocoy	VU	NE	II	1, 3, 4	Omnívoro	±0-400	CA-CHO-GU-LL-MA	Sabanas, bosques
<i>Chelonoideis denticulatus</i> (Linnaeus, 1766)	Morrocoy amarillo	LC	VU	II	1, 3, 4	Omnívoro	0-600	AM-GU-LL	Sabanas, bosques
SUBORDEN PLEURODIRA									
Familia Chelidae									
<i>Chelus orinocensis</i> Vargas-Ramírez et al. 2020*	Matamata	LC	NE		1, 3, 4	Carnívoro	±0-200	GU-LL	Humedales
<i>Mesoclemmys gibba</i> (Schweigger, 1812)	Tortuga hedionda	LC	NE		3, 4	Carnívoro	±0-400	AM-GU-LL	Humedales
Familia Podocnemididae									
<i>Peltecephalus dumeriltianus</i> (Schweigger, 1812)*	Cabezón	DD	VU	II	1, 4	Carnívoro	±50-250	AM-GU-LL	Humedales
<i>Podocnemis expansa</i> (Schweigger, 1812)	Charapa, tortuga	CR	LC	II	1, 3, 4	Herbívoro	±0-250	AM-GU-LL	Humedales
<i>Podocnemis unifilis</i> Troschel, 1848	Terecay	EN	VU	II	1, 3, 4	Herbívoro	100-700	GU-LL	Humedales

Anexo 1. Continuación.

Especies	Nombre común	Categoría de amenaza		Apéndice CITES	Importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		Nacional	Global (UICN)						
<i>Podocnemis vogli</i> (Müller, 1935)	Galápagua	LC	NE	II	1, 3, 4	Omnívoro	±0-500	AM-GU-LL	Humedales
ORDEN CROCODYLIA									
Suborden Eusuchia									
Familia Alligatoridae									
<i>Caiman crocodilus</i> (Linnaeus, 1758)*	Babilla	LC	LC	II	1, 4	Carnívoro	±0-350	Amplia distribución	Humedales
<i>Paleosuchus palpebrosus</i> (Cuvier, 1807)*	Cachirre	LC	LC		3, 4	Carnívoro	±0-500	AM-GU-LL	Humedales
Familia Crocodylidae									
<i>Crocodylus intermedius</i> Graves, 1819	Caimán llanero, cocodrilo del Orinoco	CR	CR	I	3, 4	Carnívoro	0-300	GU-LL	Humedales

Anexo 2. Imágenes de algunas especies de anfibios y reptiles presentes en la Reserva Natural Bojonawi.



1. *Rhaebo guttatus*.



2. *Rhinella beebei*.



3. *Boana boans*.



4. *Boana pugnax*.



5. *Boana wavrini*.



6. *Leptodactylus insularum*.

Lamina 1. Fotos: 1, 1, 3. Camila Durán-Prieto; 2, 4. Adolfo Amézquita; 5. Beyker Castañeda; 6. Fernando Trujillo.

Capítulo 7. ANFIBIOS Y REPTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



7. *Leptodactylus lithonaetes*.



8. *Potomotyphlus kaupii*.



9. *Iguana iguana*.



10. *Kentropyx striata*.



11. *Tupinanbis cryptus*.



12. *Tropidurus hispidus*.

Lamina 2. Fotos: 7. Adolfo Amézquita; 8. Jorge E. García-Melo; 9, 11. Monica A. Morales-Betancourt; 10. Fernando Trujillo; 12. Erika Gómez.

Anexo 2. Continuación.



13. *Uranoscodon superciliosus*.



14. *Corallus ruschenbergerii*.



15. *Epicrates maurus*.



16. *Eunectes murinus*.



17. *Helicops angulatus*.



18. *Leptophis ahaethulla*.

Lamina 3. Fotos: 13, 15, 16, 18. Beyker Castañeda; 14. Fernando Trujillo; 17. Adolfo Amézquita.

Capítulo 7. ANFIBIOS Y REPTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



19. *Oxybelis fulgidus*.



20. *Phimophis guianensis*.



21. Morrocoy patas rojas, *Chelonoidis carbonarius*.



22. Cabezón, *Peltocephalus dumerilianus*.



23. Babilla, *Caiman crocodilus*.



24. Cachirre, *Paleosuchus palpebrosus*.

Lamina 4. Fotos: 19. Adolfo Amézquita; 20, 24. Beyker Castañeda; 21, 22, 23. Monica A. Morales-Betancourt.



Serpiente (*Tantilla melanocephala*). Foto: Fernando Trujillo.



Cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*). Foto: Fernando Trujillo.

EVALUACIÓN DE LA AVIFAUNA DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Adrián Vásquez-Ávila, Beyker Castañeda y Estefanía Izquierdo

Resumen. La Reserva Natural Bojonawi-RNB, se encuentra inmersa en una zona de interés ornitológico, pues en ella confluyen especies residentes, con distribuciones restringidas y migratorias, asociadas a elementos biogeográficos característicos de la Altillanura y el Escudo Guayanés de la Orinoquia; particularidades que favorecen su establecimiento como un área de importancia para la conservación de las aves (AICAS) de la región. Se presenta un diagnóstico de la avifauna de la RNB y se incluyen resultados consolidados a partir de reportes históricos y observaciones y registros acústicos obtenidos durante la época seca y de transición a lluvias, además de su preferencia por las unidades del paisaje presentes en la reserva. Como resultado principal se registraron 306 especies de aves, distribuidas en 25 órdenes, 60 familias y 227 géneros, y se reportan los taxones incluidos en las categorías de amenazas por el Libro Rojo y la IUCN. Se confirma la presencia de la garza colorada (*Agamia agami*), el águila cabecigris (*Leptodon cayanensis*) y el parlotero malcasado (*Tachyphonus rufus*) para el departamento de Vichada. Finalmente, se destaca la importancia de seguir realizando estudios, a fin de conocer y evaluar la verdadera riqueza de especies de la reserva, esto dado su contribución al conocimiento ornitológico a nivel local, departamental y subregional.

Palabras claves. AICAS, altillanura, Escudo Guayanés, Orinoquia, riqueza.

Abstract. The Bojonawi Natural Reserve (BNR), is immersed in an area of ornithological interest, since resident species come together with restricted distribution species and migratory species, associated with the biogeographic elements that characterize the Altillanura and the Orinoquia Guiana Shield, particularities that favor its establishment as an important bird conservation area (AICA) in the region. A diagnosis of the avifauna of the BNR is presented and includes the results obtained from the historical reports as well as the observations and acoustic recordings obtained during the dry season and the transition to rainy season, in addition to the species preference for the landscape units present in the reserve. As a main result, 306 bird species were registered, distributed in 25 orders, 60 families and 227 genera, and the taxa included in the threat categories by the Red Book and the IUCN are reported. The occurrence of the Agami heron (*Agamia agami*), the Gray-headed kite (*Leptodon cayanensis*) and

Vásquez-Ávila, A., B. Castañeda y E. Izquierdo. 2020. Evaluación de la avifauna de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 269-299. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII08

the White-lined tanager (*Tachyphonus rufus*) are confirmed for the department of Vichada. Finally, the importance of continuing to carry out studies is highlighted, in order to know and evaluate the true richness in the reserve, given its contribution to ornithological knowledge at local, departmental and subregional level.

Keywords. AICAS, altillanura, Guiana Shield, Orinoquia, richness.

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia colombiana es considerada una región de importancia ornitológica en el Neotrópico, esto gracias a la heterogeneidad de ecosistemas y hábitats que presenta, a sus dinámicas geomorfológicas y las características climáticas que en esta se han desarrollado; particularidades que favorecen una alta diversidad y ocurrencia de especies de aves residentes, endémicas y migratorias (McNish 2007, Restrepo-Calle *et al.* 2010). Históricamente, la región ha sido objeto de estudios enfocados en caracterizar y cuantificar dicha riqueza desde los primeros trabajos realizados a finales del siglo XIX por Meyer de Schauensee (1948-1952) en el libro *The Birds of the Republic of Colombia* y por el padre Antonio Olivares (1961) en su obra *Aves de la Orinoquia Colombiana*, hasta las contribuciones de la avifauna de los llanos orientales elaborada por McNish (2007) y más recientemente con la revisión de registros ornitológicos propuesta por Acevedo-Charry *et al.* (2014). No obstante, y pese al incremento de investigaciones realizadas por universidades, institutos de investigación, fundaciones y ONG, el conocimiento ornitológico de la Orinoquia enfocado tanto en la generación de listas de especies, nuevos registros y ampliaciones de áreas de distribución como en aspectos biológicos y ecológicos relacionados con el estado de las poblaciones, amenazas y estrategias de conservación, siguen siendo insuficientes (Umaña *et al.* 2009, Restrepo-Calle *et al.* 2010, Arbeláez-Cortés 2013).

En este sentido, Arbeláez-Cortés (2013) menciona que a nivel departamental las zonas del oriente del país presentan un número bajo de estudios y publicaciones. La mayoría de registros y contribuciones

de la avifauna orinoquense se concentran en los departamentos de Meta y Arauca, principalmente en localidades cercanas a las cabeceras municipales del piedemonte llanero y la desembocadura entre los ríos Meta y Orinoco, mostrando una baja representatividad en Casanare y Vichada (Acevedo-Charry *et al.* 2014, Avendaño *et al.* 2017). En particular para el departamento de Vichada los estudios en diversidad de aves, han sido enfocados en listados taxonómicos en zonas aledañas a los municipios de La Primavera y Puerto Carreño (Peñuela *et al.* 2011, Izquierdo *et al.* 2017) y otros con aportes realizados para la región en general (Olivares 1982, McNish 2007, Restrepo-Calle *et al.* 2010, Acevedo-Charry *et al.* 2014). Asimismo, se han abordado temáticas en aspectos ecológicos como la relación alimentaria de la comunidad de aves ictiófagas en la confluencia del río Meta-Orinoco (Bravo 2004) y caracterizaciones preliminares de la avifauna registrada en la Reserva Natural Bojonawi (RNB) y sus preferencias con los tipos de hábitats presentes en la misma (Restrepo-Calle y Peña 2005, Restrepo-Calle 2007, Castro y González 2014).

En lo que respecta a la RNB desde el punto de vista ornitológico, a pesar de los estudios previamente señalados, se evidencia una baja representatividad en muestreos y conocimiento (Restrepo-Calle 2007, Restrepo-Calle *et al.* 2010). Sin embargo, debido tanto a la ubicación privilegiada en la que se encuentra la reserva, la confluencia de elementos biogeográficos de Altillanura y de Escudo Guayanés, la influencia del corredor entre los ríos Bitá, Meta y Orinoco y a los aspectos heterogéneos del paisaje, como a la presencia de especies con distribuciones restringidas y catalogadas bajo algún criterio de amenaza a nivel nacional e

internacional; esta se define como un AICA para la Orinoquia colombiana (Restrepo-Calle 2007, Restrepo-Calle *et al.* 2010).

Este documento presenta un listado actualizado de las aves registradas en la RNB y complementa la información relevante sobre la presencia de especies residentes, casi-endémicas y migratorias, el estado de conservación y amenaza de las mismas, su uso, sus gremios tróficos, patrones de distribución y las relaciones entre la avifauna observada con las unidades del paisaje presentes en la reserva. Se resalta la importancia de esta zona dada su posible conexión entre el Parque Nacional Natural Tuparro y el río Bitá como sitio Ramsar para el estudio y conservación de la comunidad de aves presentes en la región, hipótesis que debe ser validada con investigaciones a futuro.

MÉTODOS

El listado de especies reportadas en la RNB se obtuvo a partir de los registros previos (Restrepo-Calle y Peña 2005, Restrepo-Calle 2007), observaciones *ad libitum* y grabaciones de cantos adquiridos durante los recorridos de búsqueda y caracterización, provenientes de las salidas exploratorias realizadas durante la época seca y transición a lluvias entre el 2017 y 2020. Cada registro fue asociado a la unidad del paisaje correspondiente a su observación, determinándose la identidad taxonómica de las aves registradas en campo empleando guías de identificación (Hilty y Brown 1986, Restall *et al.* 2006, Ayerbe-Quiñones 2018) y comparando las grabaciones con los registros bioacústicos disponibles en *Xeno-canto* (2020) y *NeotropicalBirds* (2020).

Con la información obtenida, se elaboró un listado de especies siguiendo la actualización y propuesta taxonómica de Avendaño *et al.* (2017) y Remsen *et al.* (2020). No obstante, fueron excluidas las subespecies presentes en la reserva debido a la variación geográfica y la resolución taxonómica (Avendaño *et al.* 2017). Las distribuciones geográficas fueron corroboradas a partir de Hilty y Brown (1986), Ayerbe-Quiñones (2018) y los

repositorios de datos de SIB Colombia (2020) y eBird Colombia (2020).

Por otro lado, y con el fin de realizar un análisis general de la comunidad ornitológica presente en la RNB, se determinaron las categorías de residencia y tipos de migración (Avendaño *et al.* 2017), además de verificar la existencia de aves endémicas, casi-endémicas y endémicas con restricción de ocurrencia a nivel de la Orinoquia (Chaparro-Herrera *et al.* 2013, Avendaño *et al.* 2017, Remsen *et al.* 2020). Para el caso de la representatividad en la estructura trófica, se empleó los gremios tróficos reportados por González-Salazar *et al.* (2014). Asimismo, se corroboró el valor de uso o importancia de las especies identificadas (Restrepo-Calle *et al.* 2010, Losada-Prado *et al.* 2017, Lasso *et al.* 2018) y se consultaron las categorías de amenaza a nivel nacional por los Libros Rojos de Aves (Rengifo *et al.* 2014, 2016) e internacional reportada por la Lista Roja de Especies (IUCN 2020). Para identificar los taxones que presentan restricciones de comercialización, se consultaron los Apéndices I, II y III estipulados por CITES (2020).

Adicionalmente, se realizó una comparación a través del análisis de similitud aplicando el coeficiente de Jaccard entre los registros obtenidos y su representatividad tanto a nivel biogeográfico (patrones de distribución) como a la asociación con las principales unidades del paisaje definidas a partir de imágenes Landsat e interpretación espacial SIG (ver mapa Capítulo 1, pag 56), a fin de caracterizar aspectos ecológicos basados en la preferencia de las aves por los hábitats presentes en la reserva. Cabe mencionar, que la lista de especies registrada (Anexo 1), como los atributos asociados a la estructura ornitológica, fue consultada y validada con la información disponible para el departamento de Vichada, en bases de datos de registros biológicos online de SIB Colombia (2020), observaciones reportadas en eBird Colombia (2020), la revisión propuesta por Acevedo-Charry *et al.* (2014) y Losada-Prado y Gaitán-García (2018), y en específico con el histórico de estudios ornitológicos reali-

zados en el área de influencia de la RNB (Restrepo-Calle y Peña 2005, Restrepo-Calle 2007, Castro y González 2014).

RESULTADOS

Composición taxonómica y riqueza de especies

Para la RNB se registraron 306 especies de aves, distribuidas en 25 órdenes, 60 familias y 227 géneros (Figura 1 y Anexo 1). El orden más representativo fue Passeriformes (aves de percha) con 136 especies, seguido de Pelacaniformes (garzas y coquitos) con 20 sp., y Accipitriformes (águilas) y Charadriiformes (playeros, chorlitos y afines) con 20 sp., respectivamente. Los órdenes restantes presentaron menos de 16 especies, destacando que hubo órdenes con una sola familia y especie tales como Eurypygiformes (*Eurypyga helias*), Opisthocomiformes (*Opisthocomus hoazin*) y Trogoniformes (*Trogon viridis*).

En cuanto a las familias, la que presentó mayor riqueza fue Tyrannidae (atrapamoscas) con 36 especies, seguida de Thraupidae (tángaras) con 26 sp. y Accipitridae con 16 sp. En lo que respecta a los géneros la mayoría estuvieron representados por dos y

una sola especie, a excepción de los géneros *Setophaga* constituido por cinco, *Amazona*, *Buteogallus*, *Celeus*, *Chloroceryle*, *Columbina* y *Falco* por cuatro y *Ara*, *Coccyzus*, *Gallinago*, *Icterus*, *Myrmotherula*, *Saltator*, *Sicalis*, *Thamnophilus*, *Turdus*, *Tyrannus* y *Xiphorhynchus* por tres especies.

Con respecto a la riqueza de aves reportada en la RNB, esta puede ser considerada como elevada en comparación con otros inventarios ornitológicos realizados en la región y en la zona. Por ejemplo, a nivel regional (Escudo Guayanés colombiano) se han registrado 726 especies (Losada-Prado y Gaitán-García 2018), subregional (Altiplanura) 359 sp. y departamental 368 sp. (Acevedo-Charry *et al.* 2014), lo cual corresponde al 42, 85 y 83% de la avifauna presente en Bojonawi, respectivamente. Por otro lado, al comparar el estudio realizado por Restrepo-Calle y Peña (2005) en verano en la reserva, en el cual se registró 221 especies, con los datos obtenidos, el presente estudio contribuye con 85 nuevas especies adicionales (28%) al inventario del área, destacando que tres de ellas: la garza colorada (*Agamia agami*), el águila cabecigris (*Leptodon cayanensis*) y el parlotero malcasado (*Tachyphonus rufus*) (Anexo 2), constituyen nuevos registros para

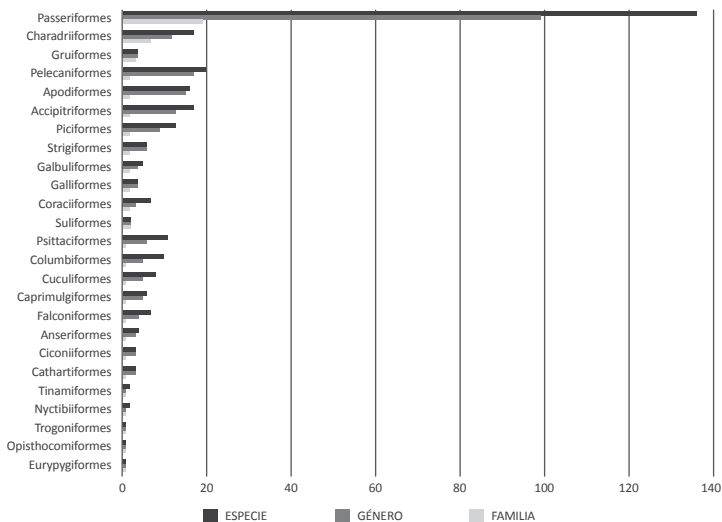


Figura 1. Composición taxonómica: número de especies, géneros y familias para los diferentes órdenes de la avifauna registrada en la Reserva Natural Bojonawi.

el departamento (Vásquez-Ávila *et al.* en preparación). No obstante, el número de especies registradas en la RNB puede estar siendo subestimado, dado que, no se han implementado metodologías estandarizadas en las diferentes épocas climáticas y no se han empleado métodos de captura replicables como redes de niebla para la identificación de especies raras y de hábitos crípticos; por lo que se resalta que la riqueza real del área podría ser mayor que la documentada hasta ahora.

Aspectos biogeográficos

Endemismos

Colombia es uno de los países con mayor número (20) de Áreas de Endemismos de Aves (siglas en inglés EBAs) de Suramérica (Franco *et al.* 2009), condición que se ve soportada por los 83 taxones endémicos que presenta (Avendaño *et al.* 2017). Para el caso específico de la RNB, se encuentra la influencia del EBA de Bosque de Arenas Blancas Orinoco-Negro, en el cual se encuentran especies con restricciones geográficas asociadas a bosques y sabanas de tierras bajas con elevaciones por debajo de los 500 m (Franco *et al.* 2009).

En este sentido, y a partir de la comparación realizada entre las observaciones obtenidas con los listados de Chaparro-Herrera *et al.* (2013) y Avendaño *et al.* (2017), la reserva no presenta aves estrictamente endémicas. Sin embargo, la presencia del carpinterito del Orinoco (*Picumnus pumilus*), el telegrafista pálido (*Picumnus spilogaster*), el hormiguerito de cherrie (*Myrmotherula cherriei*) y la mirla selvática (*Turdus obsoletus*), catalogadas como Especies Casi Endémicas (CE) y del cardenal lagunero (*Paroaria nigrogenis*) como Especie de Interés para Colombia (IE) (Chaparro-Herrera *et al.* 2013), permite reconocer a la reserva como un sitio de refugio para especies con distribuciones restringidas y evidencia la importancia de la misma como un área de conservación para la avifauna de la región, además de ser una figura de protección tanto para las

especies que no están incluidas en las categorías de amenaza de los libros rojos y la Lista Roja de la UICN, como de sus hábitats.

Especies migratorias

Fueron registradas 39 especies migratorias de las cuales nueve son australes y 30 son boreales. También se reporta la presencia de la cocinera (*Crotophaga major*) como único taxón con migración intratropical y el cuclillo perlado (*Coccyzus euleri*) como errática (Anexo 1). Varias de las especies con migración boreal observadas presentan una preferencia por ambientes de tipo boscoso y acuático, en contraste con las aves con migración austral asociadas a afloramientos rocosos, sabanas y bosques abiertos. Está marcada preferencia de los ecosistemas presentes en la reserva por la avifauna migratoria, evidencia que el área posee los recursos alimenticios y ecológicos necesarios para su supervivencia (Ocampo-Peñuela 2010); además resalta la necesidad de ampliar tanto el conocimiento de estas especies en la región como en la conservación de los hábitats específicos que usan (Restrepo-Calle y Peña 2005, Restrepo-Calle *et al.* 2010).

Patrones de distribución de la riqueza de especies

A partir de la clasificación realizada por Ayerbe-Quiñones (2018), de las 306 especies observadas, 265 poseen un patrón de distribución en la Amazonia, 233 entre los valles interandinos y el Caribe, 171 en la región Pacífica y 128 en los Andes, resaltando una marcada relación biogeográfica con la avifauna registrada en la reserva (Orinoco) con la presente entre las regiones Amazonas, Andina y Caribe (Figura 2). Cabe resaltar, que en términos biogeográficos la composición de aves reportada en la RNB, está ampliamente distribuida en las regiones de Colombia, aunque se evidencia la presencia del ubiro (*Phelpsia inornata*) y (*P. spilogaster*) como elementos exclusivos orinoquenses (Ayerbe-Quiñones 2018).

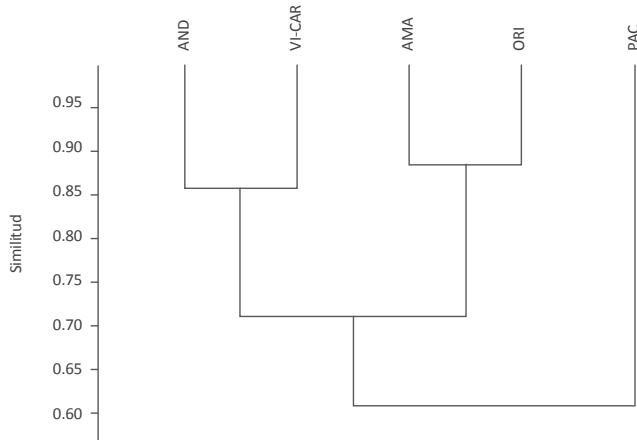


Figura 2. Dendrograma de similitud de Jaccard entre la composición de especies de aves reportadas en la Reserva Natural Bojonawi y las regiones de Colombia. AND: Andina, AMA: Amazonas, VI-Car: Valles interandinos y Caribe, PAC: Pacífico y ORI: Orinoco.

Al evaluar la similitud de la avifauna presente entre la Amazonia y la Orinoquia, se evidencia que la mayoría de especies compartidas son silvícolas y habitan principalmente bosques húmedos de tierra firme, de várzea y del piedemonte orinocensis-amazónico; esta relación puede ser explicada por el origen sedimentario de las regiones, y porque ambas comparten una homogeneidad ecosistémica determinada por la presencia de bosques inundables y no inundables, sabanas y la influencia de los afloramientos rocosos del Escudo Guayanés (McNish 2007, Losada-Prado y Gaitán-García 2018). En cuanto a la relación con la avifauna de los Andes, se observa la presencia de especies típicas de la zona de transición entre el piedemonte andino y los hábitats (sabanas y bosques de galería, premontanos y secos) presentes en los llanos orientales de Colombia (McNish 2007). Finalmente, las especies compartidas entre la región Caribe y la Orinoquia, están influenciados al origen geológico generado por el levantamiento de la cordillera de los Andes y de Mérida, el cual separó las cuencas hidrográficas del Orinoco y del Caribe, y facilitó las rutas de movilización de especies e intercambio entre las dos regiones (McNish 2007).

Aspectos ecológicos

Desde el análisis de riqueza realizado entre las unidades del paisaje presentes en la RNB, se determinó que el bosque denso (Bd) y bosque abierto (Ba) presentaron el mayor número de aves con 165 sp. y 88 sp., respectivamente, seguida de la sabana arenosa (Sare) con 85. Por otro lado, el afloramiento rocoso (Ar) presentó 47 especies, el arbusto en cerro tubular (ArT) con 49 y los ambientes acuáticos como laguna de aguas claras (LaC) y laguna de aguas mixtas (LaM) tuvieron 15, y 40 especies, correspondientemente.

En cuanto a la composición ornitológica entre las unidades de paisaje (Figura 3), se observa que los Ar y los ArT presentaron el mayor valor de similitud. La afinidad en la composición de especies puede ser explicada por la asociación entre la estructura de los hábitats y la cercanía entre los bordes de la vegetación emergente presente en estos (Restrepo-Calle y Peña 2005). Asimismo, se evidencia que los Bd y Ba tienen composiciones similares con las unidades mencionadas anteriormente, lo que puede explicarse como un efecto de la vecindad y la transición entre ambientes y comunidades vegetales similares (Restrepo-Calle y Peña 2005). En lo que respecta a LaC y LaM, su relación está determinada por la oferta de

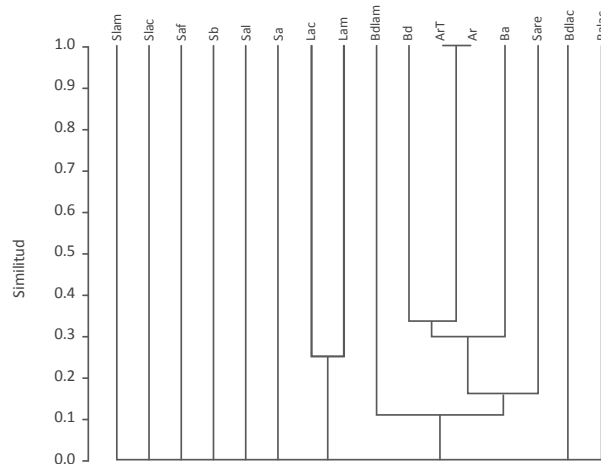


Figura 3. Dendrograma de similitud de Jaccard entre la composición de especies de aves y las unidades del paisaje presentes en la Reserva Natural Bojonawi. Ar: Afloramiento rocoso en cerro tabular, ArT: Arbustal en cerro tabular, Ba: Bosque abierto, Balac: Bosque abierto inundable de aguas claras, Bd: Bosque denso, Bdlac: Bosque denso inundable de aguas claras, Bdlam: Bosque denso inundable de aguas mixtas, LaC: Laguna de aguas claras conectadas estacionales, Sa: Sabana alta, Sal: Sabana arbolada inundable, Sare: Sabana arenosa, Sb: Sabana baja, Saf: Sabana ferrosa, Siac: Sabana inundable de aguas claras y Siam: Sabana inundable de aguas mixtas.

recursos asociados a los cuerpos de agua, ausentes en otras unidades del paisaje, lo que favorece la presencia de especies de aves de las familias Alcedinidae, Anatidae, Apodidae, Ardeidae, Charadriidae, Helionithidae, Laridae, Opisthocomidae, Phalacrocoracidae, Recurvirostridae, Rynchopidae, Scolopacidae y Threskiornithidae.

Cabe mencionar, que tanto la avifauna registrada como los resultados del análisis basado en la preferencia por las unidades del paisaje puede variar, debido a la estacionalidad climática de la región. Del mismo modo, se resalta la importancia de las especies reportadas y sus asociaciones a los diferentes hábitats de la reserva, pues plantea un escenario ideal para el diseño de estrategias de conservación enfocadas en sus ecosistemas.

Grupos tróficos

La comunidad de aves observada en la RNB está caracterizada por nueve gremios tróficos, con una dominancia de 185 especies insectívoras, constituidas principalmente por taxones del orden Passeriformes,

seguida de las frugívoras con 74 especies, granívoras con 50 y 50 aves que consumen vertebrados; los demás gremios presentaron una riqueza menor en comparación a las mencionadas anteriormente (Figura 4). Por ejemplo, para el caso de las coberturas boscosas, los gremios predominantes son insectívoros, frugívoros y granívoros, lo cual según lo reportado por Restrepo-Calle y Peña (2005), puede ser explicado por la estratificación vertical de la estructura vegetal y una mayor oferta de frutos, plantas e insectos; esto evidencia que la composición trófica registrada, está relacionada estrechamente con las unidades del paisaje presentes en la reserva, lo que prueba una predominancia por los requerimientos alimenticios de las especies y la oferta de recursos.

Uso

Referente al uso en la RNB, se ha evidenciado el aprovechamiento ocasional como fuente de alimento del pato real (*Cairina moschata*) y el paujil (*Mitu tomentosum*) por parte de comunidades indígenas y asentamientos colonos en zonas colindantes con el

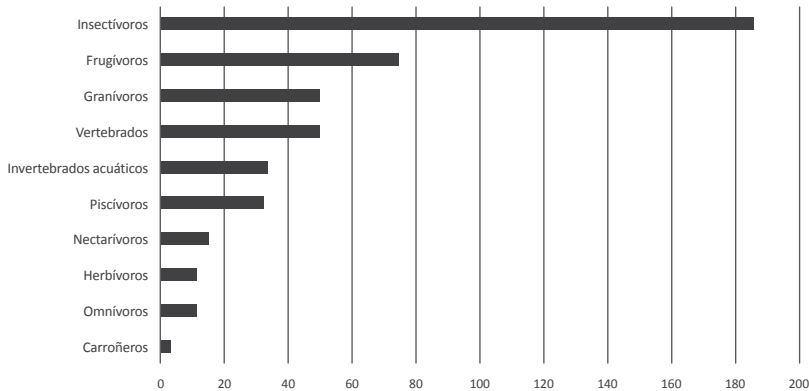


Figura 4. Número de especies en cada uno de los gremios tróficos establecidos en la comunidad de aves registrada en la Reserva Natural Bojonawi.

río Orinoco, laguna El Pañuelo y caño Negro durante sus faenas de pesca; pese al enfoque de protección y conservación de la reserva. Adicionalmente, se presenta información de 10 especies objeto de cacería usadas como fuente de proteína y otras 14 como mascota (Anexo 1); obtenida a partir de la consulta realizada en Puerto Carreño (Cruz-Antía y Gómez 2010) y la Orinoquia colombiana (Restrepo-Calle *et al.* 2010, Losada-Prado *et al.* 2017, Lasso *et al.* 2018). Desde el punto de vista de comercio, no se ha evidenciado el uso de especies objeto de tráfico en la reserva, pero se ha reportado que en la capital del departamento hay comercialización y tenencia ilegal de individuos de la lora cabeciamarilla (*Amazona ochrocephala*), de la lora carisucia (*Eupsittula pertinax*) y del pato carretero (*Oressochen jubatus*) (Cruz-Antía y Gómez 2010). Cabe mencionar, que existen vacíos de información tanto sobre las especies utilizadas como los efectos de su uso sobre las poblaciones silvestres a nivel local y departamental.

Amenazas actuales y potenciales

En general el conocimiento de las amenazas y su distribución en el Vichada es bajo, en contraste con otros departamentos de la Orinoquia en donde se han realizado más estudios y cuyos procesos de colonización y motores de transformación del paisaje son

más fuertes (Restrepo-Calle *et al.* 2010). Sin embargo, los incendios naturales y los generados para adecuar zonas nativas de uso agropecuario son uno de los factores más relevantes (Lasso *et al.* 2011). Esto sumado a la destrucción, degradación y fragmentación de hábitats naturales para la fauna, la cacería para consumo, el tráfico ilegal de individuos y el desconocimiento de las especies, son factores de riesgo para la avifauna de la región. En cuanto a la presencia de amenazas para las aves en la reserva es muy baja, se ha evidenciado la afectación directa sobre algunas especies por las amenazas mencionadas anteriormente, lo que resalta la necesidad de evaluar su incidencia (Restrepo-Calle y Peña 2005).

A este respecto, se registraron 16 especies amenazadas a nivel nacional e internacional (Anexo 1). Según los criterios nacionales de los libros rojos (Rengifo *et al.* 2014, 2016), se reportaron tres especies en categoría Vulnerable (VU): el turpial (*Icterus icterus*), el pato carretero (*Oressochen jubatus*) y el tachurí barbado (*Polystictus pectoralis*). A nivel global (IUCN 2020), se han listado seis especies en categoría Vulnerable (VU), la garza colorada (*Agamia agami*), el pajuil culiblanco (*Crax alector*), el pato carretero (*O. jubatus*), la paloma colorada (*Patagioenas subvinacea*), el telegrafista pálido (*Picumus spilogaster*), el tucán picoacana-

lado (*Ramphastos vitellinus*), y nueve en categoría Casi Amenazada (NT) (Anexo 1).

En cuanto a las aves incluidas en las categorías CITES, se registró un total de 56 especies con restricción de comercio a nivel internacional (CITES 2020). En el Apéndice I, se reportan tres especies, la guacamaya roja (*Ara macao*), el garzón soldado (*Jabiru mycteria*) y pichí de doble banda (*Pteroglossus pluricinctus*), en el Apéndice II, se reportaron 48, distribuidas principalmente entre las familias Accipitridae (águilas), Falconidae (halcones), Pandionidae (águila pescadora), Psittacidae (guacamayas, loros y periquitos), Ramphastidae (tucanes), Stringidae (búhos), Trochilidae (colibríes) y Tytonidae (lechuza), y finalmente en el Apéndice III, se registraron cinco especies: la garcita del ganado (*Bubulcus ibis*), al güerere (*Burhinus bistriatus*), el pato real (*Cairina moschata*), al pato güire (*Dendrocygna autumnalis*) y al rey zamuro (*Sarcoramphus papa*) (Anexo 1).

El panorama de las amenazas que se ciernen sobre las aves de la reserva es alentador, pues no se evidencia una fuerte influencia de las mismas sobre las poblaciones silvestres. A pesar de esto, el desconocimiento de su influencia sobre la avifauna local y a escala subregional (Altillanura), puede constituirse a mediano y largo plazo como un tensor relevante, por esto se deben aunar esfuerzos para conocer la ornitofauna de la región desarrollando procesos enfocados en su investigación y conservación (Restrepo-Calle et al. 2010).

En este sentido, en el 2005 se llevó a cabo la iniciativa “Brindando Refugio Seguro: Conservación de Hábitats de Interés para las Aves Migratorias en la Cuenca del Orinoco”, la cual consistió en recopilar información referente a la composición de la avifauna presente en la RNB (Restrepo-Calle y Peña 2005); además de algunas caracterizaciones ecológicas rápidas enmarcadas en el cumplimiento de los lineamientos y estrategias de conservación propuestos en el Plan de Manejo de la reserva (Castro y González 2014). Razón por la cual, es necesario ampliar el conocimiento de este grupo a nivel local,

a fin de entender que su investigación fortalecerá el manejo y conservación de la comunidad de aves presentes en el área de estudio y a su vez permitirá generarlas a nivel departamental y regional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y PERSPECTIVAS DE ESTUDIOS A FUTURO

La riqueza de aves registrada en la RNB puede considerarse como alta en una escala local, departamental y subregional, según la comparación realizada entre los valores obtenidos en este estudio y las riquezas reportadas en la Orinoquia Colombia por Acevedo-Charry et al. (2014). No obstante, a pesar de las caracterizaciones previas y del presente trabajo, se deben realizar más investigaciones con el fin de conocer y evaluar la verdadera representatividad de la avifauna de la reserva, profundizando en temáticas relacionadas con el estado poblacional de taxones amenazados, distribuciones restringidas, amenazas y procesos ecológicos tales como las migraciones, disponibilidad de hábitats y tasas de recambio de especies determinadas por la estacionalidad climática. Cabe resaltar, que los resultados presentados hacen referencia al grado de conocimiento del área de estudio y no representan el estado actual del departamento de Vichada y de las unidades biogeográficas de la región.

Por otro lado, y teniendo en cuenta la connotación de la RNB como un área de importancia para la conservación de las aves (AICA), se plantea la necesidad de realizar estudios más detallados, los cuales deben contemplar métodos estandarizados y muestreos replicables, tanto en diferentes épocas climáticas (seca, lluviosa y transiciones) como a mediano y largo plazo. Asimismo, sería conveniente evaluar como estrategia de conservación “corredor biológico” a la reserva, dada la importancia de su ubicación geográfica, conexión e inclusión entre el Parque Nacional Natural Tuparro y el sitio Ramsar del río Bitá como zona de estudio

y conservación de la comunidad de aves presentes en la región.

Finalmente, se recomienda el establecimiento de una estación de monitoreo y puntos de muestreo para las aves en sectores específicos de la reserva, además de fomentar prácticas responsables de aviturismo y observación dado el gran potencial del área.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Charry, O. A., A. Pinto-Gómez y J. O. Rangel. 2014. Las Aves de la Orinoquia colombiana: una revisión de sus registros. Pp. 691-750. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodiversity and Conservation* 22: 2875-2906.
- Avendaño, J. E., C. I. Bohórquez, L. Rosselli, D. Arzuza-Buelvas, F. A. Estela, A. M. Cuervo, F. G. Stiles y L. M. Renjifo. 2017. Lista de chequeo de las aves de Colombia: una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitología Colombiana* 16: 1-86.
- Ayerbe-Quiñones, F. 2018. Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 444 pp.
- Bravo, G. A. 2004. Ecología alimentaria de la comunidad de aves ictiófagas durante la época seca en la confluencia Meta-Orinoco, Puerto Carreño, Colombia. Pp. 373-396. *En*: Trujillo, F. y M. C. Díazgranados (Eds.), *Fauna acuática de la Orinoquia Colombiana*. Fundación Omacha, Instituto Alexander von Humboldt, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia.
- Castro, F. y M. González. 2014. Caracterización biológica de la Reserva Bojonawi. Fundación Palmarito, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. Bogotá, D. C., Colombia.
- Chaparro-Herrera, S., M. A. Echeverry-Galvis, S. Córdoba y A. Sua-Becerra. 2013. Listado actualizado de las aves endémicas y casiendémicas de Colombia. *Biota Colombiana* 14 (2): 235-271.
- CITES. 2020. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Disponible en: <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>. Consultado [20/02/2020].
- Cruz-Antía, S y J. R. Gómez. 2010. Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y desarrollo* (14): 26.
- eBird Colombia. 2020. Laboratorio de ornitología de Cornell. Disponible en: <http://ebird.org>. Consultado [20/02/2020].
- Franco, A. M., C. Devenish, M. C. Barrero y M. H. Romero. 2009. Colombia. Pp. 135-148. *En*: Devenish, C., D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson, I. Yépez (Eds.), *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. BirdLife Conservation Series No. 16. Quito, Ecuador.
- González-Salazar, C., E. Martínez-Meyer y G. López-Santiago. 2014. Clasificación jerárquica de gremios tróficos para aves y mamíferos de Norteamérica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85. doi: 10.7550/rmb.38023
- Hilty, S. y W. L. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. New Jersey: Princeton University Press. 836 pp.
- IUCN. 2020. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020.1. <www.iucnredlist.org>. Consultado [20/02/2020].

- Izquierdo, E., L. G. Naranjo, S. Losada-Prado y E. Arbeláez-Cortés. 2017. Aves. Pp. 276-303. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá. Vichada, Colombia.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 304 pp.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, A. M. Cuervo, A. Lomelín y J. Cruz Amado. 2018. Aves del Área de Manejo Especial de La Macarena-AMEM, con énfasis en los ríos Guayabero medio (sector Raudal de Angosturas D), bajo Losada y bajo Duda, sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Pp. 211-261. *En: Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt e I. D. Escobar-Martínez (Eds.), V. Biodiversidad de la sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Parte I. Ríos Guayabero medio, bajo Losada y bajo Duda.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Losada-Prado, S., E. A. Tenorio y M. F. Alfonso-Bernal. 2017. Aves. Pp. 124-155. *En: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), III. Fauna de Caño Cristales, sierra de La Macarena, Meta, Colombia.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Losada-Prado, S. y C. Gaitán-García. 2018. Aves del Escudo Guayanés de Colombia. Pp. 230-281. *En: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela).* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- McNish, T. 2007. Las aves de los llanos de la Orinoquía. M & B Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 302 pp.
- Meyer de Schauensee, R. 1948-1952. The birds of the Republic of Colombia. Their distribution and keys to their identification. *Caldasia* 5 (1948): 251-380, 5 (1949): 381-644, 5 (1950): 645-871, 5 (1951): 873-1112, 5 (1952): 1115-1214.
- NeotropicalBirds. 2020. *En: Billerman, S. M., B. K. Keeney y T. S. Schulenberg (Eds.), Birds of the world.* Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. Available in: <https://birdsoftheworld.org/bow/home>. Consulted [20/02/2020].
- Ocampo-Peñuela, N. 2010. El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia. *Revista Orinoquia* 14 (2): 188-200.
- Olivares, A. O. F. M. 1982. Aves de la Orinoquia Colombiana. Imprenta Nacional. Bogotá, D. C., Colombia. 127 pp.
- Peñuela, L., F. Castro y N. Ocampo-Peñuela. 2011. Las reservas naturales del nodo Orinoquia en su rol de conservación de la biodiversidad. Fundación Horizonte Verde y Resnatur. Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 104 pp.
- Remsen, J. V., Jr., J. I. Areta, C. D. Cadena, S. Claramunt, A. Jaramillo, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz y K. J. Zimmer. 2020. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm> Version [01/10/2020].
- Renjifo, L. M., M. F. Gómez, J. Velásquez-Tibatá, A. M. Amaya-Villarreal, G. H. Kattan, J. D. Amaya-Espinel y J. Burbano-Girón. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: Bosques Húmedos de los Andes y la Costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 466 pp.
- Renjifo, L. M., A. M. Amaya-Villarreal, J. Burbano-Girón y J. Velásquez-Tibatá. 2016.

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

- Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 563 pp.
- Restall, R., C. Rodner y M. Lentino. 2006. Birds of Northern South America: An Identification Guide. Volume 1: Species Accounts. Helm Field Guides. Christopher Helm. 880 pp.
- Restrepo-Calle, S. y V. Peña. 2005. Análisis de información registrada sobre riqueza, distribución, abundancia, amenazas y oportunidades para la conservación de las aves migratorias en la cuenca del río Orinoco. Informe Asociación Calidris presentado a WWF-Colombia, Red de Reservas de la Sociedad Civil, TNC, Fudena y Aprinatura. Cali, Colombia. 34 pp.
- Restrepo-Calle, S. 2007. Caracterización de dos reservas privadas de interés para la conservación de aves migratorias en la Orinoquia colombiana; La Reserva Natural Bojonawi y La Reserva Natural Santa Teresita. Informe Técnico Proyecto “Brindando Refugio Seguro: conservación de hábitats para las aves migratorias en la Cuenca del Orinoco”. TNC, WWF, Fudema, Resnatur, Aprinatura. Cali, Colombia. 174 pp.
- Restrepo-Calle, S., M. Lentino y L. G. Naranjo. 2010. Aves. Pp. 290-309. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *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 Orinoquía (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Sib Colombia. 2020. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Disponible en: <http://sibcolombia.net>. Consultada [20/02/2020].
- Umaña, A. M., J. I. Murillo, S. Restrepo y M. Álvarez. 2009. Aves. Pp. 63-70. *En*: Romero, M. H., J. A. Maldonado, J. D. Bogotá-Gregory, A. M. Usma, M. Álvarez, M. T. Palacio-Lozano, M. Saralux-Valbuena, S. L. Mejía, J. Aldana-Rodríguez y E. Payán (Eds.), *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 151 pp.
- Xeno-Canto, Foundation. 2020. Xeno-canto America. Bird sounds for the Americas. Xeno-canto Foundation, Amsterdam. Available in: <http://xeno-canto.org>. Consulted [20/02/2020].

Anexo 1. Lista de aves registradas en la Reserva Natural Bojonawi. Propuesta basada en Avendaño *et al.* (2017) y Remsen *et al.* (2020). Categoría de amenaza para Colombia Renjifo *et al.* (2014, 2016) y categoría UICN (2020) a nivel mundial; LC= Preocupación Menor, NT=Casi Amenazada, VU=Vulnerable; Apéndices CITES (2020). Uso: Ca=cacería; Ma=mascota. Gremios tróficos: Carr=carroñero; Fru=frugívoro; Gra=granívoro; Her=herbívoro; Ins=insectívoro; Inv=invertebrados acuáticos; Nec=nectarívoro; Omn=omnívoro; Pis=piscívoro; Ver=vertebrados. Estatus: R=residente; R-CE=casi endémico; Mb=migratorio boreal; Ma=migratorio austral; MI=migratorio intratropical; V=errático. * Especie con foto en el anexo 2.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
TINAMIFORMES							
Tinamidae							
<i>Crypturellus cinereus</i>	Panguana ceniza	LC	LC			Fru-Gra	R
<i>Crypturellus soui</i>	Chorola	LC	LC		Ca	Gra-Ins	R
ANSERIFORMES							
Anatidae							
<i>Dendrocygna viduata</i>	Pato careto	LC	LC			Gra-Her	R
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato güire	LC	LC	III		Gra-Her	R
<i>Oressochen jubatus</i> *	Pato carretero	VU	VU		Ma	Her-Inv	R
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	LC	LC	III	Ca	Omn	R
GALLIFORMES							
Cracidae							
<i>Ortalis guttata</i>	Guacharaca moteada	LC	LC		Ca	Fru-Her	R
<i>Crax alector</i>	Pajuil culiblanco	LC	VU		Ma	Fru-Her	R
<i>Mitu tomentosum</i>	Pajuil	LC	NT		Ca	Fru	R
Odontophoridae							
<i>Colinus cristatus</i> *	Perdiz sabanera	LC	LC		Ca	Gra-Ins	R
COLUMBIFORMES							
Columbidae							
<i>Patagioenas cayennensis</i> *	Paloma morada	LC	LC			Fru	R
<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma colorada	LC	VU			Fru	R
<i>Leptotila verreauxi</i>	Caminera coliblanca	LC	LC			Gra	R
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Caminera ojirroja	LC	LC			Gra	R
<i>Zenaida auriculata</i>	Tortola	LC	LC			Gra	R
<i>Claravis pretiosa</i>	Paloma azul	LC	LC			Fru-Gra	R
<i>Columbina passerina</i> *	Tortolita pechiescamada	LC	LC			Fru-Gra	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Columbina minuta</i>	Tortolita diminuta	LC	LC			Gra	R
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	LC	LC			Gra	R
<i>Columbina squammata</i>	Araucana	LC	LC			Gra	R
CUCULIFORMES							
Cuculidae							
<i>Crotophaga major</i>	Cocinera	LC	LC			Ins-Ver	R-MI
<i>Crotophaga ani</i>	Jirigüelo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Tapera naevia</i>	Soledad	LC	LC			Ins	R
<i>Coccyua minuta</i>	Canelo ojos de diablo	LC	LC			Ins	R
<i>Piaya cayana</i>	Cuco-ardilla común	LC	LC			Ins	R
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuco piquioscuro	LC	LC			Ins	R
<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco migratorio	LC	LC			Ins-Ver	Mb
<i>Coccyzus euleri</i>	Cuclillo perlado	LC	LC			Ins	V
NYCTIBIIFORMES							
Nyctibiidae							
<i>Nyctibius grandis</i>	Bienparado grande	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Nyctibius griseus</i>	Bienparado común	LC	LC			Ins	R
CAPRIMULGIFORMES							
Caprimulgidae							
<i>Chordeiles nacunda</i>	Chotacabras collarejo	LC	LC			Ins	R
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras chico	LC	LC			Ins	R-Mb
<i>Nyctiprogne leucopyga</i>	Chotacabras coliblanco	LC	LC			Ins	R
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bujío	LC	LC			Ins	R
<i>Hydropsalis cayennensis</i>	Guardacaminos rastrojero	LC	LC			Ins	R
<i>Antrostomus rufus</i>	Guardacaminos colorado	LC	LC			Ins	R
APODIFORMES							
Apodidae							
<i>Chaetura brachyura</i>	Vencejo rabcorto	LC	LC			Ins	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Tachornis squamata</i>	Vencejo palmero	LC	LC			Ins	R
Trochilidae							
<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí nuquiblanco	LC	LC	II		Nec	R
<i>Phaethornis rufurumii</i> *	Ermitaño orinocense	LC	LC	II		Nec	R
<i>Polytmus guainumbi</i>	Colibrí llanero	LC	LC	II		Nec	R
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	Tucucito real	LC	LC	II		Ins-Nec	R
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango pechinegro	LC	LC	II		Nec	R
<i>Heliomaster longirostris</i>	Picudo gorgiestrella	LC	LC	II		Nec	R
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Tutusito	LC	LC	II		Ins-Nec	R
<i>Campylopterus largipennis</i>	Ala-de-sable pechigrís	LC	LC	II		Ins-Nec	R
<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa morada	LC	LC	II		Nec	R
<i>Chrysuronia versicolor</i>	Amazilia pechiblanca	LC	LC	II		Ins-Nec	R
<i>Chionomesa fimbriata</i>	Amazilia buchiblanca	LC	LC	II		Ins-Nec	R
<i>Hylocharis sapphirina</i>	Zafiro gorgirrojo	LC	LC	II		Nec	R
<i>Chlorestes cyanus</i>	Zafiro gorgiblanco	LC	LC	II		Nec	R
<i>Chlorestes notata</i>	Zafiro gorgiazul	LC	LC			Ins-Nec	R
OPISTHOCOMIFORMES							
Opisthocomidae							
<i>Opisthocomus hoazin</i>	Chenchena	LC	LC		Ma	Her	R
GRUIFORMES							
Aramidae							
<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	LC	LC			Inv-Ver	R
Rallidae							
<i>Porphyrio flavirostris</i>	Patío latidor	LC	LC			Gra-Her	Ma?
<i>Aramides cajaneus</i>	Chillacoa	LC	LC			Omn	Ma?
Heliornithidae							
<i>Heliornis fulica</i>	Patío latidor	LC	LC		Ca	Inv-Ver	R
CHARADRIIFORMES							
Charadriidae							
<i>Vanellus cayanus</i> *	Alcaraván playero	LC	LC			Ins-Inv	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván compañero	LC	LC			Ins-Inv	R
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlito semipalmeado	LC	LC			Ins-Inv	Mb
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo collarejo	LC	LC			Gra-Inv	R
Recurvirostridae							
<i>Himantopus mexicanus</i>	Terentente	LC	LC			Inv-Pis	R
Burhinidae							
<i>Burhinus bistriatus</i> *	Güerere	LC	LC	III	Ma	Ins-Ver	R
Scolopacidae							
<i>Calidris minutilla</i>	Correto	LC	LC			Ins-Inv	Mb
<i>Gallinago undulata</i>	Caica grande	LC	LC			Her-Ver	R
<i>Gallinago delicata</i>	Bacasina común	LC	LC			Inv	Mb
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becasina	LC	LC			Ins-Inv	R
<i>Actitis macularius</i>	Andarríos manchado	LC	LC			Ins-Inv	R-Mb
<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	LC	LC			Ins-Inv	Mb
<i>Tringa flavipes</i>	Patiamarillo chico	LC	LC			Ins-Inv	Mb
Jacaniidae							
<i>Jacana jacana</i>	Gallito de agua	LC	LC			Ins-Inv	R
Rynchopidae							
<i>Rynchops niger</i>	Picotijera	LC	LC			Pis	R
Laridae							
<i>Sternula superciliaris</i>	Gaviotín fluvial	LC	LC			Pis	R
<i>Phaetusa simplex</i>	Gaviotín picudo	LC	LC			Pis-Ins	R
EURYPYGIFORMES							
Eurypygidae							
<i>Eurypyga helias</i>	Tirana	LC	LC			Inv-Pis	R
CICONIIFORMES							
Ciconiidae							
<i>Ciconia maguari</i>	Gabán pionío	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Jabiru mycteria</i>	Garzón soldado	LC	LC	I		Ins-Ver	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Mycteria americana</i>	Gabán huesito	LC	LC			Pis	R
SULIFORMES							
Anhingidae							
<i>Anhinga anhinga</i>	Pato aguja	LC	LC			Pis-Ver	R
Phalacrocoracidae							
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Pato codua	LC	LC			Pis	R
PELECANIFORMES							
Ardeidae							
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza vaco	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Agamia agami</i> *	Garza colorada	LC	VU			Pis	R
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Garza cucharón	LC	LC			Inv-Pis	R
<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro	LC	LC			Pis-Ver	R?
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco nocturno	LC	LC			Pis-Inv	R
<i>Nyctanassa violacea</i>	Guaco manglero	LC	LC			Inv	R
<i>Butorides virescens</i>	Chiguaquito de agua colorado	LC	LC			Pis-Inv	Mb
<i>Butorides striata</i>	Chiguaquito de agua	LC	LC			Pis-Inv	R
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado	LC	LC	III		Ins-Inv	R
<i>Ardea cocoi</i>	Garza morena	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Ardea alba</i>	Garza real	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Garza silbadora	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Pilherodius pileatus</i>	Garza crestada	LC	LC			Pis	R
<i>Egretta thula</i>	Chumbita	LC	LC			Inv-Pis	R
<i>Egretta caerulea</i>	Garcita morena	LC	LC			Inv-Pis	R-Mb
Threskiornithidae							
<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis pico de hoz	LC	LC			Ins-Inv	R
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis verde	LC	LC			Ins-Inv	R
<i>Phimosus infuscatus</i> *	Coquito	LC	LC			Ins-Inv	R
<i>Theristicus caudatus</i>	Coelí	LC	LC		Ca	Ins	R
<i>Platalea ajaja</i>	Garza paleta	LC	LC			Inv-Pis	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
CATHARTIFORMES							
Cathartidae							
<i>Sarcoramphus papa</i>	Rey zamuro	LC	LC	III	Ma	Carr	R
<i>Coragyps atratus</i>	Zamuro	LC	LC			Carr	R
<i>Cathartes aura</i>	Guala cabecirroja	LC	LC			Carr	R-Mb
ACCIPITRIFORMES							
Pandionidae							
<i>Pandion haliaetus</i> *	Águila pescadora	LC	LC	II		Pis	Mb
Accipitridae							
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Aguililla enana	LC	LC	II		Ins-Ver	R
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Caracolero selvático	LC	LC	II		Inv-Ver	R
<i>Leptodon cayanensis</i> *	Águila cabecigrís	LC	LC	II		Ins-Ver	R
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila enmascarada	LC	LC			Ver	R
<i>Busarellus nigricollis</i>	Águila cienaguera	LC	LC	II		Pis-Ver	R
<i>Ictinia plumbea</i>	Aguililla plumiza	LC	LC	II		Ins-Ver	R
<i>Accipiter poliogaster</i>	Azor selvático	LC	NT	II		Ver	Ma?
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Águila zancona	LC	LC	II		Ver	Ma?
<i>Buteogallus schistaceus</i>	Gavilán patirrojo	LC	LC			Ver	R
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Cangrejero negro	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Buteogallus meridionalis</i>	Águila venadera	LC	LC	II	Ca	Ins-Ver	R
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Águila negra	LC	LC	II		Pis-Ver	R
<i>Rupornis magnirostris</i> *	Gavilán de camino	LC	LC		Ca	Ins-Ver	R
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Gavilán coliblanco	LC	LC		Ca	Ver	R
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán saraviado	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Buteo albonotatus</i>	Gavilán gallinazo	LC	LC	II		Ver	R
STRIGIFORMES							
Tytonidae							
<i>Tyto alba</i>	Lechuza blanca	LC	LC	II		Ver	R
Strigidae							
<i>Megascops choliba</i>	Múculo	LC	LC	II		Ins-Ver	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de anteojos	LC	LC	II		Ver	R
<i>Bubo virginianus</i> *	Búho real	LC	LC	II		Ins-Ver	R
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Pavita	LC	LC	II		Ins-Ver	R
<i>Athene cunicularia</i>	Guarracuco	LC	LC	II		Ins-Ver	R
TROGONIFORMES							
Trogonidae							
<i>Trogon viridis</i>	Trogón coliblanco	LC	LC			Fru-Ins	R
CORACIIFORMES							
Alcedinidae							
<i>Megaceryle torquata</i>	Matraquero grande	LC	LC			Pis	R
<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín-pescador migratorio	LC	LC			Pis	Mb
<i>Chloroceryle amazona</i>	Matraquero	LC	LC			Pis-Inv	R
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín-pescador enano	LC	LC			Pis-Ver	R
<i>Chloroceryle americana</i>	Martín-pescador chico	LC	LC			Pis-Inv	R
<i>Chloroceryle inda</i>	Martín-pescador selvático	LC	LC			Pis-Inv	R
Momotidae							
<i>Momotus subrufescens</i>	Barranquero común	LC	LC			Ins	R
GALBULIFORMES							
Galbulidae							
<i>Brachygalba lugubris</i>	Jacamar lúgubre	LC	LC			Ins	R
<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar colirrufo	LC	LC			Ins	R
<i>Galbula galbula</i>	Jacamar coliverde	LC	LC			Ins	R
Bucconidae							
<i>Hypnelus ruficollis</i>	Buco de dos bandas	LC	LC			Ins	R
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Monjita culiblanca	LC	LC			Ins	R
PICIFORMES							
Ramphastidae							
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán picoacanalado	LC	VU	II		Fru-Ins	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Pichí de doble banda	LC	LC	I		Fru-Ins	R
Picidae							
<i>Picumnus pumilus</i>	Carpinterito del Orinoco	LC	LC			Ins	R-CE
<i>Picumnus spilogaster</i>	Telegrafista pálido	LC	VU			Ins	R-CE
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Dryobates passerinus</i>	Carpintero chico	LC	LC			Ins	R
<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero crestirrojo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Dryocopus lineatus</i>	Picamadera listado	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Celeus torquatus</i> *	Carpintero pechinegro	LC	NT			Gra-Ins	R
<i>Celeus grammicus</i>	Carpintero rojizo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Celeus flavus</i> *	Carpintero amarillo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Celeus elegans</i>	Carpintero elegante	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Colaptes punctigula</i>	Carpintero moteado	LC	LC			Ins	R
FALCONIFORMES							
Falconidae							
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón culebrero	LC	LC	II		Ver	R
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara moñudo	LC	LC	II		Omn	R
<i>Milvago chimachima</i>	Caracara chimachima	LC	LC	II		Omn	R
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	LC	LC	II		Ins-Ver	R-Mb?
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	LC	LC	II		Ins-Ver	Mb
<i>Falco ruficularis</i>	Halcón murcielaguero	LC	LC	II		Ver	R
<i>Falco femoralis</i>	Halcón aleto	LC	LC	II		Ver	R
PSITTACIFORMES							
Psittacidae							
<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	LC	LC	II	Ma	Gra	R
<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora cabeciamarilla	LC	LC	II	Ma	Fru-Gra	R
<i>Amazona festiva</i> *	Lora festiva	LC	NT	II		Fru	R
<i>Amazona farinosa</i>	Lora real	LC	NT	II		Fru-Gra	R
<i>Amazona amazonica</i> *	Lora amazónica	LC	LC	II	Ma	Fru-Gra	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Eupsittula pertinax</i>	Lora carisucia	LC	LC	II	Ma	Fru-Gra	R
<i>Orthosittaca manilatus</i>	Guacamaya buchirroja	LC	LC	II	Ma	Fru	R
<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja	LC	LC	I	Ma	Fru-Her	R
<i>Ara chloropterus</i>	Guacamaya rojiverde	LC	LC	II	Ma	Fru-Gra	R
<i>Ara severus</i>	Guacamaya cariseca	LC	LC	II	Ma	Fru-Gra	R
<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	Perico frentiazul	LC	LC	II		Fru	R
PASSERIFORMES							
Thamnophilidae							
<i>Sakesphorus canadensis</i> *	Batará copetón	LC	LC			Ins	R
<i>Thamnophilus murinus</i>	Batará murino	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Thamnophilus nigrocinereus</i>	Batará ceniciento	LC	NT			Gra-Ins	R
<i>Thamnophilus aethiops</i>	Batará hombroblanco	LC	LC			Ins	R
<i>Myrmotherula cherriei</i>	Hormiguerito de Cherrie	LC	LC			Ins	R-CE
<i>Myrmotherula axillaris</i>	Hormiguerito flanquiblanco	LC	LC			Ins	R
<i>Myrmotherula longipennis</i>	Hormiguerito alilargo	LC	LC			Ins	R
<i>Formicivora grisea</i>	Hormiguero pechinegro	LC	LC			Ins	R
<i>Hypocnemoides melanopogon</i>	Hormiguero barbinegro	LC	LC			Ins	R
<i>Myrmeciza longipes</i>	Hormiguero pechiblanco	LC	LC			Ins	R
Furnariidae							
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepatroncos pardo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Nasica longirostris</i>	Trepatroncos picudo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Xiphorhynchus obsoletus</i>	Trepatroncos listado	LC	LC			Ins	R
<i>Xiphorhynchus ocellatus</i>	Trepatroncos ocelado	LC	LC			Ins	R
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepatroncos gorjipálido	LC	LC			Ins	R
<i>Dendroplex picus</i>	Trepatroncos piquirrecto	LC	LC			Ins-Ver	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Philydor pyrrhodes</i>	Hojarasquero colorado	LC	LC			Ins	R
<i>Automolus ochrolaemus</i>	Hojarasquero oliváceo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Synallaxis albescens</i>	Colaespina pechiblanca	LC	LC			Ins	R
Pipridae							
<i>Xenopipo atronitens</i>	Saltarín negro	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Heterocercus flavivertex</i>	Saltarín crestiamarillo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Pipra filicauda</i>	Saltarín cola de alambre	LC	LC			Fru-Ins	R
Cotingidae							
<i>Lipaugus vociferans</i>	Guardabosques chillón	LC	LC			Fru	R
<i>Gymnoderus foetidus</i>	Frutero vulturino	LC	LC			Fru	R
Tityridae							
<i>Tityra inquisitor</i>	Titira piconegro	LC	LC			Fru	R
<i>Tityra cayana</i>	Titira colinegra	LC	LC			Fru	R
<i>Pachyramphus rufus</i>	Cabezón cinéreo	LC	LC			Ins	R
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón aliblanco	LC	LC			Ins	R
Tyrannidae							
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Picoplano azufrado	LC	LC			Ins	R
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Picoplano aliamarillo	LC	LC			Ins	R
<i>Lophotriccus galeatus</i>	Tiranuelo empenachado	LC	LC			Ins	R
<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	LC	LC			Ins	R
<i>Zimmerius gracilipes</i>	Tiranuelo amazónico	LC	LC			Ins	R
<i>Inezia subflava</i>	Tiranuelo pantanero	LC	LC			Ins	R
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranuelo silbador	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia copetona	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranuelo coronado	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Myiopagis gaimardii</i>	Elenia	LC	LC			Fru-Ins	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Capsiempis flaveola</i>	Mosquitero amarillo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Phaeomyias murina</i>	Tiranuelo murino	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Polystictus pectoralis</i> *	Tachurí barbado	VU	NT			Ins	R
<i>Attila spadiceus</i>	Atila culiamarillo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Legatus leucophaeus</i>	Atrapamoscas pirata	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Ramphotrigon ruficauda</i>	Picoplano colirrufo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Pitangus lictor</i>	Bienteveo chico	LC	LC			Ins	R
<i>Machetornis rixosa</i>	Picabuey	LC	LC			Ins	R
<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	Tirano palmero	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Megarynchus pitangua</i>	Bichofué picudo	LC	LC			Ins-Ver	R
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bienteveo rayado	LC	LC			Fru-Ins	R-Ma
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda alicastaño	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Myiozetetes similis</i>	Cubiro	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Phelpsia inornata</i>	Cubiro	LC	LC			Ins	R
<i>Tyrannus melancholicus</i> *	Sirirí común	LC	LC			Ins	R-Ma
<i>Tyrannus savana</i> *	Tijereta sabanera	LC	LC			Ins	R-Ma-Mb
<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí norteño	LC	LC			Ins	Mb
<i>Myiarchus crinitus</i>	Atrapamoscas copetón	LC	LC			Ins	Mb
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tiranillo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquitero pechirayado	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	LC	LC			Ins	R
<i>Fluvicola pica</i>	Viudita pia	LC	LC			Ins	R
<i>Knipolegus orenocensis</i>	Viudita ribereña	LC	LC			Ins	R
<i>Knipolegus poecilocercus</i>	Atrapamoscas ojirrojo	LC	LC			Ins	R
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Atrapamoscas pardusco	LC	LC			Ins	R
Vireonidae							
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireon cejirrufo	LC	LC			Omni	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Hylophilus flavipes</i>	Verderón patipálido	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojo rojo	LC	LC			Fru-Ins	R-Ma-Mb
Hirundinidae							
<i>Pygochelidon melanoleuca</i>	Golondrina acollarada	LC	LC			Ins	R
<i>Atticora fasciata</i>	Golondrina fajiblanca	LC	LC			Ins	R
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina gordirufa	LC	LC			Ins	R
<i>Progne tapera</i>	Golondrina parda	LC	LC			Ins	R-Ma
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pechigrís	LC	LC			Ins	R
<i>Riparia riparia</i>	Golondrina ribereña	LC	LC			Ins	Mb
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	LC	LC			Ins	Mb
<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina aliblanca	LC	LC			Ins	R
Troglodytidae							
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	LC	LC			Ins	R
<i>Campylorhynchus griseus</i>	Cucarachero chupahuevos	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Thryophilus rufalbus</i>	Arañero cabecinegro	LC	LC			Ins	R
<i>Cantorchilus leucotis</i>	Cucarachero pechihabano	LC	LC			Ins	R
Poliophtilidae							
<i>Poliophtila plumbea</i>	Curruca tropical	LC	LC			Ins	R
Turdidae							
<i>Catharus fuscescens</i>	Zorzalito rojizo	LC	LC			Fru-Ins	Mb
<i>Turdus leucomelas</i>	Mirla buchiblanca	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Turdus obsoletus</i>	Mirla selvática	LC	LC			Fru-Ins	R-CE
<i>Turdus nudigenis</i>	Mirla caripelada	LC	LC			Fru-Ins	R
Mimidae							
<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte común	LC	LC			Omn	R
Motacillidae							
<i>Anthus lutescens</i>	Bisbita sabanera	LC	LC			Gra-Ins	R
Fringillidae							
<i>Euphonia trinitatis</i>	Eufonia de Trinidad	LC	LC			Fru-Ins	R

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
Passerellidae							
<i>Ammodramus humeralis</i>	Sabanero rayado	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Ammodramus aurifrons</i> *	Sabanero zumbador	LC	LC			Gra-Ins	R
Icteridae							
<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Tordo arrozero	LC	LC			Gra-Ins	Mb
<i>Sturnella magna</i> *	Chirlobirlo	LC	NT			Gra-Ins	R
<i>Leistes militaris</i>	Soldadito	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo culiamarillo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Icterus icterus</i>	Turpial	VU	LC			Omn	R
<i>Icterus cayanensis</i>	Turpial boyerito	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Icterus nigrogularis</i>	Gonzalito	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Molothrus oryzivorus</i>	Chamón gigante	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chamón común	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo llanero	LC	LC			Omn	R
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	Turpial lagunero	LC	LC			Omn	R
<i>Chrysomus icterocephalus</i>	Monjita cabeciamarilla	LC	LC			Gra-Ins	R
Parulidae							
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita acuática	LC	LC			Ins-Inv	Mb
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Arañero cara negra	LC	LC			Ins	R
<i>Setophaga ruticilla</i>	Candelita norteña	LC	LC			Ins	Mb
<i>Setophaga pitiauyumi</i>	Reinita tropical	LC	LC			Ins	R
<i>Setophaga castanea</i>	Reinita castaña	LC	LC			Fru-Ins	Mb
<i>Setophaga petechia</i>	Reinita dorada	LC	LC			Ins	Mb
<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	LC	NT			Ins	Mb
Cardinalidae							
<i>Piranga rubra</i>	Piranga abejera	LC	LC			Fru-Ins	Mb
<i>Spiza americana</i>	Arrocerero norteño	LC	LC			Omn	Mb
Thraupidae							
<i>Sicalis columbiana</i>	Canario ribereño	LC	LC			Gra	R

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Especie	Nombre común	Libro Rojo	UICN	Cites	Uso	Gremios tróficos	Estatus
<i>Sicalis flaveola</i>	Canario coronado	LC	LC			Gra	R
<i>Sicalis luteola</i>	Canario sabanero	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín	LC	LC			Gra	R
<i>Tachyphonus rufus</i> *	Parlotero malcasado	LC	LC			Ins	R
<i>Ramphocelus carbo</i>	Pico de plata	LC	LC			Fru	R
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	Mielero cerúleo	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Sporophila bouvronides</i>	Espiguero de Lesson	LC	LC			Gra	R
<i>Sporophila lineola</i>	Espiguero bigotudo	LC	LC			Gra	R
<i>Sporophila minuta</i>	Espiguero ladrillo	LC	LC			Gra	R
<i>Sporophila angolensis</i>	Arrocero buchicastaño	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Sporophila intermedia</i>	Espiguero gris	LC	LC			Gra	R
<i>Sporophila schistacea</i>	Espiguero pizarra	LC	LC			Gra	R
<i>Sporophila plumbea</i>	Espiguero plumizo	LC	LC			Gra	R
<i>Saltator maximus</i>	Saltador ajicero	LC	LC			Fru	R
<i>Saltator orenocensis</i>	Lechosero pechiblanco	LC	LC			Her-Ins	R
<i>Saltator coerulescens</i>	Saltator papayero	LC	LC			Her-Ins	R
<i>Emberizoides herbicola</i>	Sabanero coludo	LC	LC			Gra-Ins	R
<i>Thlypopsis sordida</i>	Frutero de sombrero	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	LC	LC			Fru-Nec	R
<i>Paroaria nigrogenis</i>	Cardenal lagunero	LC	LC			Fru-Gra	R-CE
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	Pizarrita sabanera	LC	LC			Fru-Gra	R
<i>Stilpnia cayana</i>	Tangara triguera	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Tangara mexicana</i>	Tangara turquesa	LC	LC			Fru-Ins	R
<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo común	LC	LC		Ma	Fru	R
<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo palmero	LC	LC			Fru	R

Anexo 2. Imágenes de algunas especies de aves presentes en la Reserva Natural Bojonawi.



1. Pato carretero (*Oressochen jubatus*).



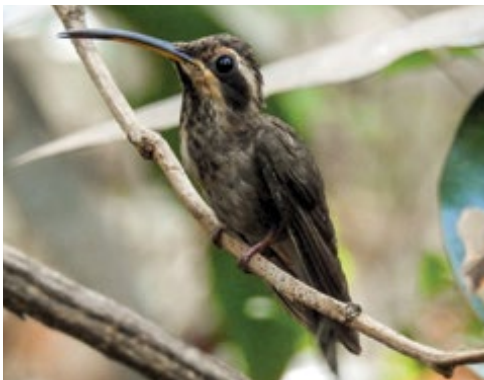
2. Perdiz sabanera (*Colinus cristatus*).



3. Paloma morada (*Patagioenas cayennensis*).



4. Tortolita pechiescamada (*Columbina passerina*).



5. Ermitaño orinocense (*Phaethornis rupurumii*).



6. Alcaraván playero (*Vanellus cayanus*).

Lamina 1. Fotos: 1, 4, 6. Adrián Vásquez-Ávila; 2, 3, 5. Beyker Castañeda.

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



7. Güerere (*Burhinus bistriatus*).



8. Garza colorada (*Agamia agami*).



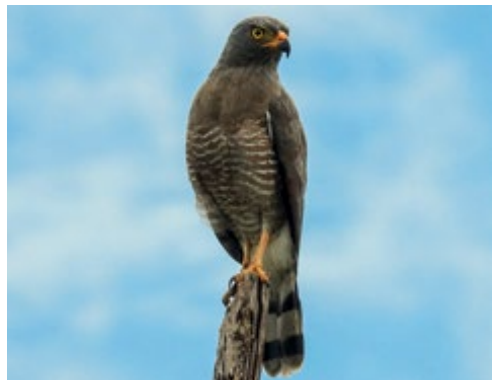
9. Coquito (*Phimosus infuscatus*).



10. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*).



11. Águila cabecigrís (*Leptodon cayanensis*).



12. Gavilán de camino (*Rupornis magnirostris*).

Lamina 2. Fotos: 6-11. Adrián Vásquez-Ávila; 12. Beyker Castañeda.

Anexo 2. Continuación.



13. Búho real (*Bubo virginianus*).



14. Carpintero pechinegro (*Celeus torquatus*).



15. Carpintero amarillo (*Celeus flavus*).



16. Lora amazónica (*Amazona amazonica*).



17. Lora festiva (*Amazona festiva*).



18. Batará copetón, hembra (*Sakesphorus canadensis*).

Laminas 3. Fotos: 13, 18. Adrián Vásquez-Ávila; 14-17. Beyker Castañeda.

Capítulo 8. AVES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



19. Tachuri barbado, hembra (*Polystictus pectoralis*).



20. Siriri común (*Tyrannus melancholicus*).



21. Tijereta sabanera (*Tyrannus savana*).



22. Sabanero zumbador (*Ammodramus aurifrons*).



23. Chirlobirlo (*Sturnella magna*).



24. Parlotero malcasado, hembra (*Tachyphonus rufus*).

Lamina 4. Fotos: 19, 21. Adrián Vázquez-Ávila; 22-24. Beyker Castañeda.



Chenchena (*Opisthocomus hoazin*). Foto: Fernando Trujillo.



Ardilla (*Notosciurus granatensis*). Foto: Fernando Trujillo.

MAMÍFEROS NO VOLADORES DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Federico Mosquera-Guerra, Fernando Trujillo, Erika Gómez-Guevara, Beyker Castañeda, Tania M. González y Hugo Mantilla-Meluk

Resumen. Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) desempeñan un papel fundamental para la conservación de la mastofauna y sus hábitats en la Orinoquia y Guayana colombianas. La Fundación Omacha en la Reserva Natural Bojonawi-RNB, adelanta un programa de caracterización y monitoreo para este grupo taxonómico. A la fecha, la riqueza de mamíferos no voladores corresponde a 36 especies agrupadas en 11 órdenes, 21 familias y 32 géneros, equivalente al 21% de las especies de los mamíferos terrestres y acuáticos documentados para la cuenca del Orinoco. Los órdenes más diversos fueron Carnivora y Rodentia (9 sp., 25%); seguidos por Didelphimorphia (5 sp., 14%); Artiodactyla y Cingulata (3 sp. c/u., 8%); Pilosa (2 sp., 6%), y Sirenia, Perissodactyla, Cetacea, Primates y Lagomorpha (1 sp. c/u., 3%). El uso se centra principalmente en el consumo alimenticio como complemento de proteína en la dieta, seguido por el uso medicinal. Hay ocho especies (22%) clasificadas bajo alguna categoría de riesgo de extinción, lo que corrobora la importancia de esta área protegida como refugio para poblaciones naturales de mamíferos que en la actualidad presentan diversas amenazas a su conservación en la región.

Palabras clave. Conservación, diversidad, Guayana, mamíferos, Orinoco.

Abstract. Natural Reserves of the Civil Society (NRCS) play a fundamental role for the conservation of the mastofauna and its habitats in the Colombian Orinoquia and Guyana. The Omacha Foundation in the Bojonawi Natural Reserve-BNR, is carrying out a characterization and monitoring program for this taxonomic group. To date, 36 species, of non-flying aquatic and terrestrial mammals in 11 orders; 21 families; and 32 genera have been recorded, species richness that represents 21% of this type of fauna for the Orinoco River basin. The most diverse orders in our samplings were Carnivora and Rodentia (9 sp., 25%); followed by: Didelphimorphia (5 sp., 14%); Artiodactyla and Cingulata (3 sp. e/o., 8%); Pilosa (2 sp., 6%), and Sirenia, Perissodactyla, Cetacea, Primates, and Lagomorpha (1 sp. e/o, 3%). Usage of this fauna, at the study area, relates primarily to its consumption as a protein supplement in the diet, as well as medicinal. Eight species (23%) are under some extinction risk category, corroborating the importance of this natural reserve as an refuge for populations of species that are under high conservation pressures in the region.

Keywords. Conservation, diversity, Guiana region, mammals, Orinoco.

Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, E. Gómez-Guevara, B. Castañeda, T. M. González y H. Mantilla-Meluk. 2020. Mamíferos no voladores de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 301-321. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII09

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se reportan 528 especies de mamíferos para Colombia, ubicando al país entre los diez primeros con mayor diversidad de especies para este grupo de vertebrados en el planeta (Ramírez-Chaves *et al.* 2019). Esta condición es determinada por diversos factores: i) su posición en la zona de confluencia intertropical y en el extremo noroccidental del subcontinente Americano; ii) el Gran Intercambio Biótico de las Américas (GABI, por sus siglas en inglés) ocurrido entre los periodos del Mioceno y el Plioceno hace aproximadamente 3 millones, y iii) su activa geología, asociada entre otros procesos al levantamiento más reciente y diferencial del norte de los Andes, en tres cordilleras y la formación de una red hidrológica compleja que se extiende por extensos valles, sabanas y selvas, generando elementos biogeográficos de aislamiento vicariante entre las poblaciones faunísticas además de condiciones ambientales particulares y tipos de ecosistemas altamente heterogéneos que generan múltiples oportunidades para la estructuración de ensamblajes complejos de especies (Tobasura-Acuña 2006, Mantilla-Meluk *et al.* 2017, Trujillo *et al.* 2018). Tradicionalmente esa complejidad biogeográfica ha sido subdividida en cinco regiones naturales: Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquia y Amazonia (Hernández-Camacho *et al.* 1992), y recientemente se ha reconocido al oriente del territorio colombiano, una sexta región denominada como la Guayana (Mantilla-Meluk *et al.* 2017, Trujillo *et al.* 2018).

La mastofauna de la cuenca del Orinoco la conforman elementos andinos, amazónicos y del Escudo Guayanés (Correa *et al.* 2006). En esta cuenca se encuentran las mayores concentraciones poblacionales de este grupo faunístico en el país (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006); en contraste la región registra un nivel de endemismo bastante bajo reportándose cinco especies únicamente: un murciélago (*Lonchorhina marinkellei*), un primate nocturno (*Aotus brumbacki*), un roedor (*Proechimys occonelli*), un armadillo (*Dasypus sabanicola*) y un cetáceo (*Inia geoffrensis humboldtiana*) (Rodríguez-

Mahecha *et al.* 2006, Trujillo y Superina 2013, Mosquera-Guerra *et al.* 2018, Ramírez-Chaves *et al.* 2020). A nivel general, los mamíferos de la Orinoquia y la Guayana han sido escasamente estudiados (Mosquera-Guerra *et al.* 2019, Trujillo *et al.* 2018, Mantilla-Meluk *et al.* 2017, Trujillo y Mosquera 2016, Trujillo *et al.* 2010, Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006), y solo hasta hace unos pocos años se ha empezado a conocer y a investigar la comunidad de mamíferos presentes en los diferentes ecosistemas de estas ecorregiones (Trujillo *et al.* 2010, Ferrer *et al.* 2009a, Mantilla-Meluk *et al.* 2009).

Este trabajo aporta elementos para el entendimiento de la distribución, aspectos de la ecología, uso y conservación de la mastofauna neotropical, además de documentar procesos biogeográficos de aislamiento y dispersión del grupo entre la Orinoquia y la Guayana colombiana.

La biodiversidad y ecosistemas asociados a la Orinoquia y la Guayana colombiana, se encuentran escasamente representadas al interior del sistema de áreas protegidas de carácter público en Colombia. Estas ecorregiones presentan en el país las mayores tasas de deforestación, fuego y cambios en el uso del suelo, además de actividades extractivas como la minería ilegal y vulnerabilidad frente a los efectos negativos del cambio climático. En este sentido, adquieren una importancia la implementación de estrategias complementarias de conservación como lo son las Reservas Naturales de la Sociedad Civil-RNSC y particularmente la RNB para la zona de convergencia de la Orinoquia y Guayana colombiana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se consideraron seis localidades de estudio: Localidad 1 (L1): laguna El Pañuelo; L2: caño Negro; L3: caño Verde; L4: caño Tesoro; L5: afloramientos rocosos y L6: sabana, y se implementaron métodos de detección (directa e indirecta). El esfuerzo de muestreo se extendió a lo largo de 275 días entre enero de 2015 y enero de 2019. Para este estudio se ubicaron treinta y ocho cámaras trampa de referencia Bushnell Trophy Cam y Cudde-

back. Las cámaras trampa se distribuyeron en cada una de las localidades de muestreo de la siguiente manera: laguna El Pañuelo, N: 18 (47,4%); caño Negro, N: 11 (28,9%); caño Verde, N: 3 (7,9%), y caño Tesoro, N: 2 (5,3%); afloramientos rocosos, N: 3 (7,9%); y sabana, N: 1 (2,6%) (Figura 1). Adicionalmente, se realizaron recorridos *ad libitum* terrestres y fluviales, durante los cuales se geo-rreferenciaron los registros de especies e indicios (huellas y madrigueras), además se documentó información relevante acerca de la ecología y etología de los organismos (tamaño de grupo, interacciones y dieta). Así mismo, durante los muestreos se documentaron las zonas de importancia ecológica para los animales como madrigueras, comederos, campamentos y zonas de descanso. Estos indicios fueron identificados y categorizados de acuerdo a las guías de campo

de Emmons y Feer (1997), Aranda (2000), Navarro y Muñoz (2000) y Morales-Jiménez *et al.* (2004).

En el presente trabajo se consideran como pequeños mamíferos, aquellos con una biomasa inferior a 150 g, los medianos entre 150 g y 5 kg y los grandes aquellos con peso superior a 5 kg y que pueden ser identificados sin necesidad de ser capturados, además dejan indicios característicos y son reconocidos fácilmente (Sánchez *et al.* 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y riqueza

En las seis localidades evaluadas en la RNB, se registraron 36 especies de mamíferos, distribuidas en 11 órdenes, 21 familias, 2 subfamilias y 33 géneros (Figura 2, Anexo 1 y 2).

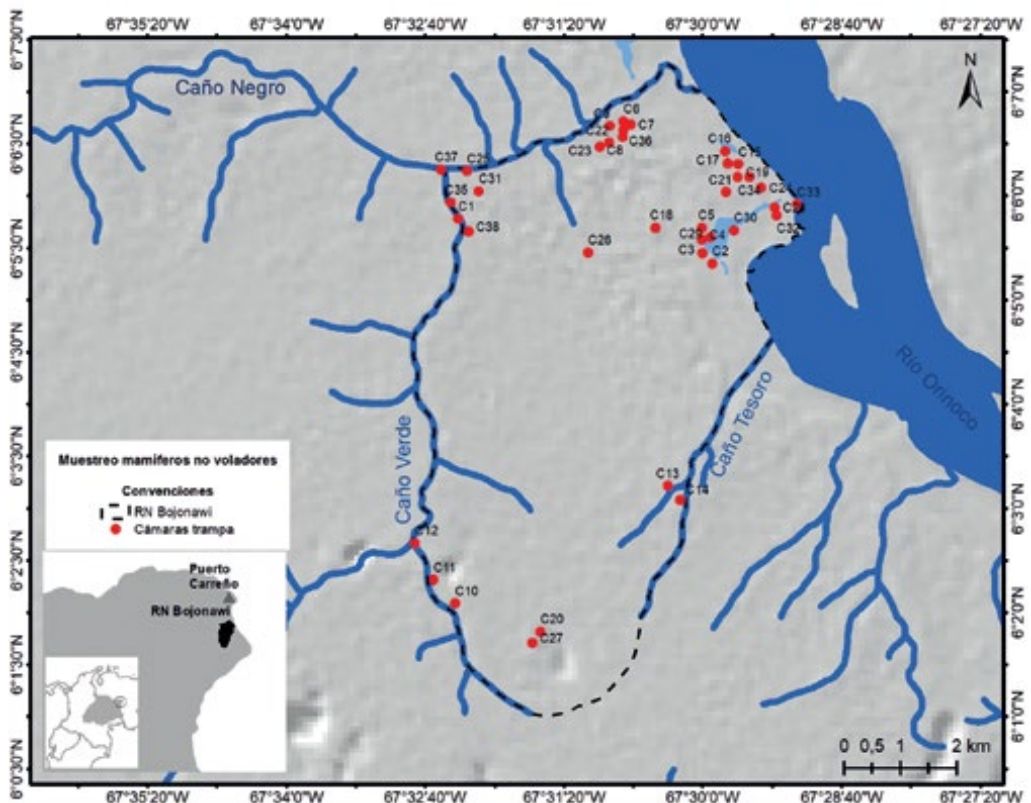


Figura 1. Estaciones de fototrampeo en la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

La distribución de la riqueza de especies en los órdenes de mamíferos presentó valores significativamente heterogéneos de acuerdo a la Prueba *t* Student ($p > 0,006$). Los órdenes más diversos reportados fueron: Carnivora y Rodentia (9 sp., 25%); Didelphimorphia (5 sp., 14%), Artiodactyla y Cingulata (3 sp. c/u, 9%); Pilosa (2 sp., 6%), y Sirenia, Perissodactyla, Cetácea, Primates y Lagomorpha (1 sp. c/u, 3%). La familia que registró el mayor número de especies fue Didelphidae con cinco especies, seguido de Felidae con cuatro especies, Dasypodidae, Mustelidae y Cricetidae con tres especies, Myrmecophagidae y Tayassuidae con dos especies y Trichechidae, Canidae, Procyonidae, Tapiridae, Cervidae, Iniidae, Atelidae, Sciuridae, Erethizontidae, Caviidae, Cuniculidae, Dasyproctidae, Echimyidae y Leporidae con una sola especie (Anexo 1).

Mamíferos pequeños, medianos y grande, terrestres o acuáticos

Se registraron dos especies de mamíferos pequeños, los ratones *Oecomys concolor* y *Zygodontomys brevicauda*, que presentan un peso es inferior a 50 g; once especies

de mamíferos medianos (didelfimorfos: *Caluromys lanatus* (nuevo registro para el departamento del Vichada), *Didelphis marsupialis*, *Philander opossum*, *Philander* sp., *Marmosa noctivagus*, *Marmosa* sp.; xenartros: *Dasypus sabanicola*; carnívoros: *Potos flavus*; roedores: *Notosciurus granatensis* y *Proechimys* sp., y finalmente el lagomorfo *Sylvilagus floridanus* (Anexo 1 y 2).

Se registraron 23 especies de mamíferos grandes. Incluyen los géneros de xenartros: *Dasypus*, *Tamandua* y *Myrmecophaga*; sirénidos: *Trichechus*; felinos: *Leopardus*, *Herpailurus*, *Panthera* y *Puma*; cánidos: *Cerdocyon*; mustélidos: *Eira*, *Lontra*, y *Pteronura*; perisodáctila: *Tapirus*; tayasuidos: *Pecari* y *Tayassu*; cérvidos: *Odocoileus*; cetacea: *Inia*; primates: *Alouatta*; roedores: *Hydrochoerus*, *Cuniculus*, y *Dasyprocta* (Figura 3, Anexo 1).

Aspectos biogeográficos

Patrones de endemismos y riqueza

Las ecorregiones de la Orinoquia y Guayana tienen un nivel bajo de endemismo, con cinco especies únicamente: un murciélago (*Lonchorhina marinkellei*), un armadillo

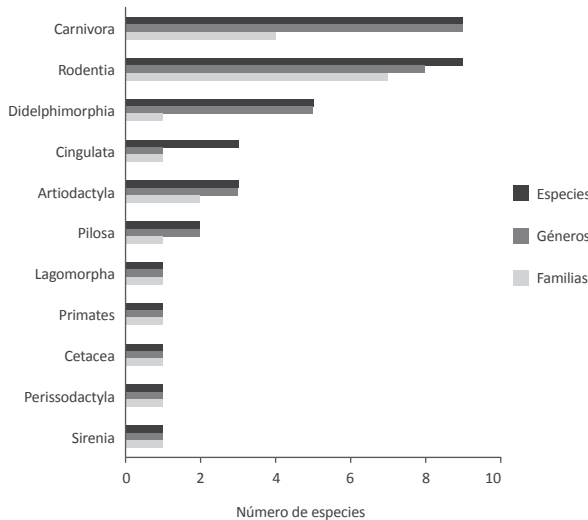


Figura 2. Composición taxonómica, riqueza por orden, géneros y familias de mamíferos no voladores, Reserva Natural Bojonawi.

(*Dasypus sabanicola*), un primate nocturno (*Aotus brumbacki*), un roedor (*Proechimys occonelli*) y un cetáceo (*Inia geoffrensis humboldtiana*) (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006, Trujillo y Superina 2013, Feijó *et al.* 2018, Mosquera-Guerra *et al.* 2018, Trujillo *et al.* 2018, Ramírez-Chaves *et al.* 2020). En los ecosistemas terrestres y acuáticos de la RNB se han registrado dos mamíferos

endémicos, el armadillo sabanero (*D. sabanicola*), restringido a las sabanas naturales del Orinoco colombiano-venezolano (Trujillo y Superina 2013, Feijó *et al.* 2018) y la subespecie de delfín (*I. g. humboldtiana*), donde el canal del Casiquiare separó las poblaciones de la Amazonia y Orinoquia (Mosquera-Guerra *et al.* 2019a, Trujillo *et al.* 2018).



Figura 3. Zarigüeya lanuda (*Caluromys lanatus* Olfers, 1818), registrada en la Reserva Natural Bojonawi, este reporte es nuevo registro para el departamento de Vichada, Colombia. Fotos: Beyker Castañeda.

Adicionalmente, en la Reserva se han registrado a través de cámaras trampa y observaciones directas individuos de un roedor del género *Proechimys* sp. (Anexo 2). Debido al tipo de registro obtenido y posición estratégica de la reserva, la incertidumbre taxonómica de estos es alta pero expone elementos biogeográficos importantes para futuras investigaciones en relación a la convergencia de los diferentes taxones del género como lo son *P. guyannensis* presente en la Guayana venezolana al otro lado del río Orinoco y aún no confirmado en Colombia (Catzeflis y Patton 2016), *P. oconnelli* que ocurre en los ecosistemas boscosos al centro y sur oriente del departamento del Meta, sur del Casanare y oriente del Vichada (Roach y Naylor 2016a), *P. hoplomyoides* distribuido en la serranía del Chiribiquete y arco del Vaupés, Serranía Norte extremo occidental del PNN Serranía del Chiribiquete (Patton y Catzeflis 2016, Mantilla-Meluk *et al.* 2017) y finalmente, *P. quadruplicatus* presente en la Amazonia ecuatoriana, y en Colombia en los departamentos de Vaupés y sur del Vichada, además de la Guayana Venezolana (Roach y Naylor 2016b).

Patrones de distribución general de la riqueza

La riqueza de los mamíferos de la RNB corresponde al 55% (65 sp.) de los mamíferos reportados para la Guayana (Trujillo *et al.* 2018), el 80% (45 sp.) para la Serranía de la Macarena (Díaz-Pulido *et al.* 2017), el 69% (52 sp.) para la Estrella Fluvial de Inírida (Ferrer *et al.* 2009b), y supera en tres especies los registros obtenidos para la Serranía del Chiribiquete (Mantilla-Meluk *et al.* 2017) y en 17 especies para la Serranía de la Lindosa (Ferrer *et al.* 2009b). En relación a la ecoregión de la Orinoquia, se reporta el 56% (64 sp.) de los mamíferos del departamento del Casanare (Trujillo *et al.* 2011), el 54% (66 sp.) de Arauca (Mosquera-Guerra *et al.* 2019), y sobrepasa en cuatro especies los registros del departamento de Meta (Muñoz-Saba *et al.* 2015) y en cinco especies los de la cuenca del río Bitá en el departa-

mento de Vichada (Mosquera-Guerra *et al.* 2017). En los análisis de diversidad realizados se consideraron los roedores con una biomasa superior a 30 g (Sánchez *et al.* 2004), pertenecientes a las familias Sciuridae, Cricetidae, Erethizontidae, Caviidae, Cuniculidae, Dasyproctidae, Dinomyidae, y las especies de los géneros *Oecomys*, *Zygodontomys*, *Proechimys* y *Nectomys* de la familia Echimyidae.

Entre los taxones orinoquenses, guayaneses y amazónicos, incluyen registros interesantes que se señalan a continuación: Didelphimorphia: *Caluromys lanatus* nuevo registro para el departamento de Vichada (Figura 2), y que evidencia la importancia del río Orinoco como elemento vicariante para este género. Un ejemplo de esta condición es *C. philander* aún no reportada para Colombia y presente al otro lado del río Orinoco en la Guayana venezolana (Brito *et al.* 2016). *Philander* sp.; *Philander mondolfii* presente en la Guayana venezolana al otro lado del río Orinoco (Pérez-Hernández *et al.* 2016); *P. andersoni* presente en la Amazonia ecuatoriana y colombiana y la Guayana colombiana y venezolana (Astua de Moraes *et al.* 2016); *P. oposum* y *P. canus*, ampliamente distribuida en Centroamérica, Caribe, Chocó biogeográfico, Amazonia ecuatoriana y colombiana y en la Guayana colombiana y venezolana (De la Sancha *et al.* 2016, Voss *et al.* 2018) y *P. pebas*, una especie recientemente descrita y endémica de la Amazonia (Voss *et al.* 2018). También está el género *Marmosa* con las especies: (*M. lepida*) presente en la Amazonia y sierra de la Macarena; *M. robinsoni* en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, Caribe y Orinoquia; *M. rubra* al sureste de la Amazonia y *M. waterhousei* en los Andes y Orinoquia (Solari *et al.* 2013). En Pilosa: *Tamandua tetradactyla*, Cingulata: *D. sabanicola* y *D. pastasae*; Carnívoros: *Pteronura brasiliensis* y *Coendou prehensilis*; Perissodactyla: *Tapirus terrestris*; Cetacea: *I. g. humboldtiana* y finalmente, Rodentia: *Hydrochoerus hydrochaeris*, y *Proechimys* sp. (Anexo 1 y 2).

Aspectos ecológicos

Distribución de los mamíferos por unidades de vegetación y/o tipos de hábitat

En el anexo 1 se indica la distribución de las especies por cada tipo de hábitat. Destaca el uso exclusivo de las sabanas por parte del armadillo sabanero (*D. sabanicola*) y el conejo sabanero (*Sylvilagus floridanus*) y de los ecosistemas acuáticos del río Orinoco por parte del manatí (*Trichechus manatus*), donde habita y se alimenta de las plantas acuáticas de la familia Podostemaceae adheridas a las lajas y afloramientos rocosos y buchones o boras (*Eichornia* spp) (Lasso com. pers.), y la tonina (*I. g. humboldtiana*) que emplea estas formaciones como áreas de caza. La nutria netropical (*Lontra longicaudis*) y el perro de agua (*P. brasiliensis*) emplean los bosques de inundación y los morichales asociados a caño Negro para establecer las madrigueras y campamentos, así como los afloramientos rocosos de la laguna El Pañuelo y el río Orinoco como comederos o áreas de interacción entre los individuos, donde se asolean y marcan sus letrinas estableciendo de esta forma los territorios de los grupos familiares presentes en la reserva.

Las palmas de moriche generan una importante biomasa de frutos cada año, lo que atrae una gran diversidad de mamíferos como primates, roedores, didelfimorfos, artiodáctilos y perisodáctilos al igual que sus depredadores. La maduración de los frutos, que está entre 155 y 178 días, garantiza un flujo de alimento importante durante casi seis meses del año (Trujillo y Mosquera et al. 2016).

Es importante resaltar el rol que desempeñan los bosques de inundación o rebalse y los diferentes tipos de morichales asociados a los ecosistemas acuáticos en la conectividad lateral y longitudinal de los ecosistemas de la Orinoquia y Guayana (Figura 4), ya que conforman un gran corredor biológico natural que conecta de oriente a occidente las ecorregiones de los Andes con la Guayana y de sur a norte a la Amazonia con el Caribe. Estas coberturas

facilitan los movimientos de dispersión de la mastofauna a lo largo del corredor biológico Meta-Bita-Orinoco.

Gremios tróficos

El 33% (12 sp.) presentan una dieta herbívora (folívoros/frugívoros) representados por: *T. manatus*, *T. terrestris*, *Odocoileus virginianus*, *Notosciurus granatensis*, *C. prehensilis*, *H. hydrochaeris*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Oecomys concolor*, *Zygodontomys brevicauda*, *Proechimys* sp., y *S. floridanus*; seguido del 25% (9 sp.) con hábitos carnívoros como: *Leopardus pardalis*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Cerdocyon thous*, *Eira barbara*, incluidos en esta categoría los piscívoros *L. longicaudis*, *P. brasiliensis* e *I. g. humboldtiana*; el 28% (10 sp.) correspondieron a mamíferos omnívoros como *Didelphis marsupialis*, *Philander* sp., *Marmosops noctivagus*, *Marmosops* sp., *Potos flavus*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* y *Alouatta seniculus* y el 14% (5 sp.) fueron mamíferos insectívoros como *Dasypus sabanicola*, *D. novemcinctus*, *D. pastasae*, *T. tetradactyla* y *Myrmecophaga tridactyla* (Anexo 1).

Uso

Los habitantes circundantes a la RNB, son alrededor de 200 indígenas de las etnias Sikuani, Amoruba y Sáliba (grupo lingüístico Guahibo) que habitan en los resguardos Guaripa y Guacamayo Maipore, comunidades que emplean a la mastofauna como alimento de subsistencia. Se resalta el uso del 75% (27 sp.) de los mamíferos medianos y grandes reportados como objeto de esta práctica, con una presión selectiva sobre los didelfimorfos, xenartros, sirénidos, perisodáctilos, artiodáctilos, primates y roedores. Se destaca el uso del fuego como una de las principales técnicas de caza, creando extensas quemadas de sabanas y bosques y cuyo objeto es ahuyentar a individuos de *Dasypus* sp., y *Odocoileus* sp., para posteriormente dar muerte a través del uso de arco y flecha o armas de fuego. Otro grupo

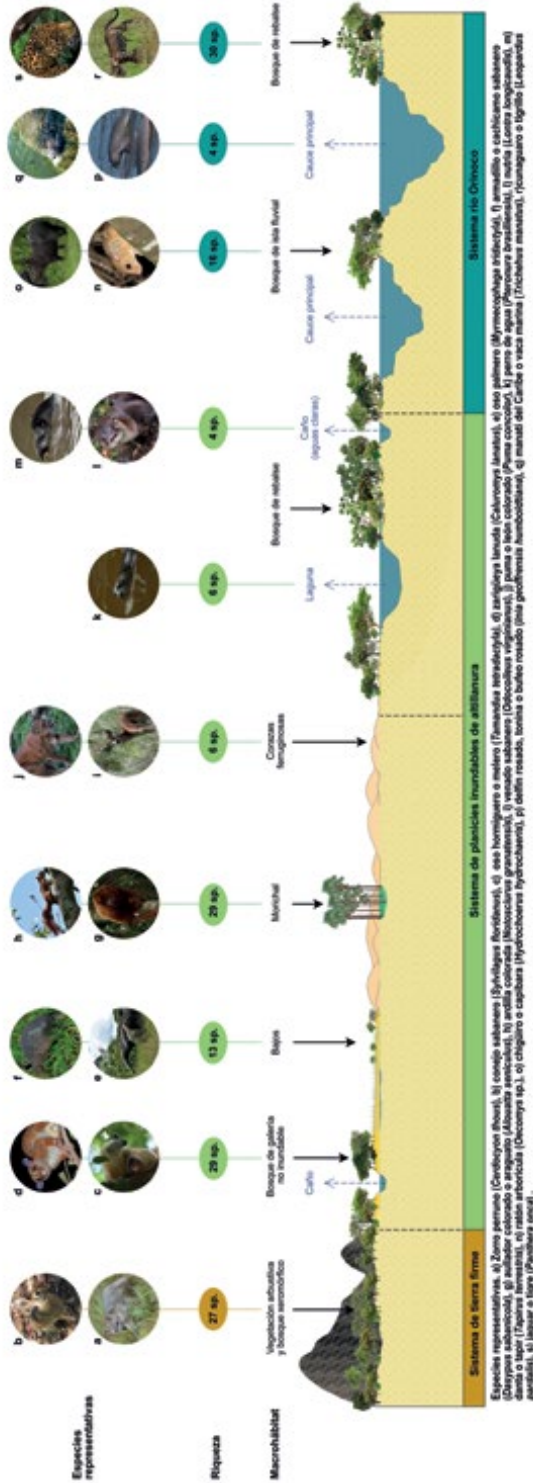


Figura 4. Riqueza de especies de mamíferos por macrohábitat: río Orinoco y planicie inundable-aflorescimientos rocosos.

de mamíferos objeto de esta práctica son los grandes roedores como *H. hydrochaeris*, *C. paca* y *D. fuliginosa* que son acechados y luego ultimados con armas de fuego, principalmente en las islas del río Orinoco o caños aledaños. El valor cinegético estuvo representado en el 53% (19 sp.). Esta es una de las técnicas más ampliamente empleadas en la región y presenta diferentes propósitos ya sea para la obtención del complemento a la dieta proteica o en aras de ocasionar la muerte por retaliación principalmente de felinos como jaguares y pumas debido al conflicto con las producciones ganaderas establecidas al sur de la reserva (Garrote *et al.* 2016). El uso de los mamíferos como mascota-ornamental ocurre principalmente sobre los xenartros (armadillos y hormigueros), pequeños felinos, mustélidos (nutrias), prociónidos (perro de monte) y primates (aullador) (Anexo 1).

Amenazas y conservación

Amenazas actuales y potenciales

A escala regional, se evidencia como principal tensor los efectos negativos del cambio climático para la Orinoquia en el período comprendido entre los años 1990 y 2000, donde la temperatura promedio se incrementó entre 0,5°C y 0,8°C, y se prevé que, a mediados del siglo XXI, las temperaturas aumenten entre 3°C y 5°C, mientras que los patrones de precipitación cambiarán en cantidad, estacionalidad e intensidad (Arnell 2004, IPCC 2007, CIAT y Cormacarena 2017). El Vichada es uno de los departamentos más vulnerable ante este tensor en Colombia, y prácticamente todas sus emisiones provienen del sector agropecuario y son generadas por actividades asociadas como la ampliación de la frontera agrícola, emisiones desde el ganado, uso de fertilizantes y quemas, las cuales equivalen al 99,3%, y el sector de energía genera tan sólo un 0,5% (CIAT y Cormacarena 2017). Es importante resaltar la contribución en las emisiones de gases y partículas generadas por el uso indiscriminado del fuego en las prácticas tradicionales de caza realizadas por las comunidades indígenas, así

como las prácticas de limpieza del suelo para actividades agrícolas que se salen de control y terminan devastando extensos ecosistemas de sabana (Armenteras -Pascual *et al.* 2011), bosques de galería y morichales donde habitan los grandes y medianos mamíferos, transformando drásticamente sus hábitats y con implicaciones ecológicas negativas. En la RNB han ocurrido en los últimos cinco años (2015-2020), dos incendios forestales afectando entre un 50% y 70% el área de esta figura de conservación.

Las transformaciones de extensas áreas de sabanas nativas circundantes a la RNB, han generado la modificación de los procesos fenológicos de los productores primarios como la fructificación de la palma de moriche y la consecuente disminución de la oferta de alimento de las presas de los carnívoros (CIAT y Cormacarena 2017). Esta situación ha incrementado en los últimos siete años los conflictos entre las producciones ganaderas y los grandes felinos, terminando en un 43% de las ocasiones en eventos de muerte por retaliación de los jaguares y pumas (Garrote *et al.* 2016).

Los grandes mamíferos acuáticos y semiacuáticos como el manatí, el delfín de río y las nutrias, se encuentran presionados por la interacción biológica y operacional con las pesquerías artesanales y comerciales que emplean artes de pesca lesivos como trasmallos y chichorros ocasionando el enmallamiento de estos mamíferos además del incremento en la intensidad del conflicto con las pesquerías por el recurso pesquero cada vez más escaso debido a su sobreexplotación (Trujillo *et al.* 2008, 2014, 2016).

Especies amenazadas

De las 36 especies registradas en la RNB, 22% (8 sp.) se encuentran en alguna categoría de amenaza según la Resolución N° 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El orden Carnívora presentó el mayor número de especies en condición de amenaza (una En Peligro y dos Vulnerables) respectivamente, para los felinos se destaca el jaguar (*P. onca*) en

estado Vulnerable, entre los mustélidos el perro de agua (*P. brasiliensis*) En Peligro de extinción, y la nutria (*L. longicaudis*) en estado Vulnerable. El xenartro en estado de amenaza fue *M. tridactyla* (VU); el cetáceo *I. geoffrensis* (VU); el sirénido *T. manatus* (EN) y dentro de los ungulados *T. terrestris* y venado sabanero *O. virginianus* en Peligro Crítico (CR) (Anexo 1).

RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y PERSPECTIVAS DE ESTUDIOS A FUTURO

La RNB hace parte de la Reserva de la Biosfera El Tuparro y del corredor Meta-Bita-Orinoco (Gómez-Camelo *et al.* 2009, Lasso *et al.* 2011), además de haber sido designada como un Área Importante para la Conservación de Aves-AICA. En la actualidad, se adelanta un programa de fototrampeo y un programa de monitoreo de poblacional del perro de agua (*P. brasiliensis*) y la nutria neotropical (*L. longicaudis*). Se recomienda continuar con los monitoreos poblacionales y los efectos del fuego sobre los carní-

voros, xenartros y ungulados, empleando cámaras trampa y del seguimiento satelital de los delfines de río. Esta información aportará insumos fundamentales para el diseño de los lineamientos de manejo de la reserva, permitiendo de esta forma la conservación de las poblaciones de mamíferos y sus hábitats bajo estos escenarios de vulnerabilidad a los efectos negativos del cambio climático a escala regional.

Hay que buscar la conectividad de los ecosistemas a escala regional mediante la articulación entre el sistema público de áreas protegidas y las RNSC a través dos escenarios. El primero sería la creación de extensos corredores biológicos como el constituido Meta-Bita-Orinoco, donde se garantice la conectividad lateral y longitudinal entre los ecosistemas terrestres y acuáticos desde el interior de las sabanas con el cauce principal de los ríos. En segundo lugar y para finalizar, hay que implementar tanto acciones de manejo de la fauna y flora como acuerdos de conservación y habría que desarrollar modelos productivos sostenibles al interior de los predios que conforman estos corredores biológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Primera edición. Ed. Instituto de Ecología, A. C, México. 212 pp.
- Armenteras-Pascual, D., J. Retana-Alumbreros, R. Molowny-Horas, R. M. Román-Cuesta, F. González-Alonso y M. Morales-Rivas. 2011. Characterising fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (3): 279-289.
- Arnell, N. W. 2004. Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterising the SRES storylines. *Global Environmental Change* 14 (1): 3-20.
- Astua de Moraes, D., R. Pérez-Hernández, L. P. Costa. 2016. *Philander andersoni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T40515A22177040.
- Brito, D., D. Astua de Moraes, D. Lew, P. Soriano y L. Emmons. 2015. *Caluromys philander* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T3649A97206149. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T3649A22175720.en>. Downloaded on 06 May 2020.
- Catzefflis, F. y J. Patton. 2016. *Proechimys guyanensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T18277A22209103.

- CIAT y Cormacarena. 2017. Plan regional integral de cambio climático para la Orinoquía. CIAT publicación No. 438. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 156 pp.
- Correa, H. D., S. L. Ruiz y L. M. Arévalo (Eds.). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/2005-2015 – Propuesta Técnica. Corporinoquia, Cormacarena, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Pontificia Universidad Javeriana, UNILLA-NOS, WWF - Colombia, GTZ-Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 330 pp.
- De la Sancha, N., R. Pérez-Hernandez, L. P. Costa, D. Brito y N. Cáceres. 2016. *Philander opossum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T40516A22176779.
- Díaz-Pulido, A., T. Velásquez, A. López, J. Alfonso y H. Mantilla-Meluk. 2017. Mamíferos. Pp. 157-183. *En*: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *III. Fauna de Caño Cristales, sierra de La Macarena, Meta, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals. A field guide. *The University of Chicago Press*, Chicago. 281 pp.
- Feijó, A., B. D. Patterson y P. Cordeiro-Estrela. 2018. Taxonomic revision of the long-nosed armadillos, Genus *Dasypus* Linnaeus, 1758 (Mammalia, Cingulata). *PLOS ONE* 13 (4): e0195084.
- Ferrer, A., M. Beltrán, A. P. Díaz-Pulido, F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk, O. Herrera, A. F. Alfonso y E. Payán. 2009a. Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana* 10 (1-2): 179-207.
- Ferrer, A., M. Beltrán-Gutiérrez y C. A. Lasso. 2009b. Mamíferos de la Estrella Fluvial de Inírida: ríos Inírida, Guaviare, Atabapo y Orinoco (Colombia). *Biota Colombiana* 10 (1-2): 209-218.
- Garrote, G., P. Rodríguez-Castellanos, F. Trujillo y F. Mosquera-Guerra. 2016. Características de los ataques de jaguar (*Panthera onca*) sobre el ganado y evaluación económica de las pérdidas en fincas ganaderas de los llanos orientales (Vichada, Colombia). *En*: Castaño-Urbe, C., C. A. Lasso, R. Hoogesteijn, A. Díaz-Pulido y E. Payán (Eds.), *II. Conflictos entre felinos y humanos en América Latina. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Gómez-Camelo, I., F. Trujillo y C. Suárez. 2009. Plan de manejo de los humedales de la Reserva de la Biósfera El Tuparro: Jurisdicción de Puerto Carreño. Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 97 pp.
- Fernández-Camacho, J., A. Hurtado, R. Q. Ortiz y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105-151. *En*: Halffter, I. G. (Ed.), *La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología A. C.*, México.
- IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). IPCC.
- Lasso, C. A., A. Rial., C. Matallana, W. Ramírez, J. S. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo A. Machado-Allison. (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.
- Mantilla-Meluk, H., A. M. Jiménez-Ortega y R. J. Baker. 2009. Phyllostomid bats of Colombia: annotated checklist, distribution and biogeography. *Special Publications Museum of Texas Tech University* 56: 1-37.

Capítulo 9. MAMÍFEROS NO VOLADORES BOJONAWI

- Mantilla-Meluk, H., F. Mosquera-Guerra, F. Trujillo, N. Pérez, A. Velásquez-Valencia y A. Vargas. 2017. Mamíferos del sector norte del Parque Nacional Serranía de Chiribiquete. *Revista Colombia Amazónica* 10 (1): 99-113.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2017. Resolución 1912 de 2017. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D. C., Colombia.
- Morales-Jiménez, A. L., F. Sánchez, K. Poveda y A. Cadena. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 248 pp.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk y A. Díaz-Pulido. 2017. Mamíferos. Pp. 305-341. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, A. Díaz-Pulido y H. Mantilla-Meluk. 2018. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota Colombiana* 19 (1): 202-218.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, C. Durán-Prieto, K. Valencia y A. Vásquez-Ávila. 2019a. Plan de conservación del delfín de río o delfín rosado (*Inia geoffrensis*) para la jurisdicción de Corporinoquia. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia - Corporinoquia y la Unión Temporal Aquabiósfera y Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 92 pp.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, C. Aya-Cuero, N. Franco-León, K. Valencia, A. Vásquez-Ávila, C. Durán-Prieto, D. J. Morales-Mejía, G. A. Pachón-Bejarano, H. Mantilla-Meluk y D. Armenteras-Pascual. 2019b. Population estimate and identification of major conservation threats for the river dolphin (*Inia geoffrensis humboldtiana*) at the Colombian Orinoquia. *Therya* 11 (1): 9-21.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, C. Aya-Cuero, L. Bolívar, K. Valencia, A. F. Vargas y H. Mantilla-Meluk. 2019c. Mamíferos. Pp. 235-273. *En: Trujillo, F. y F. Anzola (Eds.), Biodiversidad en el departamento de Arauca.* Fundación Omacha, Gobernación de Arauca. Bogotá, D. C., Colombia.
- Muñoz-Saba, Y., F. Trujillo, N. Calvo-Roa, S. Cañón y F. Mosquera-Guerra. 2015. Mamíferos de la cuenca de los ríos Meta y Bitá. Fundación Omacha. Bogotá D.C. Colombia. 143 pp.
- Navarro, F. y J. Muñoz. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Edición de campo. Medellín, Colombia. 136 pp.
- Patton, J. y F. Catzefflis. 2016. *Proechimys hoplomysoides*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T18287A22209472.
- Pérez-Hernández, R., J. Ventura y M. López Fuster. 2016. *Philander mondolfii*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T136202A22176945.
- Ramírez-Chaves, H. E., A. F. Suárez-Castro, D. Zurc, D. C. Concha-Osbahr, A. Trujillo, E. A. Noguera-Urbano, G. E. Pantoja-Peña, M. E. Rodríguez-Posada, J. F. González-Maya, J. Pérez-Torres, H. Mantilla-Meluk, C. López-Castañeda, A. Velásquez-Valencia y D. Zárrate-Charry. 2019. Mamíferos de Colombia. Versión 1.5. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist Dataset.
- Ramírez-Chaves, H. E., E. A. Noguera-Urbano, D. Morales-Martínez, D. Zurc, A. F. Vargas-Arboleda y H. Mantilla-Meluk. 2020. Endemic bats (Mammalia: Chiroptera) of Colombia: State of knowledge, distribution, and conservation. *Universitas Scientiarum* 25 (1): 55-94.
- Roach, N. y L. Naylor. 2016a. *Proechimys oconnelli*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T18293A22207828.
- Roach, N. y L. Naylor. 2016b. *Proechimys quadruplicatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T18296A22207674.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (Eds.). 2006. Libro

- Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de las Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D. C., Colombia. 433 pp.
- Sánchez, F., P. Sánchez-Palomino y A. Cadena. 2004. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia* 26 (1): 291-309.
- Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. Defler, H. Ramírez-Chávez y F. Trujillo. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20 (2): 301-365.
- Tobasura-Acuña, I. 2006. Una visión integral de la biodiversidad en Colombia. *Revista Luna Azul, Universidad de Caldas* 1-5.
- Trujillo, F., M. Portocarrero y C. Gómez (Eds.). 2008. Plan de manejo y conservación de especies amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del género *Podocnemis*. Proyecto Pijiwi Orinoco, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Forest Conservation Agreement. Bogotá, D. C., Colombia. 143 pp.
- Trujillo, F., M. Beltrán, A. Díaz-Pulido, A. Ferrer y E. Payán. 2010. Mamíferos. Pp. 311-336. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas protegidas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional). Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., J. Garavito-Fonseca, K. Gutiérrez, M. V. Rodríguez-Maldonado, R. Combariza, L. Solano-Pérez, G. Pantoja y J. Ávila-Guillen. 2011. Mamíferos del Casanare. Pp. 182-205. En: Usma, J. S y F. Trujillo (Eds.), *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento*. Gobernación del Casanare – WWF Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F. y M. Superina (Eds.). 2013. Armadillos de los Llanos Orientales. ODL, Fundación Omacha, Cormacarena, Corporinoquia, Bioparque Los Ocarros. Bogotá, D. C., Colombia. 125 pp.
- Trujillo, F., A. Caro, S. Martínez y M.V. Rodríguez-Maldonado. 2014. Negative interactions between giant otters (*Pteronura brasiliensis*) and local fisheries in the Amazon and Orinoco basins in Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 10 (2): 122-130.
- Trujillo, F. y F. Mosquera-Guerra. 2016. Caracterización, uso y manejo de la mastofauna asociada a los morichales de los Llanos Orientales colombianos. Capítulo 7. Pp. 191-219. En: Lasso, C. A., G. Colonnello y R. M. Moraes (Eds), *XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., D. Caicedo-Herrera, F. Mosquera-Guerra, A. Botero-Botero y C. Avella. 2016. Plan de manejo para la conservación de las nutrias (*Lontra longicaudis* y *Pteronura brasiliensis*) en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 104 pp.
- Trujillo, F., F. Mosquera-Guerra, A. Díaz-Pulido, J. D. Carvajal-Castro y H. Mantilla-Meluk. 2018. Mamíferos de la Guayana colombiana. Pp. 345-379. En: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Voss, R. S., J. F. Díaz-Nieto y S. A. Jansa. 2018. A Revision of *Philander* (Marsupialia: Didelphidae), Part 1: *P. quica*, *P. canus*, and a New Species from Amazonia. *American Museum Novitates* 3891 (3891): 1-70.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de mamíferos no voladores asociados a los ecosistemas terrestres y acuáticos de la Reserva Natural Bojonawi. Abreviaturas. Categoría de Amenaza: No Evaluado (NE); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En Peligro Crítico (CR). Valor de importancia: Alimento (subsistencia) (1); Cinegético (caza deportiva) (2); Mascota-ornamental (3). Distribución geográfica por regiones. Guayana (GU); Amazonas (AM); Llanos (LL); Andes (AN); Caribe (CA); Chocó (CH). Hábitat: Bosques (B); Sabanas (S); Inselbergs (Ins); Humedales (ríos, quebradas, lagunas, bosque inundable, morichales, turberas, etc.) (H).

Orden/Familia/ Especie / Género /	Nombres comunes	Resolución 1912 MAVDS	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Apéndice CITES	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Endémica	Distribución geográfica por regiones	Habitat
DIDELPHIMORPHIA										
Didelphidae										
Caluromyinae										
<i>Caluromys lanatus</i> (Olfers, 1818)		NE	LC		1	Omnívoro	100-1.300		AM; LL; GU	B; H
<i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758	Chucha de oreja negra, zorro mochilero, rabipelao	NE	LC		1	Omnívoro	0-2.500		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; H
<i>Philander cf. opossum</i> (Linnaeus, 1758)	Filandro	NE	LC		1	Omnívoro	570		GU; AM; LL	B; H
<i>Marmosa</i> sp.	Marmosa	NE	LC		1	Omnívoro	0-2.000		GU; AM; LL; AN	B; H
<i>Marmosops cf. noctivaqus</i> (Tschudi, 1845)	Marmosa	NE	LC		1	Omnívoro	0-2.000		GU; AM; LL; AN	B; H
CINGULATA										
Dasypodidae										
<i>Dasypus sabanicola</i> Mondolfi, 1968	Armadillo sabanero, cachicamo sabanero, mulita	NE	NT		1; 2; 3	Insectívoro	0-500	Endémico de la Orinoquia	LL	S

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/ Género / Especies	Nombres comunes	Resolución 1912 MAVDS	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Apéndice CITES	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m.s.n.m.	Endémica	Distribución geográfica por regiones	Habitat
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Armadillo nueve bandas	NE	LC		1; 2; 3	Insectívoro	0-3.100		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; H
<i>Dasypus pastasae</i> Krauss, 1862	Armadillo carrizalero	NE	LC		1; 2; 3	Insectívoro	0-1.000		GU; AM; LL	B; H
PILOSA										
Myrmecophagidae										
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Oso hormiguero, oso melero	NE	LC		1; 2	Insectívoro	0-2.000		GU; AM; LL	B; H
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	Oso palmero, oso pajizo	VU	VU	Apéndice II	1; 2	Insectívoro	0-1.900		GU; AM; LL; CA; CH	B; S; H
SIRENIA										
Trichechidae										
<i>Trichechus manatus</i> Linnaeus, 1758	Manatí del caribe, vaca marina	EN	VU	Apéndice I	1	Herbívoro	0-90		GU; LL; CA; CH	H
CARNIVORA										
Felidae										
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	Tigrillo, canaguar, manigordó	NE	LC	Apéndice II	2; 3	Carnívoro	0-2.400		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; H
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	Jaguar, tigre mariposo	VU	NT	Apéndice II	2	Carnívoro	0-3.200		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma, león colorado	NE	LC	Apéndice II	2	Carnívoro	0-4.100		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H
<i>Herpailurus jagouaroundi</i> (cf. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	Gato pardo, onza, jaguarundi	NE	LC	Apéndice II	2; 3	Carnívoro	0-3.200		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/ Género / Especies	Nombres comunes	Resolución 1912 MADS	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Apéndice CITES	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Endémica	Distribución geográfica por regiones	Habitat
Canidae										
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Zorro perruno, perro sabanero	NE	LC	Apéndice II	2	Carnívoro	0-3.400		GU; AM; LL; AN; CA	B; S; Ins; H
Mustelidae										
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Zorra palmichera, ulamá, tayra	NE	LC		2	Carnívoro	0-3.200		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; H
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	Nutria	VU	NT	Apéndice I	3	Carnívoro	0-2.800		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; H
<i>Pteronura brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)	Perro de agua	EN	EN	Apéndice I	3	Carnívoro	0-500		GU; AM; LL	B; H
Procyonidae										
<i>Potos flavus</i> (Schreber, 1774)	Perro de monte	NE	NE		1	Omnívoro	0-2.500		GU; AM; LL; AN; CA	B; S; Ins; H
PERISSODACTYLA										
Tapiridae										
<i>Tapirus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	Danta, tapir	CR	VU	Apéndice II	1	Herbívoro	0-2.400		GU; AM; LL; AN; CA	B; S; Ins; H
ARTIODACTYLA										
Tayassuidae										
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	Pecarí de collar	NE	LC	Apéndice II	1	Omnívoro	0-2.800		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	Cafucho, huangana, chácharo	NE	VU	Apéndice II	1	Omnívoro	0-1.800		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/ Especie	Nombres comunes	Resolución 1912 MAVDS	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Apéndice CITES	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Endémica	Distribución geográfica por regiones	Habitat
Cervidae										
<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	Venado sabanero	CR	LC		1; 2	Herbívoro	0-500		GU; LL; AN; CA; CH	B; S; Ins; H
CETACEA										
Iniidae										
<i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> (Blainville, 1817)	Delfín rosado, tomina, bufeo rosado	VU	EN	Apéndice I		Carnívoro	0-243	Endémico de la Orinoquia	GU; LL	H
PRIMATES										
Atelidae										
<i>Alouatta seniculus</i> Linnaeus, 1766	Aullador colorado, araguato	NE	LC		1; 2; 3	Omnívoro	0-3.200		GU; LL; AN; CA	B; H
RODENTIA										
Sciuridae										
<i>Notocitrus granatensis</i> Humboldt, 1811	Ardilla colorada, ardilla mona	NE	LC		1	Herbívoro	0-3.800		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; H
Cricetidae										
<i>Oecomys concolor</i> (Wagner, 1845)	Ratón arborícola	NE	LC		1	Herbívoro	0-300		GU; AM	B; H
<i>Oecomys</i> sp.	Ratón arborícola	NE	LC		1	Herbívoro	0-300		GU; AM	B; H
<i>Zygodontomys brevicauda</i> (G.A. Allen & Chapman, 1893)	Rata o ratón de monte	NE	LC		1	Herbívoro	0-900		GU; AM; AN; CH	B; H

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/ Género / Especies	Nombres comunes	Resolución 1912 MAVDS	Categoría amenaza a nivel global (UICN)	Apéndice CITES	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal m s.n.m.	Endémica	Distribución geográfica por regiones	Habitat
Erethizontidae										
<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1759)	Puerco espín	NE	LC		1	Herbívoro	200-1.700		GU; AM; LL	B; H
Caviidae										
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Chigüiro, Capibara	NE	LC		1;2	Herbívoro	0-900		GU; AM; LL	B; H
Cuniculidae										
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Boruga, Lapa	NE	LC		1;2	Herbívoro	0-2.000		GU; AM; LL; AN; CA; CH	B; H
Dasyproctidae										
<i>Dasyprocta fuliginosa</i> Wagler, 1832	Ñeque, Picure	NE	LC		1;2	Herbívoro	0-1.400		GU; AM; LL	B; H
Echimyidae										
Echimyinae										
<i>Proechimys</i> sp.	Rata espinosa	NE	LC		1	Herbívoro	0-500		GU; AM; LL	B; H
LAGOMORPHA										
Leporidae										
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J.A. Allen, 1890)	Conejo sabanero	NE	LC		1	Herbívoro	0-2.100		GU; LL; AN; CA; CH	S

Anexo 2. Imágenes de los mamíferos no voladores de la Reserva Natural Bojonawi.



1. *Didelphis marsupialis* (zarigüeya).



2. *Philander* sp.



3. *Dasypus novemcinctus* (armadillos nueve bandas).



4. *Mirmecophaga tridactyla* (oso hormiguero).



5. *Panthera onca* (tigre).



6. *Puma concolor* (león).

Lamina 1. Fotos: 1, 4, 5. Erika Gómez-Guevara / Beyker Castañeda, Fundación Omacha; 2. Beyker Castañeda; 3. Erika Gómez-Guevara; 6. Fernando Trujillo.

Capítulo 9. MAMÍFEROS NO VOLADORES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



7. *Leopardus pardalis* (cunaguaro).



8. *Eira barbara* (comadreja).



9. *Pteronura brasiliensis* (perro de agua).



10. Heces de *Tapirus terrestris* (danta de tierras bajas).



11. *Tayassu pecari* (pecarí de labio blanco).



12. *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca).

Lamina 2. Fotos: 7-9, 11. Erika Gómez-Guevara / Beyker Castañeda, Fundación Omacha; 10, 12. Federico Mosquera-Guerra.

Anexo 2. Continuación.



13. *Alouatta seniculus* (mono aullador).



14. *Hydrochoerus hydrochaeris* (chigüiro).



15. *Cuniculus paca* (lapa).



16. *Dasyprocta fuliginosa* (picure).



17. *Proechimys* sp., (ratón espinoso).



18. *Sylvilagus floridanus* (conejo sabanero).

Lamina 3. Fotos: 13. Fernando Trujillo; 14. Monica A. Morales-Betancourt; 15. Erika Gómez-Guevara / Beyker Castañeda, Fundación Omacha; 16, 18. Erika Gómez-Guevara; 17. Beyker Castañeda.



Murcielago (*Trachops cirrhosus*). Foto: Fernando Trujillo.

MURCIÉLAGOS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Mónica Páez-Vásquez, Carlos A. Aya-Cuero, Nathalia Moreno-Niño, Catherine Mora-Beltrán, John H. Castaño y Hugo Mantilla-Meluk

Resumen. En la Orinoquia, las Reservas Naturales de la Sociedad Civil cumplen una función especialmente importante para la conservación de la biodiversidad. En la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia, se conserva una muestra representativa de ecosistemas de sabana, bosques y afloramientos rocosos del Escudo Guayanés, en los que habitan una amplia variedad de especies de mamíferos incluidos los murciélagos. Para documentar las especies de mamíferos voladores (Chiroptera) en esta área, se realizaron muestreos no estandarizados en los años 2005, 2011, 2012 y 2019, utilizando diferentes métodos como redes de niebla, colectas manuales y avistamientos directos. A la fecha, la riqueza de mamíferos voladores corresponde a 17 especies, agrupadas en las familias Phyllostomidae (9 sp., 52,9%), Emballonuridae (5 sp., 29,4%), Mormoopidae (2 sp., 11,8%) y Noctilionidae (1 sp., 5,9%). Se resalta la presencia de especies escasamente reportadas en el país como *Diclidurus albus*, *Pteronotus personatus*, *Phylloderma stenops* y *Lonchorhina orinocensis*, siendo esta última una especie en condición de amenaza. Esta diversidad corrobora la importancia de la reserva y sus hábitats para este grupo taxonómico, así como la necesidad urgente de incrementar los esfuerzos de investigación y conservación en esta área que reúne condiciones excepcionales.

Palabras clave. Chiroptera, conservación, bosque inundable, Guayana colombiana, Orinoquia.

Abstract. In Orinoquia, the Civil Society Nature Reserves play a particularly important role in biodiversity conservation. In the Bojonawi Natural Reserve, a representative sample of savannah ecosystems, forest and rocky outcrops of the Guiana Shield are preserved, which are home to a wide variety of species including bats. To document the species of flying mammals (Chiroptera) in this area, not standardized samples were taken in 2005, 2011, 2012, and 2019, using different methods such as mist nets, manual collections, and direct sighting. To date, the richness of flying mammals corresponds to 17 species, grouped in the families Phyllostomidae (9 sp., 52,9%), Emballonuridae (5 sp., 29,4%), Mormoopidae (2 sp., 11,8%) and Noctilionidae (1 sp., 5,9%). The presence of species rarely reported in the country such as *Diclidurus albus*, *Pteronotus personatus*, *Phylloderma stenops*,

Páez-Vásquez, M., C. A. Aya-Cuero, N. Moreno-Niño, C. Mora-Beltrán, J. H. Castaño y H. Mantilla-Meluk. 2020. Murciélagos de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 323-343. *En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII10

and *Lonchorhina orinocensis*, the latter being a threatened species, is highlighted. This diversity corroborates the importance of the reserve and its habitats for this taxonomic group, as well as the urgent need to increase research and conservation efforts in this area that meets exceptional conditions.

Keywords. Chiroptera, Colombian Guiana, conservation, flooded forest, Orinoco.

INTRODUCCIÓN

Diferentes esfuerzos han contribuido a documentar la diversidad de mamíferos del país (Cuervo-Díaz *et al.* 1986, Alberico *et al.* 2000, Solari *et al.* 2013, Ramírez-Chaves *et al.* 2014). En la actualidad se reportan 528 especies para el territorio nacional (Ramírez-Chaves *et al.* 2019), de las cuales 209 (39%) pertenecen al orden Chiroptera, agrupadas en 72 géneros y 9 familias; siendo el orden de mamíferos más diversificado del país, presentando ocho especies endémicas (Ramírez-Chaves *et al.* 2020), ocupando el primer lugar en diversidad de filostómidos del mundo (Mantilla-Meluk *et al.* 2009) y el segundo en emballonuridos (Mantilla-Meluk *et al.* 2014).

El conocimiento de la quirópteroфаuna en la Orinoquia, se ha centrado principalmente en estudios de estructura y composición realizados a través de inventarios en ventanas de muestreo localizadas en distintas zonas de interés (Hernández *et al.* 1984, Mejía, 1995, Muñoz-Saba *et al.* 1997, Ferrer *et al.* 2009, Trujillo *et al.* 2010, Díaz-Pulido *et al.* 2017, Mosquera-Guerra *et al.* 2019). Pardo-Martínez y Rangel-Ch. (2014) reportaron 105 especies para la región, correspondientes al 50,2% de la riqueza de especies de todo el país, mientras que para el año 2020 el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia contenía registros de 113 especies, que representan el 54% de la riqueza total de especies de murciélagos de Colombia.

Morales-Martínez *et al.* (2018) registran un total de 50 especies de murciélagos a escala regional, 32 en sabanas inundables, 37 en sabanas eólicas y 39 en bosques densos asociados a ríos de origen andino. Estos valores de riqueza son mayores o similares a los reportados en otras áreas consideradas de alta riqueza para este orden en el

país, como Chocó y Amazonas, y posiciona a la Orinoquia como una región de gran importancia para la conservación de este grupo taxonómico.

Para las formaciones del escudo Guayanés en Colombia, que presentan una distribución discontinua en la Orinoquia y norte de la Amazonia, el trabajo de Trujillo *et al.* (2018) reporta 82 especies asociadas a diferentes localidades, representando el 39,2% de la riqueza total de murciélagos del país (23 sp., serranía de la Lindosa; 10 sp., serranía de La Macarena; 35 sp., río Bitá; 33 sp., Estrella Fluvial de Inírida y 51 sp., serranía del Chiribiquete).

En el departamento del Vichada (segundo más grande del país) los murciélagos han sido escasamente estudiados. Entre los estudios más relevantes, sobresalen los trabajos realizados en las cuencas de los ríos Meta y Bitá (25 sp., Muñoz-Saba *et al.* 2015) y en la cuenca media y alta del río Bitá (31 sp., Mosquera-Guerra *et al.* 2017).

La actividad biológica e interacciones ecológicas de los murciélagos tienen importantes implicaciones para el soporte de diversos servicios ecosistémicos de vital importancia, como la polinización, el control biológico y la dispersión de semillas, imprescindible para la sucesión vegetal. En este trabajo, se ha caracterizado la comunidad de murciélagos de la Reserva Natural Bojonawi RNB (Vichada), en donde se conserva una muestra de tres sistemas principales: río Orinoco, planicie inundable y afloramientos rocosos del Escudo Guayanés, en los que se ensamblan diferentes microhábitats como bosques, afloramientos rocosos, sabanas, caños y una laguna de rebalse, con el objetivo de contribuir al conocimiento de este grupo e identificar perspectivas de investigación y conservación a futuro en el área.

METODOLOGÍA

Para la caracterización de la quiróptero-fauna de la RNB, se establecieron ocho estaciones de muestreo en tres tipos de microhábitat: bosques inundables, bosques de galería y en la vegetación asociada a los afloramientos rocosos del Escudo, en los años 2005, 2011, 2012 y 2019 (Figura 1). En estas se instalaron redes de niebla de 3 x 6 m y 3 x 12 m, a una elevación de 2,5 m sobre el nivel del suelo durante 10 jornadas. El esfuerzo total de muestreo corresponde a 991,5 m. r. h. A su vez, se estableció una estación de observación en la que se documentó mediante registro fotográfico la ocurrencia de especies de baja detectabilidad en redes de niebla.

Los individuos capturados fueron retirados de las redes e introducidos en bolsas de tela, posteriormente fueron identificación utilizando las claves taxonómicas de

Gardner (2008) y Díaz *et al.* (2016). Se tomaron medidas morfométricas estándar (longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, longitud del trago y longitud del antebrazo) y finalmente fueron fotografiados y procesados. Los individuos colectados fueron depositados en las colecciones científicas del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), el Museo de la Universidad de Caldas (MHN-UCa) y el Museo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (MUD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y riqueza de especies

En las diez jornadas de muestreo realizadas en la RNB, se capturaron 77 individuos, que pertenecen a 17 especies de murciélagos, distribuidas en cuatro familias y 14 géneros,

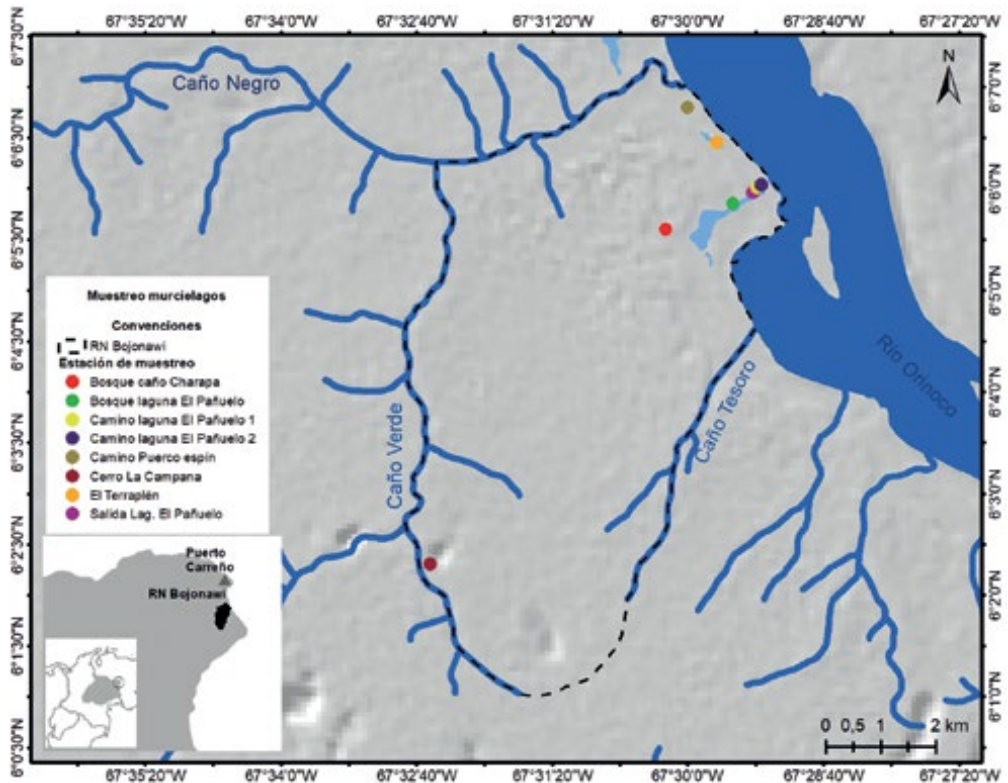


Figura 1. Estaciones de muestreo de murciélagos en la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

14 de las especies cuentan con al menos un ejemplar en colección (Anexo 1). La familia con mayor diversidad es Phyllostomidae con (9 sp., 52,9%), seguida por Emballonuridae (5 sp., 29,4%), Mormoopidae (2 sp., 11,8%) y Noctilionidae con apenas una especie (Anexo 1). Las especies de murciélagos con las mayores abundancias relativas fueron *Glossophaga soricina* y *Artibeus obscurus* (Figura 2).

La curva de acumulación de especies de murciélagos para las diez jornadas de muestreo, no se estabiliza (Figura 3) y de acuerdo con los estimadores no paramétricos empleados, la riqueza teórica alcanza valores de 18 (Chao 1), 20 (Bootstrap) y 24 especies (Jackknife 1) e indican que el número de especies observadas está entre un 70% y 92% de las especies esperadas. Esto evidencia que con el incremento del esfuerzo de muestreo en el futuro se incrementará el registro de especies aún no reportadas.

Dentro de los registros más notables sobresalen las especies de murciélagos fantasmas del género *Diclidurus* Wied-Neuwied, 1820, por ser consideradas raras y poco conocidas (Eisenberg y Redford 1999,

Hood y Gardner 2008). *Diclidurus albus* fue registrada en la RNB en el año 2012. Aunque este registro fue asignado tentativamente a *D. albus* por Mantilla-Meluk *et al.* (2014), basado en una fotografía del espécimen vivo, aquí se confirma la existencia del espécimen bajo el número de catálogo MHNuCa 1109. La localidad aquí descrita corresponde al único registro conocido para la Orinoquia colombiana y la más oriental en Colombia. Existe poca información sobre la especie y apenas 11 registros para todo el país localizados en los departamentos de Córdoba, Meta, Norte de Santander, Santander, Vaupés, Valle del Cauca, Tolima y Vichada (Aya-Cuero *et al.* en prep.). Esto puede estar asociado a la baja detectabilidad de la especie debido a su patrón de vuelo (por encima del dosel), por lo que se recomienda emplear métodos de muestreo complementarios, como la grabación y reconocimiento de ultrasonidos (R. Medellín com. pers.). Se resalta un avistamiento adicional de un individuo de *Diclidurus* sp. en el año 2020, el cual se encontraba perchedo bajo las hojas de una palma de manaca (*Euterpe oleracea*).

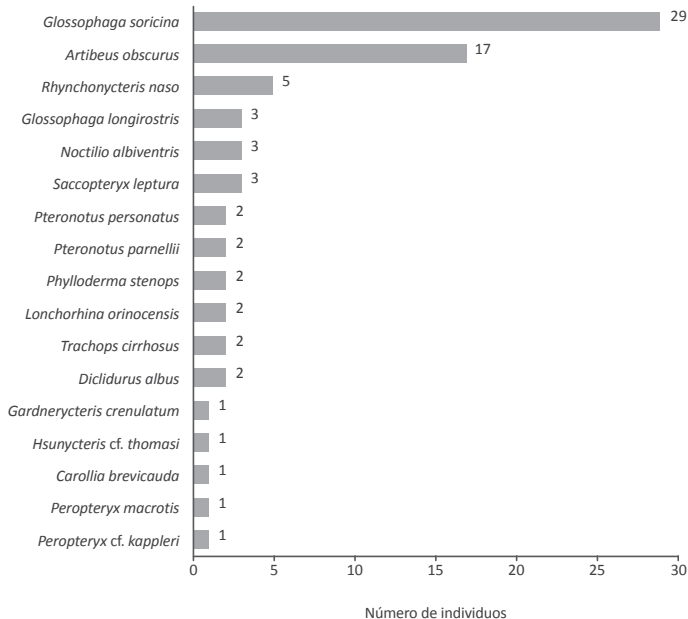


Figura 2. Abundancia de las especies de murciélagos registrados en la Reserva Natural Bojonawi.

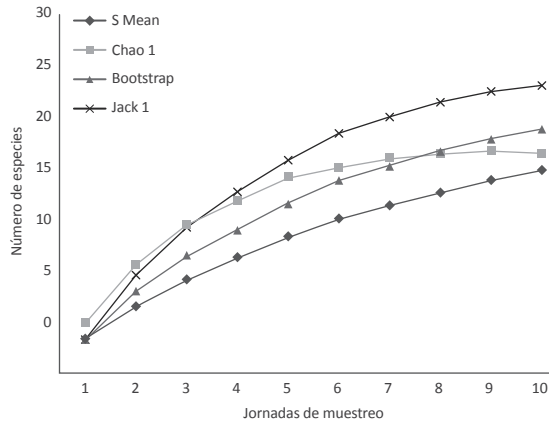


Figura 3. Curva de acumulación de especies de murciélagos en la Reserva Natural Bojonawi.

Es destacable la presencia del murciélago nariz de espada del género *Lonchorhina*, cuya distribución en el país es poco conocida, debido a escasos registros, que de acuerdo a lo reportado en la literatura disponible parecen estar asociados, por lo menos en Colombia a afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. En la actualidad, se conocen 28 registros confirmados de *L. orinocensis* en el país, correspondientes a las regiones de la Amazonia, Guyana y Orinoquia, específicamente a los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Meta y Vaupés. Los registros aquí descritos, corresponden a la localidad más al norte del país, y el segundo para el departamento de Vichada, ya que la especie fue previamente reportada en las bocas del caño Matavén, al sur del departamento (Morales-Martínez y López-Arévalo 2018).

Otra especie de interés es el murciélago bigotudo (*Pteronotus personatus*), cuyo registro aquí reportado, junto al realizado por Montes *et al.* (2012) constituyen las dos únicas localidades conocidas para la especie en la Orinoquia y solamente ha sido registrada en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cauca, La Guajira, Sucre y Valle del Cauca (Montes *et al.* 2012). A su vez, resalta el registro de dos hembras de murciélago de rostro pálido (*Phylloderma stenops*) en estado de gravidez, capturadas en redes de niebla en el año 2019. Esta especie es considerada como una de las especies de mayor

rareza relativa en las comunidades de murciélagos del neotrópico, a pesar de su amplia distribución (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006). Finalmente, sobresale el registro del murciélago de labios con flecos (*Trachops cirrhosus*) que fue encontrado, conforme a lo reportado en la literatura, depredando una rana listada (*Scinax ruber*).

Aspectos biogeográficos

La fauna de la Orinoquia reúne elementos bióticos de origen amazónico, andino y guayanés (Defler y Rodríguez-Mahecha 1998, Trujillo *et al.* 2018) resultado de procesos evolutivos y de movilidad en eventos glaciares e interglaciares, que hicieron de esta vasta área un corredor de dispersión de especies entre las zonas de transición Orinoquia-Amazonia y Orinoquia-Andes (Correa *et al.* 2005).

De acuerdo con los registros publicados en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia SiB (Figura 4), se evidencian vacíos de información que requieren incrementar esfuerzos enfocados a documentar la diversidad de la quiróptero fauna en los departamentos de Guaviare, Guainía y Vichada, así como en el oriente del departamento de Meta. En este contexto, la RNB es un área con alto potencial para ampliaciones de distribución e incluso para nuevos registros de especies para el Vichada y el país.

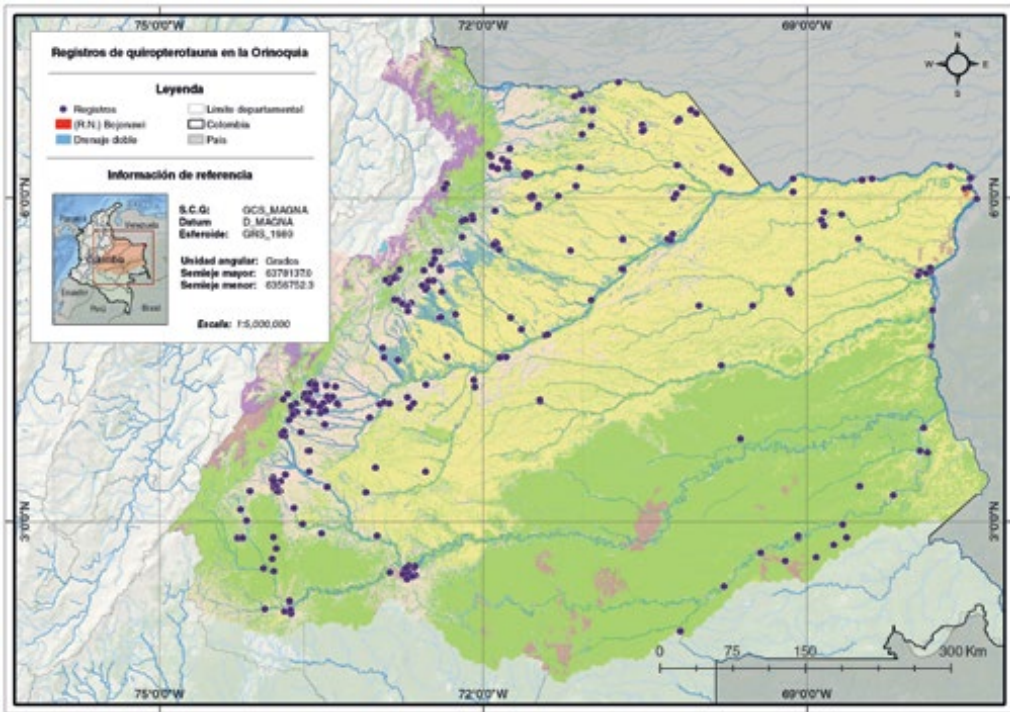


Figura 4. Localidades publicadas en SiB para los registros de quiroterofauna en la Orinoquia colombiana. Elaborado por Nicole Franco (Fundación Omacha).

La diversidad de murciélagos de la RNB presenta elementos descritos para los ecosistemas de la Altillanura (sabanas y bosques) y del Escudo Guayanés de Colombia y Venezuela, encontrándose especies asociadas a los sistemas de morichal (comunidad de palmares de *Mauritia flexuosa*) como *Saccopteryx* spp, *Pteronotus* spp y *Trachops* sp., entre otras, siendo Chiroptera el orden de mamíferos que ejerce mayor uso de este ecosistema en la región, en el que obtienen recursos alimenticios (frutos e insectos) y refugio (oquedades de los troncos y hojas) (Malavé-Moreno *et al.* 2016). A su vez, se destacan los registros de especies asociadas a los afloramientos rocosos del escudo como *L. orinocensis*.

Dada la oferta de hábitats en la RNB y su ubicación en el contexto de la frontera colombo-venezolana, es probable la presencia de especies como *Lonchorhina fernandezi*, *L. inusitata* y *Eumops maurus*, cuyos registros corresponden a localidades

aledañas en el país vecino. Al respecto, cabe destacar el reciente reporte para Colombia de *Eumops hansae*, asociada a los llanos de Venezuela (Torres y Rojas 2020).

Es importante adelantar esfuerzos enfocados a conocer la riqueza de especies de murciélagos en la región y documentar aspectos sobre su biología, ecología, amenazas y distribución, que permitirán, entre otras cosas, evaluar hipótesis relacionadas con el bajo número de endemismos estimados para el grupo en esta región biogeográfica (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006, Mosquera-Guerra *et al.* 2017). A su vez, esta información, es especialmente valiosa en los procesos de declaratoria, gestión y manejo que se desarrollan en diferentes estrategias de conservación basadas en áreas (p. e. Parques Nacionales, Reserva de Biosfera, Sitios Ramsar, RNSC, entre otras), a través de las cuales se conservan grandes extensiones de ecosistemas estratégicos para el orden.

Aspectos ecológicos

El aspecto ecológico más relevante de la quiróptero fauna de la RNB corresponde a sus interacciones tróficas. La diversidad ecológica del grupo, la evolución del vuelo y la ecolocalización permiten a estas especies ocupar una multitud de nichos con áreas para alimentación disponibles, empleando cinco diferentes métodos de forrajeo (Figura 5).

Las especies registradas fueron agrupadas en gremios tróficos en relación con su

preferencia alimenticia, adaptaciones morfológicas, locomotoras y funcionales diferenciadas. Siendo los insectívoros el gremio mejor representado, seguido por nectarívoros, omnívoros y frugívoros sedentarios (Figura 6). La repartición de recursos, hábitats y formas de forrajeo podría explicar que, aunque existan variedad de especies con recursos limitados, no se genera competencia interespecífica (Denzinger y Schnitzler 2013).

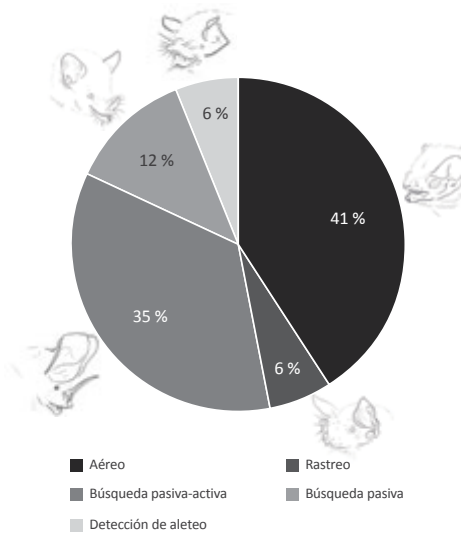


Figura 5. Método de forrajeo de la quiróptero fauna en la Reserva Natural Bojonawi.

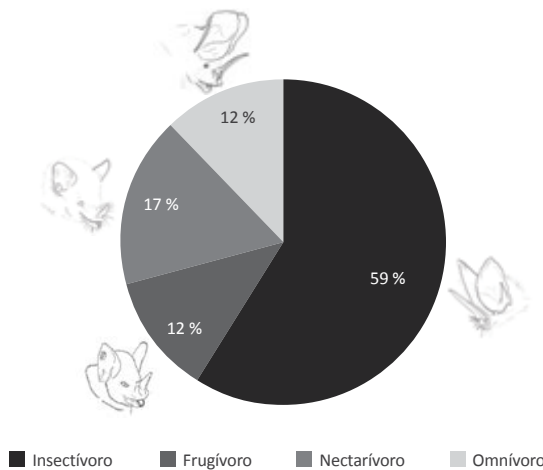


Figura 6. Gremios tróficos de las especies de Quirópteros registrados en la Reserva Natural Bojonawi.

Algunas de las especies registradas se han especializado a un solo tipo de alimento, mientras que otros consumen varios recursos alimenticios, de acuerdo a su disponibilidad, algunas especies omnívoras consumen insectos, vertebrados, artrópodos, frutos y flores (Arias y Pacheco 2019). Por ejemplo, *Noctilio albiventris* además de insectos consume peces, semillas y polen (Tirira y Burneo 2012), los nectarívoros pueden incorporar en su dieta insectos, frutos o polen y *Carollia brevicauda*, además de frutos consume insectos (Arias y Pacheco 2019).

Los insectívoros recorren grandes distancias y capturan a sus presas en el aire en hábitats abiertos, utilizando una estrategia de búsqueda de tipo aéreo, de vuelo veloz y utilizan un sistema de ecolocalización de largo alcance para detectar a sus presas (Schnitzler *et al.* 2003). En espacios de borde se alimentan de insectos que están cerca de la vegetación, en oquedades o sobre cuerpos de agua (Denzinger *et al.* 2018). La única especie registrada que presenta un tipo de forrajeo por detección de aleteo es *Pteronotus parnellii*, que logra percibir a sus presas a través de ecos con patrones espectrales-temporales en áreas estrechas (De Oliveira *et al.* 2015, Denzinger *et al.* 2018, Denzinger y Schnitzler 2013, Schnitzler *et al.* 2003).

La familia Phyllostomidae, es la más diversa ecológicamente (Gardner 1977). Estas especies forrajean en áreas estrechas y utilizan la ecolocalización como método de detección, percibiendo señales generadas por las mismas presas a las que capturan del suelo o de la vegetación (Denzinger *et al.* 2018, Denzinger y Schnitzler 2013).

Los filostómidos insectívoros y omnívoros que se alimentan de insectos, artrópodos o vertebrados, presentan un tipo de forrajeo principalmente pasivo (orejas y hojas nasales prominentes) (Denzinger *et al.* 2018, Denzinger y Schnitzler 2013, Schnitzler *et al.* 2003). Se presume que las especies del género *Lonchorhina* usan el mismo tipo de forrajeo pasivo en áreas estrechas como otros filostómidos, aunque exhiben llamados de ecolocalización similares a los de los murciélagos insectívoros de áreas

abiertas. La presencia de un uropatagio utilizado para la manipulación de la presa (A. Uribe com. pers., en prep.), sugieren que tienen una estrategia principal de captura de presas aéreas en un tipo de hábitat abierto (Gessinger *et al.* 2019). Son muy pocas las especies que atrapan el alimento del suelo, entre ellas esta *Trachops cirrhosus* un omnívoro que tiene una gran sensibilidad auditiva y puede detectar sonidos de apareamiento de las ranas, incluso identifica y evita especies venenosas (Figura 7) (Kalko *et al.* 1999).

Los filostómidos frugívoros y nectarívoros utilizan métodos de forrajeo activo-pasivo (Denzinger *et al.* 2018, Denzinger y Schnitzler 2013, Thies *et al.* 1998). En la etapa pasiva los murciélagos requieren de señales de olor por parte de las plantas de las que se alimentan, para estimular la búsqueda y detectar la ubicación aproximada del alimento a largas distancias; en la etapa activa hacen uso de la ecolocalización para orientarse y determinar la ubicación exacta de sus presas (Denzinger y Schnitzler 2013). La memoria de los murciélagos nectarívoros les permite reubicar con relativa facilidad las flores, por ejemplo, *Glossophaga soricina* visita hasta 30 veces la misma flor (Carter *et al.* 2010). Del grupo de los frugívoros se encuentra *C. brevicauda*, un forrajeador de sotobosque especializado en arbustos con producción masiva de frutas en periodos corto de tiempo, tiende a alimentarse en un área relativamente pequeña durante largos periodos, manteniendo una alta fidelidad de refugios (Marciente *et al.* 2015).

Los murciélagos de la RNB utilizan diversos tipos de refugios, como troncos oquedades y corteza de árboles y en la superficie o entre las grietas y espacios disponibles en los afloramientos rocosos del escudo, algunos los prefieren cerca de cuerpos de agua como *Rhynchonycteris naso*, *T. cirrhosus* y *Noctilio leporinus* (Bradbury y Vehrencamp 1976, Kalko *et al.* 1999, Tirira y Burneo 2012). Estos refugios pueden ser compartidos con otras especies de murciélagos y vivir en grandes colonias, excepto *Diclidurus albus* que se refugia en hojas de palmas (Ceballos y Medellín 1988, Gardner 2008).

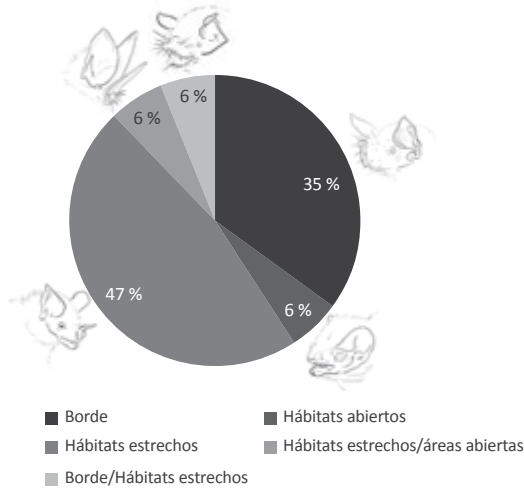


Figura 7. Hábitat de forrajeo de la quiropterofauna de la Reserva Natural Bojonawi.

Servicios ecosistémicos

La actividad biológica de las especies de murciélagos de la reserva, proporciona diferentes servicios ecosistémicos dependiendo de las características ecológicas y la diferenciación en sus dietas. Siendo los más importantes, la polinización, la dispersión de semillas (soporte imprescindible de la sucesión vegetal), y el control de insectos plaga. Estos servicios ecosistémicos tienen una valoración económica que puede ser medida de acuerdo con los beneficios que brindan a las poblaciones humanas (Kunz *et al.* 2011, Voigt y Kingston 2016). Adicionalmente, estas especies ofrecen servicios de fertilización del suelo, distribución de nutrientes, bioindicación, ser presa para otros vertebrados y tienen alto potencial para ser utilizados en estudios de tratamientos médicos y en aspectos socioculturales como atractivo turístico y educación ambiental (Kasso y Balakrishnan 2013).

A diferencia de las aves, los murciélagos dispersan semillas de frutos que consumen en el interior de los bosques y defecando en el aire en zonas abiertas, cumpliendo un rol ecológico diferente al de ellas (Muscarella y Fleming 2007). En RNB, se destaca el papel de los géneros *Carollia* y *Artibeus* que comúnmente se encuentran en dife-

rentes coberturas vegetales y ecosistemas (Fleming 1986, Giannini y Kalko 2004). Siendo *Carollia* el género más reconocido como pionero en la regeneración de bosques, ya que dispersan semillas de plantas que suelen colonizar áreas en estados sucesionales tempranos como el caso de las plantas del género *Piper* (Fleming 2004) y especies del género *Solanum* y *Trichilia* (Giannini y Kalko 2004) de las cuales hay una especie de cada uno en la reserva. Por su parte, las especies del género *Artibeus* tienden a tener una dieta más restringida que los *Carollia* (Fleming 1986), con una interacción marcada con plantas del género *Ficus*, también presente en la RNB (Giannini y Kalko 2004) en donde contribuyen a la regeneración de los bosques (Muscarella y Fleming 2007). Algunas investigaciones en la Orinoquia colombiana han mostrado que tanto *Carollia* como *Artibeus* son los géneros con las mayores abundancias en ecosistemas de sabana y bosques riparios, y las plantas que comúnmente dispersan pertenecen a los géneros *Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* y *Vismia* (Suárez-Castro y Montenegro 2015, Casallas-Pabón *et al.* 2017).

Alrededor de 520 especies de plantas en el mundo son polinizadas por murciélagos (Devy y Davidar 2003, Fleming *et al.* 2009).

Colombia cuenta con poca información sobre las interacciones de murciélagos polinizadores, aun así, existen algunos estudios iniciales para unas pocas localidades en las regiones Orinoquía, Andina y Caribe (Mora-Beltrán y López-Arévalo 2018).

En la RNB se encuentran tres especies que poseen un nicho ecológico especializado en el consumo de néctar y polen, aunque en su dieta también pueden incluir frutos e insectos. De las tres especies, *G. soricina* es la más común y de amplia distribución en distintos ecosistemas, mientras que *G. longirostris* presenta una distribución más restringida y es poco común, estando más asociada a enclaves secos y jugando un papel importante en la polinización de cactáceas columnares (Ruiz *et al.* 1997). Finalmente, es poca la información existente sobre la dieta y las interacciones de *Hsunycteris cf. thomasi*.

Como recursos florales que están presentes en la reserva y que los murciélagos posiblemente pueden contribuir con su polinización según el listado de Fleming *et al.* (2009), se destaca el género *Palicourea* que es abundante en varios ambientes; en el ecotono entre bosque inundable y sabana se destaca las especies de la familia Loranthaceae por ser abundantes; en las sabanas los géneros *Cordia*, *Couepia* y *Vochysia*, en afloramientos rocosos los géneros *Jacaranda* y *Vriesea*, en bosques inundables los géneros *Capparis* y *Passiflora* y en los bosques de galería la familia Lecytidaceae y el género *Ormosia* (ver Capítulo 3, flora).

A la fecha, se tiene registro de diez especies de murciélagos en la reserva, en los que la dieta predominante son insectos, siendo el grupo trófico mejor representado (Figura 6). Su papel como controladores de plagas varía, ya que en este grupo hay complejidad en cuanto a las estrategias de forrajeo y la preferencia en las presas, pero se destaca su importancia en el control de insectos de hábitos nocturnos y crepusculares (Belwood 1988, Denzinger y Schnitzler 2013). Se ha documentado la contribución de estas especies en la disminución del uso de pesticidas para el control de plagas en cultivos de algodón, maíz y café (Kunz *et al.* 2011, Guevara y Sainoz 2012). Es necesario

realizar estudios que permitan evaluar cuantitativamente los servicios que provee este grupo en agroecosistemas y ecosistemas naturales en la Orinoquía.

Amenazas y conservación

El norte del departamento de Vichada es el área que presenta mayor riesgo en materia de efectos negativos del cambio climático en la región y el país, lo que implica un alto riesgo de pérdida de biodiversidad como consecuencia del aumento de la temperatura y la reducción en las precipitaciones (CIAT y Cormacarena 2017). Sumado a esto, en la RNB y su área de influencia, existen tensores y disturbios como incendios, cambios en el uso del suelo, especies forestales invasoras y contaminación (mercurio y herbicidas de alto espectro) que pueden estar generando impactos en las poblaciones de murciélagos y sus hábitats y por tanto, requieren ser evaluados.

En este contexto, los vacíos de conocimiento sobre aspectos básicos de la biología y ecología de la mayoría de las especies de murciélagos generan amplios umbrales de incertidumbre que constituyen una amenaza para el grupo, ya que no se dispone de suficiente información para el diseño e implementación de estrategias efectivas de conservación y manejo (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006).

Respecto al estado de conservación, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) categoriza a 16 de las 17 especies reportadas en la RNB como Preocupación Menor (LC), incluido el murciélago fantasma *D. albus*, del cual se desconoce su tendencia poblacional (Lim *et al.* 2016). Mientras que, el murciélago de nariz de espada del Orinoco *L. orinocensis* ha sido categorizado como Vulnerable (VU) (Solari 2016), ya que a pesar de presentar una distribución relativamente amplia, sus hábitats atraviesan fuertes procesos de transformación (Morales-Martínez y López-Arévalo 2018) (Anexo 1). De acuerdo con Rodríguez-Mahecha *et al.* (2006), en Colombia, se ha evaluado el estado de conservación de tres especies de murciélagos (*Diclidurus ingens*, *Platyrrhinus choocoensis*

y *Phylloderma stenops*) bajo la categoría Datos Deficientes (DD). Sin embargo, para *P. stenops* se reconocen dos subespecies, siendo *P. stenops stenops* la subespecie presente en la región Orinoquense, categorizada como Preocupación Menor (LC).

Una de las estrategias de conservación regional para el grupo se realiza a través de la designación y gestión de Áreas de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (AICOMs) y de Sitios de Importancia para la Conservación de los Murciélagos (SICOMs). En el país, se han designado tres AICOMs en las regiones biogeográficas Pacífico y Andes, bajo criterios de presencia de especies con vacíos de información, rareza y preocupaciones de conservación en el contexto nacional o regional y de alta riqueza de especies. La RNB podría contemplarse como parte de dichas estrategias, debido a la presencia confirmada de una especie de distribución restringida a los afloramientos rocoso del Escudo Gayanés, endémica para la región biogeográfica (*L. orinocensis*), además de especies de alta rareza (*D. albus*, *P. stenops* y *P. personatus*).

En la Orinoquia, la conservación de los murciélagos se logra a través de la gestión y manejo de áreas en las que se conservan grandes extensiones de ecosistemas naturales. Estas iniciativas están vinculadas tanto al Sistema Regional de Áreas Protegidas (Parque Nacional Natural PNN El Tuparro, PNN La Macarena y Tinigua, PNN El Cocuy y Chingaza, Distrito Nacional de Manejo Integrado Cinaruco y las RNSC), así como a otras figuras complementarias de conservación, como el sitio Ramsar río Bitá y la Reserva de Biósfera El Tuparro. A su vez, como parte del Programa de Conservación para Murciélagos de Colombia (PCMCo) se han dinamizado actividades enfocadas a la conservación de la especie en el marco del VII Festival del murciélago 2019 realizado en el departamento de Casanare.

RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Para la conservación de este grupo a nivel regional, se recomienda emplear buenas prácticas en los procesos productivos, así como el fortalecimiento de estrategias de educación ambiental que promuevan un cambio sobre la percepción negativa que existe hacia los murciélagos. La reducción en el uso de sustancias altamente tóxicas en las actividades agrícolas y el uso de abonos y fertilizantes orgánicos pueden contribuir a mejorar la calidad del suelo y beneficiar a la fauna local que se alimenta de insectos. El estudio de la ecología funcional y la valoración y cuantificación de los servicios ecosistémicos que ofrecen los murciélagos en los ecosistemas de la Orinoquia, es fundamental para entender y divulgar su importancia en los ecosistemas tropicales y los agroecosistemas. Adicionalmente, debido a la acelerada transformación, es conveniente llevar a cabo estudios sobre la disponibilidad de hábitat, áreas prioritarias para el grupo y posibles mecanismos de adaptación a los nuevos escenarios.

Contrario a lo que se asume, la diversidad de mamíferos en todo el planeta es gravemente subestimada y las especies descritas en las últimas décadas se asocian a hábitats en procesos acelerados de deterioro, lo que pone en riesgo la oferta de servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Ceballos y Ehrlich 2009). En Colombia, en los últimos años se han descrito varias especies de quirópteros. Esta realidad, exhorta a intensificar esfuerzos enfocados a cerrar los vacíos de información evidenciados para el grupo. Resultado de este trabajo, es evidente que la RNB constituye un escenario de gran importancia para la comprensión de los patrones de distribución que permanecen aún sin resolver para las especies del género *Diclidurus* y *Lonchorhina* en el país.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberico, M., A. Cadena, J. H. Hernández-Camacho y Y. Muñoz-Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1 (1): 43-75.
- Arias, E. y V. Pacheco. 2019. Dieta y estructura trófica de un ensamblaje de murciélagos en los bosques montanos del Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología* 26 (2): 169-182. doi:10.15381/rpb.v26i2.16375
- Aya-Cuero, C., D. A. Esquivel, J. Colmenares y H. Ramírez-Chaves. En preparación. On the presence of the Northern ghost bat *Diclidurus albus* in the inter-Andean region of Colombia, with comments on its distribution in the country.
- Belwood, J. 1988. Foraging Behavior, Prey Selection, and Echolocation in Phyllostomine Bats (Phyllostomidae). Pp. 601-605. *En: Nachtigall, P. E. y P. E. Moore (Eds.), Animal Sonar*. NATO ASI Science. A: Life Sciences, vol 156. Springer, Boston, MA. USA.
- Bradbury, J. W. y S. L. Vehrencamp. 1976. Behavioral ecology and sociobiology social organization and foraging in Emballonurid Bats I. Field Studies. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 1: 337-381.
- Carter, G. G., J. M. Ratcliffe y B. G. Galef. 2010. Flower bats (*Glossophaga soricina*) and fruit bats (*Carollia perspicillata*) rely on spatial cues over shapes and scents when relocating food. *PLoS ONE* 5 (5): 1-6. doi:10.1371/journal.pone.0010808
- Casallas-Pabón, D., N. Calvo-Roa y R. Rojas-Robles. 2017. Seed dispersal by bats over successional gradients in the Colombian Orinoquia (San Martín, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 22: 348-358.
- Ceballos, G. y P. R. Ehrlich. 2009. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 3841-3846.
- Ceballos, G. y R. A. Medellín. 1988. *Diclidurus albus*. *Mammalian Species* 316: 1. doi:10.2307/3504140
- CIAT y Cormacarena. 2017. Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia. CIAT publicación No. 438. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 156 pp.
- Correa, H., S. Ríoz y L. Arévalo. 2005. Plan de Acción de Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco-Colombia 2005-2015. Propuesta técnica. Corporinoquia. Cormacarena. IAvH, Unitropico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 330 pp.
- Cuervo-Díaz, A., J. Hernández-Camacho y A. Cadena. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15: 471-501.
- De Oliveira, L. Q., R. Marciente, W. E. Magnusson y P. E. Bobrowiec. 2015. Activity of the Insectivorous Bat *Pteronotus parnellii* Relative to Insect Resources and Vegetation Structure. *Journal of Mammalogy* 96 (5): 1036-1044.
- Defler, T. y J. V. Rodríguez-Mahecha. 1998. La fauna de la Orinoquia. *En: Domínguez, C. (Eds.), Colombia Orinoco*. Fondo FEN. Bogotá, D. C., Colombia.
- Denzinger, A. y H. U. Schnitzler. 2013. Bat guilds: a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology* 4: 1-15.
- Denzinger, A., M. Tschapka y H. U. Schnitzler. 2018. The role of echolocation strategies for niche differentiation in bats. *Canadian Journal of Zoology* 96 (3): 171-181. doi:10.1139/cjz-2017-0161.
- Devy, M. y P. Davidar. 2003. Pollination systems of trees in Kakachi, a mid-elevation wet evergreen forest in western Ghats, India. *American Journal of Botany* 90: 650-657.
- Díaz, M. M., S. Solari, L. F. Aguirre, L. M. Aguiar y R. M. Barquez. 2016. Clave de Identificación de los Murciélagos de Sudamérica – Chave de Identificação dos Morcegos da América do

- Sul. Publicación Especial No. 2. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina. Argentina.
- Díaz-Pulido, A., T. Velásquez, A. López, J. Alfonso y H. Mantilla-Meluk. 2017. Mamíferos. Pp. 157-183. *En*: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *III. Fauna de Caño Cristales, sierra de La Macarena, Meta, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Eisenberg, J. y K. Redford. 1999. Mammals of the Neotropics: The Central 66 Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. Chicago: University of Chicago Press. USA. 624 pp.
- Ferrer, A., M. Beltrán, A. P. Díaz-Pulido, F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk, O. Herrera, A. F. Alfonso y E. Payán. 2009. Lista de los Mamíferos de la cuenca del Orinoco. *Biota Colombiana* 10 (1-2): 179-207.
- Fleming, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. Pp. 105-118. *En*: Fleming, T. H. y A. Estrada (Eds.), *Frugivores and Seed Dispersal*. Dr W Junk Publishers. Dordrecht, the Netherlands
- Fleming, T. H. 2004. Dispersal ecology of Neotropical *Piper* shrubs and treelets. Pp. 58-77. *En*: Dyer, L. A. y A. D. N. Palmer (Eds.), *Piper: A model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Fleming, T. H., C. Geiselman y W. J. Kress. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany* 104: 1017-1043.
- Fleming, T. H. y N. Muchhala. 2008. Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: Pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. *Journal of Biogeography* 35: 764-780.
- Gardner, A. L. (Ed.). 2008. Mammals of South America. Volumen 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats (Vol. 2). University of Chicago Press. USA. 690 pp.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. Pp. 293-350. *En*: Baker, R. J., J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (Eds.), *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae*. Part II, Special Publications, The Museum, Texas Tech University. USA.
- Gessinger, G., González-Terrazas, T. P., Page, R. A., Jung, K., y M. Tschapka. 2019. Unusual echolocation behaviour of the common sword-nosed bat *Lonchorhina aurita*: An adaptation to aerial insectivory in a phyllostomid bat. *Royal Society Open Science* 6. doi:10.1098/rsos.182165
- Giannini, N. y E. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105: 209-220.
- Guevara, L. y A. Aguirre. 2012. Murciélagos: controladores naturales de plagas agrícolas. *Contactos* 83: 29-35.
- Hernández, J., A. Cadena, O. Castaño, G. Nates y Castro. D. 1984. Diagnóstico preliminar sobre el estado actual de conocimiento acerca de la ecología, fauna y flora de la Orinoquia colombiana. Pp. 33-43. *En*: Encuentro Nacional de Investigadores sobre la Orinoquia. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, D. C., Colombia.
- Hood, C. y A. Gardner. 2008. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats: Family Emballonuridae Gervais (1856). Pp. 188-207. *En*: *Mammals of South America*. Chicago and London: The University of Chicago Press. USA.
- Kalko, E. K., D. Friemel, C. O. Handley y H. U. Schnitzler. 1999. Roosting and foraging behavior of two neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica* 31 (2): 344-353. doi:10.1111/j.1744-7429.1999.tb00146.x
- Kasso, M. y M. Balakrishnan. 2013. Ecological and Economic Importance of Bats (Order Chiroptera). *International Scholarly Research Notices* 1-9.
- Kunz, T., de Torrez, E., D. Bauer, D., Lobova, T. y T. Fleming. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annual of the New York Academy of Sciences* 1223 (1): 1-38.

Capítulo 10. MURCIÉLAGOS BOJONAWI

- Lim, B., B. Miller, F. Reid, J. Arroyo-Cabrales, A. D. Cuarón y P. C. De Grammont. 2016. *Diclidurus albus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016.
- Malavé-Moreno, V. C., M. Lentino, O. Herrera-Trujillo, A. Ferrer y H. Cabrer. 2016. Aves y mamíferos asociados a ecosistemas de morichal en Venezuela. Pp. 159 -188. *En*: Lasso, C. A., G. Colonnello y M. Moraes R. (Eds.), *XIV. Morichales, Cananguchales y otros Palmares Inundables de Suramérica, Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Mantilla-Meluk, H., A. M. Jiménez-Ortega y R. J. Baker. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution and Biogeography. *Special Publications Museum of Texas Tech University* 56: 1-37.
- Mantilla-Meluk, H., H. Ramírez-Chaves, A. Jiménez-Ortega y M. Rodríguez-Posada. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. *Therya* 5: 229-255. doi:10.12933/therya-14-189.
- Marciente, R., P. E. Bobrowiec y W. E. Magnusson. 2015. Ground-vegetation clutter affects phyllostomid bat assemblage structure in lowland Amazonian forest. *PLOS ONE* 10 (6): 1-16. doi:10.1371/journal.pone.0129560
- Mejía, C. A. 1995. Fauna de la serranía de La Macarena. Amazonas Editores. Bogotá, D. C., Colombia. 174 pp.
- Montes, A. G., A. Durán, M. N. Oviedo, G. Y. López y P. J. Díaz. 2012. Nuevos datos sobre la distribución de *Pteronotus personatus* (Wagner, 1843) (Chiroptera: Mormoopidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4 (2): 435-440.
- Mora-Beltrán, C. y H. López-Arévalo. 2018. Interactions between bats and floral resources in a premontane forest, Valle del Cauca, Colombia. *Therya* 9: 129-136.
- Morales-Martínez, D. M. y H. F. López-Arévalo. 2018. Distribución y conservación de los murciélagos del género *Lonchorhina* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Caldasia* 40 (2): 349-365.
- Morales-Martínez, D. M., M. Rodríguez-Posada, C. Fernández-Rodríguez, C. Calderón-Capote y D. Gutiérrez-Sanabria. 2018. Spatial variation of bat diversity between three floodplain-savanna ecosystems of the Colombian Llanos. *Therya* 9 (1): 41-52.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, C. Aya-Cuero, L. Bolívar, K. Valencia, A. F. Vargas, H. Mantilla-Meluk. 2019. Mamíferos. Pp. 235-273. *En*: Trujillo, F. y F. Anzola (Eds.), *Biodiversidad en el departamento de Arauca*. Fundación Omacha y Gobernación del departamento de Arauca. Bogotá, D. C., Colombia.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk y A. Díaz-Pulido. 2017. Mamíferos. Pp. 305-341. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Muñoz-Saba, Y., A. Cadena y J. Rangel. 1997. Ecología de los murciélagos antófilos del sector La Curia, Serranía La Macarena (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21: 473-486.
- Muñoz-Saba, Y., F. Trujillo, N. Calvo-Roa, S. Cañón y F. Mosquera-Guerra. 2015. Mamíferos de la cuenca de los ríos Meta y Bitá. Pp. 248-274. *En*: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma. (Eds.), *Biodiversidad en la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia.
- Muscarella, R. y T. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82: 573-590.
- Pardo-Martínez, A. y J. O. Rangel-Ch. 2014. Mamíferos de la Orinoquia de Colombia. *En*: Rangel-Ch., J. O. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XVI. La región de la Orinoquia de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.

- Ramírez-Chaves, H. E., A. F. Suárez-Castro, D. Zurc, D. C. Concha-Osbahr, A. Trujillo, E. A. Noguera-Urbano, G. E. Pantoja-Peña, M. E. Rodríguez-Posada, J. F. González-Maya, J. Pérez-Torres, H. Mantilla-Meluk, C. López-Castañeda, A. Velásquez-Valencia, y D. Zárrate-Charry. 2019. Mamíferos de Colombia. Versión 1.6. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist Dataset.
- Ramírez-Chaves, H. E., A. F. Suárez-Castro, y J. F. González-Maya. 2014. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Mammalogy Notes* 1 (2): 31-34.
- Ramírez-Chaves, H. E., E. A. Noguera-Urbano, D. M. Morales-Martínez, D. Zurc, A. F. Vargas-Arboleda y H. Mantilla-Meluk. 2020. Endemic bats (Mammalia: Chiroptera) of Colombia: State of knowledge, distribution, and conservation. *Universitas Scientiarum* 25 (1): 55-94.
- Rodríguez-Mahecha, M., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (Eds.). 2006. Libro Rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D. C., Colombia. 433 pp.
- Ruíz, A., M. Santos, J. Cavelier y A. Cadena. 1997. Relaciones mutualísticas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y la cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica* 29: 469-479.
- Schnitzler, H. U., C. F. Moss y A. Denzinger. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution* 18 (8): 386-394. doi:10.1016/S0169-5347(03)00185-X
- Solari, S. 2016. *Lonchorhina orinocensis*. Amended version of 2016 assessment. Revisada en: 13 Feb 2018. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. doi:10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T12273A166505026.en
- Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. Defler, H. Ramírez-Chávez y F. Trujillo. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20 (2): 301-365.
- Suárez-Castro, A. y O. Montenegro. 2015. Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la orinoquía Colombiana. *Mastozoología Neotropical* 22: 125-139.
- Thies, W., E. K. Kalko y H. U. Schnitzler. 1998. The roles of echolocation and olfaction in two Neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on Piper. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42 (6): 397-409. doi:10.1007/s002650050454
- Tirira, D. y S. Burneo. 2012. Murciélagos del Ecuador: una referencia geográfica, taxonómica y bibliográfica. Pp. 233-324. *En: Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador*. Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre mamíferos del Ecuador.
- Torres, D. y A. Rojas. 2020. First record of Sanborn's bonneted bat, *Eumops hansae* (Molossidae), in Colombia. *Mammalia* 1. doi:10.1515/mammalia-2019-0140
- Trujillo, F., F. Mosquera-Guerra, A. Díaz-Pulido, J. D. Carvajal-Castro y H. Mantilla-Meluk. 2018. Mamíferos de la Guayana colombiana. Pp. 345-379. *En: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), Volumen VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., M. Beltrán, A. Díaz-Pulido, A. Ferrer y E. Payán. 2010. Mamíferos. Pp. 311-336. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas protegidas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional). Bogotá, D. C., Colombia.
- Voigt, C. y T. Kingston. 2016. Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World. Springer Nature. 601 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de murciélagos y datos asociados. Abreviaturas: Año y tipo de registro: espécimen váucher (ev); avistamiento directo (ad). Categoría de amenaza: Vulnerable (VU), No evaluado (NE), Preocupación Menor (LC). Valor de uso y/o importancia: polinización (POL), dispersión de semillas (DISP), control de plagas (CONT). Grupo trófico: insectívoro (INS), nectarívoro (NEC), omnívoro (OMN), frugívoro (FRUG). Distribución geográfica por regiones: Guayana (GU), Amazonas (AM), Llanos (LL), Andes (AN), Caribe (CA). Hábitat: bosques (BS); sabanas (SB); inselbers (INS), morichales (MOR); humedales (HUM). *Endémica de la Guayana.

Orden/Familia/Género/ Especie	Nombre común	Año y tipo de registro				Número de catálogo	Categoría de amenaza en el país	Categoría de amenaza UICN	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		2005	2011	2012	2019								
CHIROPTERA													
Emballonuridae													
<i>Rhynchonycteris naso</i> (Wied-Neuwied, 1820)	Murciélago narigón	ad, ev	ad		MUD367	NE	LC	CONT	INS	100-1.500	AN, AM, GU, LL, CA, CH	BS, MOR, HUM	
<i>Saccopteryx leptura</i> (Schreber, 1774)	Murciélago de tirantes pardo	ev	ad		MUD37, MUD376	NE	LC	CONT	INS	100-1.500	AN, AM, GU, LL, CA, CH	MOR, BS	
<i>Diclidurus albus</i> (Wied-Neuwied, 1820)	Murciélago fantasma			ev	MHNUCa1109	NE	LC	CONT	INS	0-1.000	AN, LL, GU	BS, MOR	
<i>Peropteryx cf. kappleri</i> (Peters, 1867)	Murciélago de sacos de Kappler		ad			NE	LC	CONT	INS	0-1.750	AN, CA,	INS, BS	
<i>Peropteryx macrotis</i> (Wagner, 1843)	Murciélago perro menor			ev	ICN24744	NE	LC	CONT	INS	0-1.800	AN, GU, LL, AM, CA	HUM, BS, MOR	
Noctilionidae													
<i>Noctilio albigentris</i> (Desmarest, 1818)	Murciélago pescador	ev	ad		MUD374	NE	LC	CONT	INS	140-1.600	LL, GU, AM, AN, CA	HUM, BS, MOR	

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/Género/ Especie	Nombre común	Año y tipo de registro				Número de catálogo	Categoría de amenaza en el país	Categoría de amenaza UICN	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		2005	2011	2012	2019								
Phyllostomidae													
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	Murciélago sedoso de cola corta	ev				MUD372	NE	LC	DISP	FRUG	265-2.760	AN, GU, LL, AM, CA	BS, MOR
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	Murciélago de lengua larga común	ev			ev	ICN24749, ICN 24750	NE	LC	POL	NEC	<1.600	AN, AM, GU, LL, CA, CH	HUM, BS, MOR
<i>Glossophaga longirostris</i> (Miller 1898)	Murciélago de lengua larga				ev	ICN24746, ICN24747, ICN24748	NE	LC	POL	NEC	4-1.800	AN, AM, GU, LL, CA, CH	HUM, BS, MOR
<i>Hsmycteris cf. thomasi</i> (J. A. Allen, 1904)	Murciélago nectario pequeño de Thomas					MUD sn	NE	LC	POL	NEC		AN, AM, GU, LL, CA	HUM, BS, MOR
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	Murciélago comedor de ranas	ev			ad	MUD375	NE	LC	CONT	OMN	10-1.120	AN, LL, GU	MOR, SB, HUM, INS
<i>Gardnerycteris crenulatum</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	Murciélago de nariz peluda enano	ev				MUD368	NE	LC	CONT	INS	5-830	AN, GU, LL	BS, MOR
<i>Lonchorhina orinocensis</i> * (Linares y Ojasti, 1971)	Murciélago nariz de espada del Orinoco			ev	ev	MHNUCa 1107, ICN 24745	NE	VU	CONT	INS	75-620	GU	INS
<i>Phylloderma stenops</i> (Peters, 1865)	Murciélago de rostro pálido				ad		LC	LC	CONT	OMN		LL, GU, AM	HUM, BS, MOR

Anexo 1. Continuación.

Orden/Familia/Género/ Especie	Nombre común	Año y tipo de registro				Número de catálogo	Categoría de amenaza en el país	Categoría de amenaza UICN	Valor de uso y/o importancia	Grupo trófico	Intervalo altitudinal (m s.n.m.)	Distribución geográfica por regiones	Hábitat
		2005	2011	2012	2019								
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	Murciélago frutero oscuro				ad		NE	LC	DISP	FRUG	200-1.660	LL, GU, AM	HUM, BS, MOR
Mormoopidae													
<i>Pteronotus parnelli</i> (Gray, 1843)	Murciéago bigotudo de Parnell		ev			MHNUCa 1108; MHNUCa 1113	NE	LC	CONT	INS	≤250	CA, LL, GU, AN	MOR, SB, HUM, INS
<i>Pteronotus personatus</i> (Wagner, 1843)	Murciélago bigotudo de Wagner	ev			ev	MUD369, ICN24751	NE	LC	CONT	INS	≤1.000 ≤400	AN, CA, GU	MOR, SB, HUM, INS

Anexo 2. Imágenes de algunas especies de murciélagos de la Reserva Natural Bojonawi.



1. *Rhynchonycteris naso*.



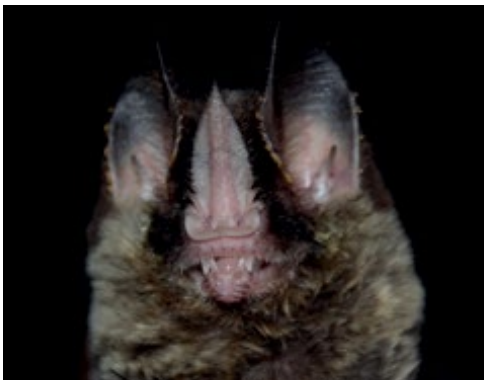
2. *Saccopteryx leptura*.



3. *Diclidurus* sp.



4. *Peropteryx* cf. *kappleri*.



5. *Gardnerycteris crenulatum*.



6. *Noctilio albiventris*.

Lamina 1. Fotos: 1 Fernando Trujillo; 2, 4, 6. John H. Castaño 3. Beyker Castañeda 5. Carlos Aya-Cuero.

Capítulo 10. MURCIÉLAGOS BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



7. *Phylloderma stenops*.



8. *Glossophaga soricina*.



9. *Pteronotus* sp.



10. *Lonchorhina orinocensis*.



11. *Artibeus obscurus*.



12. *Trachops cirrhosus*.

Lamina 2. Fotos: 7-9. Catherine Mora-Beltrán; 10. Nathalia Moreno-Niño; 11, 12. Fernando Trujillo.

Anexo 2. Continuación.



13. *Peropteryx macrotis*.



14. *Carollia brevicauda*.

Lamina 3. Fotos: 13, 14. Fotos: Diego A. Esquivel.



Bosque de caño Charapa. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Tonina (*Inia geoffrensis humboldtiana*). Foto: Fernando Trujillo.

DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE VERTEBRADOS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y ÁREAS ADYACENTES (ORINOQUIA, COLOMBIA), ESTIMADAS A PARTIR DE ANÁLISIS DE ADN AMBIENTAL

Daniela Martinelli-Marín, Carlos A. Lasso y Susana Caballero-Gaitán

Resumen. El ADN ambiental (eDNA) se ha convertido en una herramienta poderosa para la evaluación de diversidad y la detección de especies raras o crípticas. Se empleó el Metabarcoding de ADN ambiental para determinar la diversidad de vertebrados en la Reserva Natural Bojonawi (RNB) y localidades adyacentes. Se identificaron 262 especies de peces y 15 especies de otros vertebrados, entre anfibios (2 especies), aves (5), mamíferos (6) y reptiles (2), a partir de muestras de agua de tres caños, una laguna del plano de inundación y tres ríos: Bitá, Meta y Orinoco. Se encontró una diversidad desconocida, principalmente en los ríos grandes, que incluye grupos de importancia pesquera como los géneros *Pellona*, *Prochilodus* y poco conocidos como *Synbranchus* y las familias Engraulidae y Loricariidae, principalmente. Se generaron reportes nuevos para la RNB del avegüacharo (*Steatornis caripensis*), del murciésgalo (*Nyctinomops aurispinosus*) y del género de roedores *Makalata*. A pesar de obtener con ADN ambiental datos similares para los ríos más grandes, obtenidos por muestreos tradicionales que cuentan con un mayor esfuerzo, se observó para estos últimos (planicie inundable) una eficiencia superior casi del 40%. Se considera importante continuar realizando muestreos de ADN ambiental a futuro y se podría estandarizar como una técnica de monitoreo de ecosistemas acuáticos.

Palabras clave. Abundancia relativa, diversidad, especies crípticas, Metabarcoding, vertebrados.

Abstract. Environmental DNA (eDNA) analysis has become a powerful tool for diversity assessment and detection of rare or cryptic species. Environmental DNA metabarcoding was used to determine the diversity of vertebrates in the Bojonawi Nature Reserve (RNB) and adjacent localities. In total 262 species of fish and 15 species of other

Martinelli-Marín, D., C. A. Lasso y S. Caballero-Gaitán. 2020. Diversidad y riqueza de vertebrados de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes (Orinoquia, Colombia), estimadas a partir de análisis de ADN ambiental. Pp. 345-369. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII11

vertebrates were identified including two amphibians, five birds, six mammals and two reptiles from water samples taken from from three creeks, one floodplain lagoon and three rivers: Bitá, Meta, and Orinoco. An unknown diversity was found, mainly in large rivers, which includes groups of fishing importance such as the genera *Pellona*, *Prochilodus* and little known such as *Synbranchus* and the families Engraulidae and Loricariidae. New reports were generated for the GNI of the oil bird *Steatornis caripensis*, the bat *Nyctinomops aurispinosus* and rodents of the genus *Makalata*. Despite obtaining similar data with environmental DNA for the larger rivers to those obtained (floodplain) by traditional samplings that have a greater effort, an efficiency superior to almost 40% was observed for the latter. We consider that it would be important to continue sampling environmental DNA in the future, and it could be standardized as a monitoring technique for aquatic ecosystems.

Keywords. Cryptic species, diversity, metabarcoding, relative abundance, vertebrates.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los métodos más utilizados para determinar la riqueza y la abundancia de especies, radican en la observación directa, realización de censos, uso de trampas, monitoreo acústico y toma de muestras de tejido o fluidos, entre muchos otros. No obstante, estas técnicas según algunos autores tienen diferentes limitaciones, al ser invasivas o destructivas, con un alto índice de sesgo, costosas y pueden consumir mucho tiempo hasta obtener resultados apropiados (Lodge *et al.* 2012, Simpfendorfer *et al.* 2016, Beng y Corlett 2020). Adicionalmente, dependen de la capacidad de los investigadores para realizar la identificación de diversos grupos taxonómicos, lo cual implica el trabajo de varios taxónomos (Ruppert *et al.* 2019). Por tal razón, técnicas alternativas como el uso de ADN ambiental (eDNA), que se define como el material genético obtenido directamente de muestras ambientales (Thomsen y Willerslev 2015), se considera una técnica novedosa que permite realizar “monitoreos” rápidos de la biodiversidad (Deiner *et al.* 2017) o mejor dicho, inventarios preliminares. Los organismos al estar en interacción constante con el ambiente liberan moléculas de ADN a su entorno (suelo, agua dulce, agua de mar, nieve o aire) de manera continua a través de piel, escamas, moco, saliva, secreciones, orina, heces y sangre (Thomsen y Willerslev 2015, Li *et al.* 2020). En ambientes acuáticos,

esta huella genética de ADN permanece en la columna de agua por un periodo determinado (Bakker *et al.* 2017), desde pocos días hasta algunas semanas después de que una especie ya no está presente (Bedwell y Goldberg 2020). Este material genético presente en el agua puede ser colectado, extraído, amplificado y secuenciado para así revelar la composición de especies (fauna y/o flora) de un hábitat en particular (Tillotson *et al.* 2018). En comparación con las técnicas tradicionales, el eDNA es una metodología no invasiva, sensible, costo-efectiva (Valentini *et al.* 2016, Cristescu y Hebert 2018, Elberri *et al.* 2020) y además permite revelar la presencia de organismos que no se pueden muestrear (especies con ciclos de vida muy cortos) o aquellas difíciles de identificar (especies crípticas, estadios larvales o individuos en descomposición). Adicionalmente, ha permitido identificar las especies bioindicadoras, invasoras o en peligro de extinción (Carew *et al.* 2013, Cristescu y Hebert 2018).

Es importante resaltar que, aunque el eDNA es una metodología que en la actualidad no proporciona resultados cuantitativos en términos, por ejemplo, de abundancia de individuos, el material genético recolectado sí es suficiente para la detección e identificación confiable de especies (Franklin *et al.* 2019) o de diversos niveles taxonómicos, además de permitir la evaluación de biodiversidad (Li *et al.* 2020). Así mismo, la alta sensibilidad del eDNA, en conjunto con sus

otras ventajas económicas y temporales, ha llevado a la realización de nuevas investigaciones o a la complementación de estudios anteriores que utilizan esta metodología para evaluar diversas hipótesis (Beng y Corlett 2020). Entre estos se encuentra la estimación de la distribución de especies (Itakura *et al.* 2019), el biomonitoreo de salud y dinámicas de los ecosistemas (Ardura 2019), las interacciones tróficas (de Sousa *et al.* 2019), interacciones entre plantas y polinizadores (Pornon *et al.* 2016) y el estudio de la ecología de especies que presentan etapas de desove en su ciclo reproductivo (Takeuchi *et al.* 2019).

Cuando se emplea eDNA, la identificación de especies se puede basar en dos metodologías diferentes, como lo son el código de barras (“barcoding”) o el “metabarcoding”. La diferencia principal, radica en que el código de barras utiliza “primers” o cebadores específicos para una especie, con el fin de detectar fragmentos de ADN de esa especie en particular. Por el contrario, en el metabarcoding se utilizan primers universales para detectar simultáneamente millones de fragmentos de ADN referentes a las diversas especies que pueden encontrarse en una misma muestra ambiental (Beng y Corlett 2020).

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue la descripción de la diversidad y riqueza de vertebrados en los cuerpos de agua cercanos (ríos Bitá y Meta) y dentro de la Reserva Natural Bojonawi-RNB en el río Orinoco (frontera Colombia-Venezuela), utilizando para ello la técnica del metabarcoding en el estudio del ADN ambiental.

METODOLOGÍA

Área de estudio y toma de muestras

Entre las regiones más biodiversas de Colombia, se encuentra la Orinoquia, una zona compuesta por una gran variedad de ecosistemas y por consiguiente un amplio número de especies. Su funcionalidad ecológica es de tal magnitud, que se considera determinante no solo para la estabilidad socio-ecosistémica de la región misma, sino

además de otras regiones aledañas, como lo son la Amazonia y los Andes (Lasso *et al.* 2011). Aunque se han realizado numerosas investigaciones y proyectos sobre la riqueza biológica de la cuenca del Orinoco y su conservación, actualmente en el país no se han publicado investigaciones que implementen o integren el eDNA como alternativa para el estudio de la biodiversidad.

Entre el 10 y el 16 de febrero del 2020, durante la temporada de aguas bajas, el Instituto Alexander von Humboldt en conjunto con la Universidad de los Andes, realizaron una salida de campo a la RNB, la cual hace parte de la Reserva Nacional de Biosfera El Tuparro y se ubica sobre el río Orinoco, en el departamento de Vichada. El objetivo de esta expedición, radicó en el estudio de la biodiversidad ictiológica de la región y en el muestreo de ADN ambiental, para evaluar la efectividad de esta metodología en la detección y potencial monitoreo de los peces y otros vertebrados en esta zona.

Se emplearon kits colecta de ADN ambiental (“NatureMetrics”), compuestos principalmente por un filtro de ADN, una jeringa vacía y estéril de 60 ml y una pequeña jeringa con 1,5 ml de solución para preservación de ADN. Se muestrearon 12 localidades, referentes a la laguna “El Pañuelo” (OR 10, OR 11), que es una laguna del plano inundable del río Orinoco; tres afluentes del río Orinoco: caño Verde (OR 01), caño Negro (OR 05) y caño Tesoro (OR 12), el río Orinoco-cauce principal (OR 02, OR 03, OR 04) y los ríos Bitá (OR 06, OR 07) y Meta (OR 08, 09), afluentes del Orinoco (Figura 1).

En cada punto de muestreo, se tomaron muestras de agua en una botella plástica esterilizada de 550 ml, cada 10-20 m, que iban siendo vertidas en un balde previamente esterilizado, hasta completar siete muestreos de agua. En total se filtraron ocho litros de agua. Esto se realizó a lo largo de un transecto lineal, llevado a cabo en lancha para los ríos, a pie para los caños y en canoa para la laguna, tomando las coordenadas de cada punto muestreado con un GPS. Posteriormente, se inició el proceso de filtrado, en

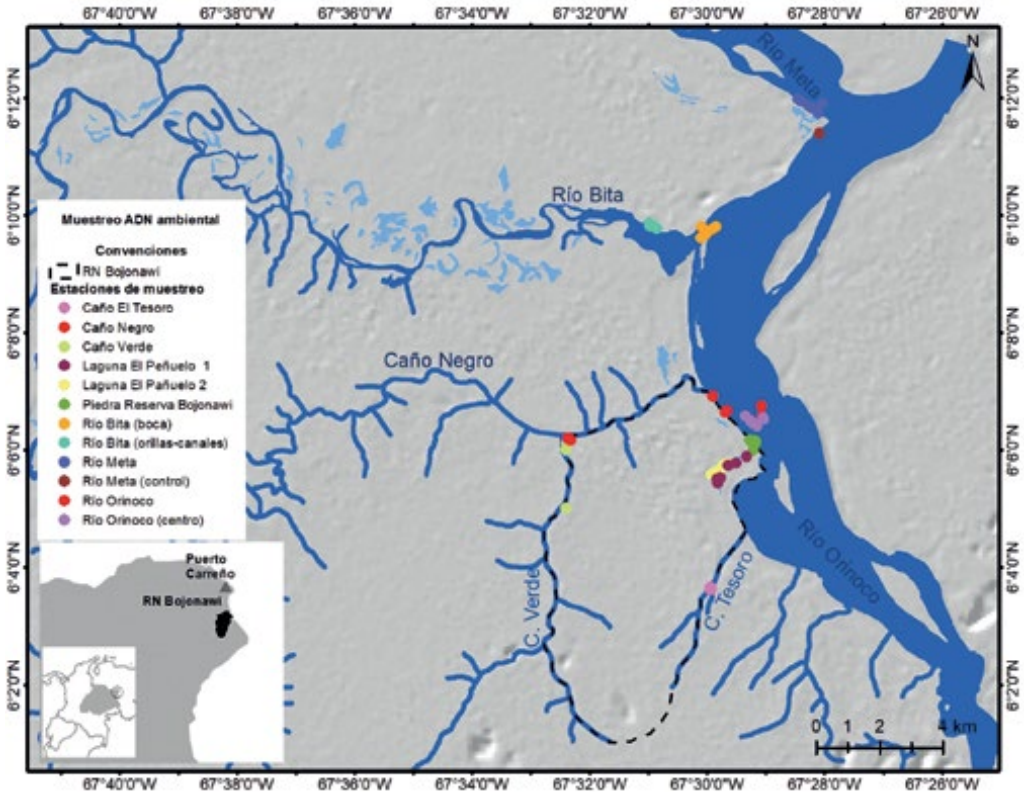


Figura 1. Puntos de muestreo ADN ambiental Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

el cual se tomaron 60 ml de agua del balde con la jeringa, luego se unía la jeringa al filtro y se presionaba el émbolo hasta que el agua se filtrara por completo. Este procedimiento se repetía hasta que el filtro se tapara, impidiendo el ingreso de más agua y posteriormente se anotaba el volumen total filtrado. Luego, al separar la jeringa del filtro, esta se llenaba de aire y se unía nuevamente al filtro para expulsar cualquier remanente de agua. Para la conservación del ADN, la jeringa que contenía la solución de preservación era adherida al filtro, el cual se posicionaba de manera vertical con la jeringa en dirección hacia abajo y se oprimía el émbolo hasta evidenciar una gota de la solución en el extremo superior del filtro. Posteriormente se sellaba el filtro y se continuaba a diligenciar los datos de campo requeridos por la empresa NatureMetrics.

Extracción de ADN, amplificación, secuenciación y análisis bioinformático

Los filtros fueron enviados a la sede de NatureMetrics Ltd en Egham, Surrey, Inglaterra, donde se realizaron los procesos de extracción, amplificación y secuenciación. El ADN de cada filtro se extrajo utilizando un kit comercial de extracción de ADN, el cual fue modificado para aumentar los rendimientos del material genético. Así mismo, el ADN fue purificado con un kit de purificación comercial, con el fin de eliminar los inhibidores de la PCR. Luego, las muestras de ADN purificadas se amplificaron cada una por medio de 12 réplicas de PCR, en presencia de un control negativo y positivo. Se amplificó por PCR la región hipervariable del gen 12S del ADN mitocondrial; comprobando la amplificación por medio de geles de electroforesis. Las réplicas de ADN que presentaron

amplificación positiva fueron agrupadas y purificadas, para luego añadir adaptadores de secuenciación. Posteriormente los amplicones (productos de la PCR) fueron purificados, se realizaron geles de electroforesis para su observación y se empleó el kit de ensayo de HS (alta sensibilidad) de ADNbc Qubit para su respectiva cuantificación. En seguida, se agruparon los amplicones en una librería final con mismas concentraciones, la cual fue secuenciada por medio del kit Illumina MiSeq V3 a 12 pM con un porcentaje de 10% de PhiX spike-in. Los datos secuenciados fueron procesados por un “pipeline” bioinformático para su respectiva filtración por calidad, des-replicación y asignación taxonómica. Se agregó dicha información a cada OTU, por medio de similitud de secuencias frente a la base de datos de nucleótidos de NCBI (GenBank) y así mismo se utilizó un método probabilístico (PROTAX), para determinación a nivel de especie, género, familia y orden. Las OTU se definen como secuencias que son agrupadas en unidades taxonómicas operativas con base en su similitud, es decir al porcentaje (~97%) de sitios que concuerdan cuando se alinean dos secuencias (Nguyen *et al.* 2016). Finalmente, se realizó una filtración de datos para eliminar las OTUs con baja abundancia (< 0,05% o <10 lecturas) para cada muestra y de igual manera se removieron contaminantes comunes, como material genético humano.

Análisis bioinformáticos

Para un análisis óptimo y dado el gran número de datos ictiológicos en relación a los otros vertebrados, se dividieron los resultados en dos grupos: un grupo constituido por datos para peces y otro para vertebrados (anfibios, aves, mamíferos y reptiles), sean terrestres, acuáticos o semiacuáticos, pero con presencia en los análisis de las muestras. Posteriormente, los resultados obtenidos para los 12 filtros fueron divididos en siete localidades (caño Negro, caño Verde, caño Tesoro, laguna el Pañuelo, río Orinoco, río Bitá y río Meta). Luego se realizó una búsqueda en literatura y estudios

realizados o en curso, para comparar el número de especies tentativas halladas en cada localidad por medio del método de metabarcoding, versus especies reportadas mediante métodos tradicionales (Tablas 1 y 2). Se prosiguió a eliminar a aquellos taxones dudosos según la taxonomía o que no están presentes en Colombia, la Orinoquia, la región muestreada (cuenca) y/o indicativos de posible contaminación. Luego, utilizando los datos de porcentaje de lecturas según la información disponible con respecto al total de lecturas obtenido, se determinó la abundancia relativa (número de lecturas por cada grupo taxonómico en relación al número total de lecturas obtenidas para cada localidad) de géneros para el grupo de peces y para el grupo de otros vertebrados, en cada una de las siete localidades (Figura 2). La elección del género como nivel taxonómico para el análisis, se tomó con base a que fue el nivel taxonómico menor con mayor número de lecturas obtenidas.

Análisis de diversidad alfa (α) y beta (β)

A partir de matrices binarias, caracterizadas con presencia (1) y ausencia (0) de géneros para peces y para otros vertebrados en cada localidad, se calculó la diversidad alfa y beta para cada uno de los dos grupos. Para esto se empleó la versión de RStudio Desktop 1.3.1056 y el paquete “Vegan”. Como índices de diversidad alfa, se optó por utilizar el índice de Simpson (1-D) y el índice de Shannon-Wiener. El primero radica en la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean del mismo género, siendo influenciado por la importancia de los géneros más dominantes; el segundo, asume que todos los géneros están representados en las unidades muestreadas y que el muestreo de los individuos fue al azar (Moreno 2001). Para el índice de Simpson, se tuvieron en cuenta los valores de diversidad baja (0,00-0,35), media (0,36-0,75) y alta (0,76-1,00); al igual que para el índice de Shannon con valores de diversidad baja (0,1 - 1,5), media (1,6 - 3,0) y alta (3,1 - 4,5), consideradas por Magurran (1988).

Capítulo 11. ADN AMBIENTAL

Así mismo, para corroborar los resultados, se calculó el índice exponencial de Shannon. Posteriormente, empleando los paquetes “lattice”, “permute” y “ggplot2” en Rstudio, se hicieron dos histogramas, para observar las diferencias de valores en los índices de diversidad alfa entre las siete localidades (Figura 3). Para determinar la diversidad beta, se calculó el índice Bray-Curtis basada en una matriz de disimilaridad entre los lugares muestreados, las cuales se evaluaron en dos dendogramas de disimilaridad, para el grupo de peces y para el grupo de otros vertebrados respectivamente (Figura 4).

Riqueza de taxones por localidad (caños, laguna y ríos)

A partir del número de géneros para peces y para otros vertebrados, se calcularon los taxones presentes en cada sistema de caños,

laguna y ríos; además de los taxones comparados entre dichos sistemas por medio de diagramas de Venn (Figura 5).

RESULTADOS

Se obtuvieron datos de secuencias de vertebrados de alta calidad para los 12 filtros de eADN, de los cuales se detectaron un total de 383 OTU, con una similitud del 99% a nivel de especies en la base de datos de referencia global. Los taxones restantes fueron identificados al menor nivel taxonómico posible, con 105 géneros, 46 familias, 18 órdenes y 5 clases. Sin embargo, luego de filtrar los datos se obtuvieron un total de 4 órdenes, 28 familias, 85 géneros y 55 especies de peces (Anexo 1). Para otros vertebrados se determinaron 12 órdenes, 15 familias, 14 géneros y 15 especies (dos anfibios, cinco aves, seis mamíferos y dos reptiles) (Tabla 1).

Tabla 1. Taxones identificados para otros vertebrados (anfibios, aves, mamíferos y reptiles)

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella</i>	<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i>	<i>Leptodactylus validus</i> Garman, 1888
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>Amazilia</i> sp. 1
	Caprimulgiformes	Steatornithidae	<i>Steatornis</i>	<i>Steatornis caripensis</i> von Humboldt, 1817
	Galliformes	Cracidae	No determinado	sp. 1
	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus</i>	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)
	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Pteronura</i>	<i>Pteronura brasiliensis</i> (Gmelin, 1788)
	Cetacea	Iniidae	<i>Inia</i>	<i>Inia geoffrensis humboldtiana</i> Pilleri y Gühr, 1978
	Chiroptera	Molossidae	<i>Nyctinomops</i>	<i>Nyctinomops aurispinosus</i> (Peale, 1848)
	Primates	Atelidae	<i>Alouatta</i>	<i>Alouatta</i> sp. 1
	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus</i>	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)
Echimyidae		<i>Makalata</i>	<i>Makalata</i> sp. 1	
Reptilia	Testudines	Chelidae	<i>Chelus</i>	<i>Chelus orinocensis</i> Vargas-Ramirez et al., 2020
		Podocnemididae	<i>Peltocephalus</i>	<i>Peltocephalus dumerilianus</i> (Schweigger, 1812)

El número de lecturas por localidad varió entre 0-96,3 para peces y 0-27,7 en otros vertebrados. En cuanto a la diversidad de vertebrados y patrones de abundancia relativa de lecturas de ADN, el río Orinoco presentó el mayor número de géneros de peces (67), seguido por el río Meta (52), río Bitá (51), laguna El Pañuelo (32), caño Verde (31), caño Negro (27) y caño Tesoro (9) (Figuras 2a y 2b). Entre los géneros con mayor riqueza para todas las localidades se encontraron *Leporinus*, *Auchenipterichthys* y *Cyphocharax*; a diferencia de *Pseudancistrus*, *Amblydoras* y *Metynnis*, las cuales arrojaron un valor de lectura muy bajo. En cuanto a los otros vertebrados, se eliminó la localidad de caño Tesoro, al no detectarse ningún taxón referente a anfibios, aves, mamíferos o reptiles. Para este grupo, se observó una mayor diversidad de géneros de vertebrados en el río Orinoco (8), seguido por el río Bitá (5), caño Verde (4), río Meta (3), caño Negro (1) y laguna El Pañuelo (1). Entre los géneros más abundantes se halló el género de mamíferos acuáticos *Inia*, y como menos abundante, el género de tortuga *Chelus* (Figura 2c).

Diversidad alfa (α)

Para el grupo de peces, la diversidad alfa de géneros de acuerdo al índice de Simpson, fue alta para todas las localidades, con un promedio de 0,9 a excepción de caño Tesoro con una diversidad media (0,8). Para el índice de Shannon, todas las localidades exhibieron una diversidad alta (3,2-4,2), a diferencia de caño Tesoro con una diversidad media (2,1). Al observar los valores del índice exponencial de Shannon, se obtuvo un resultado de mayor a menor diversidad, (67-9) en el río Orinoco, río Meta, río Bitá, laguna El Pañuelo, caño Verde, caño Negro y caño Tesoro respectivamente (Figura 3a). En el caso de géneros de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, según el índice de Simpson, la diversidad alfa fue alta para río Orinoco, media para el río Bitá, río Meta y caño Negro y baja para las localidades de caño Verde y laguna El Pañuelo. Por el contrario, para el índice de

Shannon, el río Orinoco presentó una diversidad media, el río Bitá, río Meta y caño Negro una diversidad baja y las localidades de caño Verde y laguna El Pañuelo no presentaron diversidad, con valores de 0. Estos resultados se corroboran con aquellos arrojados el índice exponencial de Shannon, los cuales determinan que la localidad más diversa fue el río Orinoco con un valor máximo de 7 y las localidades menos diversas fueron caño Negro y la laguna El Pañuelo, con valores de 1 (Figura 3b, Tabla 4).

Diversidad beta (β)

El análisis de disimilaridad de Bray-Curtis, por medio del método completo, mostró las asociaciones entre localidades según la composición de géneros para peces y otros vertebrados. Para el grupo de peces (Figura 4a), se evidenció la formación de dos grupos. El grupo 1 se conformó por el río Orinoco y río Bitá con la disimilitud mas baja (0,2), seguido por río Meta (0,2) y la laguna El Pañuelo (0,4). El grupo 2, hizo referencia a caño Negro y caño Verde con una disimilitud baja (0,2) y caño Tesoro, el cual arrojó la disimilitud mas alta (0,6) entre todas las localidades. Para otros vertebrados (Figura 4b), se observaron igualmente dos grupos y un grupo externo. Aquellas localidades con la disimilaridad más baja entre sí, fueron río Orinoco y río Meta, con un valor de 0,4, seguido por río Bitá con un valor aproximado de 0,6 (Grupo 1). El segundo grupo, conformado por caño Negro y caño verde, presentaron una disimilitud de 0,6, mientras que la laguna El Pañuelo fue el grupo externo, con el valor de 1.

Composición taxonómica de sistemas (caños, lagunas y ríos)

Para el grupo de peces, los caños, laguna y ríos, comparten 11 de los 85 géneros. Entre los ríos se presentan 28 géneros y los más compartidos fueron *Moenkhausia*, *Metynnis*, *Myleus*, *Lycengraulis* y *Pterengraulis*, entre otros; en los caños, cuatro (*Gymnotus*, *Brachyhyopomus*,

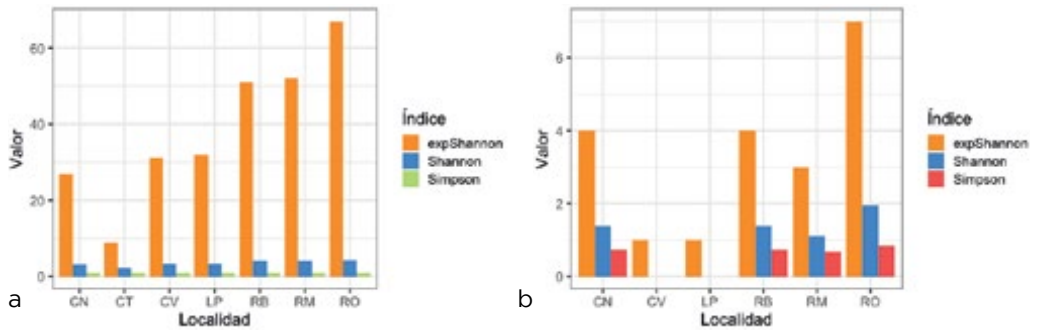


Figura 3. Histograma que evidencia tres índices de diversidad proporcional (Simpson, Shannon-Weiner y exponencial de Shannon) para a) peces y b) otros vertebrados según la localidad. Localidades: caño Negro (CN), caño Tesoro (CT), caño Verde (CV), laguna el Pañuelo (LP), río Bitá (RB), río Meta (RM) y río Orinoco (RO).

Tabla 3. Valores obtenidos de índices de diversidad proporcional (Simpson, Shannon-Weiner y exponencial de Shannon) por localidades para peces y otros vertebrados. Localidades: caño Negro (CN), caño Tesoro (CT), caño Verde (CV), laguna El Pañuelo (LP), río Bitá (RB), río Meta (RM) y río Orinoco (RO).

Peces							
	CN	CV	CT	LP	RO	RB	RM
Simpson	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Shannon	3,1	3,4	2,2	3,5	4,2	3,9	3,9
exShannon	27	31	9	32	67	51	52
Otros vertebrados							
	CN	CV	LP	RO	RB	RM	
Simpson	0,7	0,0	0,0	0,8	0,7	0,6	
Shannon	1,4	0,0	0,0	1,9	1,4	1,1	
exShannon	4	1	1	7	4	3	

Amblydoras y *Batrochoglanis*) y la laguna presentó un género (*Ctenobrycon*). Así mismo, los ríos y caños comparten el mayor número de géneros, con un total de 21 (Figura 5a.). Por su parte los ríos y la laguna comparten nueve géneros y los caños y la laguna solo un género. En cuanto al grupo de otros vertebrados, los ríos presentan el mayor número de géneros, con nueve, seguido por los caños con tres y por último la laguna con un género. En este grupo, los tres sistemas no comparten géneros; mientras que los caños y los ríos si comparten un solo género (Figura 5b).

DISCUSIÓN

Con base en este estudio piloto en la Orinoquia colombiana, los resultados demostraron que se puede aplicar la técnica de metabarcoding de ADN ambiental para evaluar la riqueza biológica a nivel de familias, géneros y especies de vertebrados en grandes ríos, sus afluentes y la planicie inundable. Además, los resultados obtenidos permitieron calcular la abundancia relativa de lecturas de ADN ambiental representativas de dichos taxones a partir de muestras de agua en diferentes macrohábitats y/o localidades. Esto es de gran importancia,

pues dentro de una sola muestra estandarizada, el ADN de comunidades enteras y de diferentes grupos taxonómicos puede ser analizado simultáneamente (Thomsen y Willerslev 2015), arrojando resultados que pueden compararse con aquellos reportados por muestreos tradicionales. Lo anterior se pudo corroborar en este estudio, al registrar por primera vez 262 especies de peces por el método de metabarcoding, comparado con las 270 especies obtenidas empleando métodos de captura tradicionales (Lasso *et al.* 2020, en este libro). Así mismo, los muestreos tradicionales, principalmente para peces, pueden presentar una baja tasa de captura de ciertas especies (captura o pesca selectiva), razón por la cual dichos métodos son confiables solo cuando estas especies presentan una abundancia moderada-alta, aunque en el caso de especies raras o crípticas su abundancia es baja (Jerde *et al.* 2011). Por lo tanto, se puede llegar a concluir erróneamente que una especie está ausente cuando realmente si está presente pero no se logró detectar (Gu y Swihart 2004). Los análisis de metabarcoding realizados en este estudio muestran la utili-

dad de esta técnica para detectar elementos muy interesantes sobre la diversidad críptica de algunos grupos de especies o una diversidad desconocida o inexplorada en la Orinoquia —y posiblemente en el resto de las cuencas—, algunas de ellas de interés pesquero. Por mencionar algunos de los casos más representativos, se reconocen 7 OTUS relacionadas al género *Prochilodus* (bocachicos) cuando en la cuenca se reconoce una sola especie (*P. mariae*), que es de gran valor comercial; 4 OTUS de *Pellona* (solo hay dos especies conocidas, ambas de interés pesca deportiva) y tres especies de anguilas, *Synbranchus* (solo se conoce una en Colombia), entre otras. En cuanto a la diversidad desconocida a nivel de familias y/o órdenes se pueden señalar: 5 OTUS Engraulidae; 20 OTUS Loricariidae; 17 OTUS Pimelodidae; 16 OTUS Perciformes y 22 OTUS Siluriformes; las cuales no se pudieron identificar a un nivel más preciso y muestra por un lado esa diversidad críptica potencial y la necesidad claro está, de contar con una biblioteca genética comparativa mucho más completa.

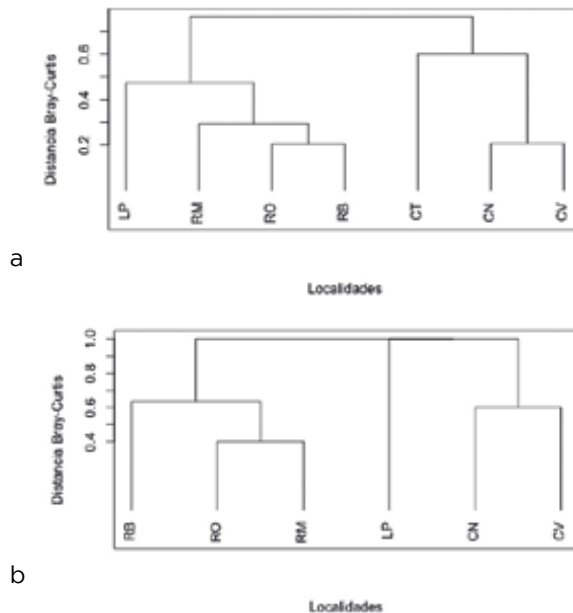


Figura 4. Dendrograma de disimilitud para a) peces y b) otros vertebrados. Localidades: caño Negro (CN), caño Tesoro (CT), caño Verde (CV), laguna El Pañuelo (LP), río Bitá (RB), río Meta (RM) y río Orinoco (RO).

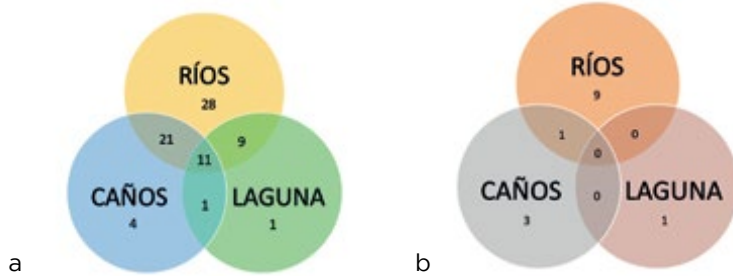


Figura 5. Diagramas de Venn presentando el número de géneros para a) peces y b) géneros otros vertebrados comparados y únicos encontrados en y entre las localidades de muestreo. Caños: caño Negro (CN), caño Tesoro (CT) y caño Verde (CV), laguna: laguna El Pañuelo (LP), ríos: río Bitá (RB), río Meta (RM) y río Orinoco (RO).

Todo lo anterior se relaciona en este caso con los resultados obtenidos para el río Orinoco (cauce principal), ya que se reporta un total de 223 especies de peces para este río a través del método de metabarcoding, mientras que por el método de captura tradicional se colectaron e identificaron solo 128 especies (Lasso *et al.* 2020, en este libro). En otras palabras, existe una diferencia del 57%, la cual equivale a 95 especies no identificadas por métodos tradicionales, que probablemente corresponden a especies de hábitos crípticos. Este razonamiento aplicaría también cuando se considera a todo el sistema (río-planicie inundable), representado en este caso por el río Orinoco y al conjunto de macrohábitats (caños-laguna) de la planicie inundable (262 sp. metabarcoding vs. 270 sp. métodos tradicionales) (Tabla 2). Ahora bien, cuando se realiza esta comparación individualmente a nivel de macrohábitats (laguna, caño y río-cauce principal), se observa que hay una diferencia importante con ambos métodos, donde el enfoque tradicional muestra una eficiencia superior casi del 40% (Tabla 2). Obviamente este hecho puede venir definido en parte, por el mayor esfuerzo de muestreo realizado mediante la pesca y muestreo tradicional — varios años y métodos de pesca selectivos y no selectivos— versus un muestreo puntual en términos espacio-temporales, usando el metabarcoding.

No obstante, hay seis órdenes y ocho familias reportadas para la RNB, incluyendo la sección del río Orinoco estudiada, que no fueron detectadas por el análisis

del metabarcoding: Myliobatiformes (Potamotrygonidae); Gobiiformes (Eleotridae); Pleuronectiformes (Achiridae); Eupercaria (Polycentridae); Beloniformes (Belonidae, Hemirhamphidae) y Cyprinodontiformes (Cynolebiidae, Fluviphylacidae). Tal vez la limitación en la lectura para algunos grupos de peces tiene que ver con los hábitats bentónicos de los Myliobatiformes (rayas) y Pleuronectiformes (lenguados) o en charcos temporales someros (Cyprinodontiformes), bajo con el considerado que las muestras de agua fueron superficiales. Por otro lado, los Gobiiformes, Eupercaria y Beloniformes, fueron muy escasos en los muestreos tradicionales.

El río Orinoco tiene el primer lugar de abundancia relativa de lecturas de géneros de peces (67) entre todas las localidades, representando el 78,8% de géneros totales hallados. Las abundancias relativas de lecturas resultantes en localidades como río Meta, río Bitá, laguna El Pañuelo, caño Verde y caño Negro arrojaron valores de 61,2%, 60%, 37,6%, 36,4% y 31,7% de géneros, respectivamente. En el caso de caño Tesoro, se presentó la menor abundancia relativa de lecturas de géneros de peces (9) y esto podría atribuirse a que el 79,9% de las lecturas para esa localidad estaban contaminadas con ADN humano, un riesgo asociado al uso de primers específicos para vertebrados (Deiner *et al.* 2014) y a la cercanía de asentamientos humanos a los lugares de muestreo, como las comunidades indígenas y de pescadores itinerantes en la región (Lasso obs. pers.).

Con relación a la diversidad alfa, esta se define como la riqueza de especies o grupos taxonómicos de una comunidad determinada (Villareal *et al.* 2006). En este caso, para la cuenca del Orinoco, todas las localidades presentan una diversidad alta a excepción de caño Tesoro. Esto probablemente se asocia con varios factores, entre los que destaca la alta productividad de los ríos Orinoco, Bitá y Meta, relacionado con las aguas blancas (ver p. e. León 2005, Trujillo *et al.* 2016), y el segundo, referente a los caños, radica en la zona específica donde se realizó el muestreo. Para los caños Negro y Verde se muestreó en la zona media y baja, mientras que para caño Tesoro, solo en la cabecera. Esto podría explicar la heterogeneidad que se da a nivel de diversidad ya que en las cabeceras y zonas altas de los sistemas de agua (como ríos) se presenta menor diversidad y riqueza de especies, debido a cambios estacionales abruptos (Montoya *et al.* 2018). Por el contrario, los otros vertebrados presentan una diversidad unificada mayor en los ríos, principalmente en el río Orinoco y no en los caños, relacionado posiblemente con que los ríos presentan áreas mayores —mayor superficie y volumen— (Lasso *et al.* 2014, Sepúlveda-Seguro 2018) y al ser aguas blancas, son sistemas ricos en nutrientes y electrolitos, que aquellos de aguas claras como los caños (Lasso *et al.* 2014).

Para la diversidad beta, es decir la variación en la composición de especies o grupos taxonómicos entre las unidades de muestreo

(Ricotta 2017), se definieron dos grupos para géneros de peces. El primero incluye al de río Orinoco, río Bitá, río Meta y la laguna el Pañuelo. Estos resultados concuerdan con la hidrografía de la región, puesto que el río Meta y el río Bitá desembocan en el río Orinoco, así mismo la laguna se conecta durante temporadas de aguas altas a este mismo río. Por ende, dichas interconexiones proveen un área de distribución más amplia para los organismos, lo cual permite que las cuatro localidades compartan grupos taxonómicos en común. El segundo clúster reúne a caño Negro, caño Verde y caño Tesoro, donde su similitud en cuanto a géneros de peces podría deberse a que en caño Negro desembocan numerosos caños, entre ellos caño Verde y por ende pueden compartir elementos bióticos. Así mismo, esta similitud de fauna posiblemente está relacionada con las características fisicoquímicas, geomorfológicas y fisiográficas de los caños (Morales-Betancourt y Lasso 2020, en este libro). En cuanto al grupo de otros vertebrados, el grupo externo hace referencia a la laguna El Pañuelo, un sistema léntico, de mayor superficie y volumen de agua que permite el establecimiento de otros vertebrados, tanto en términos de abundancia y biomasa. De acuerdo a lo anterior, el método de metabarcoding de ADN ambiental, a través de la secuenciación de alto rendimiento, permite obtener muestras ambientales estandarizadas para diferentes localidades (Thomsen y Willerslev 2015), en las que en

Tabla 2. Comparación de la estimación de la riqueza de especies con ambos métodos de estudio.

Localidad	Metabarcoding	Muestreo estándar Orinoco	Fuente
Río Orinoco (cauce principal)	223	128	Lasso <i>et al.</i> (2020)
Laguna	90 (61,2 %)	147	
Caños	119 (63,9 %)	186	
Todos los hábitats RNB (río Orinoco + planicie inundable)	262 (97 %)	270	
Río Bitá	147 (57,9 %)	254	Villa-Navarro <i>et al.</i> (2017)

muchos casos, se dificulta con métodos de observación, marcaje y/o captura (Takahara *et al.* 2012).

Referente a otros vertebrados, las dos especies de anfibios y reptiles identificadas por el metabarcoding ya fueron registradas para la RNB por Amézquita *et al.* (2020, en este libro). Géneros de aves como *Amazilia*, *Bubulcus*, *Phalacrocorax* y *Steatornis*, pueden utilizar los ríos, principalmente el Bitá, como fuente de alimentación, descanso (Ruiz-Guerra *et al.* 2014) y/o ruta de vuelo (Trujillo y Lasso 2017). Los registros del colibrí (*Amazilia*) y el guácharo (*Steatornis caripensis*) son un nuevo reporte para el río Bitá si comparamos con el estudio de Izquierdo *et al.* (2017) y es importante destacar el registro de *S. caripensis*, ya que de acuerdo al mapa de NatureServe 2017, esta sería una nueva área de presencia de la especie en toda el área conocida de distribución en Suramérica. Los roedores con hábitos semiacuáticos como el género *Hydrochoerus* ya fueron registrados para el Bitá por Mosquera-Guerra *et al.* (2017) y la RNB (Mosquera-Guerra *et al.* 2020, en este libro), pero el murciélago del género *Nyctinomops* sería un nuevo registro para la RNB según el trabajo de Paéz-Vásquez *et al.* (2020, en este libro). *Nyctinomops aurispinosus* (Peale, 1848) solo había sido registrada para la región andina y la Cordillera Oriental de Colombia (Solari *et al.* 2013). Para los caños, la presencia del género de primates *Alouatta*, concuerda con la fauna reportada para la Reserva de Biosfera El Tuparro (Trujillo *et al.* 2008) y el inventario de la RNB (Mosquera-Guerra *et al.* 2020, en este libro), áreas que corresponden a bosques de galería considerados como un corredor biológico para el desplazamiento y aprovisionamiento de recursos alimenticios e hídricos de dichos animales (Nuñez *et al.* 2019). De igual manera, se reportó en los caños al perro de agua, género *Pteronura*, mamíferos que emplean estos sistemas de planicie inundable para establecer madrigueras (temporales o permanentes) y letrinas (Trujillo y Mosquera 2018, Álvarez *et al.* 2020, en este libro). El roedor del género *Makalata*

(Echimyidae) también es un reporte nuevo para la RNB, este tiene registrado una sola especie para Colombia, *M. didelphoides* (Desmarest, 1817) de la región orinoquense y amazónica (Solari *et al.* 2013).

En la RNB y sus alrededores, se determinó la presencia de especies amenazadas que son de interés para la conservación. Por ejemplo, entre los peces, el género *Brachyplatystoma* presente en el río Orinoco, el cual presenta cinco especies en la cuenca y el área de estudio considerada (Lasso *et al.* 2020, en este libro), todas en estado vulnerable (Mojica *et al.* 2012). La nutria gigante o perro de agua (*Pteronura brasiliensis*), la tonina o delfín rosado del Orinoco (*Inia geoffrensis humboldtiana*), presentes en los ríos Orinoco, Meta y Bitá, están en peligro de extinción (Alberico *et al.* 2006, da Silva *et al.* 2018). Es importante resaltar que a excepción de *I. geoffrensis humboldtiana* para las localidades de río Orinoco y río Meta, no se observaron otras especies conspicuas de mamíferos mediante los muestreos de ADN ambiental, a diferencia de otros estudios tradicionales de diversidad realizados en la región (Trujillo y Mosquera-Guerra 2018, Mosquera-Guerra *et al.* 2020, en este libro). Esto es significativo, pues para desarrollar muestreos tradicionales, es necesario observar y/o tener contacto directo con el objeto de estudio, por tal razón aumenta el tiempo de toma de datos que exige un trabajo más intensivo y además puede ser susceptible a falsos negativos, al trabajar con especies crípticas o difíciles de observar (Huver *et al.* 2015).

Es importante resaltar que una de las limitaciones que presenta el método de metabarcoding de ADN ambiental es que la identificación de secuencias de ADN depende netamente de una base de datos de referencia confiable (Thomsen y Willerslev 2015). Todavía no hay una base de datos con las secuencias de todas las especies existentes (Cristescu y Hebert 2018). Por tal razón, los resultados muchas veces arrojan identificaciones de niveles taxonómicos superiores a especie y/o de grupos taxonómicos erróneos por similitud de secuencias tal es el caso de los géneros amazónicos *Uaru* y *Symphys-*

odon. Ahora bien, un ejemplo evidente de este problema fue el orden Gadiformes y la familia marina Merlucciidae (género *Merluccius*); el género marino *Larimus* (con tres OTUS registrados) perteneciente a la familia Sciaenidae, el cual no está presente en sistemas de agua dulce aunque la familia si reporta cuatro géneros y siete especies para la cuenca del Orinoco (DoNascimento *et al.* 2019), muchas de las cuales probablemente no están secuenciadas en la base de datos referencial. También están las familias Bagridae e Ictaluridae (género *Ictalurus*), familias y especies exóticas. Otro ejemplo de los falsos negativos sería el caso del bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*), la cual es una especie de alto valor comercial, categorizada como vulnerable (Mojica *et al.* 2012) e identificada como un OTU en este estudio en el Orinoco. Aunque es endémica de cuenca del Magdalena-Cauca (DoNascimento *et al.* 2019), la secuencia nucleotídica del marcador aquí analizado es muy similar a la de su especie hermana, *Sorubim lima* (Ren y Ma 2019), que si está presente en el Orinoco (DoNascimento *et al.* 2019). Estos grupos

fueron eliminados del anexo 1 para evitar confusiones.

Este estudio demuestra entonces que el uso de ADN ambiental para inventarios de biodiversidad y monitoreo ecosistémico tiene una aplicación real en Colombia y se sugiere continuar y ampliar estos estudios en diversos cuerpos de agua del país. Es una metodología que requiere una inversión comparativamente baja en tiempo, trabajo de campo y mano de obra experta, que permite obtener unos resultados consecuentes y rápidos los cuales pueden ser comparables con los resultados de muestreos tradicionales. Además, este tipo de muestreo de ADN ambiental permitiría involucrar a miembros de las comunidades locales en la toma de muestras y el desarrollo de proyectos de ciencia ciudadana para conocer la biodiversidad local. Es necesaria la inversión y desarrollo de bases de datos de ADN a partir de especímenes de colecciones, que hayan sido identificados por expertos, para poder tener información certera al llevar a cabo estas comparaciones de lecturas de ADN ambiental.

BIBLIOGRAFIA

- Alberico, M., F. Trujillo y J. E. F. Jorgenson. 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Rodríguez-Mahecha, J. V. (Ed.). Conservación Internacional Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Álvarez, A., G. Garrote, B. Castañeda, B. Marín y F. Trujillo. 2020. Patrones de actividad del uso de letrinas por la nutria gigante o perro de agua (*Pteronura brasiliensis* Gmelin, 1788) en la Reserva Natural Bojonawi y su área de influencia (Orinoquia), Vichada, Colombia. Pp. 467-477. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Amézquita, A., C. Durán-Prieto, B. Castañeda, M. A. Morales-Betancourt y C. A. Lasso. 2020. Anfibios y reptiles de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada (Colombia), en un contexto regional de llanuras. Pp. 237-267. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Ardura, A. 2019. Species-specific markers for early detection of marine invertebrate invaders through eDNA methods: Gaps and priorities in GenBank as database example. *Journal for Nature Conservation* 47:51-57.

- Bakker, J., O. S. Wangensteen, D. D. Chapman, G. Boussarie, D. Buddo, T. L. Guttridge y S. Mariani. 2017. Environmental DNA reveals tropical shark diversity in contrasting levels of anthropogenic impact. *Scientific Reports* 7: 16886.
- Bedwell, M. E. y C. S. Goldberg. 2020. Spatial and temporal patterns of environmental DNA detection to inform sampling protocols in lentic and lotic systems. *Ecology and evolution* 10: 1602-1612.
- Beng, K. C. y R. T. Corlett. 2020. Applications of environmental DNA (eDNA) in ecology and conservation: opportunities, challenges and prospects. *Biodiversity and Conservation*: 1-33.
- Carew, M. E., V. J. Pettigrove, L. Metzeling y A. A. Hoffmann. 2013. Environmental monitoring using next generation sequencing: rapid identification of macroinvertebrate bioindicator species. *Frontiers in Zoology* 10: 45.
- Cristescu, M. E. y P. D. Hebert. 2018. Uses and misuses of environmental DNA in biodiversity science and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 49: 209-230.
- Deiner, K. y F. Altermatt. 2014. Transport distance of invertebrate environmental DNA in a natural river. *PLoS one* 9: e88786.
- Deiner, K., H. M. Bik, E. Mächler, M. Seymour, A. Lacoursière, F. Altermatt y M. E. Pfrender. 2017. Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. *Molecular Ecology* 26: 5872-5895.
- da Silva, V., F. Trujillo, A. Martin, A. N. Zerbini, E. Crespo, E. Aliaga-Rossel y R. Reeves. 2018. *Inia geoffrensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T10831A50358152.
- de Sousa, L. L., S. M. Silva y R. Xavier. 2019. DNA metabarcoding in diet studies: Unveiling ecological aspects in aquatic and terrestrial ecosystems. *Environmental DNA* 1: 199-214.
- DoNascimento, C., E. E. Herrera y J. A. Maldonado. 2019. Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v. 2.11. *Asociación Colombiana de Ictiólogos*.
- Elberri, A. I., A. Galal, S. E. Gibreel, S. F. El-Sakhawy, I. El-Garawani, S. E. S. H. ElNabi y K. Mohammed. 2020. DNA and eDNA-based tracking of the North African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *Molecular and Cellular Probes*: 101535.
- Franklin, T. W., K. S. McKelvey, J. D. Golding, D. H. Mason, J. C. Dysthe, K. L. Pilgrim y C. M. Raley. 2019. Using environmental DNA methods to improve winter surveys for rare carnivores: DNA from snow and improved noninvasive techniques. *Biological Conservation* 229: 50-58.
- Gu, W. y R. K. Swihart. 2004. Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife—habitat models. *Biological Conservation* 116: 195-203.
- Huwer, J. R., J. Koprivnikar, P. T. J. Johnson y S. Whyard. 2015. Development and application of an eDNA method to detect and quantify a pathogenic parasite in aquatic ecosystems. *Ecological Applications* 25: 991-1002.
- Itakura, H., R. Wakiya, S. Yamamoto, K. Kaifu, T. Sato y T. Minamoto. 2019. Environmental DNA analysis reveals the spatial distribution, abundance, and biomass of Japanese eels at the river-basin scale. *Aquatic Conservation* 29: 361-373.
- Izquierdo, E., L. G. Naranjo, S. Losada-Prado y E. Arbeláez-Cortés. 2017. Aves. Pp. 277-303. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Jerde, C. L., A. R. Mahon, W. L. Chadderton y D. M. Lodge. 2011. "Sight-unseen" detection of rare aquatic species using environmental DNA. *Conservation Letters* 4: 150-157.

Capítulo 11. ADN AMBIENTAL

- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado y F. Trujillo (Eds.). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D. C., Colombia. 303 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz, G. Corzo y A. Machado (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, S. Bernal-Sierra, E. López, J. E. García-Melo, I. Mikolji, C. DoNascimento, A. Méndez, A. Barbarino, B. Castañeda, B. Marín y D. Taphorn. 2020. Peces de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 191-235. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- León, G. S. 2005. La cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico. *Revista Geográfica Venezolana* 46: 75-108.
- Li, M., X. Shan, W. Wang, X. Ding, F. Dai, D. Lv y H. Wu. 2020. Qualitative and quantitative detection using eDNA technology: A case study of *Fenneropenaeus chinensis* in the Bohai Sea. *Aquaculture and Fisheries* 5: 148-155.
- Lodge, D. M., C. R. Turner, C. L. Jerde, M. A. Barnes, L. Chadderton, S. P. Egan y M. E. Pfrender. 2012. Conservation in a cup of water: estimating biodiversity and population abundance from environmental DNA. *Molecular ecology* 21: 2555-2558.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA. 61-80 pp.
- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez y C. A. Lasso (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia. 319 pp.
- Montoya, C. D., A. F. Villa y E. O. López. 2018. Composición y estructura de peces de la microcuenca del río Anchique, Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 66: 336-351.
- Morales-Betancourt, M. A. y C. A. Lasso. 2020. La Reserva Natural Bojonawi, río Orinoco, Vichada, Colombia: aspectos abióticos, socioeconómicos y ecosistemas. Pp. 39-61. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, E. Gómez-Guevara, B. Castañeda, T. M. González y H. Mantilla-Meluk. 2020. Mamíferos no voladores de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 301-321. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Nguyen, N. P., T., Warnow, M. Pop y B. White. 2016. A perspective on 16S rRNA operational

- taxonomic unit clustering using sequence similarity. *NPJ biofilms and Microbiomes* 2: 1-8.
- Núñez, A. L., I. M. Castro, G. Mestre y L. Lozano. 2019. Los bosques de galería conectores de vida. *Ámbito Investigativo* 4: 1-7.
- Páez-Vásquez, M., C. A. Aya-Cuero, N. Moreno-Niño, C. Mora-Beltrán, H. Mantilla-Meluk y J. H. Castaño. 2020. Murciélagos de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquía, Vichada, Colombia. Pp. 323-343. *En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Pornon, A., N. Escaravage, M. Burrus, H. Holota, A. Khimoun, J. Mariette y M. Vidal. 2016. Using metabarcoding to reveal and quantify plant-pollinator interactions. *Scientific Reports* 6: 1-12.
- Ren, F. y X. Ma. 2019. The complete mitochondrial genome of *Sorubim lima* (Siluriformes, Pimelodidae). *Mitochondrial DNA* 4: 3650-3651.
- Ricotta, C. 2017. Of beta diversity, variance, evenness, and dissimilarity. *Ecology and Evolution* 7: 4835-4843.
- Rivera, A. C., M. A. Zapata, D. Pérez, Y. Morales, H. Ovalle y P. J. Alvarez. 2010. Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 15: 145-166.
- Ruiz-Guerra, C., D. Eusse y C. Arango. 2014. Distribución, abundancia y reproducción de las aves acuáticas de las sabanas inundables de Meta y Casanare (Colombia) y sitios prioritarios para la conservación. *Biota Colombiana* 15: 137-160.
- Ruppert, K. M., R. J. Kline y M. S. Rahman. 2019. Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA. *Global Ecology and Conservation*: e00547.
- Sepúlveda-Seguro, A. M. S. 2018. Acercamiento a las características demográficas y de uso del hábitat de la tortuga galápagua *Podocnemis vogli* (Testudines, Podocnemididae), en la Reserva Natural Privada Bojonawi (Vichada, Colombia) durante la estación seca. Tesis de grado, Universidad de Antioquia, Colombia. 71 pp.
- Simpfendorfer, C. A., P. M. Kyne, T. H. Noble, J. Goldsbury, R. K. Basiita, R. Lindsay y D. R. Jerry. 2016. Environmental DNA detects Critically Endangered largemouth sawfish in the wild. *Endangered Species Research* 30: 109-116.
- Solari, S., Y. Muñoz, J. V. Rodríguez, T. R. Defler, H. E. Ramírez y F. Trujillo. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20: 301-365.
- Takahara, T., Minamoto, T., Yamanaka, H., Doi, H. y Z. I. Kawabata. 2012. Estimation of fish biomass using environmental DNA. *PLoS ONE* 7: e35868.
- Takeuchi, A., T., Iijima, W. Kakuzen, S. Watanabe, Y. Yamada, A. Okamura y K. Tsukamoto. 2019. Release of eDNA by different life history stages and during spawning activities of laboratory-reared Japanese eels for interpretation of oceanic survey data. *Scientific Reports* 9: 6074.
- Thomsen, P. F. y E. Willerslev. 2015. Environmental DNA—An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation* 183: 4-18.
- Tillotson, M. D., R. P. Kelly, J. Duda, J. M. Hoy, J. Kralj y T. P. Quinn. 2018. Concentrations of environmental DNA (eDNA) reflect spawning salmon abundance at fine spatial and temporal scales. *Biological Conservation* 220: 1-11.
- Trujillo, F., M. Portocarrero y C. Gómez. 2008 (Eds.). Plan de manejo y conservación de especies amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del género *Podocnemis*. Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundación Omacha - Fundación Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement, Bogotá, D. C., Colombia. 143 pp.

Capítulo 11. ADN AMBIENTAL

- Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma (Eds.). 2016. Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia. 336 pp.
- Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.). 2017. IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 349 pp.
- Trujillo, F. y F. Mosquera-Guerra. 2018. Nutrias de la Orinoquia colombiana. Cepsa y Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 172 pp.
- Valentini, A., P. Taberlet, C. Miaud, R. Civade, J. Herder, P. F. Thomsen y C. Gaboriaud. 2016. Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Molecular Ecology* 25: 929-942.
- Villa-Navarro, A. F., O. E. Lopez, G. J. Albornoz, D. Montoya, C. D. Taphorn, C. DoNascimento, S. Usma, L. M. Mesa y C. A. Lasso. 2017. Peces. Pp. 169-240. *En: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), IV. Biodiversidad del río Bitá. Vichada, Colombia.* Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Villareal, H., M. Álvarez, F. Córdoba, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza y M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 236 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de peces identificados mediante “Metabarcoding” en la Reserva Natural Bojonawi.

Orden	Familia	Género	Especie
Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus</i>	<i>Acestrorhynchus</i> sp.
	Anostomidae	<i>Leporinus</i>	<i>Leporinus affinis</i> , <i>Leporinus piau</i> , <i>Leporinus</i> sp. 01, <i>Leporinus</i> sp. 02, <i>Leporinus</i> sp. 03, <i>Leporinus</i> sp. 04, <i>Leporinus</i> sp. 05, <i>Leporinus</i> sp. 06, <i>Leporinus</i> sp. 07, <i>Leporinus</i> sp. 08
		<i>Megaleporinus</i>	<i>Megaleporinus</i> sp. 01, <i>Megaleporinus</i> sp. 02
	Characidae	<i>Schizodon</i>	<i>Schizodon knerri</i>
		<i>Chalceus</i>	<i>Chalceus macrolepidotus</i> , <i>Chalceus</i> sp. 01
		<i>Creagrutus</i>	<i>Creagrutus</i> sp. 01
		<i>Ctenobrycon</i>	<i>Ctenobrycon</i> sp. 01
		<i>Grundulus</i>	<i>Grundulus</i> sp. 01
		<i>Hemigrammus</i>	<i>Hemigrammus</i> sp. 01, <i>Hemigrammus</i> sp. 02
	Characidae	<i>Hyphessobrycon</i>	<i>Hyphessobrycon anistisi</i> , <i>Hyphessobrycon herbertaxelrodi</i> , <i>Hyphessobrycon</i> sp. 01, <i>Hyphessobrycon</i> sp. 02, <i>Hyphessobrycon</i> sp. 03
		<i>Moenkhausia</i>	<i>Moenkhausia ceros</i> , <i>Moenkhausia lepidura</i> , <i>Moenkhausia</i> sp. 01
		<i>Nematobrycon</i>	<i>Nematobrycon</i> sp. 01
		<i>Phenacogaster</i>	<i>Phenacogaster</i> sp. 01, <i>Phenacogaster</i> sp. 02
		<i>Poptella</i>	<i>Poptella</i> sp. 01
<i>Tetragonopterus</i>		<i>Tetragonopterus chalceus</i> , <i>Tetragonopterus</i> sp. 01	
<i>Tytocharax</i>		<i>Tytocharax</i> sp. 01	

Anexo 1. Continuación.

Orden	Familia	Género	Especie
Characiformes	Characidae	Characidae (n. i.)	Characidae sp. 01, Characidae sp. 02, Characidae sp. 03, Characidae sp. 04, Characidae sp. 05, Characidae sp. 06, Characidae sp. 07, Characidae sp. 08, Characidae sp. 09, Characidae sp. 10, Characidae sp. 11, Characidae sp. 12, Characidae sp. 13, Characidae sp. 14, Characidae sp. 15, Characidae sp. 16, Characidae sp. 17, Characidae sp. 18, Characidae sp. 19, Characidae sp. 20, Characidae sp. 21, Characidae sp. 22, Characidae sp. 23, Characidae sp. 24, Characidae sp. 25, Characidae sp. 26, Characidae sp. 27, Characidae sp. 28, Characidae sp. 29, Characidae sp. 30, Characidae sp. 31, Characidae sp. 32, Characidae sp. 33, Characidae sp. 34, Characidae sp. 35, Characidae sp. 36, Characidae sp. 37, Characidae sp. 38, Characidae sp. 39, Characidae sp. 40, Characidae sp. 41, Characidae sp. 42, Characidae sp. 43, Characidae sp. 44, Characidae sp. 45, Characidae sp. 46, Characidae sp. 47, Characidae sp. 48
	Crenuchidae	<i>Characidium</i>	<i>Characidium</i> sp. 01
	Ctenolucidae	<i>Boulengerella</i>	<i>Boulengerella maculata</i> , <i>Boulengerella</i> sp. 01
	Curimatidae	<i>Curimatopsis</i>	<i>Curimatopsis</i> sp. 01
		<i>Cyphocharax</i>	<i>Cyphocharax gilbert</i> , <i>Cyphocharax</i> sp. 01, <i>Cyphocharax</i> sp. 02, <i>Cyphocharax</i> sp. 03
	Erythrinidae	<i>Hoplias</i>	<i>Hoplias malabaricus</i> , <i>Hoplias</i> sp. 01, <i>Hoplias</i> sp. 02, <i>Hoplias</i> sp. 03
	Hemiodontidae	<i>Hemiodus</i>	<i>Hemiodus gracilis</i> , <i>Hemiodus</i> sp. 01, <i>Hemiodus</i> sp. 02
	Iguanodectidae	<i>Bryconops</i>	<i>Bryconops</i> sp. 01, <i>Bryconops</i> sp. 02, <i>Bryconops</i> sp. 03, <i>Bryconops</i> sp. 04, <i>Bryconops</i> sp. 05, <i>Bryconops</i> sp. 06,
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus</i>	<i>Prochilodus</i> sp. 01, <i>Prochilodus</i> sp. 02, <i>Prochilodus</i> sp. 03, <i>Prochilodus</i> sp. 04, <i>Prochilodus</i> sp. 05, <i>Prochilodus</i> sp. 06, <i>Prochilodus</i> sp. 07
	Serrasalminidae	<i>Metynnis</i>	<i>Metynnis hypsauchen</i>
<i>Myleus</i>		<i>Myleus setiger</i>	
<i>Myloplus</i>		<i>Myloplus rubripinnis</i>	
<i>Piaractus</i>		<i>Piaractus brachipomus</i>	
<i>Pristobrycon</i>		<i>Pristobrycon striolatus</i>	
<i>Pygocentrus</i>	<i>Pygocentrus cariba</i>		

Anexo 1. Continuación.

Orden	Familia	Género	Especie
Characiformes	Serrasalminidae	Serrasalminidae (n. i.)	Serrasalminidae sp. 01, Serrasalminidae sp. 02, Serrasalminidae sp. 03, Serrasalminidae sp. 04
		Serrasalmus	Serrasalmus irritans, Serrasalmus manuelei, Serrasalmus sp. 01
	Engraulidae	Lycengraulis	Lycengraulis sp. 01
		Pterengraulis	Pterengraulis atherinoides
		Engraulidae (n. i.)	Engraulidae sp. 01, Engraulidae sp. 02, Engraulidae sp. 03, Engraulidae sp. 04, Engraulidae sp. 05
	Pristigasteridae	Pellona	Pellona castelnaeana, Pellona flavipinnis, Pellona sp. 01, Pellona sp. 02
	Aptereronotidae	Aptereronotus	Aptereronotus albifrons, Aptereronotus sp. 01, Aptereronotus sp. 02, Aptereronotus sp. 03, Aptereronotus sp. 04, Aptereronotus sp. 05, Aptereronotus sp. 06, Aptereronotus sp. 07, Aptereronotus sp. 08, Aptereronotus sp. 09, Aptereronotus sp. 10
	Gymnotidae	Electrophorus	Electrophorus electricus, Electrophorus sp. 01
		Gymnotus	Gymnotus sp. 01
	Hypopomidae	Brachyhypopomus	Brachyhypopomus occidentalis, Brachyhypopomus sp. 01, Brachyhypopomus sp. 02
Rhamphichthyidae	Gymnorhamphichthys	Gymnorhamphichthys sp. 01, Gymnorhamphichthys sp. 02	
Sternopygidae	Eigenmannia	Eigenmannia sp. 01, Eigenmannia sp. 02, Eigenmannia sp. 03, Eigenmannia sp. 04, Eigenmannia sp. 05, Eigenmannia sp. 06, Eigenmannia sp. 07	
	Sternopygus	Sternopygus macrurus, Sternopygus sp. 01, Sternopygus sp. 02, Sternopygus sp. 03	
Perciformes	Cichlidae	Aequidens	Aequidens metae, Aequidens sp. 01, Aequidens sp. 02
		Dicrosossus	Dicrosossus filamentosus
	Cichlidae (n. i.)	Cichlidae sp. 01, Cichlidae sp. 02, Cichlidae sp. 03, Cichlidae sp. 04	
Siluriformes	Sciaenidae	Sciaenidae (n. i.)	Sciaenidae sp. 01, Sciaenidae sp. 02, Sciaenidae sp. 03, Sciaenidae sp. 04, Sciaenidae sp. 05
	Auchenipteridae	Auchenipterichthys	Auchenipterichthys sp. 01, Auchenipterichthys sp. 02, Auchenipterichthys sp. 03
		Auchenipterus	Auchenipterus demerarae

Anexo 1. Continuación.

Orden	Familia	Género	Especie
	Auchenipteridae	<i>Centromochlus</i>	<i>Centromochlus</i> sp. 01
		Auchenipteridae (n. i.)	Auchenipteridae sp. 01, Auchenipteridae sp. 02, Auchenipteridae sp. 03, Auchenipteridae sp. 04
		<i>Liosomadoras</i>	<i>Liosomadoras morrowi</i> , <i>Liosomadoras</i> sp. 01, <i>Liosomadoras</i> sp. 02
	Cetopsidae	<i>Cetopsis</i>	<i>Cetopsis coecutiens</i> , <i>Cetopsis</i> sp. 01, <i>Cetopsis</i> sp. 02
		<i>Acanthodoras</i>	<i>Acanthodoras spinosissimus</i>
		<i>Agamyxis</i>	<i>Agamyxis albomaculatus</i>
		<i>Amblyodoras</i>	<i>Amblyodoras</i> sp. 01
		<i>Doras</i>	<i>Doras carinatus</i>
		<i>Leptodoras</i>	<i>Leptodoras</i> sp. 01
	Doradidae	<i>Oxydoras</i>	<i>Oxydoras niger</i>
		<i>Pterodoras</i>	<i>Pterodoras granulosus</i>
		<i>Rhinodoras</i>	<i>Rhinodoras boehlkei</i>
		<i>Tenellus</i>	<i>Tenellus ternetzi</i> , <i>Tenellus trimaculatus</i>
		<i>Trachydoras</i>	<i>Trachydoras</i> sp. 01, <i>Trachydoras</i> sp. 02
		Doradidae (n. i.)	Doradidae sp. 01, Doradidae sp. 02, Doradidae sp. 03, Doradidae sp. 04
		<i>Cetopsorhamdia</i>	<i>Cetopsorhamdia</i> sp. 01
	Heptapteridae	<i>Goeldiella</i>	<i>Goeldiella eques</i> , <i>Goeldiella</i> sp. 01
		<i>Imparfinis</i>	<i>Imparfinis minutus</i> , <i>Imparfinis</i> sp. 01
		<i>Pimelodella</i>	<i>Pimelodella</i> sp. 01, <i>Pimelodella</i> sp. 02
	Heptapteridae	<i>Rhamdia</i>	<i>Rhamdia</i> sp. 01

Siluriformes

Anexo 1. Continuación.

Orden	Familia	Género	Especie
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Heptapteridae</i>	Heptapteridae sp. 01, Heptapteridae sp.02
		<i>Ancistrus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 01
		<i>Dekeyseria</i>	<i>Dekeyseria scaphirhyncha</i>
		<i>Hypancistrus</i>	<i>Hypancistrus</i> sp. 01
		<i>Hypoptopoma</i>	<i>Hypoptopoma incognitum</i> , <i>Hypoptopoma inexpectatum</i>
		<i>Hypostomus</i>	<i>Hypostomus aff. Plecostomus</i> , <i>Hypostomus</i> sp. 01, <i>Hypostomus</i> sp. 02
		<i>Loricariichthys</i>	<i>Loricariichthys maculatus</i>
	Loricariidae	<i>Proloricaria</i>	<i>Proloricaria proliza</i>
		<i>Pseudancistrus</i>	<i>Pseudancistrus orinoco</i>
		<i>Pseudolithoxus</i>	<i>Pseudolithoxus</i> sp. 01
		<i>Pterygoplichthys</i>	<i>Pterygoplichthys</i> sp. 01, <i>Pterygoplichthys</i> sp. 02
		<i>Rineloricaria</i>	<i>Rineloricaria fallax</i> , <i>Rineloricaria</i> sp. 01
		Loricariidae (n. i.)	Loricariidae sp. 01, Loricariidae sp. 02, Loricariidae sp. 03, Loricariidae sp. 04, Loricariidae sp. 05, Loricariidae sp. 06, Loricariidae sp. 07, Loricariidae sp. 08, Loricariidae sp. 09, Loricariidae sp. 10, Loricariidae sp. 11, Loricariidae sp. 12, Loricariidae sp. 13, Loricariidae sp. 14, Loricariidae sp. 15, Loricariidae sp. 16
		<i>Brachyplatystoma</i>	<i>Brachyplatystoma</i> sp.
	<i>Duopalatinus</i>	<i>Duopalatinus peruanus</i>	
Pimelodidae	<i>Exallodontus</i>	<i>Exallodontus aguanaei</i>	
	<i>Hemisorubim</i>	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	
	<i>Megalonema</i>	<i>Megalonema platycephalum</i>	

Anexo 1. Continuación.

Orden	Familia	Género	Especie
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Phractocephalus</i>	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>
		<i>Pimelodus</i>	<i>Pimelodus cf. Altissimus</i> , <i>Pimelodus ornatus</i> , <i>Pimelodus sp. 01</i> , <i>Pimelodus sp. 02</i> , <i>Pimelodus sp. 03</i>
		<i>Pseudoplatystoma</i>	<i>Pseudoplatystoma sp. 01</i>
		<i>Sorubimichthys</i>	<i>Sorubimichthys planiceps</i>
		Pimelodidae (n. i.)	Pimelodidae sp. 01, Pimelodidae sp. 02, Pimelodidae sp. 03, Pimelodidae sp. 04, Pimelodidae sp. 05, Pimelodidae sp. 06, Pimelodidae sp. 07, Pimelodidae sp. 08, Pimelodidae sp. 09, Pimelodidae sp. 10, Pimelodidae sp. 11, Pimelodidae sp. 12, Pimelodidae sp. 13, Pimelodidae sp. 14, Pimelodidae sp. 15, Pimelodidae sp. 16
Synbranchiformes	Trichomycteridae	Trichomycteridae g.	<i>Trichomycteridae sp. 01</i>
	Synbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>Synbranchus sp. 01</i> , <i>Synbranchus sp. 02</i> , <i>Synbranchus sp. 03</i>



Laguna El Pañuelo. Foto: Fernando Trujillo.



Charcas temporales en el cerro Karikari. Foto: Fernando Trujillo.

RECONSTRUYENDO PROCESOS ECOLÓGICOS EN HÁBITATS AISLADOS CON MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LOS INSELBERGS DEL ESCUDO GUAYANÉS COLOMBIANO

Ángela Aristizábal-Botero, David Paéz-Pérez y Emilio Realpe

Resumen. En el Escudo Guayanés coexisten ecosistemas inexplorados, como los charcos de los afloramientos rocosos o “inselbergs”. Se exploraron las características del biotopo y la biocenosis de los charcos de dos inselbergs de la Reserva Natural Bojonawi-RNB: cerro Morrocoy y piedra del Karikari. Para conocer el biotopo, se tomaron fotografías aéreas con las que se generaron mosaicos y modelos de elevación detallados de los afloramientos y los charcos. Esto hizo posible caracterizar su hidroperíodo, cobertura vegetal y conectividad. Los inventarios de diversidad de macroinvertebrados acuáticos-MIA revelaron una riqueza de 75 morfoespecies, para ambas localidades juntas, tanto a inicios como en plena estación lluviosa. Sin embargo, la riqueza combinada para ambas estaciones fue 106; de las cuales Morrocoy reportó 92, mientras que Karikari reportó 56. Además, se encontraron diferencias en la dominancia y distribución de los MIA entre ambos inselbergs. También se comprobó cuantitativamente que la diversidad de MIA cambia a lo largo de la estación lluviosa. Finalmente, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos del agua se identificó que las variables asociadas al hidroperíodo: salinidad, conductividad, sólidos y oxígeno disueltos, influyen el ensamblaje de MIA, debido a que son indicadores de los retos ecofisiológicos que enfrentan los MIA para sobrevivir a la sequía.

Palabras clave. Biotopo, cuenca del Orinoco, diversidad, hidroperíodo, insectos dulceacuáticos.

Abstract. The Guiana Shield consists of a variety of unexplored ecosystems as rock pools from rocky outcrops or inselbergs. It was explored both the biotope and biocenosis of rock pools from two inselbergs in the Bojonawi Nature Reserve: Morrocoy mountain and Karikari rock. UAV-mounted cameras and photogrammetric software were used to obtain 3D models of whole inselbergs and of small areas. This allowed us to characterize the pools hydroperiod, vegetal coverture, and simulate

Aristizábal-Botero, A., D. Páez-Pérez y E. Realpe. 2020. Reconstruyendo procesos ecológicos en hábitats aislados con macroinvertebrados acuáticos de los inselbergs del Escudo Guayanés colombiano. Pp. 371-389. *En:* Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII12

the flow of rainwater that creates connectivity among microhabitats. The aquatic macroinvertebrates-AMI inventories for both inselbergs together revealed a richness 75 morphospecies, at the beginning and in the middle of the rainy season. However, the richness calculated combining the data from both seasons yields 106 morphospecies; from which Morrocoy reports 92, while the Karikari rock reports 56. Besides, significant differences in dominance and distribution of AMI between the two inselbergs were found. Also, it was quantitatively proven that the AMI diversity changes throughout the rainy season. Finally, the analysis of the physicochemical parameters of the water allowed to identify variables associated with the hydroperiod: salinity, conductivity, solids, and dissolved oxygen, which influence the AMI assembly.

Keywords. Biotope, diversity, freshwater insects, hydroperiod, Orinoco Basin.

INTRODUCCIÓN

Los charcos sobre los afloramientos rocosos o “inselbergs” de la Reserva Natural Bojonawi-RNB

En las superficies que conforman el Escudo Guayanés colombiano en la frontera oriental del departamento de Vichada (Colombia) se pueden observar los *inselbergs* (afloramientos rocosos, domos o lajas graníticas). Estas son formaciones dispersas de roca plutónica, constituidas principalmente por granito Parguaza y Migmatita de origen precámbrico. La zona pertenece a la provincia geocronológica Ventuari-Tapajós y está constituida por un complejo ígneo profundo de entre 1.950 y 1.800 millones de años de antigüedad, con una cobertura sedimentaria que data de entre el Paleógeno y el Neógeno (de 60 a 28 millones de años) y consta de areniscas y arcillolitas ricas en hierro. En este antiguo lienzo, los charcos se forman continuamente mediante procesos pseudokársticos, debido a la acción erosiva o disolvente del agua y el viento que actúan de manera diferencial en los distintos minerales de la roca (Bonilla-Pérez *et al.* 2013, Díaz-Merlano *et al.* 2015). Estos charcos presentan periodos de sequía (Figura 1a), asociados a la estación con menor pluviosidad entre diciembre y marzo de cada año, y se llenan de agua y vida los meses restantes (Figura 1b), gracias a que la zona presenta un régimen monomodal de lluvias que regula directamente el hidropereodo de los charcos.

Muchos de estos cuerpos de agua son muy poco profundos (entre 2 y 10 cm) y presentan un fondo casi plano (Figura 1); estos son llamados charcos temporales. Sin embargo, también pueden tener más de un metro de profundidad y presentar un lecho curvo semicircular o cónico (Figura 2), a estos se les conoce como charcos semipermanentes (ver Anexo 1, para la clasificación de los charcos muestreados). Las diferencias en su capacidad para almacenar agua afectan la composición de las especies que pueden habitar en ellas dado que, por su lecho rocoso, no están conectadas con cuerpos de agua subterráneos. En consecuencia, presentan muy pocas zonas que pueden servir de refugio a sus habitantes, por tanto, su forma, volumen y capacidad de retención del agua determinan el tipo de vegetación que puede sobrevivir en los charcos y servir como microhábitat para los invertebrados.

Adicionalmente, los charcos sobre las rocas pueden tener dos orígenes según de donde provenga el agua. Si el agua proviene exclusivamente de la lluvia, que es el caso de casi todos los charcos de la RNB, se denominan charcos de origen pluvial y se caracterizan por ser de aguas claras. Por otra parte, si el agua proviene también del pulso de inundación de un río o laguna, como es el caso de la estación P7 en la piedra del Karikari (Anexo1), entonces se denominan charcos de origen fluvial y las características del agua estarán dadas por las caracte-

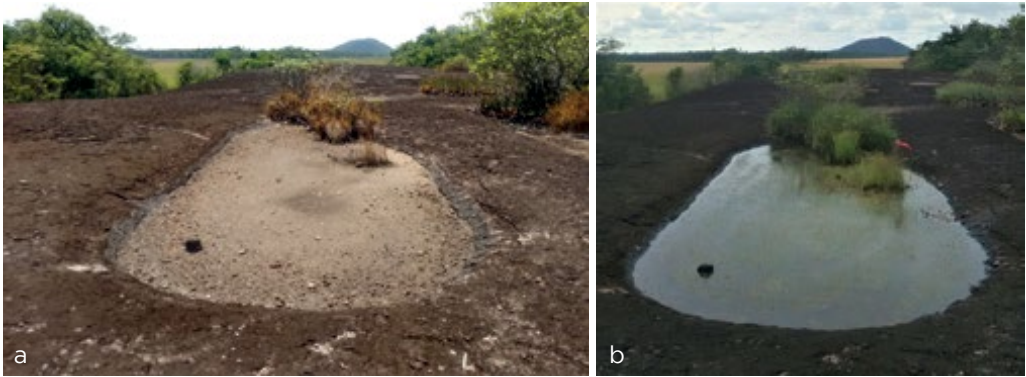


Figura 1. Charco temporal de origen pluvial, cerro Morrocoy (estación M6): a) seco, marzo 2017, b) con agua, septiembre de 2016. Fotos: Ángela Aristizábal-Botero.



Figura 2. Charcos pluviales semipermanentes interconectados y completamente llenos durante la estación de lluvias, septiembre de 2016. En primer plano se ve la estación M8. Foto: Ángela Aristizábal-Botero.

terísticas del río o laguna que las aporte, que en este caso es el río Orinoco, el cual presenta una combinación de aguas blancas y claras (ver Capítulo 1).

Con el fin de entender los procesos ecológicos que rigen a las comunidades de los organismos de este microcosmos, el presente capítulo tiene como primer obje-

tivo describir las características espaciales y registrar las propiedades físicas y químicas del agua de los charcos. Posteriormente, se discutirá sobre lo hallado a partir de los primeros inventarios de diversidad de MIA, realizados durante septiembre de 2016, durante la parte final de la temporada de lluvias y entre finales de marzo e inicios

de abril de 2017, justo al inicio de la temporada de lluvias. Todo esto, teniendo en cuenta las interacciones entre el componente biótico y abiótico del ecosistema.

METODOLOGÍA

Mapeo de la topografía: generación de modelos sobre la conectividad de los microhábitats utilizando imágenes aéreas tomadas con sensores remotos

Con el fin de entender la topografía general de dos de los inselbergs de la RNB (Tabla 1, Figura 3) y escudriñar en la forma y conectividad de los charcos, se utilizó un multirrotor Phantom 4 (dron), con una cámara RGB de 12.4 Megapíxeles, con navegador GPS integrado. Además, se le adaptó una cámara de infrarrojo cercano (NIR) para adquirir imágenes de la actividad fotosintética, asociada a los charcos. Para las diferentes etapas del proceso de elaboración de orto mosaicos y modelos de elevación, se utilizaron los siguientes programas: Pix4D Capture®, para la planeación y ejecución de los vuelos; Agisoft Photoscan®, para la generación de los modelos de altitud, morfometría y orto fotos; ArcGIS® y QGIS, para el análisis de imágenes y elaboración de los mapas de conexión de los charcos. Los vuelos se realizaron entre 40 y 80 m de altura sobre el terreno y se tomaron fotografías con un traslapeo longitudinal y transversal del 80%. Los planes de vuelo se hicieron basados en polígonos trazados alrededor de las rocas, utilizando imágenes satelitales de baja resolución de *Google Earth*, como referencia. Luego, los planes se cargaron al dron, que los ejecuta automáticamente bajo la supervisión constante de un piloto y de un observador.

Análisis de la composición física y química del agua

Las variables físicas y químicas, medidas *in situ*, fueron: oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales (SDT), pH, conductividad y temperatura. Para esto se realizaron mediciones por duplicado en cada estación (Tabla 1), durante las mismas fechas que se llevaron a cabo los muestreos biológicos, utilizando una sonda multiparámetros, Orion Star A329 de *Thermo Scientific*. Además, se tomó una muestra compuesta, es decir, se reunió el agua de varios charcos de la piedra del Karikari, para ser analizada en las instalaciones del laboratorio Chemilab S.A.S, en Bogotá, con el fin de determinar el contenido de: nitrógeno total, fósforo total, carbono orgánico total, DBO₅, coliformes fecales, coliformes totales, nitratos, fosfatos, cloruros, sulfatos, turbidez, dureza, alcalinidad, sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, mercurio, arsénico, plomo, grasas y aceites, tensoactivos y clorofila a. Para la toma de dichas muestras se tuvieron en cuenta los procedimientos y materiales establecidos en el *Standard Methods* de la Asociación de salud pública Americana (2005), seleccionando las variables fisicoquímicas pertinentes para el cálculo de: el índice de calidad de agua *Water Quality Index* (WQI en la página oficial del *Water Research Center*), el Índice de estado limnológico o IEL (Pinilla *et al.* 2010) y los índices de contaminación del agua ICOS, que incluyen el índice de contaminación por sólidos suspendidos: ICOSUS, el índice de contaminación trófica: ICOTRO y el índice de contaminación por materia orgánica: ICOMO (Ramírez *et al.* 1997).

Tabla 1. Localidades monitoreadas en septiembre de 2016 y entre marzo y abril de 2017, RNB.

Nombre de la localidad	Ubicación	Descripción	Estaciones
Piedra Karikari	6,093419° -67,487261°	Afloramiento rocoso sobre la margen del río Orinoco y la laguna El Pañuelo. Rodeada de bosque inundable.	9
Cerro Morrococoy	6,026867° -67,524309°	Flanqueada por bosque de galería y sabana, a más de un kilómetro de distancia del cuerpo de agua más próximo.	10



Figura 3. Estaciones de muestreo de macroinvertebrados acuáticos asociados a inselbergs, Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

Exploración de la diversidad de los macroinvertebrados dulceacuícolas

Las colectas de los MIA en los charcos sobre las rocas se realizaron al final de la temporada de lluvias de septiembre de 2016 y al inicio de la temporada de lluvias del año siguiente, a finales de marzo y comienzos de abril de 2017. Con el fin de tener representatividad numérica de cada microhábitat (estación) el esfuerzo de muestreo de MIA se ajustó de manera proporcional al volumen promedio aproximado de todos los charcos. Para lograrlo se midieron las áreas de todos los charcos, se promediaron y para aquellos charcos que superaban el promedio se seleccionaron áreas de muestreo similares al promedio calculado. Para capturar los MIA se utilizaron redes de acuario con mangos de 30 cm de largo, área

de marco de 20 x 10 cm y ancho de malla fino de 0,5 x 1 mm. Con ellas se hicieron líneas de barrido sobre el lecho rocoso, aproximadamente cada 20 cm, cubriendo completamente el área de los charcos más pequeños y someros y centrándose en las orillas de los más grandes y profundos. Los MIA fueron preservados en etanol al 70% para su identificación morfológica. La eficiencia de muestreo en las dos localidades se evaluó mediante curvas de acumulación de grupos taxonómicos usando el algoritmo Chao 2, eliminando los registros únicos, utilizando el programa R x64 3.1.3 paquete para chao en R.

Con el fin de obtener una panorámica más detallada de la composición de la biocenosis, se asignaron los roles tróficos al inventario faunístico realizado, siguiendo

la metodología propuesta en Jocque *et al.* (2010). Para calcular la diversidad, se realizó el cálculo del índice de Simpson y el estimativo de diversidad alfa de Fisher para cada inselberg; así como el estimativo de la diversidad Exponencial de Shannon ¹D para cada estación.

Interconexión: incidencia de los factores ambientales sobre la composición y riqueza de los MIA

Una de las preguntas más importantes en la ecología es entender cómo se relacionan los factores abióticos con el componente biótico y sus dinámicas en un ecosistema. Esto se debe a que el ambiente abiótico o biotopo puede influenciar a los seres vivos a corto y largo plazo, de formas directas e indirectas, a través de las condiciones físicas y químicas del hábitat de un organismo, así como por medio de los condicionamientos que impone sobre otros organismos con los que este se relaciona, es decir a través del condicionamiento de las redes tróficas (Dimitrakopoulos y Troumbis 2019). Por estas razones, este capítulo muestra cuantitativamente la influencia de los factores abióticos que hacen posible esta particular hiperdiversidad de MIA.

Con este fin, las variables físicas y químicas tomadas *in situ* fueron correlacionadas con la riqueza de MIA, para cada uno de los charcos muestreados en 2016, utilizando el análisis de redundancia RDA, el cual además permite explorar de forma combinada la diversidad beta, al comparar la similitud de las comunidades de MIA en conjunto con su relación con las variables ambientales incluidas. Para tal fin, se transformaron los valores de abundancia de la información faunística, utilizando la función $\text{Log}(x+1)$, con el fin de “suavizar” las diferencias de abundancia entre taxones dominantes y raros (Reynaga y Dos Santos 2012) y los datos fisico-químicos fueron escalados para reducir las diferencias que hay entre las medidas incluidas. Adicionalmente, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional

no métrico (NMDS – Jaccard) con el fin de registrar las diferencias en la composición y abundancia de los MIA de los dos muestreos al inicio y al final de la temporada de lluvias realizados en ambas localidades en 2016 y 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mapeo de la topografía: generación de modelos sobre la conectividad de los microhábitats utilizando imágenes aéreas tomadas con sensores remotos

Gracias a las imágenes colectadas fue posible generar mosaicos ortorectificados en formato KMZ con una resolución de 6 cm/píxel (Figura 4). Dichos modelos resultan de gran utilidad en la descripción de los microhábitats que se generan en los charcos, ya que permiten medir: el área del espejo de agua, el área erosionada que forma los charcos, el porcentaje de la cobertura vegetal sobre el espejo de agua (ver Anexo 1), medir distancias entre los charcos y realizar planos detallados de la zona de estudio.

Los modelos de altitud generados (Figura 5) cuentan con una resolución de 4 cm/píxel y permiten reconstruir la forma de los charcos con una resolución máxima de 8 mm/píxel, calcular su profundidad y realizar modelos hidrológicos de la conexión entre ellos. Esta última posibilidad resulta de gran utilidad a la hora de evaluar hipótesis ecológicas de metacomunidades. Por ejemplo, en el área mostrada en la figura 6, se puede ver que la estación llamada P1 se encuentra aislada, mientras que P2, P3, P4 y P5 pertenecen todas a una sola cuenca. Por consiguiente, se esperaría que, si la conexión entre los charcos es relevante para la dispersión de los MIA, el ensamblaje de P1 debería ser diferente al de las demás estaciones mencionadas.

Finalmente, gracias a las imágenes tomadas con la cámara infrarroja (Figura 7) se pudo detectar actividad fotosintética en la superficie de los inselbergs y en los canales de escorrentía húmedos. Dicha actividad es

llevada a cabo por microorganismos fotosintéticos incrustados en las rocas, tales como algas, líquenes y cianobacterias (Rascher

et al. 2003), organismos que aún no han sido estudiados en los inselbergs de nuestro país.



Figura 4. Mosaico de fotografías aéreas (zona iluminada): a) afloramiento rocoso de la piedra del Karikari; b) cerro Morrocoy rodeado de bosque de galería y sabana inundable. Resolución final del orto mosaico, 6 cm por píxel. Elaborado por David Páez-Pérez.

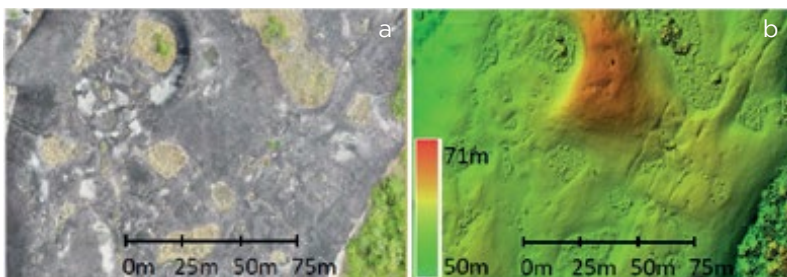


Figura 5. Comparación entre a) una ortofoto en RGB con resolución de 6 cm por píxel y b) el modelo de elevación para la misma área, con una resolución de 4 cm por píxel. Las zonas de color rojo son aquellas con mayor elevación. Elaborado por David Páez-Pérez y Ángela Aristizábal-Botero.



Figura 6. Modelo hidrológico de la conexión entre cinco charcos temporales de la piedra del Karikari. P1 se encuentra aislada, mientras que P2, P3, P4 y P5 pertenecen todas a una sola cuenca. Elaborado por Ángela Aristizábal-Botero y David Páez-Pérez.

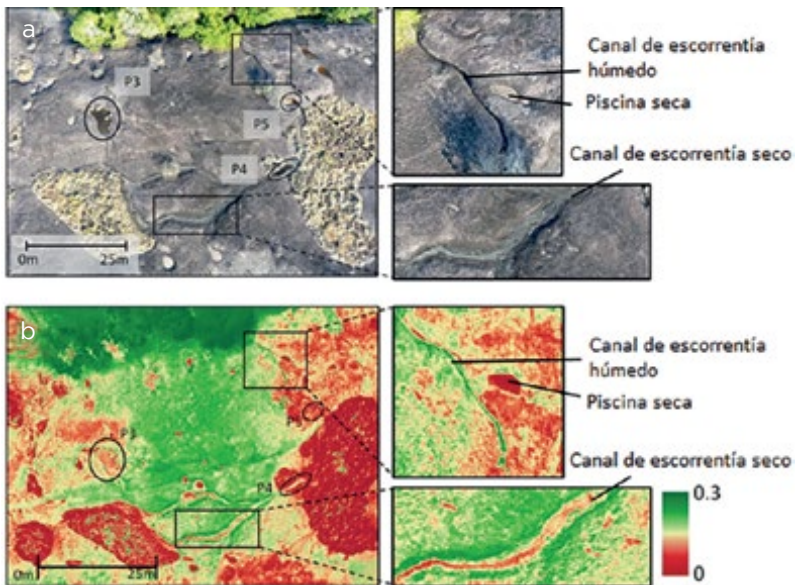


Figura 7. Comparación de las fotografías, a) cámara RGB y b) cámara de infrarrojo cercano NIR. Colores verdes implican mayor reflexión de las ondas en el espectro infrarrojo e indican actividad fotosintética. Elaborado por Ángela Aristizábal-Botero y David Páez-Pérez.

Análisis de la composición física y química del agua

El cálculo del WQI indicó que la calidad del agua de los charcos de la piedra del Karikari se encuentra en una categoría intermedia, ya que el puntaje obtenido fue de 58 en una escala de 0 a 100. Los valores de turbidez, alta demanda biológica de oxígeno y la presencia de coliformes fecales, resultaron ser los factores más determinantes para dicha categorización. Respecto al IEL, el valor obtenido fue 18,8 en una escala de 0 a 100. Este indica que los charcos temporales de Karikari son cuerpos de agua con una reducida capacidad de amortiguación frente a las inundaciones, lo que concuerda con ecosistemas temporales donde el hidropérito tiene un papel determinante. Además, indica que la producción primaria está en niveles medio-bajos, que presentan digestión y recirculación lenta de los nutrientes entre el sedimento y la columna de agua, y altas concentraciones de materia orgánica, lo cual concuerda con los altos valores obtenidos para el índice de contaminación por materia orgánica-ICOMO (0,85 en una escala de 0 a 1). También fue posible identificar que el nitrógeno es uno de los elementos limitantes en el sistema y, por el contrario, existe una leve eutrofia (altos niveles de fosfatos), ya que los charcos de Karikari mostraron un valor de 0,38 en un rango establecido para el índice de contaminación trófica-ICOTRO que varía entre 0,02 y 1mg/L de fósforo total. No obstante, los valores del índice de contaminación por sólidos suspendidos-ICOSUS son muy cercano a cero (<0,01), lo que implica que no hay evidencia de polución en este ecosistema dulceacuícola. Finalmente, a partir de la presencia de coliformes fecales, se puede interpretar que estos ecosistemas son de gran importancia para los vertebrados que habitan los inselbergs (conejos, zorros, lagartos, caracaras, alcaravanes, etc.), ya que ellos usan activamente el agua de los charcos para diversos fines.

Exploración de la diversidad de los macroinvertebrados dulceacuícolas

Los análisis de acumulación de familias, utilizando el algoritmo Chao 2, mostraron

que la intensidad de muestreo de los inselbergs al interior de la RNB fue adecuada, ya que para la piedra del Karikari se registraron el 70% de los grupos taxonómicos predichos por los modelos (28 de 42 taxones), con nueve puntos de colecta. En comparación, para el cerro Morrocoy se alcanzó un 90% de la eficiencia de muestreo (27 de 30 taxones predichos), con diez puntos de colecta. La riqueza total de morfoespecies (S) calculada para las dos localidades juntas es de 75, tanto para inicios como para plena estación lluviosa. No obstante, cuando se calcula S en conjunto para ambas épocas del año el valor alcanza las 106 morfoespecies, de las cuales se encontró que Morrocoy reporta 92, mientras que la piedra del Karikari solo reporta 56 (Figura 8). Parte de la diferencia reportada para la riqueza de morfoespecies entre las localidades puede estar dada por la diferencia en la eficiencia de muestreo, por lo que es probable que si se incrementan los puntos de muestreo en Karikari se encuentren nuevas morfoespecies o más de las ya encontradas en Morrocoy, pero que aún no están registradas para Karikari.

Ya que se encontraron diferencias significativas en la dominancia y distribución de las especies (índice de Simpson $p < 0,01$) entre las localidades estudiadas, a continuación se describen las características más relevantes de cada inselberg:

El cerro Morrocoy reportó un índice de Simpson igual a 0,9, un valor de diversidad alfa (Fisher-alpha) de 4,4 y se encontraron cinco grupos dominantes, de los cuales Naucoridae fue la familia predominante con 16% del total de individuos colectados, seguida de Coenagrionidae (14%), Helicopsychidae (12%), Notonectidae y Limnadiidae con 10% de representatividad cada una. El número efectivo de especies (Exponencial de Shannon 1^D) varió entre 2,1 y 8,5 entre los diferentes charcos (ver anexo 2 para los valores de cada estación), siendo la estación con menor diversidad aquella sin ningún tipo de vegetación (M10), seguida del charco temporal que presentaba mayor cantidad de vegetación sumergida (M6). La diversidad de los charcos incrementó en aquellos semipermanentes con mayor volumen

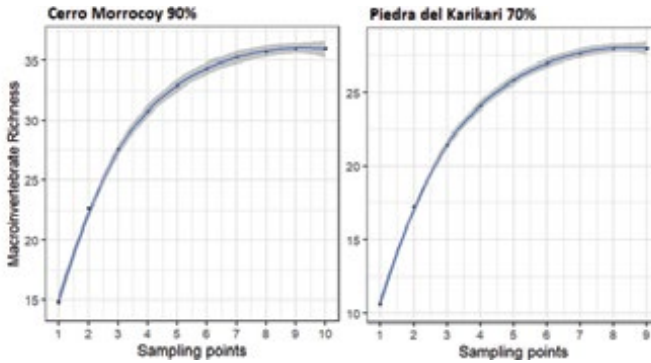


Figura 8. Curvas de acumulación de MIA con intervalo de confianza del 95% utilizando el algoritmo Chao 2 para la piedra del Karikari y el cerro Morrocoy.

(M3, M5 y M8), los cuales almacenan gran cantidad de agua, sólo se secan completamente en eventos atípicos de sequía extrema, hacen parte de redes de charcos conectados entre sí por cursos que dejan marcas visibles sobre la roca y tienen árboles grandes asociados (Figura 2). Sin embargo, los valores máximos de diversidad se registraron para los charcos temporales más someros, con parches de vegetación compuestos por plantas flotantes, sumergidas, gramíneas y bromelias: M1 y M4 (ver anexo 1 para la cobertura vegetal de cada estación). Las familias Naucoridae, Coenagrionidae, Helicopsychidae y Pyralidae solo se encontraron en esta localidad.

La piedra del Karikari reportó un índice de Simpson igual a 0,9, un valor de diversidad alfa (Fisher-alpha) de 5,3 y su riqueza de estuvo dominada por otros cinco grandes grupos, de los cuales la familia Chironomidae representó un cuarto de la riqueza total (25%), seguida de los grupos taxonómicos Limnadiidae (14%), Veliidae y Nematoda (10% cada uno) y Dytiscidae (9%). El número efectivo de especies (Exponencial de Shannon'D) varió entre 1,8 y 11,2 (Anexo 2), siendo los charcos temporales con menor diversidad aquellos con menos vegetación (P1 y P4), junto con aquellos de mayor profundidad fondo semi-elipsoidal (conocidos como dolinas o marmitas) y presencia de lodo: P2 y P5. Los valores más altos de diversidad para Karikari fueron reportados en primer lugar por un

charco temporal de origen pluvial asociado a un morichal (P6) y en segundo lugar por un charco temporal de origen fluvial, que es el producto del pulso de inundación del río Orinoco (P7). Dichos ecosistemas presentan una mayor área superficial y a pesar de que se limitó el muestreo a un área comparable al área de los demás charcos, el aumento de microhábitats disponibles gracias a las raíces de los árboles del morichal, así como el aporte de nutrientes del río Orinoco en el caso de P7, son factores que pueden explicar los altos valores de diversidad alfa registrados. Los charcos temporales someros con parches de vegetación pequeñas y cobertura vegetal entre el 20 y el 60% (P3, P8 y P9) presentaron valores intermedios de diversidad alfa. Los grupos Chydoridae, Cyclopoida, Anthicidae, Curculionidae, Daphniidae y Hebridae se encontraron únicamente en esta localidad. Al comparar las abundancias de los grupos taxonómicos compartidos entre ambos inselbergs, Nematoda y Corixidae son familias importantes en la piedra del Karikari, pero están pobremente representadas en Morrocoy, caso contrario con las familias Notonectidae y Culicidae, mayormente representadas en Morrocoy.

Respecto a la organización trófica de los ensamblajes, los grupos taxonómicos con representantes pertenecientes al grupo funcional de los depredadores, por ejemplo las familias pertenecientes a los órdenes Odonata, Coleoptera y Hemiptera, dominaron

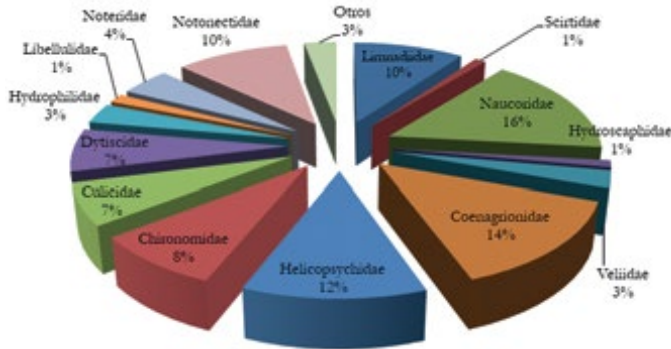


Figura 9. Distribución de los principales grupos taxonómicos de MIA del cerro Morrocoy. Diversidad alfa (Fisher-alpha): 4,4. Índice de Berger-Parker (porcentaje dominado por un solo grupo taxonómico): 0,2. Otros: (cada grupo taxonómico tiene una representación <1%): Aeshnidae, Acariformes, Baetidae, Belostomatidae, Caenidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gyrinidae, Haplotaenidae, Nematoda, Ostracoda, Pyralidae y Ceratopogonidae.

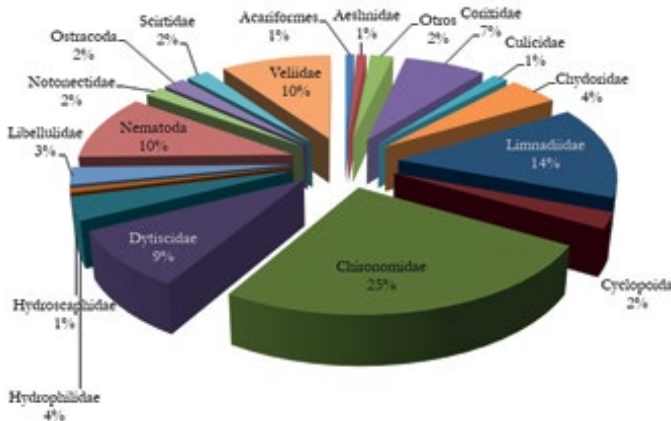


Figura 10. Distribución de los principales grupos taxonómicos de MIA en la piedra de Karikari. Diversidad alfa (Fisher-alpha): 5,3. Índice de Berger-Parker (porcentaje dominado por un solo grupo taxonómico): 0,3. Otros: (cada grupo taxonómico tiene una representación <1%): Anthicidae, Baetidae, Belostomatidae, Caenidae, Ceratopogonidae, Corethrellidae, Curculionidae, Daphniidae, Gelastocoridae, Hebridae and Noteridae.

con un 42,8% de ponderación en la comunidad, respecto a los demás grupos funcionales reportados (filtradores, raspadores y recolectores), que juntos suman el 57,2% restante de la riqueza, para ver los detalles de los grupos taxonómicos asociados a cada grupo funcional revisar el anexo 3 y el Capítulo 4. Estos resultados contrastan con lo reportado por Brendonck *et al.* (2016) y Jocque *et al.* (2010), para otros charcos temporales en inselbergs alrededor del mundo, ya que sus resultados indicaban el dominio

de grupos taxonómicos filtradores y detritívoros. Sin embargo, las revisiones realizadas por los autores mencionados no incluyen datos en Suramérica ni África ecuatorial, lo que reafirma la importancia de continuar con este tipo de estudios en nuestro país y posteriormente ahondar en las adaptaciones ecológicas, fisiológicas y comportamentales de los integrantes de estas comunidades de MIA tropicales, que les permiten sobrevivir en estos ambientes de constante competencia y fluctuaciones abióticas.

Capítulo 12. ECOLOGIA MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS INSELBERGS

Tabla 2. Distribución de los grupos funcionales en las categorías taxonómicas reportadas para los MIA del cerro Morrocóy y la piedra del Karikari. Los porcentajes están ajustados para que sumen 100 debido a que un mismo grupo taxonómico puede pertenecer a más de un grupo funcional (Anexo 3).

Grupo funcional	Porcentaje (%)
Depredadores	42,78
Filtradores	20,03
Raspadores	18,12
Coletores	19,07

Interconexión: incidencia de los factores ambientales sobre la composición y riqueza de los MIA

Las características de los microhábitats en este ecosistema acuático están influenciadas por la estructura y química del sustrato granítico, la cantidad y la química de la precipitación y, en menor cuantía, por las características de las comunidades terrestres circundantes, que afectan la composición del agua de los charcos por escorrentía superficial (Schowalter 2006). No obstante, la interacción entre las especies también puede cumplir un papel fundamental en la composición de las comunidades que pueden habitar un ecosistema, en especial, cuando las condiciones abióticas varían a escalas temporales relativamente largas (Lévêque 2003), lo cual hace que el peso que tiene lo biótico y lo abiótico en la regulación de los ensamblajes cambie de acuerdo con la variabilidad de ecosistema y la escala temporal en la que se mide.

En la sección anterior se reportó la coexistencia de una gran variedad de especies de invertebrados, principalmente insectos, habitando en los charcos sobre las rocas del Escudo Guayanés colombiano. Dicha diversidad es equiparable únicamente con lo reportado recientemente en el Parque Nacional Comoé, en Costa de Marfil en África (Snoeks *et al.* en prensa), y puede ser explicada por el hecho de que tanto Colombia como Costa de Marfil están situadas cerca del paralelo 0°, por lo que ambos países poseen biomas tropicales que presentan

una gran cantidad de especies concentradas en espacios geográficos reducidos, gracias a que las condiciones ambientales son propicias para su coexistencia (Arbeláez-Cortés 2013, Echeverría-Londoño *et al.* 2016, Romero *et al.* 2008). También influye el régimen hidrológico monomodal de la zona, pues determina qué tanta perturbación hay en el ecosistema y ofrece la posibilidad de hidroperíodos relativamente largos para los charcos semipermanentes —es decir más de seis meses continuos de disponibilidad de agua y nutrientes y/o con una estacionalidad predecible—, permitiendo el desarrollo de una gran diversidad de especies (Porst *et al.* 2012, Williams 1997).

El análisis de redundancia (Figura 11) resume el 58,7% de la variabilidad en la distribución de las familias de MIA respecto a las variables físicas y químicas tomadas *in situ* con una bondad de ajuste del 31%. El eje vertical explica un 24,6% de la varianza total y está correlacionado negativamente con todas las variables, siendo las de mayor peso la temperatura y la salinidad. El eje horizontal explica un 34,1% de la varianza total y está correlacionado positivamente con el oxígeno disuelto y la temperatura, y negativamente con los SDT, la conductividad y la salinidad. El solapamiento de los vectores de SDT y conductividad indican que estas dos variables se encuentran altamente correlacionadas entre sí. El pH resultó ser la variable ambiental menos influyente en el sistema, probablemente debido al hecho de que varía en un rango de valores

relativamente estrecho (4,8-7,4) entre los charcos de ambas localidades.

El análisis gráfico de la distribución de los charcos muestra cómo se agrupan las estaciones tomando en cuenta tanto el ensamblaje de los MIA como las variables fisicoquímicas. Por ejemplo, el cuadrante superior derecho representa ambientes con valores bajos de temperatura, salinidad, SDT y conductividad. Allí, distribuidos a lo largo de un gradiente de oxígeno disuelto se observa un grupo formado por los charcos M3, M5, M8 y M10. De este grupo, M3, M5 y M8 comparten además el hecho de ser charcos semipermanentes, bastante profundos y con características similares de cobertura vegetal (presencia de grandes árboles). Por otro lado, es posible ver que los charcos M2, M9 y P5 comparten valores altos de oxígeno disuelto, lo que implica que los ensamblajes de macroinvertebrados que habitan en ellos deben ser sensibles a variaciones de este parámetro ambiental.

Respecto las variables SDT, conductividad y salinidad, resulta importante resaltar que todas ellas se encuentran directamente relacionadas con el hidropериодо, ya que a medida que el agua de los charcos se evapora las sales se concentran, por tanto, variaciones significativas en dichos factores ambientales pueden servir como señales que disparen repuestas adaptativas, fisiológicas y/o comportamentales en los organismos que habitan los charcos.

Pasando a otro tipo de interacciones entre condiciones ambientales y diversidad, las especies de MIA que habitan los charcos pueden colonizarlos de forma activa (volando o caminando) o pasiva (dispersados por el viento o utilizando otros animales mediante diferentes tipos de zoocoria) (Vanschoenwinkel *et al.* 2011) y permanecen en estos microhábitats por diferentes periodos: desde unas pocas semanas, como ciertos dípteros de desarrollo larval muy rápido, hasta de manera indefinida, entrando en estado de latencia, durante la estación seca, como es el caso del microcrustáceo *Limnadia orinoquiensis* (Roessler, 1991) perteneciente a la clase Branchiopoda-Spinicaudata. Estas dife-

rentes estrategias de colonización y permanencia generan patrones de sucesión en la composición de especies de MIA a lo largo de la estación de lluvias. Gracias a un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS – Jaccard) pudieron ser registradas las diferencias en la composición y abundancia de los MIA de los dos muestreos realizados en ambas localidades, siendo mucho más estadísticamente significativa la diferencia entre el ensamblaje al final de la estación de lluvias en 2016, respecto al ensamblaje de la comunidad pionera encontrada al inicio de la estación de lluvias en 2017 (Figura 12). Los charcos que no aparecen en análisis no pudieron ser muestreados en 2017 ya que aún se encontraban secos. El ensamblaje de MIA del charco P1 está altamente determinado por la salinidad (Figura 11) y se parece a los ensamblajes de las etapas iniciales de la sucesión, ya que es una estación con muy poca diversidad, dominada casi exclusivamente por *Limnadia orinoquiensis* (Figura 12).

CONCLUSIONES

A través de las metodologías empleadas se exploraron diversos aspectos del biotopo y la biocenosis de dos de los afloramientos rocosos de la RNB. El uso de un dron multirrotor para capturar imágenes aéreas hizo posible generar mosaicos en los espectros RGB y NIR y modelos de elevación, alcanzando altos niveles de detalle tanto para los inselbergs completos como para los charcos individuales. Esta aproximación permite proyectarse a realizar nuevos estudios con enfoque biogeográfico, que combinen aspectos topográficos de los ecosistemas con las particularidades ecológicas y evolutivas de los diversos componentes bióticos.

A lo largo del capítulo se relaciona las características físicas y químicas del agua con el ensamblaje de los MIA, gracias a lo cual fue posible cuantificar la importancia relativa de diversos parámetros, principalmente aquellos asociados con el hidropериодо, tales como el oxígeno disuelto, la salinidad y la conductividad, los cuales

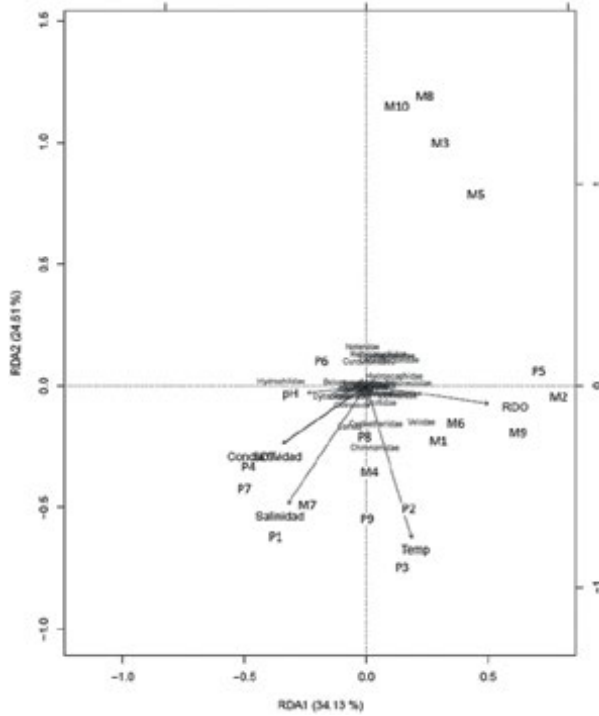


Figura 11. Análisis de redundancia que resume el 58,7% de la variabilidad en la distribución de las familias de MIA respecto a las variables físicas y químicas tomadas *in situ* con un $R^2=0,3$.

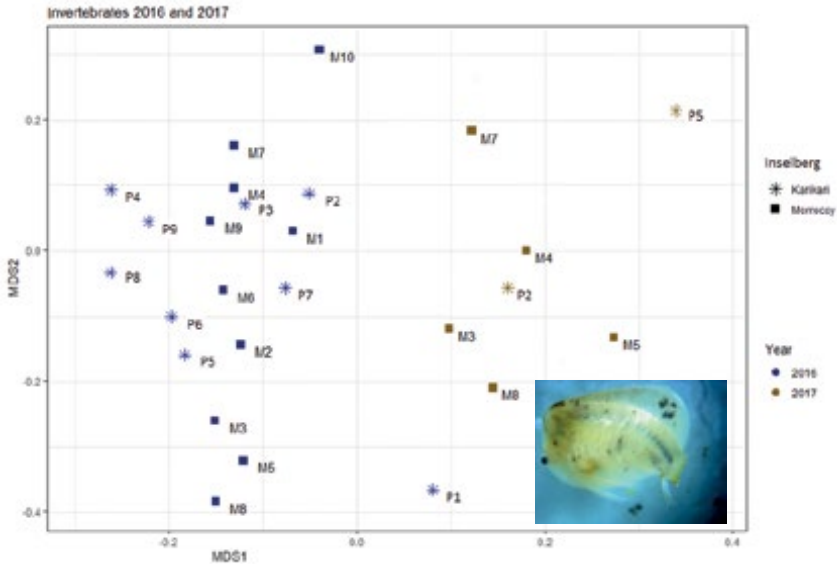


Figura 12. NMDS-Jaccard que muestra las diferencias en las abundancias de los MIA (transformadas por el método de Hellinger) de la piedra del Karikari y el cerro Morrocoy en diferentes momentos de la sucesión ecológica asociada al régimen de lluvia.

pueden representar señales ambientales útiles para los MIA que habitan los charcos y que deben ajustar sus ciclos de vida a la ventana temporal en la cual el charco contiene agua. Adicionalmente, los resultados obtenidos de los análisis detallados de la composición del agua de los charcos de la piedra del Karikari pueden resumirse en que estos son ecosistemas dulceacuícolas llenos de vida, sin contaminación por parte del ser humano y susceptibles a cualquier alteración externa, ya que tienen una tendencia a la eutrofización, que puede desencadenar cambios en la diversidad y riqueza de las especies.

Respecto a los análisis de la diversidad de los MIA, se presenta una primera panorámica completa de la riqueza estimada de las especies que habitan los charcos sobre las rocas. En este se reportan hallazgos contrastantes con los encontrados en otros ecosistemas similares en el mundo como, la gran diversidad de MIA depredadores respecto a la baja prevalencia de filtradores. No obstante, aún quedan varios aspectos por estudiar, por ejemplo: desentrañar las interacciones tróficas de los ensamblajes, describir detalladamente el proceso de sucesión ecológica asociada al progreso de la estación lluviosa y develar la identidad de las especies de MIA, de quienes hasta el momento solo conocemos sus géneros, por lo que estudios más focalizados en grupos específicos de MIA seguramente permitirán

conocer especies crípticas, muchas de las cuales serán nuevos registros para el país y quizás para la ciencia.

Para terminar, una última reflexión respecto a la unicidad de este ecosistema neotropical, el cual contrasta además con los ecosistemas que hay alrededor, ya que como Vanschoenwinkel *et al.* resaltaron en 2007 y 2011, la riqueza de hábitats que presentan los inselbergs proporciona diversos nichos que permiten la coexistencia de numerosas especies que pueden estar ausentes o ser escasas en la matriz del hábitat circundante. Por ende, es importante reconocer el valor que tienen las redes tróficas únicas que se forman en estos charcos y que nada tienen que ver con el imaginario de que son simplemente charcos llenos de mosquitos; por el contrario, son oasis llenos de coloridas libélulas que cazan todo lo que se les acerca, diversos escarabajos de diferentes tamaños y patrones, cucarachas de agua, miles de patinadores (o coquitos como les llaman en la zona) y diminutos crustáceos con caparzones bivalvos que sobreviven a las sequías, entre muchos otros. Teniendo en mente esta perspectiva, se reitera que queda abierta la puerta a la formulación de más estudios que busquen entender cómo las particularidades de las condiciones ambientales y la heterogeneidad del paisaje hacen posible la conformación, supervivencia y diversificación de complejas comunidades en este fluctuante sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Describiendo especies: un panorama de la biodiversidad colombiana en el ámbito mundial. *Acta Biológica Colombiana* 18: 165-178.
- Bonilla-Pérez, A., J. C. Frantz, J. Charao-Marques, T. Cramer, J. A. Franco-Victoria, E. Mulocher y Z. Amaya-Perea. 2013. Geocronología del Granito de Parguaza. *Boletín de Geología* 35 (2): 83-104.
- Brendonck, L., S. Lanfranco, B. V. Timms y B. Vanschoenwinkel. 2016. Invertebrates in Rock Pools. Pp. 32-34. *En*: Batzer, B. y D. Boix. (Eds.), *Invertebrates in freshwater wetlands: An international perspective on their ecology*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Díaz-Merlano, J., A. Montes-Arango y D. Marcés-Guerrero. 2015. El Escudo Guayanés en Colombia. Un mundo perdido (1ra Ed.). Colección Ecológica Banco de Occidente. iM Editores LTDA, Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.imeditores.com/banocc/guayanes/>
- Dimitrakopoulos, P. G. y A. Y. Troumbis. 2019. Biotopes. Pp. 359-365. *En*: Brian, F. (Ed.), *Encyclopedia of Ecology*. (2da Ed.), Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Echeverría-Londoño, S., T. Newbold, L. N. Hudson, S. Contu, S. L. L. Hill, I. Lysenko y A. Purvis. 2016. Modelling and projecting the response of local assemblage composition to land use change across Colombia. *Diversity and Distributions* 22 (11): 1099-1111.
- Jocque, M., B. Vanschoenwinkel y L. Brendonck. 2010. Freshwater rock pools: a review of habitat characteristics, faunal diversity and conservation value. *Freshwater Biology* 55: 1587-1602.
- Lévêque, C. 2003. Ecology: from ecosystem to biosphere. (2da Ed.). Science Publishers Inc, Enfield, USA. 110 pp.
- Pinilla, G., J. Duarte y L. Vega. 2010. Índice de Estado Limnológico (IEL) para evaluar las condiciones ecológicas de las ciénagas del Canal del Dique, Colombia. *Acta Biologica Colombiana* 15 (2): 169-188.
- Porst, G., O. Naughton, L. Gill, P. Johnston e K. Irvine. 2012. Adaptation, phenology and disturbance of macroinvertebrates in temporary water bodies. *Hydrobiologia* 696: 47-62.
- Ramírez, A., R. Restrepo y G. Viña. 1997. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. *Ciencia, Tecnología y Futuro* 1 (3): 135- 153.
- Rascher, U., M. Lakatos, B. Büdel y U. Lüttge. 2003. Photosynthetic Field Capacity of Cyanobacteria of a Tropical Inselberg of the Guiana Highlands. *European Journal of Phycology* 38: 247-256.
- Reynaga, M. C. y D. A. Dos Santos. 2012. Rasgos biológicos de macroinvertebrados de ríos subtropicales: patrones de variación a lo largo de gradientes ambientales espacio-temporales. *Ecología Austral* 22 (2): 112-120.
- Roessler, E. W. 1991. Estudios sobre los entomostráceos de Colombia. V. *Limnadia orinoquiensis*, una nueva especie de la familia Limnadiidae Sars, 1896 (Arthropoda, Crustacea, Conchostraca). *Caldasia* 16 (78): 377-385.
- Romero, M., E. Cabrera y N. Ortiz. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 181 pp.
- Schowalter, T. D. 2006. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. (2da Ed.). Elsevier, Academic Press. 52 pp.
- Snoeks, J., M. Driesen, S. Porembski, A. Ariztizábal-Botero y B. Vanschoenwinkel. (En prensa). Contrasting biodiversity and food web structure of three sympatric temporary freshwater habitats in a tropical biodiversity hotspot. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.
- Vanschoenwinkel, B., C. De Vries, M. Seaman y L. Brendonck. 2007. The role of metacommunity processes in shaping invertebrate rock pool communities along a dispersal gradient. *Oikos* 116 (8): 1255-1266.

Vanschoenwinkel, B., A. Waterkeyn, T. Nhiwatiwa, T. O. M. Pinceel, E. Spooren, A. Geerts, B. Clegg y L. U. C. Brendonck. 2011. Passive external transport of freshwater invertebrates by elephant and other mud-wallowing mammals in an African savannah habitat. *Freshwater Biology* 56 (8): 1606-1619.

Vanschoenwinkel, B., J. Mergeay, T. Pinceel, A. Waterkeyn, H. Vandewaerde, M. Seaman

y L. Brendonck. 2011. Long distance dispersal of zooplankton endemic to isolated mountaintops-an example of an ecological process operating on an evolutionary time scale. *PLoS One* 6 (11): e26730.

Williams, D. D. 1997. Temporary ponds and their invertebrate communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 7 (2): 105-117.



Charca en la piedra Karikari. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

Capítulo 12. ECOLOGIA MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS INSELBERGS

ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de cobertura vegetal sobre el espejo de agua y tipo de hidroperíodo de las estaciones. Abreviaturas. gramíneas: gram, árboles: árb, plantas sumergidas: sum, bromelias: brom, plantas flotantes: flo.

Karikari	Cobertura Vegetal	Hidroperíodo	Morrococoy	Cobertura Vegetal	Hidroperíodo
P1	0%	Temporal	M1	60% brom y flo	Temporal
P2	90% gram	Temporal	M2	60% brom y sum	Temporal
P4	25% gram	Temporal	M3	20% árb y gram	Semipermanente
P5	20% gram	Temporal	M4	20% gram y sum	Temporal
P6	90% árb y gram	Temporal	M5	20% árb	Semipermanente
P7	90% árb y gram	Temporal	M6	90% gram y sum	Temporal
P8	90% árb y gram	Temporal	M7	20% brom y sum	Temporal
P9	20% sum	Temporal	M8	20% árb y gram	Semipermanente
P10	60% gram y flo	Temporal	M9	90% brom	Temporal
			M10	0%	Temporal

Anexo 2. Exponencial de Shannon para las estaciones estudiadas en las dos localidades. Se resaltan los valores superiores a 5,5 indicadores de una diversidad alfa media-alta (escala de 0 a 12).

Karikari	Shannon Exponential	Morrococoy	Shannon Exponential
P1	1,8	M1	8,4
P2	4,7	M2	6,4
P3	7,4	M3	5,8
P4	4,4	M4	8,5
P5	4,9	M5	5,5
P6	11,2	M6	3,9
P7	10	M7	4,7
P8	6,9	M8	4,8
P9	6,7	M9	5,9
		M10	2,1

Anexo 3. Grupos funcionales de los grupos taxonómicos que habitan en las estaciones estudiadas. Abreviaturas. F: filtradores (Filtering collectors), Sc: raspadores (scrapers), P: depredadores (predators), H: herbívoros (macrophyte piercers) D: detritívoros, C: colectores (gathering collectors) Ca: Carroñeros.

Taxa	Grupo funcional	Taxa	Grupo funcional
Acariformes	P	Dytiscidae	P
Aeshnidae	P	Gelastocoridae	P
Anthicidae	D	Gyrinidae	P
Baetidae	Sc - C	Haplotaenidae	D
Belostomatidae	P	Hebridae	P
Chydoridae	F	Helicopsychidae	F
Caenidae	C	Hydrophilidae	P
Ceratopogonidae	P - C - Sc	Hydroscaphidae	Sc
Chironomidae	P - F - C - Sc - H	Libellulidae	P
Coenagrionidae	P	Naucoridae	P - Sc
Corethrellidae	P	Nematoda	C
Corixidae	P - H	Noteridae	P - C
Culicidae	P - F - Sc	Notonectidae	P
Curculionidae	P	Ostracoda	F
Limnadiidae	F	Pyralidae	H
Cyclopoida	P - H - D	Scirtidae	H
Daphniidae	F	Veliidae	P - Ca



Cucha (*Dekeyseria scaphirhyncha*) en tronco sumergido. Foto: Iván Mikolji.

PECES Y CAMARONES (CRUSTACEA: DECAPODA) ASOCIADOS A TRONCOS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y ÁREAS ADYACENTES (ESCUDO GUAYANÉS): RÍO ORINOCO Y PLANICIE INUNDABLE, VICHADA, COLOMBIA

Carlos A. Lasso, Edwin López-Delgado, Ada Acevedo-Alonso, Monica A. Morales-Betancourt, Carlos DoNascimento y Martha R. Campos

Resumen. Se estudiaron los peces y camarones asociados a troncos en la Orinoquia colombiana. Fueron identificadas 42 especies de peces y siete de camarones. Destacan los peces *Tatia marthae*, *Agamysis albomaculatus* y *Microglanis poecilus* (47% abundancia relativa total-ART) y los camarones *Macrobrachium dierythrum*, *Macrobrachium reyesi* y *Euryrhynchus amazoniensis* (47% ART). No se observaron diferencias significativas en la abundancia, biomasa y talla de los peces según el tamaño de los troncos, pero en los camarones las abundancias más altas fueron registradas en los troncos de mayores tamaños. La colonización de la ictiofauna no obedece al tamaño de los troncos y puede estar relacionada con eventos estocásticos o aleatorios relacionados con los ciclos hidrológicos y la profundidad. Tanto los peces como camarones utilizan estos microhábitats como refugio y se observó el predominio de especies de actividad más nocturna (Siluriformes) y prácticamente la totalidad de los camarones de la región usan estos sistemas. Al tener en cuenta el grado o nivel de oquedad, se evidenciaron diferencias significativas en la abundancia y la biomasa de la fauna íctica y la abundancia de camarones, en general y con algunas precisiones, se observó que los valores de abundancia y biomasa más altos fueron registrados en los troncos con mayor grado de oquedad.

Palabras clave. Asociación de especies, colonización, complejidad del hábitat, dinámica de parche, uso del microhábitat.

Abstract. Fish and shrimp associated with trunks in the Colombian Orinoquia were studied. We identified 42 species of fish and seven of shrimp. The fish *Tatia marthae*, *Agamysis albomaculatus* y *Microglanis poecilus* (47% of the total relative abundance -ART) and the shrimp *Macrobrachium dierythrum*, *Macrobrachium*

Lasso, C. A., E. López-Delgado, A. Acevedo-Alonso, M. A. Morales-Betancourt, C. DoNascimento y M. R. Campos. 2020. Peces y camarones (Crustacea: Decapoda) asociados a troncos de la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes (Escudo Guayanés): río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 391-411. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII13

reyesi and *Euryrhynchus amazoniensis* (47% ART) stand out for their abundance. No significant differences were observed in the abundance, biomass and size of the ichthyofauna according to the size of the trunks, but in shrimp the highest abundances were recorded in the trunks of larger sizes (large and medium). Apparently the colonization of the ichthyofauna is not due to the size of the trunks and may be related to stochastic or random events related to hydrological cycles and depth of flow. Both fish and shrimp use these microhabitats as a refuge and the predominance of species with rather nocturnal activity (Siluriformes) was observed and practically all the shrimps in the region use these systems. When taking into account the degree or level of cavity, significant differences were observed in the abundance and biomass of the fish fauna and the abundance of shrimp. In general and with some precision, it was observed that the highest abundance and biomass values were recorded in the trunks with the highest degree of hollowness.

Keywords. Colonization, habitat complexity, microhabitat use, patch dynamics, species association.

INTRODUCCIÓN

La conformación de las comunidades dulceacuícolas está influenciada por diversos factores provenientes del mismo sistema hídrico (autóctonos) o de los ecosistemas que lo rodean (alóctonos). Los materiales alóctonos son de suma importancia en el metabolismo de dichos ecosistemas pues representan una de las mayores fuentes de materia orgánica y además pueden llegar a alterar las características físicas de los sistemas lóticos o de aguas corrientes (Allan y Castillo 2009). La hojarasca y los troncos representan el material alóctono principal proveniente de los ecosistemas terrestres e influyen significativamente en la fisicoquímica de los ecosistemas acuáticos (Allan y Castillo 2009), en el establecimiento de las comunidades bénticas e ícticas, al proporcionar sitios de refugio —contra la depredación y corriente—, desove, descanso y alimentación (Hrodey *et al.* 2008), por lo cual su presencia está asociada a alta abundancia y riqueza de especies (Long *et al.* 2013).

Las llanuras o planicies de inundación son sistemas muy productivos e importantes para la fauna acuática. Las dinámicas ecológicas, composición, estructura, diversidad y función de las comunidades en estos sistemas están determinadas por el pulso de inundación (Junk *et al.* 1989). A pesar de esto, las comunidades o ensam-

blajes de peces asociadas a estos sistemas, solamente recibieron atención después de los trabajos pioneros de Welcomme (1979), Goulding (1980) y Lowe-McConnell (1987), los cuales describieron los intrincados procesos ecológicos y tróficos que se desarrollan dentro de estos sistemas en las grandes cuencas de Suramérica, en particular del Amazonas. Para el caso de la cuenca del Orinoco, la primera alusión al respecto son las de Mago (1970) y Machado-Allison (1987), quien señala algunas especies asociadas a los troncos en sabanas inundables de los Llanos de Venezuela y posteriormente los trabajos de Arrington *et al.* (2005) y Arrington y Winemiller (2006), quienes realizaron trabajos detallados sobre las comunidades de peces asociadas a hábitats con abundantes troncos sumergidos en ríos y lagunas al sur de los Llanos de Venezuela (río Cinaruco), un río de aguas claras relativamente similar a los del Escudo Guayanés colombiano evaluados en el presente estudio. Tanto los sistemas lénticos (lagunas) de la planicie inundable como los cauces de los sistemas lóticos (ríos, caños, cañadas y morichales), son objeto de un cambio estacional muy marcado el cual determina que durante la estación seca estos sistemas reduzcan enormemente la superficie del espejo de agua y por ende el hábitat disponible. Es precisamente durante este periodo

que los peces, camarones y otros macroinvertebrados acuáticos buscan refugio en los diferentes tipos de hábitats, microhábitats y/o biotopos disponibles en el medio. Entre estos, los troncos sumergidos procedentes del bosque inundable o de galería de los ríos y planicie inundable que caen al agua y permanecen sumergidos, representan un hábitat particular y muy importante especialmente durante este periodo, pero que no habían sido objeto de estudio previo a este trabajo.

Los camarones son un componente significativo de los ecosistemas acuáticos, especialmente en el Trópico, dado su rol en el ciclo de nutrientes e incluso llegan a dominar en algunos casos la biomasa de estos sistemas (Covich *et al.* 1999, De Grave *et al.* 2015). Sumado a esto, los camarones juegan un papel importante en las estructuras de las comunidades bénticas, destacándose por la variedad de hábitats que pueden ocupar y la diversidad de estrategias reproductivas y ciclos de vida (Cross *et al.* 2008). Aunque el rol trófico de los camarones, como depredadores y trituradores (Valencia y Campos 2010) es conocido, es muy poco lo que se ha estudiado acerca de la influencia de los mismos en los ecosistemas tropicales, particularmente en la descomposición de hojarasca y madera y su efecto sobre el ensamblaje de comunidades bénticas.

Por ello, se estudiaron los troncos sumergidos en los humedales de la Reserva Natural Bojonawi-RNB y en las subcuencas de los ríos Bitá y Meta, ambos afluentes directos del río Orinoco. El objetivo fue identificar la composición y estructura de las comunidades de peces y camarones asociadas a los troncos, así como las posibles relaciones entre las variables biológicas de estos grupos y algunas variables físicas de los troncos como el tamaño (diámetro, longitud, peso) y el grado de oquedad (presencia de huecos). Como hipótesis de trabajo, se propuso que los troncos de mayor tamaño y con grados de oquedad mayor, albergarían un mayor número y diversidad de organismos, ya que este microhábitat brinda nuevos nichos y refugios frente a los depredadores.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Se establecieron siete estaciones de muestreo. En la RNB se muestrearon tres caños, Negro, Tesoro y El Puente (brazo de la laguna El Pañuelo), el río Bitá y sus caños afluentes Mosco, Mosquito y Tijero y en la cuenca del Meta, el caño Juriepe (Figura 1).

Trabajo de campo

Los muestreos correspondieron a la época de inicio de subida del nivel de aguas e inicio de lluvias (mayo 2014, 6 días) y la época de sequía (enero 2015, 3 días). En estos sistemas se seleccionaron troncos factibles de remover del cuerpo de agua y una vez seleccionados, los peces y camarones fueron extraídos manualmente.

Los peces capturados fueron fijados en una solución de formol al 10% y luego transferidos a etanol 70% y depositados en la Colección de Peces de Agua Dulce del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-P). Los camarones se preservaron en 70% de etanol y fueron depositados en la Colección de Invertebrados del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-Im) y en la Colección del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Para cada uno de los troncos se determinaron tres diámetros (2 extremos y 1 centro) y el largo total (cm), con una cinta métrica y se pesó (kg) con una balanza de reloj. Se anotó el grado de oquedad (porcentaje de huecos- (= Oq.); calculándolo entre bajo (0-20%), medio (21-40%) y alto (41-100%).

Se registraron los parámetros físico-químicos (pH, temperatura, conductividad y sólidos totales) mediante un medidor Hanna (HI 98194); la transparencia con un disco Sechii; la profundidad del cuerpo de agua (cm) y la profundidad a la que se encontraba el tronco (cm), con un profundímetro; también se anotó el tipo de sustrato.

Trabajo de laboratorio

Los ejemplares fueron identificados mediante el uso de claves y bibliografía especializada, así como la diagnosis y descripciones originales, tomando en cuenta el listado de peces registrados para la cuenca del río Orinoco en Colombia, a partir de la lista actualizada de los peces de agua dulce de Colombia (DoNascimento *et al.* 2019).

Para la identificación taxonómica de los camarones se utilizaron las claves de Campos (2014), Valencia y Campos (2007) y descripciones de especies presentes en Valencia y Campos (2010) y Pereira (1986).

Análisis de datos

Con el fin de identificar cambios en variables biológicas como abundancia, biomasa

(peso-gramos) y talla (mm LE peces) de la fauna asociada a troncos, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Esta, permitió identificar si existían diferencias significativas de las variables biológicas en los diferentes grupos de variables asociadas a los troncos (tamaño y grado de oquedad). Para el caso de la fauna íctica se evaluaron todas las variables biológicas, sin embargo, para los camarones solo se evaluó la abundancia. Los resultados fueron representados gráficamente con la ayuda de diagramas de cajas y bigotes. Estos análisis fueron realizados utilizando la función *kruskal.test* de la librería stats, los diagramas de cajas y bigotes fueron realizados utilizando la librería *ggplot2* del programa estadístico R versión 3.4.1 (R core Team 2020). Adicional-

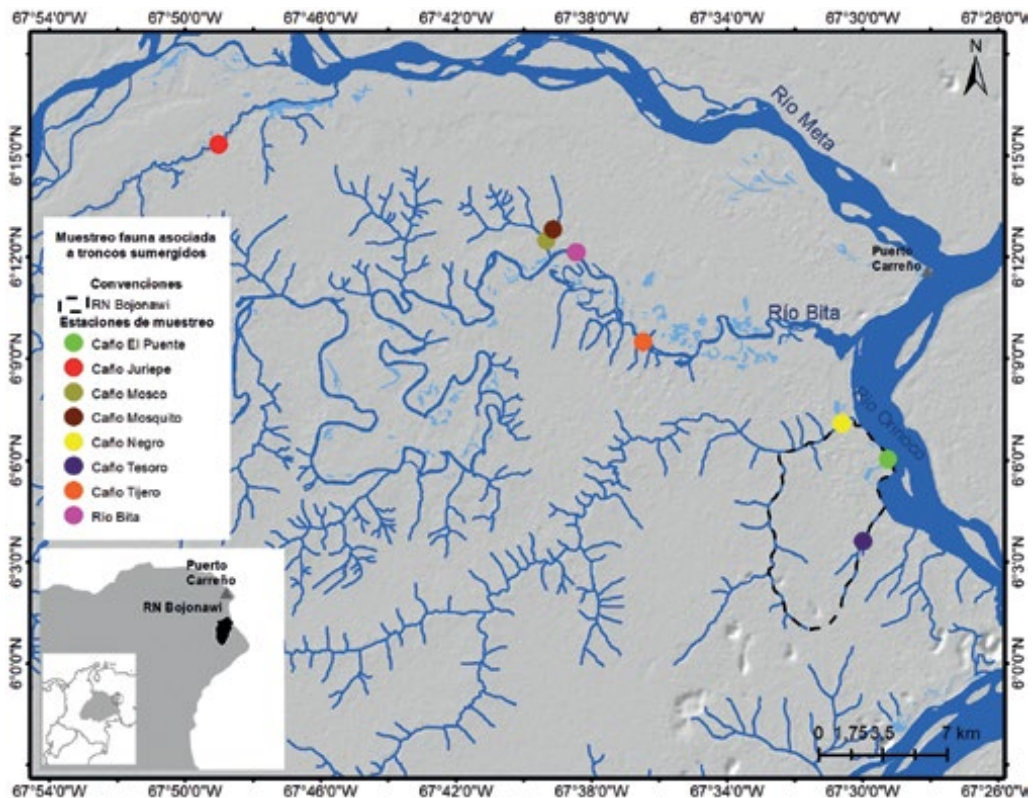


Figura 1. Localidades de muestreo de peces y camarones asociados a los troncos sumergidos en la Reserva Natural Bojonawi y áreas adyacentes. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

mente, para determinar posibles correlaciones entre las variables biológicas y las variables de los troncos (diámetro, peso y largo), se realizó un análisis de correlación de Spearman. Este, permitió identificar si el incremento numérico de los valores de las variables medidas en los troncos, como el diámetro, peso y largo, influyeron en la abundancia, talla y biomasa de la fauna asociada a los troncos. El análisis fue realizado usando la función *cor* librería stats.

Para determinar si el tamaño de los troncos y el grado de oquedad influyeron en la diversidad de la fauna, se calculó el número efectivo de especies utilizando los números de Hill. Estos, permiten estudiar la diversidad de forma más clara al tener en cuenta la riqueza específica (q_0), la abundancia equitativa de todos los taxones (q_1) y la dominancia de las especies (q_2) (Chao *et al.* 2015).

Con el fin de identificar si la diversidad expresada en números de Hill fue diferente en troncos de diferentes tamaños (pequeño, mediano y grande) y grados de oquedad (A, B, M), se utilizó la metodología de interpolación y extrapolación de diversidad de especies propuesta por Chao *et al.* (2015). Esta, mediante intervalos de confianza, permite identificar diferencias a nivel de la diversidad alfa. Este análisis se realizó utilizando la librería *iNEXT* del programa estadístico R.

Con el propósito de identificar cambios en la estructura de la comunidad íctica en los troncos de diferentes tamaños (pequeño, mediano y grande) y grados de oquedad, se realizó un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS); este permite plasmar en un diagrama de ordenación la similitud de la comunidad entre los grupos evaluados. Además, para identificar diferencias significativas a nivel estadístico en la estructura de la comunidad, se empleó el análisis de similitud (ANOSIM). Estas pruebas fueron desarrolladas utilizando la librería *vegan* del programa estadístico R. Este análisis no fue aplicado en la comunidad de camarones, debido al bajo número de especies registradas.

Para identificar la posible influencia de las variables ambientales en la estructura de la comunidad de peces, se utilizó el análisis de correspondencia canónica (ACC). Este permite relacionar las variables ambientales de los cuerpos de agua donde se colectaron los organismos, con datos biológicos como la abundancia de las especies y mediante el test de Monte Carlo (999 permutaciones), hacer una selección de las variables ambientales que influyeron de forma significativa en la fauna íctica. El ACC y la prueba de Monte Carlo fueron realizados con el programa CANOCO 4,5 (Braak *et al.* 2009).

RESULTADOS

Peces

Composición y estructura de las comunidades o ensamblajes de peces asociados a troncos

Se identificaron 42 especies asociadas a los troncos sumergidos. Estas se distribuyeron en cinco órdenes, trece familias y 33 géneros. Destacan por su abundancia, *Tatia marthae*, *Agamyxis albomaculatus* y *Microglanis poecilus*, con aproximadamente el 47% de la abundancia total en estos microhábitats. En términos de riqueza, dominó el orden Siluriformes (bagres, cuchas, sierras) con 31 especies, seguido de los Characiformes (sardinias, tetras) con cinco especies. La familia más rica fue Auchenipteridae (apretones) (12 sp.), seguida de Loricariidae (cuchas, corronchos) con ocho especies y cuatro familias que estuvieron representadas por una sola especie (Apterontidae, Hypopomidae, Cetopsidae y Synbranchidae) (Anexo 1).

Según los resultados del test de Kruskal-Wallis, no se observaron diferencias significativas (valor $p > 0,05$) en la abundancia, biomasa y talla de la ictiofauna en los troncos agrupados por tamaño (Figura 2). Al parecer la colonización de las especies de peces no obedece al tamaño de los troncos y puede estar relacionada con eventos estocásticos o aleatorios.

A diferencia del tamaño de los troncos, al tener en cuenta el grado de oquedad, se evidenciaron diferencias significativas en la

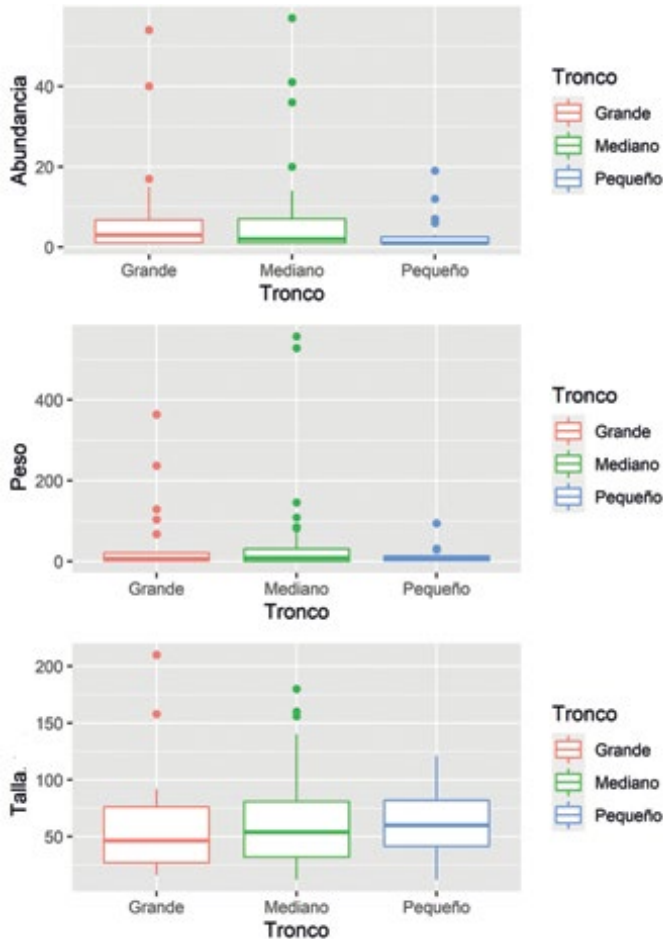


Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes de la abundancia, biomasa (peso-gramos) y talla (mm LE) de las especies de peces en troncos de diferentes tamaños.

abundancia y la biomasa de la fauna íctica (valor p: 0004 y 0,007, respectivamente). En general, se observó que los valores de abundancia y peso más altos fueron registrados en los troncos con mayor grado de oquedad A. La talla de los peces no varió con respecto a esta variable (Figura 3).

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman entre las variables biológicas de la fauna íctica (abundancia, biomasa y talla) y las variables de los troncos, permitieron evidenciar que existe una correlación significativa entre estas (Figura 4). La abundancia y biomasa de la

fauna íctica, se correlacionaron positivamente con el peso y largo de los troncos. A diferencia de la talla de las especies, las cuales se relacionaron positivamente solamente con el largo de los troncos. Vale la pena resaltar que a pesar de que las correlaciones fueron significativas, no superaron el 40% de correlación (Figura 4).

A partir del análisis de interpolación e extrapolación, para la riqueza específica (q0) y la dominancia de las especies (q2), no se observaron diferencias significativa en los troncos de diferentes tamaños. Sin embargo, al tener en cuenta las especies raras o poco

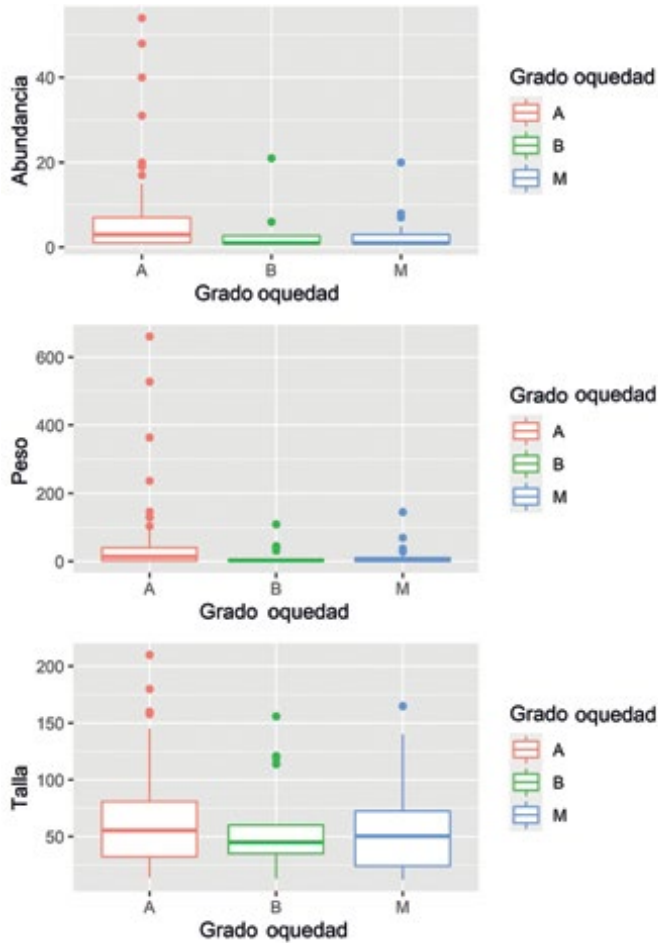


Figura 3. Diagrama de cajas y bigotes de la abundancia, biomasa (peso-gramos) y talla (mm LE) de las especies de peces en troncos con diferentes grados de oquedad.

frecuentes (q_1), se observaron diferencias significativas en el número efectivo de especies registrados en los troncos grandes y pequeños, siendo los troncos medianos los que registraron los valores más altos de diversidad (Figura 5a). Por otra parte, los análisis de diversidad efectiva teniendo en cuenta el grado de oquedad, permitieron establecer que no hay diferencias significativas en la diversidad de especies (Figura 5b).

Los resultados del escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), no evidenciaron diferencias significativas en la estructura de la comunidad de peces en los troncos de

diferentes tamaños (ANOSIM R: 0,0007849, $p=0,451$). Sin embargo, se observaron especies características de los troncos según el tamaño. Los troncos medianos se caracterizaron por la presencia de las especies *Melanocharacidium dispilomma*, *Auchenipterichthys longimanus* y los troncos pequeños por *Trachelyopterichthys taeniatus*, *Dekeyseria* sp. 1, *Tatia marthae* y *Batrochoglanis villosus* (Figura 6a).

Para el caso de las especies agrupadas teniendo en cuenta el grado de oquedad, los resultados del escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), no evidenciaron

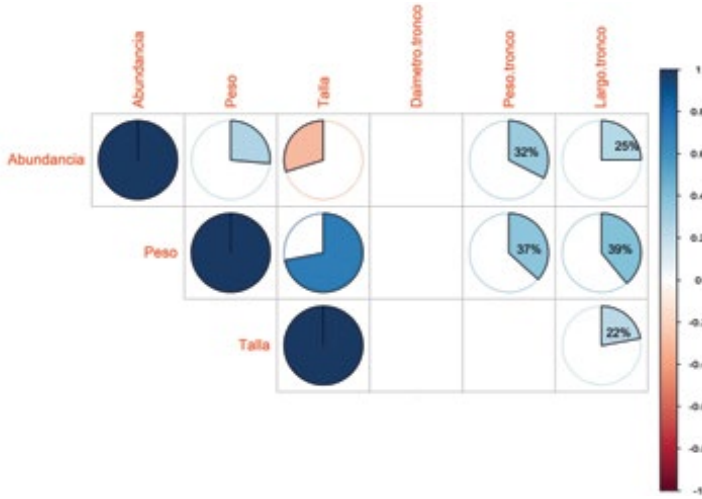


Figura 4. Correlación de Spearman entre las variables de la fauna íctica (abundancia, biomasa (peso-g) y talla-(mm -LE)) y las variables de los troncos (diámetro-cm; peso-kg y largo-cm).

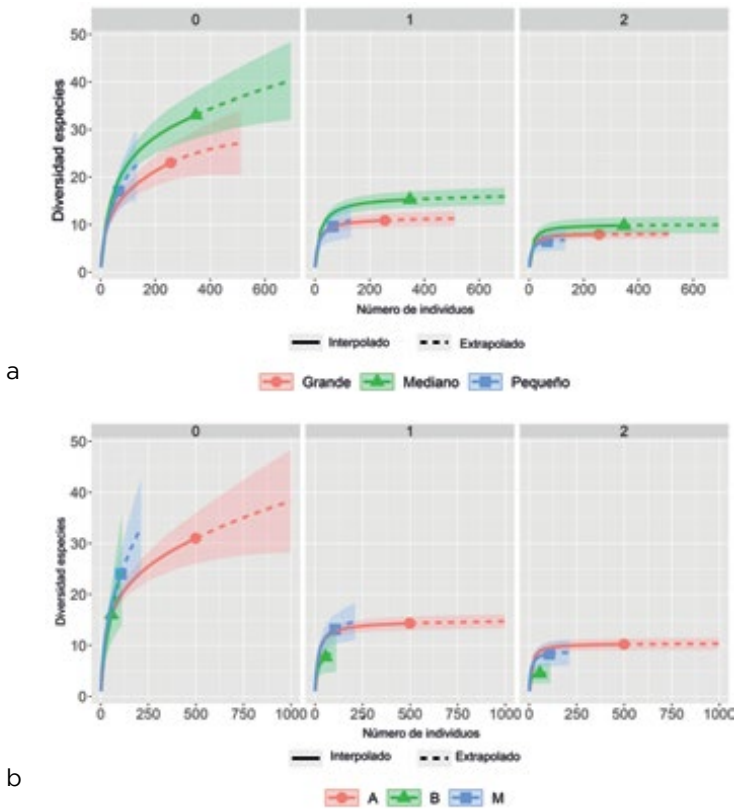


Figura 5. Interpolación y extrapolación de la diversidad efectiva de especies de peces en troncos de acuerdo a: a) tamaño y b) grados de oquedad.

diferencias significativas en la estructura de la comunidad de peces (ANOSIMR: 0,1116, $p=0,102$). Sin embargo, se observaron especies características del grado de oquedad M como *Melanocharacidium dispilomma*, *Auchenipterichthys longimanus* y *Acanthodoras spinosissimus*. Para el grado de oquedad B las especies fueron: *Tatia marthae*, *Tatia* sp. 0, *Tatia* sp. 1, *Tatia* sp. 2 y *Batrochoglanis villosus* (Figura 6b).

Según los resultados del análisis de correspondencia canónica y el test de Montecarlo, no hay influencia significativa de las variables ambientales en las comunidades

icticas de la fauna de peces asociada a troncos. Sin embargo, en el diagrama de ordenación se observa que las estaciones caño Negro, caño Mosquito y caño Mosco, se agruparon por altos valores de pH, sólidos y conductividad eléctrica. Las estaciones restantes se caracterizaron por presentar valores elevados de temperatura del agua (Figura 7).

CAMARONES

Se identificaron siete especies asociadas a troncos de diversos tamaños en los cuerpos agua evaluados. Estas se distribuyeron en

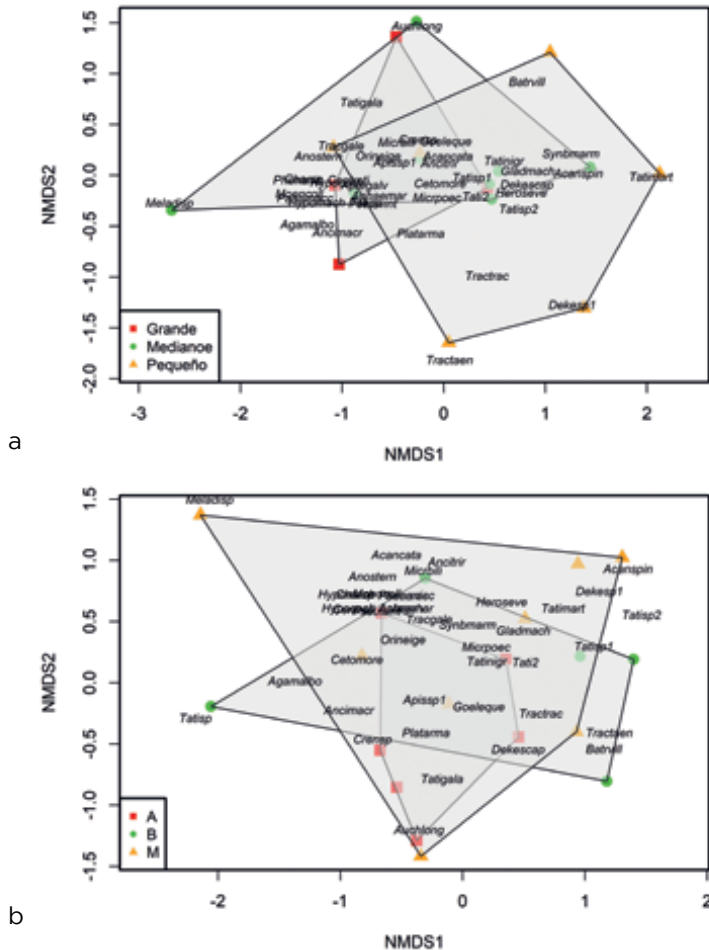


Figura 6. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) basado en la abundancia de las especies registradas en troncos de diferentes tamaños (a) y agrupados en diferentes grados de oquedad (b).

Capítulo 13. PECES, CAMARONES Y TRONCOS

dos familias y tres géneros (Tabla 1, Anexo 2). Destacan por su abundancia, *Macrobrachium dierythrum*, *Macrobrachium reyesi* y *Euryrhynchus amazoniensis*, con aproximadamente el 84% de la abundancia total en estos microhábitats (Tabla 1). Cuatro de las especies colectadas se encontraron en troncos de todos los tamaños, a excepción de *Pseudopalaemon amazonensis*, la cual fue encontrada

únicamente en troncos de tamaño pequeño y *M. brasiliense* la cual se colectó únicamente en troncos de tamaño medio.

Según los resultados del test de Kruskal-Wallis, existen diferencias significativas en la abundancia de los camarones en troncos de diferentes tamaños y grados de oquedad (valor $p=0,046$, $p=0,042$ respectivamente). En cuanto al tamaño de los troncos, las abun-

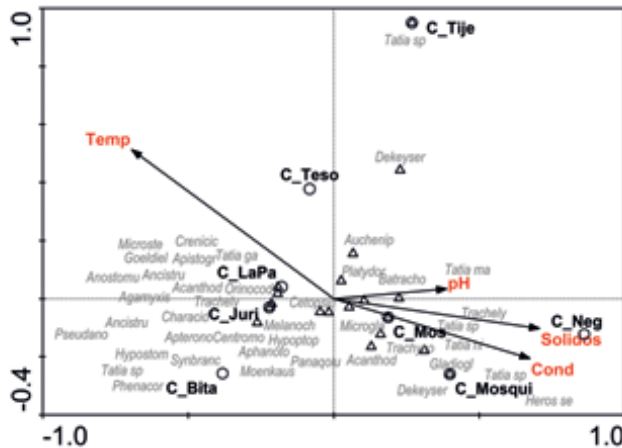


Figura 7. Análisis de correspondencia canónica (CCA) basado en la abundancia de las especies de peces y las variables ambientales registradas.

Tabla 1. Especies de camarones y número de individuos asociados a los troncos de diferentes tamaños.

TAXÓN	Tronco		
	Grande	Mediano	Pequeño
EURYRHYNCHIDAE			
<i>Euryrhynchus amazoniensis</i>	21	37	2
PALAEMONIDAE			
<i>Macrobrachium brasiliense</i>	0	4	0
<i>Macrobrachium cortezi</i>	4	1	2
<i>Macrobrachium dierythrum</i>	94	133	26
<i>Macrobrachium reyesi</i>	50	32	3
<i>Macrobrachium</i> sp.	7	35	2
<i>Pseudopalaemon amazonensis</i>	0	0	7
Total	176	242	42

dancias más altas fueron registradas en los troncos de mayores tamaños (grandes y medianos) (Figura 8). El grado de oquedad A registró los valores más altos de abundancia; la abundancia en los grados B y M no fue significativamente diferente (Figura 8).

El coeficiente de correlación de Spearman permitió identificar correlaciones significativas y positivas entre la abundancia de camarones y el diámetro promedio y peso de los troncos (Figura 9). Por lo tanto, a mayor peso y diámetro es posible registrar un mayor número de estos organismos, asociados las oquedades y a los sistemas intrincados similares a túneles que se observaron en estos sustratos naturales.

Con relación a la diversidad alfa expresada en números efectivos de especies (números de Hill), no se observaron dife-

rencias significativas en estos con relación al tamaño de los troncos (Figura 10a). Por esto, se podría proponer que la abundancia de camarones asociados a troncos no depende del tamaño de los mismos.

Al tener en cuenta los valores de diversidad alfa con relación al grado de oquedad, se evidencio que existen diferencias significativas en los tres órdenes de diversidad (q_0 , q_1 , q_2). En cada uno de ellos, se observó que el grado de oquedad B, registró los valores más altos de diversidad (Figura 10b).

DISCUSIÓN

Este es el primer trabajo o investigación en la Orinoquia colombiana que considera a los troncos sumergidos como un hábitat fundamental para las comunidades

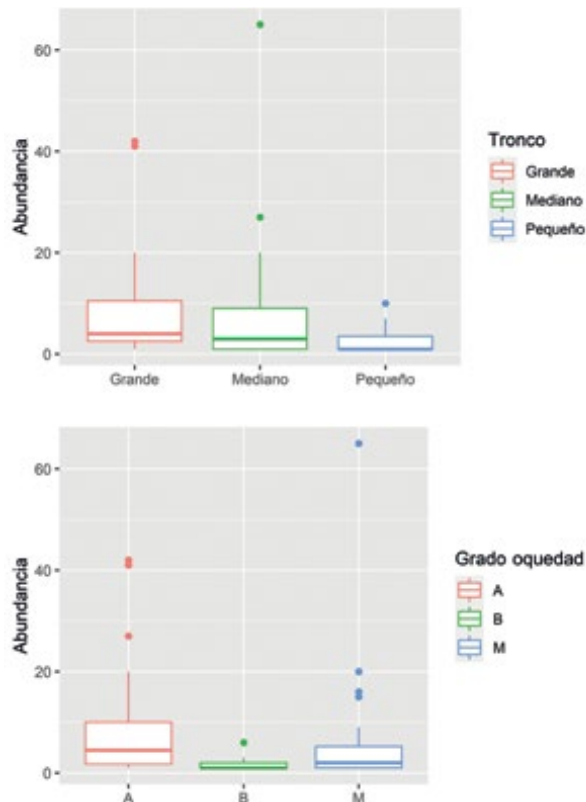


Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes de la abundancia de las especies de camarones en troncos de diferentes tamaños y grados de oquedad.

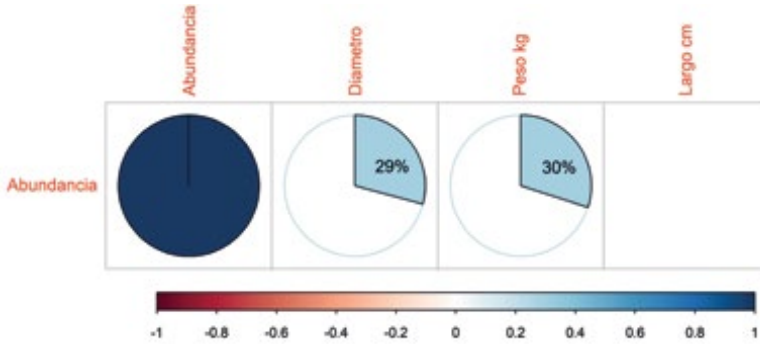


Figura 9. Correlación de Spearman entre la abundancia de los camarones y las variables de los troncos (diámetro-cm; peso-kg y largo-cm).

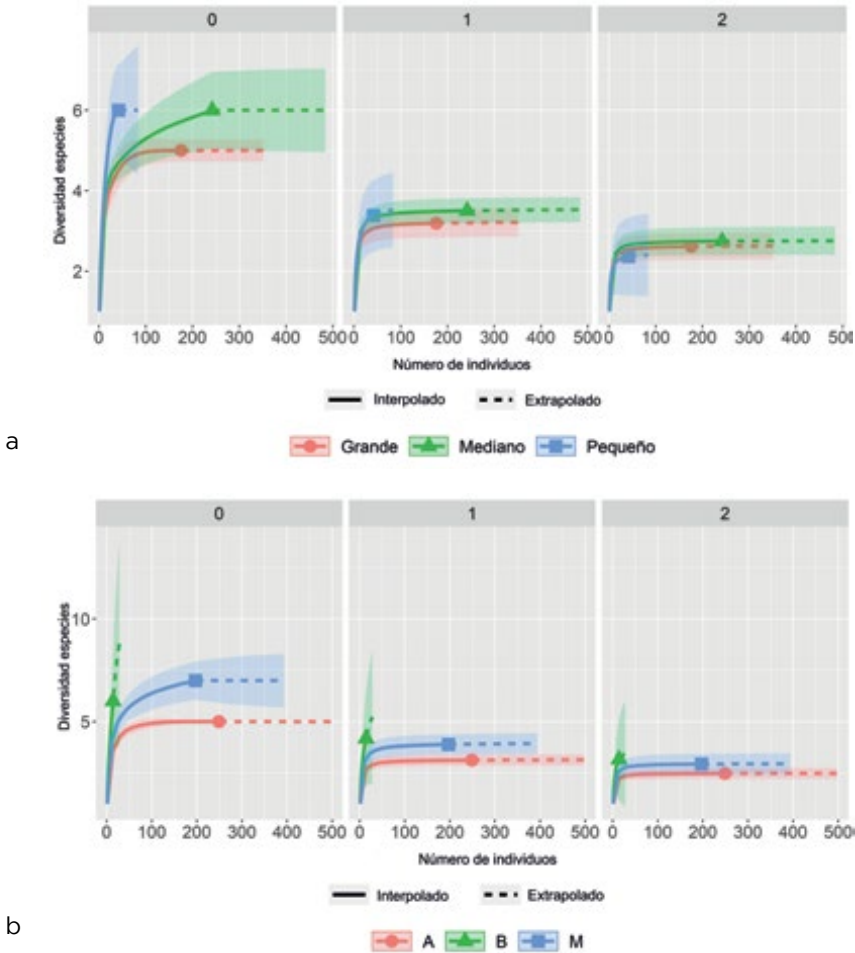


Figura 10. Interpolación y extrapolación de la diversidad efectiva de especies de camarones según: a) el tamaño y b) grado de oquedad de los troncos.

o ensamblajes de peces y camarones en estos sistemas pulsátiles e inundables. Como resultado, se reporta por primera vez el listado más completo de peces y camarones asociados a troncos sumergidos (42 y 7 especies respectivamente) en la Orinoquia colombiana y se confirma la importancia de este hábitat como refugio de estas especies, además de otros macroinvertebrados como insectos acuáticos, moluscos y esponjas, no considerados en este análisis (ver Capítulo 4). Arrington y Winemiller (2006) reportaron para el río Cinaruco, un sistema muy parecido al estudiado en la presente investigación, 79 especies de peces (52 sp. en ríos y 51 sp. en lagunas) y ocho especies de macroinvertebrados (una sola especie de camarón), asociadas –no especifican cuáles viven o están al interior de los troncos– a hábitats con abundantes troncos sumergidos en ríos y lagunas. Durante la presente investigación, las especies fueron colectadas –extracción total– dentro de los troncos durante el período seco o de aguas bajas, utilizando diferentes métodos manuales, por lo que este tipo de muestreo garantizó que las especies aquí reportadas usen este tipo de microhábitat como nicho espacial y probablemente temporal (no se hizo el estudio durante aguas altas e inundación). Así, de las nueve especies de camarones registradas en el área (8 sp. Palaemonidae-1 sp. Euryrhynchidae) (Acevedo *et al.* 2017, ver Capítulo 4), siete estuvieron presentes en los troncos de este estudio, así como 34 especies de peces de las 205 especies de muy diferentes hábitat que pueden encontrarse en la planicie inundable del Reserva Natural Bojonawi (ver Capítulo 6), lo que representa casi la cuarta parte de la ictiofauna local y destaca el papel que representan los troncos sumergidos en los ensamblajes de peces en la Orinoquia y en particular en los sistemas inundables.

En un intento por describir cómo se estructuran las comunidades de peces y camarones en los troncos, estos fueron agrupados según su diámetro, peso, longitud y grado de oquedad. Inicialmente, se consi-

deró que los troncos más grandes albergarían un mayor número de especies, individuos y biomasa. Sin embargo, los resultados obtenidos no soportaron del todo esta hipótesis. Con relación a la fauna íctica, no se observaron diferencias en la composición y el número de especies con relación al tamaño de los troncos, hecho que podría deberse a que la estructuración o ensamble de las comunidades de peces no obedece al tamaño de los troncos si no a otros procesos como por ejemplo los ciclos hidrológicos y el caudal (volumen) de los cuerpos de agua. Según Arrington y Winemiller (2006), las comunidades acuáticas en ríos neotropicales están reguladas por cambios graduales y continuos en la profundidad de los cuerpos de agua que permiten a las comunidades “armarse y desarmarse” constantemente, generando complejas dinámicas de colonización y recolonización posiblemente producto de efectos estocásticos.

Los procesos estocásticos y determinísticos han sido reportados como responsables en la estructuración de comunidades de peces neotropicales y dependen principalmente del ciclo hidrológico o efecto del pulso de inundación (Junk *et al.* 1989, Winemiller 1990, Arrington y Winemiller 2006, Winemiller *et al.* 2018). Para los peces de la Orinoquia, Arrington y Winemiller (2006), reportan que las comunidades durante la época seca se estructuran de acuerdo a una dinámica de parches, en las cuales la heterogeneidad del hábitat y las variables ambientales juegan un papel indispensable en el ensamblaje de peces. Por el contrario, Fitzgerald *et al.* (2017) proponen que los ensamblajes de peces en el río Xingú (Brasil) durante la época seca son dependientes de factores estocásticos. López-Delgado *et al.* (en preparación) encontraron que los ensamblajes de peces de la cuenca del río Bitá —considerada y evaluada en el presente estudio—, son complejos y no obedecen a un solo proceso. Dichos autores sugieren que existe una gran influencia de los procesos estocásticos y dinámicas de filtros ambientales a lo largo del gradiente longitudinal, que generan que solamente

las especies con los rasgos funcionales apropiados colonicen los diferentes hábitats disponibles. Esto concuerda con lo reportado en el presente estudio, ya que se observó que solo un grupo de especies tienen las combinaciones de caracteres necesarias para colonizar las galerías que se encuentran dentro de los troncos. Al tener en cuenta el grado de oquedad, los valores más elevados de abundancia y biomasa fueron registrados en los troncos con mayores niveles de oquedad, lo cual se relaciona directamente con la estrecha vinculación que existe entre la complejidad del hábitat y la diversidad y abundancia (Willis *et al.* 2005). Es probable que las intrincadas galerías que se forman dentro de los troncos, producto de la fragmentación de estas estructuras por parte de los insectos terrestres como termitas y larvas de coleópteros, sean utilizadas por una gran diversidad de organismos acuáticos como los reportados en la presente investigación. Taylor *et al.* (2008) han demostrado que las galerías formadas dentro de los troncos, son usadas incluso sobre el nivel del agua, por especies de peces tolerantes a la desecación como por ejemplo los “killifish” (Cynolebiidae). No hay que descartar, no obstante, el papel de otros macroinvertebrados estrictamente acuáticos —p. e. camarones, efemerópteros y otros— que viven en estos sistemas, en la fragmentación mencionada anteriormente.

En general, los troncos evaluados estuvieron dominados por especies insectívoras y consumidoras de algas en menor proporción. La mayoría de estas presentaron cuerpos deprimidos, con espinas puntiagudas y aserradas en las aletas pectorales y con patrones de coloración que les permiten camuflarse con los troncos y sobre todo, anclarse a los mismos dentro de las oquedades. Diferentes estudios en la región de la Orinoquia han demostrado que estas especies por lo general usan estos microhábitats como refugio de los depredadores durante el día y que durante la noche salen a alimentarse a los bancos de arena (Lowe-McConnell, 1987,

Arrigton y Winemiller 2006), fenómeno constatado durante esta investigación. Durante la noche todos los bagres o Siluriformes, especialmente de las familias Aucheniperidae, Loricariidae, Doradidae, Heptapteridae y Cetopsidae, salen a alimentarse y se muestran muy activos (Lasso obs. pers.).

La abundancia de los camarones fue mayor en los troncos de mayor tamaño ya que estos brindan mayores oportunidades de refugio. Solo en algunas especies con hábitos particulares como *Pseudopalaemon amazonensis*, fue diferente. Esta especie está comúnmente asociada a sustratos arenosos, se refugia en la hojarasca, nada de manera libre en aguas abiertas y se alimenta principalmente de rotíferos, microcrustáceos y ácaros (Gualberto *et al.* 2012, Kensley y Walker 1982), lo cual explica su escasa presencia en los troncos. En contraste, *Euryrhynchus amazonensis* no acostumbra a salir de la hojarasca (Walker 1994) y adicionalmente se alimenta de hongos e insectos béticos (Kensley y Walker 1982), por lo que los troncos son un hábitat ideal para los requerimientos de esta especie y de ahí la abundancia observada.

Las especies del género *Macrobrachium* son reconocidas por su amplia distribución y las diferentes adaptaciones a diversos hábitats, incluyendo patrones reproductivos y comportamentales que varían de acuerdo a la estacionalidad climática y a la disponibilidad de nutrientes, por lo cual su ecología depende del hábitat específico en el cual se encuentran (Kensley y Walker 1982, Montoya 2003, Sampaio y Martinelli-Lemos 2014). De manera general, se considera que estas especies son detritívoras (Kensley y Walker 1982) u omnívoras (Melo y Nakagaki 2013) y no suelen nadar libremente (Kensley y Walker 1982), por lo cual es común encontrarlas asociadas a hojarasca y troncos. De las cuatro especies registradas dentro de los troncos, *Macrobrachium brasiliense* y *M. cortezi* son de tamaño medio, lo cual podría influenciar su abundancia en los troncos y la preferencia de refugio —en comparación con hojarasca u otras acumulaciones de material orgánico—; adicionalmente, la

identificación de estas especies depende de machos adultos, por lo cual es probable que los individuos identificados como *Macrorbrachium* sp. correspondan a juveniles de estas especies. Las otras especies del género *Macrorbrachium* colectadas son de tamaño pequeño, especialmente *M. dierythrum* (Pereira 1986), por lo cual se espera que usen más eficientemente los troncos como refugio, especie ya registrada para estos hábitats en Venezuela (Arrington y Winemiller 2006, Montaña *et al.* 2015).

En conclusión, los troncos sumergidos constituyen un sistema —considerado este un como hábitat/microhábitat a escala espacial y temporal variable (ciclo hidro-

lógico)—, de gran importancia que actúa como refugio para las comunidades o ensamblajes de peces y camarones. Si bien no hay un patrón definido entre la riqueza de especies y/o diversidad y el tamaño de los troncos y el grado de oquedad, así como un nivel más aleatorio que determinístico en su conformación, sí se observa cierta relación entre la abundancia, la biomasa y el tamaño de los troncos, que adicionalmente muestran una composición ictiológica y carinológica particular, relacionada con los hábitos y rasgos funcionales de estas especies que aportan en gran medida a la diversidad total de la biota acuática en estos ambientes tropicales.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, A., C. A. Lasso y M. A. Morales-Betancourt. 2017. Crustáceos. Pp. 169-240. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *Biodiversidad del río Bita, Vichada, Colombia*. Serie Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Allan, J. D. y M. M. Castillo. 2009. *Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters*. Segunda Edición. Springer. Holanda. 436 pp.
- Arrington, D. A. y K. Winemiller 2006. Habitat affinity, the seasonal flood pulse, and community assembly in the littoral zone of a Neotropical floodplain river. *Journal of the North American Benthological Society* 25 (1): 126-141.
- Arrington, D. A., K. Winemiller y C. A. Layman. 2005. Community assembly at the patch scale in a species rich tropical river. *Oecologia* 144 (1): 157-167.
- Braak, C. J., F. Ter y P. Smilauer. 2009. *Canoco*. Wageningen. The Netherlands: Biometris Plant Research International. 283 pp.
- Campos, M. R. 2014. Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 27. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D. C., Colombia. 692 pp.
- Chao, A., C. H. Chiu, T. Hsieh, T. Davis, D. A. Nipperess y D. P. Faith. 2015. Rarefaction and extrapolation of phylogenetic diversity. *Methods in Ecology and Evolution* 6 (4): 380-388.
- Covich, A. P., M. A. Palmer y T. A. Crowl. 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: Zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. *BioScience* 49: 119-127. <https://doi.org/10.2307/1313537>.
- Cross, W. F., A. P. Covich, T. A. Crowl, J. P. Benstead y A. Ramírez. 2008. Secondary production, longevity and resource consumption rates of freshwater shrimps in two tropical streams with contrasting geomorphology and food web structure. *Freshwater Biology* 53: 2504-2519. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02078.x>
- DoNascimento, C., E. E. Herrera y J. A. Maldonado-Ocampo. 2019. Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.11. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/numrso>.
- De Grave, S., K. G. Smith, N. A. Adeler, D. J. Allen, F. Alvarez, A. Anker, Y. Cai, S. F. Carrizo, W. Klotz, F. L. Mantelatto, T. J. Page, J. Y. Shy, J. L. Villalobos y D. Wowor. 2015.

- Dead shrimp blues: A global assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea). *PLoS ONE* 10: 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120198>.
- Fitzgerald, D. B., K. O. Winemiller, M. H. Sabaj-Pérez y L. M. Sousa L.M. 2017. Seasonal changes in the assembly mechanisms structuring tropical fish communities. *Ecology* 98: 21-31.
- Goulding, M. 1980. The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. University of California Press. 280 pp.
- Gualberto, T. L., L. O. De Almeida y M. Menin. 2012. Population structure, fecundity and ecological aspects of freshwater shrimp species (Decapoda, Palaemonidae) of an urban forest fragment in Central Amazonia, Brazil. *Crustaceana* 85: 1205-1219.
- Hrodey, P. J., B. J. Kalb y T. M. Sutton. 2008. Macroinvertebrate community response to large-woody debris additions in small warmwater streams. *Hydrobiologia* 605: 193-207. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9354-8>
- Kensley, B. e I. Walker. 1982. Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology*: 1-28. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.362>
- Long, W. C., A. J. Sellers y A. H. Hines. 2013. Mechanism by which coarse woody debris affects predation and community structure in Chesapeake Bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 446: 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.05.021>.
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, London. 382 pp.
- Machado-Allison, A. 1987. Los Peces del Llano de Venezuela: un ensayo sobre su Historia Natural. Consejo Desarrollo Científico y Humanístico (UCV), Imp. Universitaria, 1a. Edición. Caracas, Venezuela. 121 pp.
- Mago-Leccia, F. 1970. Estudios preliminares sobre la ecología de los peces de los llanos de Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 7 (1): 71-102.
- Melo, M. S. de y J. M. Nakagaki. 2013. Evaluation of the feeding habits of *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) in the Curral de Arame stream (Dourados/Mato Grosso Do Sul, Brazil). *Nauplius* 21: 25–33. <https://doi.org/10.1590/s0104-64972013000100004>.
- Montaña, C. G., C. A. Layman y K. O. Winemiller. 2015. Species-area relationship within benthic habitat patches of a tropical floodplain river: An experimental test. *Austral Ecology* 40: 331–336. <https://doi.org/10.1111/aec.12218>
- Montoya, J. V. 2003. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science* 39: 155-159.
- Pereira, G. 1986. Freshwater shrimps from Venezuela II: Seven new species of Palaemoninae (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Proceeding of the Biological Society of Washington* 99: 198-213.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Viena, Austria.
- Sampaio, H. A. y J. M. Martinelli-Lemos. 2014. Use of intertidal areas by shrimps (Decapoda) in a brazilian Amazon estuary. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 333-345. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420120039>
- Taylor, D. S., B. J. Turner, W. P. Davis y B. B. Chapman. 2008. A novel terrestrial fish habitat inside emergent logs. *The American Naturalist* 171 (2): 263-266.
- Valencia, D. M. y M. R. Campos. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa* 1456: 1-44.
- Valencia, D. M. y M. R. Campos. 2010. Freshwater shrimps of the Colombian tributaries of the Amazon and Orinoco rivers (Palaemonidae, Euryrhynchidae, Sergestidae). *Caldasia* 32 (1): 221-234.
- Walker, I. 1994. The benthic litter-dwelling macrofauna of the Amazonian forest stream Tarumã-Mirim: patterns of colonization

- and their implications for community stability. *Hydrobiologia* 291: 75–92. <https://doi.org/10.1007/BF00044437>.
- Welcomme, R. L. 1979. Fisheries ecology of floodplains rivers. Longman Group LTD, London. 317 pp.
- Willis, S. C., K. O. Winemiller y H. López-Fernández. 2005. Habitat structural complexity and morphological diversity of fish assemblages in a Neotropical floodplain river. *Oecologia* 142 (2): 284-295.
- Winemiller, K. O. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecological Monographs* 60: 331-367.
- Winemiller, K. O., D. C. Taphorn, L. C. Kelso-Winemiller, E. O. López-Delgado, F. G. Keppeler y C. G. Montaña. 2018. Fish metacommunity structure in Caño Maraca, an important nursery habitat in the Western Llanos of Venezuela. *Neotropical Ichthyology* 16: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180074>
- Junk, W. J., P. B. Bayley y R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Pp. 110-127. *En*: Dodge, D. P. (Ed.), *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication Fisheries Aquatic Sciences 106.

Capítulo 13. PECES, CAMARONES Y TRONCOS

ANEXOS

Anexo 1. Especies de peces y número de individuos asociados a los troncos de tres diferentes tamaños.

TAXÓN	Tamaño del tronco		
	Grande	Mediano	Pequeño
CHARACIFORMES			
ANOSTOMIDAE			
<i>Anostomus ternetzi</i>	2	10	3
<i>Pseudanos winterbottomi</i>	0	4	0
CHARACIDAE			
<i>Moenkhausia collettii</i>	1	0	0
CRENUCHIDAE			
<i>Characidium</i> sp.	1	0	0
<i>Melanocharacidium dispilomma</i>	17	11	
GYMNOTIFORMES			
APTERONOTIDAE			
<i>Apteronotus galvisi</i>	1	7	0
HYPOPOMIDAE			
<i>Microsternanchus bilineatus</i>	0	0	1
SILURIFORMES			
AUCHENIPTERIDAE			
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	15	8	6
<i>Centromochlus reticulatus</i>	1	0	0
<i>Trachelyopterichthys taeniatus</i>	0	0	1
<i>Trachycorystes trachychorystes</i>	1	4	1
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	2	21	20
<i>Tatia</i> sp. 0	0	1	0
<i>Tatia</i> sp. 1	0	14	0
<i>Tatia</i> sp. 2	40	0	0
<i>Tatia galaxias</i>	7	13	12
<i>Tatia marthae</i>	54	65	1
<i>Tatia nigra</i>	0	1	0
CETOPSIDAE			
<i>Cetopsidium morenoi</i>	1	1	0

Anexo 1. Continuación.

TAXÓN	Tamaño del tronco		
	Grande	Mediano	Pequeño
DORADIDAE			
<i>Agamyxis albomaculatus</i>	44	60	7
<i>Acanthodoras spinosissimus</i>	4	4	0
<i>Acanthodoras cataphractus</i>	0	2	0
<i>Orinocodoras eigenmanni</i>	0	1	4
<i>Platyodoras armatulus</i>	9	8	1
HEPTAPTERIDAE			
<i>Gladioglanis machadoi</i>	0	3	0
<i>Goeldiella eques</i>	0	0	1
<i>Phenacorhamdia anisura</i>	2	0	0
LORICARIIDAE			
<i>Ancistrus macrophthalmus</i>	6	9	2
<i>Ancistrus triradiatus</i>	0	1	0
<i>Aphanotorulus emarginatus</i>	0	3	0
<i>Dekeyseria scaphirhyncha</i>	0	4	0
<i>Dekeyseria</i> sp.1	2	1	1
<i>Hypoptopoma machadoi</i>	0	1	0
<i>Hypostomus</i> gr. <i>cochliodon</i>	1	3	0
<i>Panaqolus maccus</i>	7	9	0
PSEUDOPIMELODIDAE			
<i>Batrochoglanis villosus</i>	6	19	2
<i>Microglanis poecilus</i>	32	51	0
SYNBRANCHIFORMES			
SYNBRANCHIDAE			
<i>Synbranchus marmoratus</i>	0	2	1
CICHLIFORMES			
CICHLIDAE			
<i>Apistogramma</i> sp.	0	1	0
<i>Crenicichla</i> sp.	0	0	2
<i>Heros severus</i>	0	1	0
Total	256	347	66

Capítulo 13. PECES, CAMARONES Y TRONCOS

Anexo 2. Especies de peces y camarones asociadas a los troncos sumergidos.



1. *Pseudanos winterbottomi*.



2. *Microsternanchus bilineatus*.



3. *Auchenipterichthys longimanus*.



4. *Orinocodoras eigenmanni*.



5. *Hypoptopoma machadoi*.



6. *Microglanis poecilus*.

Lamina 1. Fotos: Jorge E. García-Melo.

Anexo 2. Continuación.



7. *Euryrhynchus amazoniensis*.



8. *Macrobrachium brasiliense* (macho).



9. *Macrobrachium brasiliense* (hembra).



10. *Macrobrachium dierythrum*.



11. *Macrobrachium* sp.



12. *Pseudopalemon amazonensis*.

Lamina 2. Fotos: Jorge E. García-Melo.



Afloramientos rocosos de la Reserva Natural Bojonawi. Foto: Fernando Trujillo.

LA VIDA EN LAS ROCAS: ANFIBIOS Y REPTILES EN AMBIENTES EXTREMOS DEL ESCUDO GUAYANÉS, VICHADA, COLOMBIA

Adolfo Amézquita, Mayra Avellaneda, Leidy A. Barragán, Alexandra Delgadillo y María A. Pulido

Resumen. A pesar de las condiciones adversas en los afloramientos rocosos del macizo o Escudo Guayanés, existen organismos que utilizan este ambiente como su hábitat principal. Se presentan datos sobre el ambiente térmico que confrontan la rana, *Leptodactylus lithonaetes* y el lagarto *Tropidurus hispidus*, y sobre rasgos que les permiten sobrevivir. La rana se reproduce cuando los charcos formados en las rocas por meteorización acumulan agua, con frecuencia a temperaturas superiores a sus tolerancias térmicas. La fluctuación térmica de las piscinas es independiente de su tamaño. Los machos controlan total o parcialmente los charcos, según se confirma con experimentos de *playback*. Su tamaño y el de sus espinas pectorales no predicen el tamaño del charco que defiende. El lagarto se mantiene activo sobre la roca, que supera 60 °C de temperatura. Fotografías térmicas revelan que los lagartos pueden evitar temperaturas letales no exponiéndose al mediodía y utilizando microhábitats más favorables. Hospedan un ectoparásito colorido en bolsillos dérmicos especializados, en cantidades que covarían con la época reproductiva. Se estimó el territorio de los machos y se continúa probando su relación con la carga de ectoparásitos y la morfometría. La territorialidad parece ser una estrategia clave para el control de los microhábitats favorables, en un ambiente desafiante.

Palabras clave. Afloramientos rocosos, ectoparásitos, morfometría, territorialidad, termobiología.

Abstract. Despite the harsh conditions experienced on the rocky outcrops of the Guiana Shield, some species thrive and rely on them as their main habitat. Here, results are presented on the thermal environment experienced by the frog *Leptodactylus lithonaetes* and the lizard *Tropidurus hispidus*, as well as on some traits that might confer an adaptive value. The frog breeds on the temporary ponds and puddles formed after rock meteorisation, where the water temperature often exceeds the tadpole thermal tolerance. Temperature daily variation does not correlate with pond size. Entire ponds or pond sections are vigorously defended by territorial males, as evidenced by playback experiments. The size of the defended pond cannot

Amézquita, A., M. Avellaneda, L. A. Barragán, A. Delgadillo y M. A. Pulido. 2020. La vida en las rocas: anfibios y reptiles en ambientes extremos del Escudo Guayanés, Vichada, Colombia. Pp. 413-429. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII14

be predicted from male size or the size of the male chest spines. The lizard is found active on the rock surface, which often exceeds 60 °C. They escape lethal temperatures by avoiding midday exposure and using more favourable microhabitats, as evidenced by thermal photography. The lizards also host a brightly coloured ectoparasite in specialised mite dermal pockets. The parasitic load covaries to some extent with the reproductive season, but not with male home range or morphometry. As a whole, territoriality seems a key adaptive trait in such a challenging environment.

Keywords. Ectoparasites, morphometry, rocky outcrops, territoriality, thermal biology.

INTRODUCCIÓN

Según un conocido y antiguo principio de la fisiología animal (Bartholomew 1982), los mejores modelos para estudiar adaptaciones son encontrados en los ambientes extremos. Una de las razones es que en ambientes por ejemplo muy fríos o a muy altas elevaciones, las presiones de selección que generan la temperatura o la disponibilidad de oxígeno son de magnitud muy superior a las de los demás factores, y dejan un rastro en los rasgos fenotípicos que es más fácil de reconocer (Willmer *et al.* 2004). La definición de “extremo” mantiene sin embargo un nivel de ambigüedad inexorablemente asociado al antropocentrismo. Los organismos que acumulan cientos de miles de años evolucionando en ambientes que parecen muy fríos, probablemente habrán desarrollado proteínas que funcionan mejor a temperaturas más bajas, y que subyacen el apropiado desempeño fisiológico y comportamental en esas condiciones. La escala de tiempo de los procesos evolutivos permite adaptaciones que convierten en normal para una especie lo que ha sido extremo en el pasado (Bartholomew 1982).

Existe otra dimensión para que un ambiente sea considerado extremo y está basada en la variación. Uno de los desafíos más exigentes para los organismos es adaptarse a fuertes variaciones estacionales o circadianas en parámetros ambientales críticos, como la temperatura y la humedad (Schmidt-Nielsen 1979). De hecho, la continuidad en la disponibilidad de agua determina en zonas lluviosas neotropicales, el reemplazo de bosques húmedos por

ambientes de sabana, cuando la distribución de las lluvias es mucho más estacional a lo largo del año. La época marcada de sequía se convierte en una presión de selección dominante para organismos que deberán sobrevivir además a la subsecuente época de lluvias e inundaciones. A una escala temporal más fina, la falta de cobertura arbórea en las sabanas implica fluctuaciones diarias aún mayores en la temperatura y la humedad relativa (Mendonça *et al.* 2015).

En el Neotrópico, la zona de influencia del Macizo Guayanés se caracteriza entre otras cosas por la frecuente presencia de zonas abruptamente elevadas, sobre la base de rocas muy antiguas que se han resistido diferencialmente a la meteorización y erosión circundantes. Estas formaciones constituyen elementos del paisaje que definen el destino evolutivo de los organismos que los colonizan. A gran escala, los tepuis o *table mountains*, que se elevan cientos y hasta miles de metros sobre el entorno, albergan flora y fauna características con un alto nivel de endemismo, probablemente por el patrón de islas ambientales que los caracteriza (Lasso y Señaris 2018, Rull *et al.* 2019). A una escala mucho menor, se observan islas de roca semidesnuda, con apenas decenas o algunos cientos de metros de elevación, pero que implican un aporte importante a la heterogeneidad espacial, microclimática y ecológica de los ecosistemas que los rodean (Gröger y Huber 2007).

Estos últimos afloramientos rocosos persisten a pesar de su antigüedad, por el origen geológico que determina sus propiedades. Se trata con frecuencia de rocas metamorfizadas cuando los otros tipos de

rocas (ígneas y sedimentarias) son sometidas a condiciones de alta temperatura y presión durante millones de años. El destino natural de las rocas que afloran a la superficie es ser meteorizadas y degradadas, por la humedad y por los cambios de temperatura, generando fragmentos menores que pueden luego ser erosionados por las aguas lluvias. Las rocas igneometamórficas resisten en mayor medida estos procesos y terminan erguidas sobre el paisaje, no tanto porque se eleven sino porque su entorno descende, cuando es degradado y arrastrado.

A pesar de su mayor resistencia, los afloramientos rocosos también experimentan fenómenos de meteorización en ciertos puntos de la superficie. Las huellas de este proceso permiten la acumulación de agua lluvia y la formación de charcos, con diámetros que fluctúan entre algunos centímetros y decenas de metros. El agua acumulada acelera aún más la meteorización del sustrato rocoso y la formación de un suelo primigenio, sobre el cual se establecen y entran en un proceso de sucesión algas, pastos, arbustos y más tarde árboles (Lasso *et al.* 2014). Estas islas de agua y vegetación, en distintos estados de sucesión, incrementan dramáticamente la heterogeneidad en la temperatura y la disponibilidad de agua en la superficie de los afloramientos rocosos (Figura 1a).

El estudio fue realizado en la Reserva Natural Bojonawi-RNB, la cual está en el extremo occidental de este tipo de formaciones en el Escudo Guayanés (ver Área de estudio). Esta Reserva incluye afloramientos rocosos de origen igneometamórfico en donde es posible encontrar comunidades establecidas de plantas y animales. A lo largo de varios años (2015-2020), se ha ido acumulando datos microclimáticos, ecofisiológicos y de comportamiento, con énfasis en aquellas especies de anfibios y reptiles que parecen prosperar sobre la roca mucho más que sobre las sabanas y bosques de galería que las circundan: el lagarto *Tropidurus hispidus* (Tropiduridae) y la rana *Leptodactylus lithonaetes* (Leptodactylidae), cuyo epíteto específico implica etimológicamente afinidad por las rocas. El objetivo

central es presentar como un caso de estudio tanto el contexto y los desafíos ecofisiológicos, como algunos de los resultados de las investigaciones realizadas. Con el ánimo de contagiar al lector del desmedido entusiasmo de los autores por este ambiente, organismos y problemas, el tema ha sido dividido en tres secciones. Primero se describe el régimen de temperatura que experimentan estos organismos en componentes críticos de su microhábitat: los charcos de reproducción en el caso de *L. lithonaetes* (Heyer 1995), donde se desarrollarán sus huevos y renacuajos, y la superficie rocosa en el caso de *T. hispidus*, donde este lagarto se alimenta, defiende territorios y corteja, al tiempo que evade el ataque de depredadores por tierra y aire (Vitt *et al.* 2009). Posteriormente, se examina el uso diferencial y la defensa activa de territorios asociados a los charcos de reproducción por parte de los machos de *L. lithonaetes*. Finalmente, se plantea la existencia de dos problemas que confronta el lagarto *T. hispidus* en su hábitat de rocas oscuras: la contradictoria relación que mantiene con un ectoparásito (el ácaro rojo *Eutrombicola alfreduggesi*) (Rocha *et al.* 2008) y la defensa de territorios.

MÉTODOS

Área de estudio

La mayor parte de los datos presentados aquí fueron tomados sobre el afloramiento rocoso conocido como roca Karikari, al sur de la RNB (Figura 1). La roca está directamente sobre la margen izquierda del río Orinoco, y rodeada además por bosque inundable y bosque de galería. La superficie rocosa presenta sinuosidades que en la época de aguas altas llegan a estar inundadas por el río. Otras menos profundas acumulan material orgánico, proveniente de elementos arrastrados por el río, y de la caída de hojas y ramas del bosque circundante. Algunos de estos depósitos han madurado en un par de charcos con muy largo hidropereodo, es decir, que albergan agua durante la mayor parte o la totalidad (entonces llamados permanentes) del año. En contraste, Karikari se caracteriza además por la presencia de una muy amplia gama de

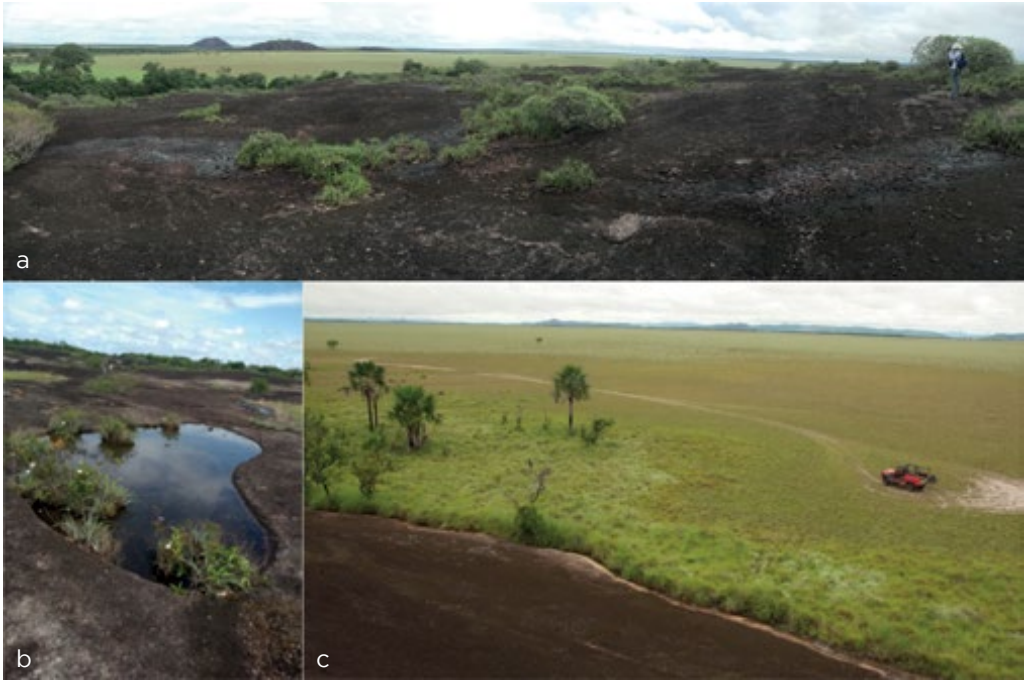


Figura 1. Ejemplos representativos de afloramiento rocoso en alto grado de madurez; a) con islas de vegetación; b) charcos de meteorización; c) vista desde el cerro Campana, mucho menos maduro, revela además el abrupto cambio de paisaje que rodea el afloramiento. Fotos: Adolfo Amézquita (a, c); Ángela Aristizábal-Botero (b).

charcos de meteorización (Figura 1b), que dependen del aporte pluvial y cuya variación en área, profundidad y vegetación genera clinas ecológicas de gran interés. Algunos datos adicionales han sido tomados en el afloramiento rocoso que rodea por el sur a la laguna El Pañuelo, conocido como Camino del Gecko. Otros provienen de dos afloramientos separados de Karikari por aproximadamente 14 km de sabana (Figura 1c), medidos en línea recta; estos últimos son conocidos como Cerro Campana y Roca Tesoro.

Toma de información

Teniendo en cuenta las fluctuaciones estacionales de temperatura y precipitación en la región (Figura 2), se midió la clina de variación en la temperatura de los charcos durante la época de lluvias, cuando éstos mantienen agua la mayor parte del tiempo y ocurre la época reproductiva de *L. litho-*

naetes. Inicialmente, se midió el área, perímetro y profundidad cuando estaban llenos. Para estimar la clina concomitante en temperatura y carga térmica, se dispuso durante la misma época de lluvias, registradores de datos (*data loggers*) en 29 charcos, dentro de los primeros 10 cm de profundidad.

En el otro extremo, durante la época más seca y caliente del año (Figura 2), se utilizaron fotografías térmicas para caracterizar la variación en la temperatura de la superficie desnuda de la roca, así como de otros microhábitats relevantes para *T. hispidus*, y los otros anfibios y reptiles que viven allí. En los microhábitats descritos como parches, la fotografía incluía una parte fortuita del charco de meteorización y de la vegetación asociada cuando ésta se encontraba presente; además, un área menor de la superficie rocosa circundante. En los descritos como grietas, la fotografía fue tomada al interior de las cuevas que se

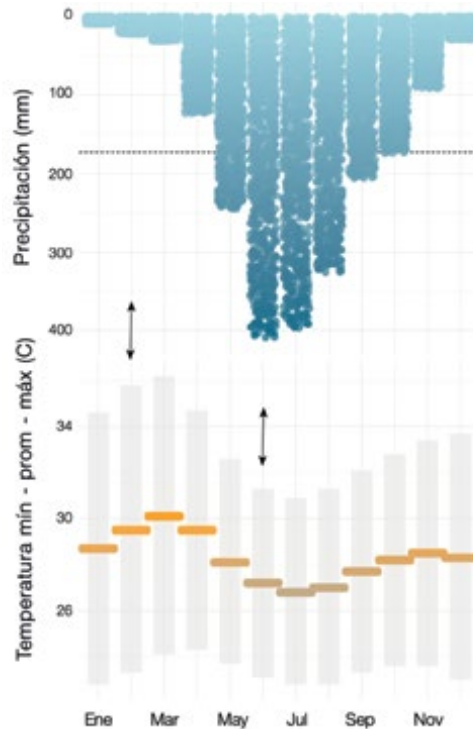


Figura 2. Variación mensual en precipitación (arriba) y régimen de temperatura (abajo) en la estación climática de Puerto Carreño (Vichada), 9,5 km al norte de la Reserva Natural Bojonawi. La línea punteada horizontal indica el promedio anual de precipitación. En el gráfico de temperaturas se presenta el valor promedio mensual (línea horizontal amarilla) y el rango (área gris) entre las temperaturas promedio mínima y máxima. Las flechas indican los momentos en que fueron tomados los datos para caracterizar la variación de la temperatura en los charcos utilizados por la rana, *L. lithonaetes* y la superficie rocosa utilizada por el lagarto, *T. hispidus*.

forman cuando la roca se fractura en una línea paralela a la superficie, generando lajas y cavidades entre ellas que son utilizadas como refugio por una gran cantidad de lagartos, ranas y pequeños mamíferos.

Para dar un mejor contexto a los datos, el resto de los métodos son presentados asociados a cada uno de los problemas abordados, bajo el entendido de que existirán publicaciones en las que se suministre el conjunto completo de datos y los detalles requeridos sobre la metodología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La rana y los charcos

Se partió del supuesto de que el menor volumen de agua contenido en los charcos

pequeños implicaría un mayor rango de variación en la temperatura a lo largo del día. A manera de ejemplo, la temperatura de un charco de 1,2 m de diámetro, cuando apenas le quedan 3 cm de profundidad de agua, alcanza valores de alrededor de 40 °C en los días nublados y hasta 62 °C en los días soleados (Figura 3). Semejante variación implica un gran desafío para las larvas de *L. lithonaetes*. En un estudio paralelo (Beltrán et al. 2019), se encontró que las larvas de esta rana exhiben un desempeño locomotor óptimo alrededor de 34°C, pero además toleran temperaturas de hasta 42,3°C. Acerca de cómo consiguen escapar a temperaturas por encima de los 45°C en los días soleados, se evidenció que se forman al interior de las charcos, fuertes gradientes térmicos a

una escala de centímetros en función de la profundidad, y en relación con la sombra eventualmente provista por la escasa vegetación. Sin embargo, se ha visto también que después de los días más soleados y calientes, se encuentra una apreciable cantidad de larvas muertas tanto en los charcos naturales como en los que se construyeron a manera de microcosmos para otros experimentos no reportados aquí.

Los resultados contradicen el supuesto planteado cuando se compara la variación diaria en temperatura entre los charcos cuyo perímetro (uno de los *proxies* para el tamaño del charco) fluctúa entre 12 y 172 m. Para ilustrarlo, se presentan los valores de temperatura del agua registrados en la misma fecha en cuatro charcos, ubicados aproximadamente en los cuatro cuartiles de la distribución de la variable perímetro. Se observa que no existe una relación clara entre el tamaño del charco y la fluctuación diaria en temperatura; de hecho, la mayor fluctuación se presentó en el charco más grande. Este resultado lleva a postular que más allá del tamaño, otras propiedades de los charcos como la cobertura vegetal, estarían determi-

nando el régimen diario de temperatura para los organismos que las habitan.

Semejante variación dificulta discernir cuáles parámetros de los charcos se relacionan con la calidad de los mismos, definida por el éxito reproductivo de los machos de *L. lithonaetes* que las defienden (Figura 5a). Los charcos de mayor tamaño no presentaron una menor fluctuación en temperatura, pero probablemente sí presentan un hidropериодо más largo, lo cual reduciría el riesgo de muerte de las larvas por desecación. Sin embargo, los charcos grandes presentan al mismo tiempo una mayor densidad y probablemente diversidad de depredadores. Para obtener un primer indicio sobre cuáles eran los mejores charcos, se decidió examinar la morfología y el comportamiento de los machos que los controlan. Los machos de *L. lithonaetes* son muy territoriales, presentando inclusive armas en forma de espinas pectorales (Figura 5b) para ser utilizadas durante los combates con otros machos. Así pues, la predicción fue que los mejores charcos serían aquellos que se encuentran bajo el

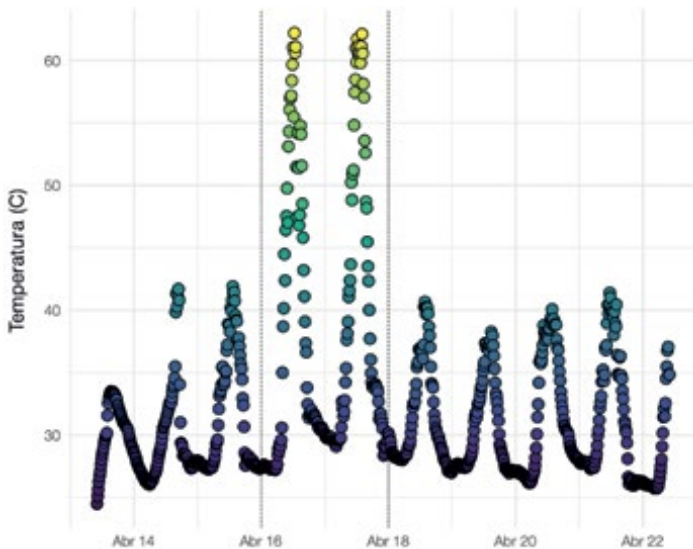


Figura 3. Variación durante diez días en la temperatura del agua de un charco de meteorización sobre la roca Karikari. Los datos fueron tomados con un *data logger* en el fondo cuando el agua tenía apenas 3 cm de profundidad, y reflejan el incremento en la temperatura durante los días soleados (abril 16 y 17) y durante los días nublados (los demás).

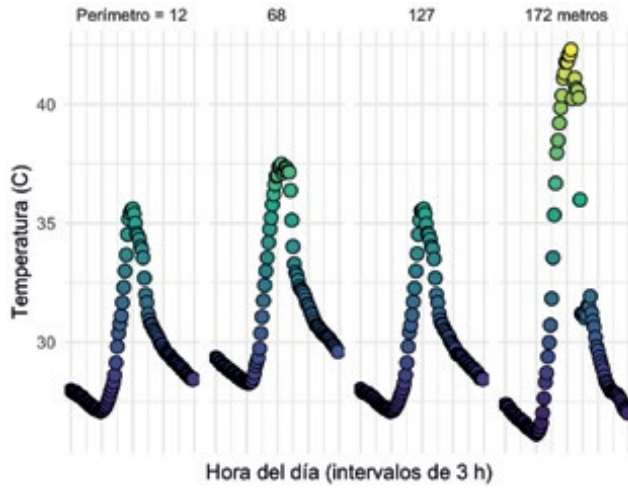


Figura 4. Variación diaria en la temperatura del agua, a menos de 10 cm de profundidad, entre charcos de meteorización de la roca Karikari que difieren en su tamaño, estimado a través del perímetro. El eje X indica la hora del día, desde las 00:00 hasta las 23:00, a intervalos de tres horas marcados por las líneas verticales grises.

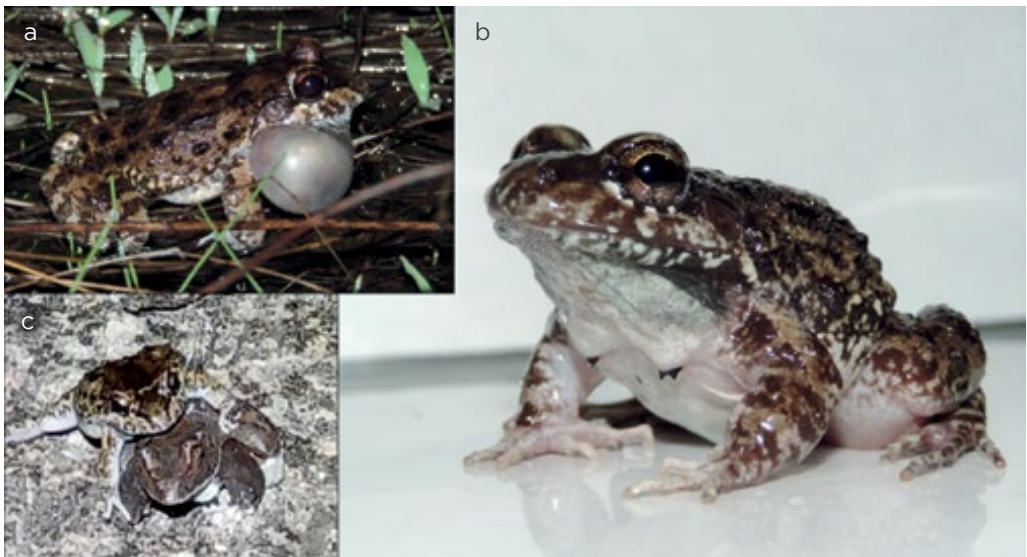


Figura 5. Ejemplares representativos de la rana territorial *L. lithonaetes* en la roca Karikari: a) se observa un macho vocalizando, b) el detalle del grosor de los brazos y las espinas pectorales, dos armas utilizadas en la lucha territorial contra otros machos, y c) un macho atacando un modelo experimental. Fotos: Mayra Avellaneda.

control de los machos (1) de mayor tamaño corporal, (2) con morfología que denote mayores niveles de testosterona y (3) con un comportamiento que indique mayor motivación y capacidad para defender el recurso.

Para examinar las dos primeras predicciones, se capturaron 89 machos asociados a 29 charcos; se midieron cuidadosamente sus rasgos morfométricos, y luego se probó la existencia de correlaciones con el perímetro

del charco. Un análisis de componentes principales confirmó la existencia de variación en rasgos sexuales secundarios, en particular en el tamaño de las espinas, que es independiente de la variación en tamaño corporal de los machos. Los resultados indican que ni los machos más grandes ni los que tienen espinas de mayor tamaño, están asociados con charcos de algún tamaño particular (Figura 6). Se observó que los charcos más grandes son compartidos entre varios machos mientras que charcos de menor tamaño suelen ser defendidos por uno solo de ellos.

Finalmente, para examinar si el comportamiento de territorialidad de los machos se correlacionaba con el tamaño de los charcos, se hicieron experimentos de *playback* simulando la intrusión de otros machos. Para esto se usó un parlante y se ubicó al lado un modelo impreso en 3D (ácido poliláctico, PLA) con la forma, color y tamaño de la rana, permitiendo que el macho tuviera una referencia visual sobre los cantos reproducidos por el parlante. Inicialmente, se grabaron las vocalizaciones de advertencia en un grupo de machos de esta especie, y se

analizaron en las dimensiones espectral y temporal. El canto de esta especie (Heyer y Barrio-Amorós 2009) es característicamente bifásico y complejo (Figura 7). Consta de notas introductorias que se escuchan como lamentos o quejidos, y que en ciertas condiciones van acompañadas de una serie de notas secundarias que se escuchan mucho más como el pito de un árbitro. Con base en los datos recogidos, se reprodujeron vocalizaciones con un parlante desde aproximadamente 1 m de un macho territorial conocido. Aunque los experimentos aún no terminan, el conjunto preliminar de los mismos indica que la respuesta de los machos consiste en modificar su vocalización aumentando el número de “quejidos” y acortando la duración de los “pitidos”. Durante el curso de estos experimentos, se observó un par de combates intensos entre machos que consistían en empujones, presión hacia abajo de un macho sobre otro, y en aferrar usualmente la cabeza del otro macho con los gruesos brazos, mientras se aprieta contra la zona de las espinas pectorales. Los machos también atacaron ocasionalmente al modelo de rana (Figura 5c).

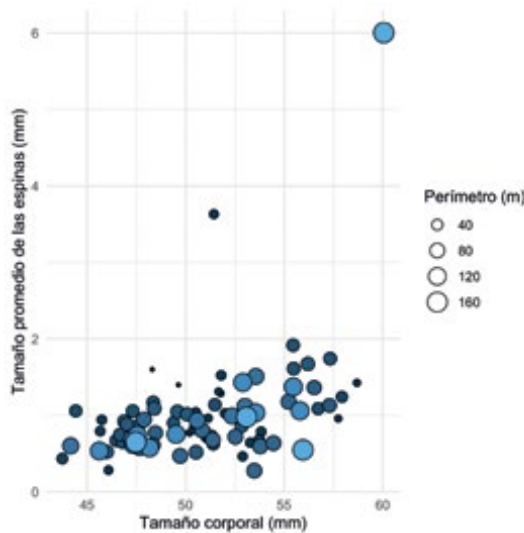


Figura 6. Distribución del tamaño de los charcos en el espacio bidimensional creado por dos rasgos independientes de los machos de *L. lithonaetes* que las defienden: el tamaño corporal y el tamaño promedio de sus espinas pectorales. El tamaño de los charcos está representado por el área de los puntos (ver leyenda) y enfatizado por el tono de azul: más claro para charcos de mayor perímetro.

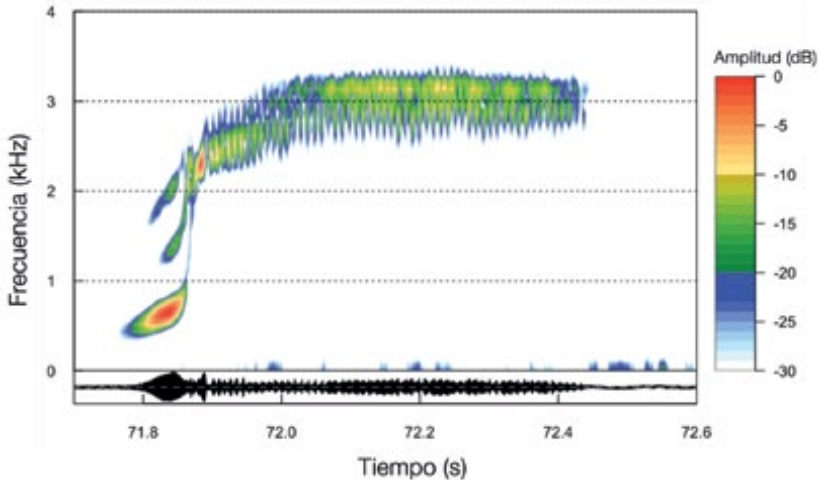


Figura 7. Sonograma (arriba) y oscilograma (abajo, en unidades relativas) de la vocalización de advertencia de los machos de la rana *L. lithonaetes* en la RNB. Se observa el quejido inicial, por debajo de 1 kHz, y el pitido que le sigue, por encima de los 2 kHz. La temperatura corporal del individuo fue 29.3 C durante la grabación.

La roca y el lagarto

Directamente sobre la superficie de todos los afloramientos rocosos que visitados, se encuentra una gran cantidad de lagartos, principalmente de la especie *Tropidurus hispidus* (Velásquez y González 2010, Vitt et al. 2009). Dos aspectos de la historia natural de este lagarto llamaron la atención: en primer lugar, que consiguiera sobrevivir sobre superficies que se sienten muy calientes por radiación y al contacto. En segundo lugar, que a pesar de presentar una coloración gris oscura que parece camuflarlo muy bien con el color predominante de la roca, muchos lagartos presentaban manchas rojas conspicuas en ambos lados del cuello, las axilas y eventualmente en los tímpanos (Figura 8). Un examen detallado de estas manchas confirmó que se trataba de colonias del ácaro ectoparásito *Eutrombicola alfredduggesi* (Menezes et al. 2011, Rocha et al. 2008), concentradas en estructuras llamadas bolsillos de ácaros (*mite pockets*). La existencia de estos bolsillos es sin duda contradictoria, pues estudios en otras especies que los presentan, han mostrado que en el bolsillo los ácaros pueden alimentarse más fácilmente de la piel del lagarto. ¿Por qué un animal faci-

litaría la infestación y prosperidad de sus parásitos? Y aún más allá de los reconocidos costos del parasitismo para el hospedero, ¿por qué albergarlos cuando su coloración aumenta la vistosidad de los lagartos en un ambiente abierto en el que la supervivencia seguramente depende del camuflaje?

Para abordar el primer problema, se analizó la distribución de temperaturas en las fotografías térmicas de la superficie de la roca y de otros dos microhábitats usados por los lagartos. El resultado (Figura 9), revela que las grietas de laja y los parches de vegetación creados por los charcos de meteorización, ofrecen un rango más amplio de temperaturas para un organismo tigmotérmico, aún cuando alcanzan temperaturas máximas al medio día comparables con las de la superficie rocosa. El paisaje térmico muestra además que el lagarto puede utilizar la franja térmica de alrededor de 40 °C siempre y cuando utilice parches y grietas, y evite estar activo cerca del mediodía, que es justo lo que ocurre. La mayor cantidad de lagartos es avistada antes de las 09:00 y después de las 16:30 horas. En ese horario, la temperatura corporal del lagarto (Figura 10a) coincide bastante bien con la oferta de temperaturas

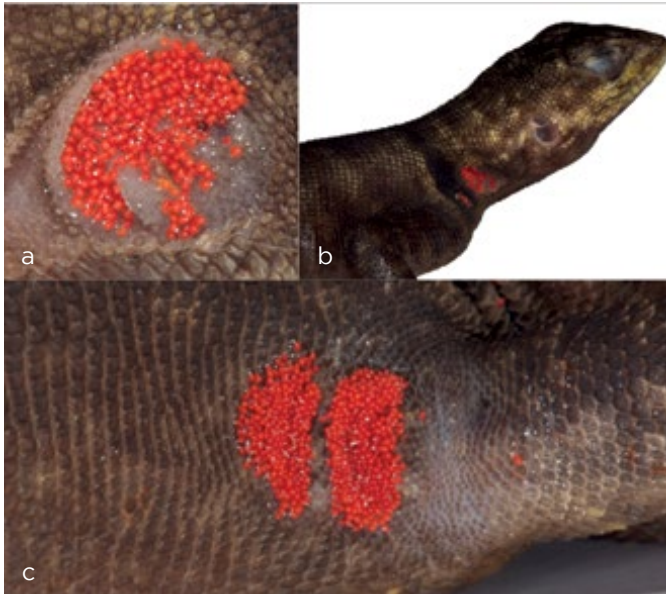


Figura 8. Infestación del ácaro, *Eutrombicola alfredduggesi* en los bolsillos de piel del lagarto, *Tropidurus hispidus*, en la RNB: a) detalle del bolsillo nuchal; b) vista del bolsillo nuchal, que se hace conspicuo por la infestación y c) bolsillo axilar. Fotos: Adolfo Amézquita.

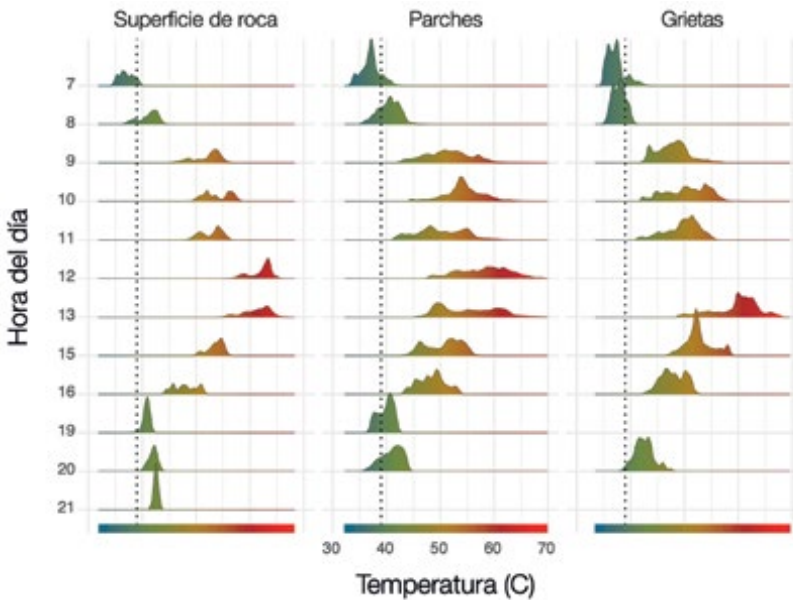


Figura 9. Distribución de temperaturas superficiales en tres microhábitats del afloramiento rocoso utilizados por el lagarto, *Tropidurus hispidus*: la superficie de la roca misma, sobre la cual se desplazan, así como los parches de vegetación creados por los charcos de meteorización, y las grietas de laja donde se ocultan. La distribución mostrada resulta de sobreponer una función Kernel a otra función Kernel, esta última con la distribución de temperaturas en los pixeles de cada fotografía térmica.

de los parches (Figura 10b) y grietas (Figura 10c), pero no con la de la superficie rocosa al medio día (Figura 8a). Además, la cámara de fotografía térmica está intrínsecamente limitada en las grietas: sólo se pudo estimar la temperatura de los primeros centímetros de la entrada, pero no las temperaturas al interior de la misma que seguramente son más bajas. En resumen, una combinación de horarios de actividad, microhábitats y grietas profundas, parece explicar la actividad de *T. hispidus* en una superficie rocosa que alcanza temperaturas hasta 20°C por encima de las temperaturas letales o críticas para la mayor parte de lagartos.

Para comenzar a entender la contradicción de que un hospedero facilite la infestación de su ectoparásito, se probó si existía una asociación con la época reproductiva. Un estudio a largo plazo realizado con la misma especie en Venezuela, a una latitud similar a la de Bojonawi, muestra una fuerte estacionalidad en la reproducción del lagarto (Prieto

et al. 1976). Las hembras inician el reclutamiento de folículos yemados en marzo, dos meses antes de la época de lluvias (mayo a noviembre) y la mayoría de ellas ya presenta huevos en los oviductos en junio (Figura 11). Los machos por su parte, presentan un pico en el diámetro de los túbulos seminíferos en abril y un pico en el volumen de los testículos en mayo, justo al comienzo de la época de lluvias, cuando deberían estar estableciendo y defendiendo sus territorios. Si la mancha roja de ácaros jugaba algún papel como señal de comunicación durante la época reproductiva, la carga de ectoparásitos debería darse en ese momento (Figura 11).

Se evaluó esta última hipótesis capturando y contando el número de ácaros en cada tipo de bolsillo en 100 lagartos, entre hembras, machos y juveniles, estos últimos no presentados en este capítulo. Las capturas fueron realizadas en cuatro momentos del año para tener datos de las épocas reproductiva y no reproductiva. Cuando se sobreponen

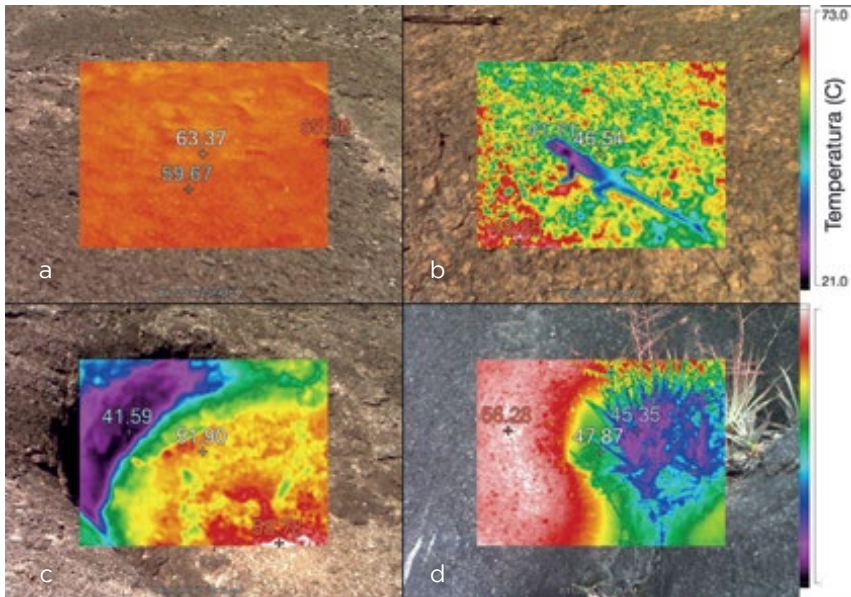


Figura 10. Fotografías térmicas del lagarto, *T. hispidus* y su microhábitat en los afloramientos rocosos. La superficie de la roca cerca del medio día (A) presenta temperaturas letales y mucho mayores que b) del lagarto al comenzar la mañana, c) las de los microhábitats clasificados como grietas y d) parches de vegetación asociados a los charcos. La escala de colores indica la temperatura de cada pixel de la foto y, a manera de referencia, se sobreponen algunos valores de temperatura en los pixeles marcados con una cruz.

Capítulo 14. ANFIBIOS Y REPTILES EN ROCAS

los conteos de ácaros (este estudio) con la fenología reproductiva (Prieto *et al.* 1976), es evidente que la carga de ectoparásitos se incrementa con la actividad reproductiva entre enero y junio (Figura 12). Posteriormente, el nivel de infestación se reduce, aunque no en la misma magnitud que la predisposición reproductiva. También se nota que el promedio y la variación en carga ectoparasítica es mayor en los machos comparados con las hembras. Ambos resultados son promisorios, en el sentido de que las señales

sexuales suelen ser dimórficas y característicamente muy variables entre machos. Por otra parte, el aumento de infestación durante la época de lluvias podría indicar simplemente que la misma es propicia para la reproducción de ectoparásitos. En este momento se evalúa la hipótesis de que este lagarto utilice la coloración de sus parásitos como una señal de su inmunocompetencia y carga de testosterona (Cox y John-Alder 2007), dos variables frecuentemente relacionadas en el contexto de selección sexual.

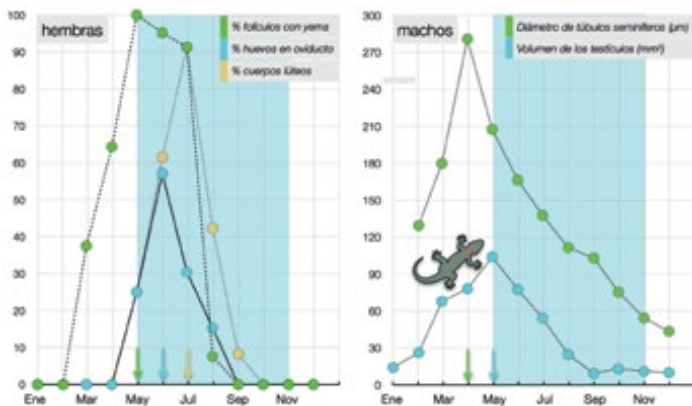


Figura 11. Actividad reproductiva del lagarto *Tropidurus hispidus* estimada a partir de la variación en la morfometría de los órganos reproductivos. Las flechas verticales indican el momento del pico de cada variable y la sombra azul indica la duración de la época de lluvias. Datos tomados de un estudio previo (Prieto *et al.* 1976).

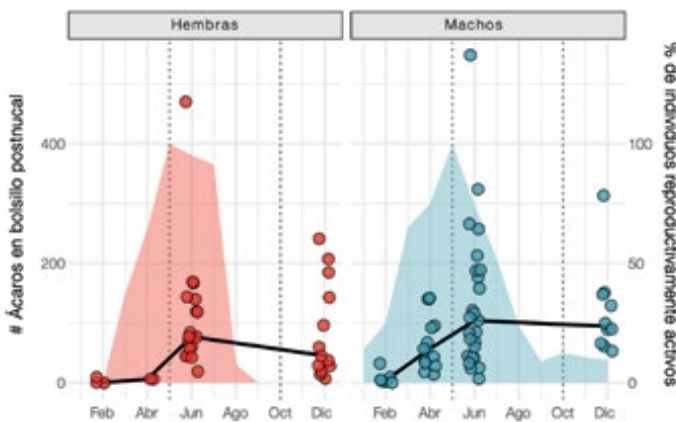


Figura 12. Fluctuación de la carga de parásitos en los bolsillos de ácaros de *T. hispidus* en función del sexo y la época del año (este estudio). La misma no se relaciona con el tamaño corporal del lagarto. Los polígonos señalan la actividad reproductiva según datos de un estudio previo (Prieto *et al.* 1976) a una latitud similar. Las líneas punteadas señalan el comienzo y final de la época de lluvias.

Finalmente, si la carga de ácaros tuviera un papel en la comunicación del lagarto, podría expresarse en su desempeño comportamental. La defensa exitosa y sostenida de un territorio es un requisito indispensable para la reproducción de la mayoría de las lagartijas, inclusive *T. hispidus*. Si la carga parasítica indicara el potencial de un macho para defender recursos (*RHP* por sus siglas en inglés), entonces los machos con territorios más grandes deberían revelar una carga parasítica mayor durante la época reproductiva. Para probarlo, se capturaron machos de gran tamaño y se marcaron en el dorso con una tinta blanca (Figura 13), que simula las heces de pájaros sobre la roca gris y que pensamos no afectaría su potencial de sobrevivencia. De hecho, el 75% de los lagartos fueron vistos vivos y activos hasta ocho semanas después del primer marcaje, cuando se interrumpió el seguimiento.

Los lagartos fueron seguidos cuidadosamente y re-localizados durante varias semanas. A partir de las coordenadas de cada encuentro, se estimó el tamaño del área de hogar de 12 machos y dos hembras. En este último caso, se pudo corroborar que el área de hogar de estas hembras se sobrepone casi completamente con el de alguno de los machos (Figura 14), como ocurre en la mayor parte de los lagartos con un sistema de apareamiento poligínico. Se observó además que el tamaño del área de hogar fluctúa entre 70 y 330 m².

Aunque la figura que describe los resultados sea tentadora (Figura 15), el área de hogar no muestra hasta ahora una correlación significativa con la carga ectoparasítica de nueve de los 12 machos. En el caso de las lagartijas territoriales, el éxito reproductivo depende con frecuencia de que el territorio de los machos englobe



Figura 13. Ejemplo representativo de la marca de tinta blanca sobre el dorso de un lagarto macho de *Tropidurus hispidus* llamado Lizardo (Ld). Se observa también el bolsillo izquierdo nucal con algunos ácaros en él. Foto: Adolfo Amézquita.

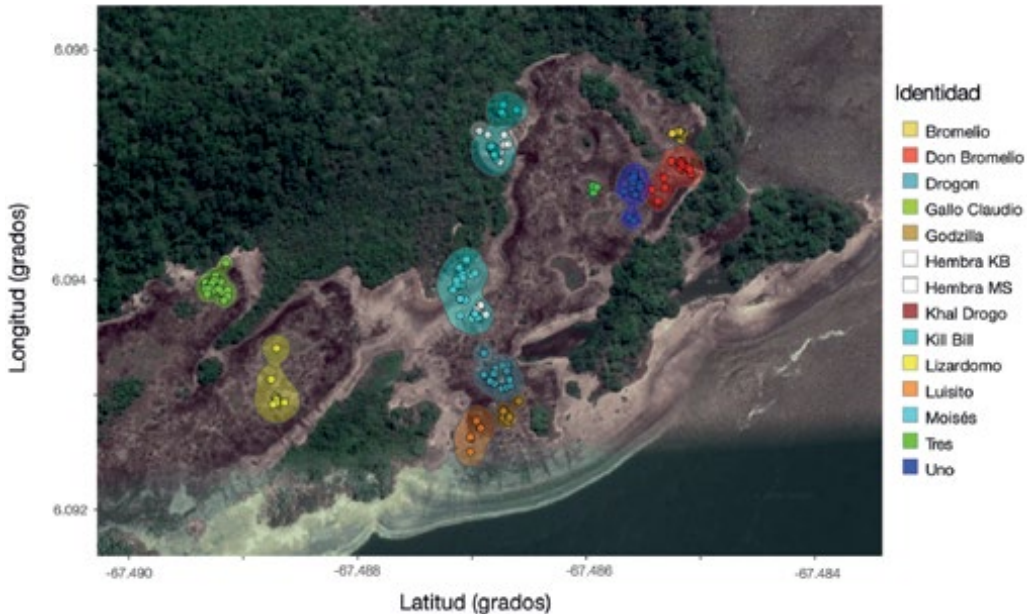


Figura 14. Estimación de los territorios de lagartos, *Tropidurus hispidus* sobre la roca Karikari en la Reserva Natural Bojonawi. Cada punto indica una localización y el color la identidad de un lagarto. El área sombreada representa estimaciones Kernel del 95% del tamaño del territorio. Se incluyen las estimaciones del área de hogar de dos hembras diferentes (KB y MS), para evidenciar el nivel de solapamiento con el área de hogar de dos machos.

o se solape significativamente con el territorio (o área de hogar) de las hembras con las que se reproduce. Por esta razón, el área de hogar puede funcionar como un estimador razonable del tamaño de los territorios, aunque exista una diferencia conceptual entre ellos: el territorio implica que el área es defendida contra la presencia de intrusos, mientras que el área de hogar es el área utilizada por el lagarto para desempeñar sus actividades ecológicas. Al momento está pendiente establecer si otros rasgos fisiológicos (concentración de testosterona) y morfométricos asociados al síndrome de masculinidad, eventualmente muestren una correlación con la carga de parásitos. De ser así, la marca roja representada por los ácaros acumulados en los bolsillos podría operar como un indicador honesto de la condición de los machos que la portan, algo que se conoce también en comportamiento animal como “señales dependientes de condición” (Buchanan 2000).

Aunque los análisis siguen en curso, los resultados sugieren que tanto *L. lithonaetes* como *T. hispidus* son modelos extraordinarios para el estudio de las adaptaciones a ambientes extremos. A pesar de que no exista un rasgo morfológico conspicuo que evidencie tales adaptaciones, se cree que la combinación de rasgos de fisiología y comportamiento les permiten lidiar con las condiciones demostradas como adversas de los afloramientos graníticos; en especial, con las grandes y en principio letales fluctuaciones espaciales y temporales en la temperatura. Esa capacidad aparentemente los convierte en las especies dominantes de anfibios y reptiles incluso en afloramientos muy homogéneos y poco desarrollados, en los que los charcos y grietas apenas empiezan a formarse. Queda mucho por hacer y es deseo de los autores haber transmitido por lo menos parte del entusiasmo que este extraordinario lugar y estos organismos modelo les despiertan.

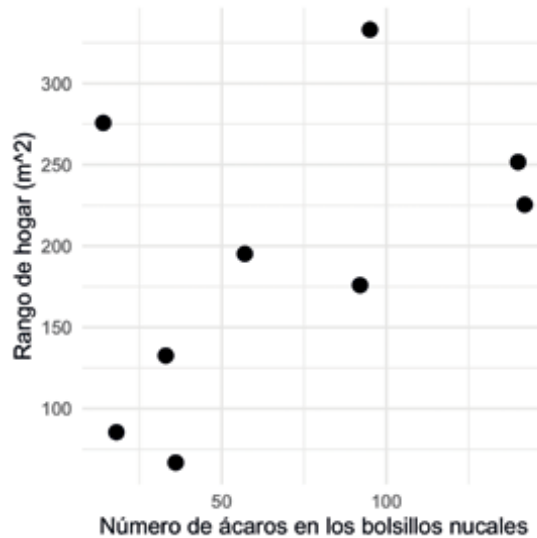


Figura 15. Variación en el área de hogar de machos del lagarto, *Tropidurus hispidus* en relación con la carga de ectoparásitos en sus bolsillos de ácaros. El coeficiente de correlación entre las variables es de 0,48 y no es estadísticamente significativo para estos nueve individuos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartholomew, G. A. 1982. Scientific innovation and creativity: a zoologist's point of view. *American Zoologist* 22 (2): 227-235.
- Beltrán, I., V. Ramírez-Castañeda, C. Rodríguez-López, E. Lasso y A. Amézquita. 2019. Dealing with hot rocky environments: Critical thermal maxima and locomotor performance in *Leptodactylus lithonaetes* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetological Journal* 29: 155–161. <https://doi.org/10.33256/hj29.3.155161>.
- Buchanan, K. L. 2000. Stress and the evolution of condition-dependent signals. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 156-160.
- Cox, R. M. y H. B. John-Alder. 2007. Increased mite parasitism as a cost of testosterone in male striped plateau lizards *Sceloporus virgatus*. *Functional Ecology* 21: 327–334. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01251.x>.
- Gröger, A. y O. Huber. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Brazilian Journal of Botany* 30: 599-609. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000400006>.
- Heyer, W. R. 1995. South American rocky habitat *Leptodactylus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) with description of two new species. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 108: 695-716.
- Heyer, W. R. y C. L. Barrio-Amorós. 2009. The advertisement calls of two sympatric frogs, *Leptodactylus lithonaetes* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) and *Pristimantis vilarsi* (Amphibia: Anura: Strabomantidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 122: 282-91. <https://doi.org/10.2988/09-02.1>.
- Lasso, C. A., M. A. Morales-Betancourt, G. Colonnello, A. Fernández y J. Grande. 2014. Charcos temporales en afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. Pp. 151-152. *En: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo*

Capítulo 14. ANFIBIOS Y REPTILES EN ROCAS

- (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A. y C. Ceñaris (Eds.). 2018. VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia - Venezuela). Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 438 pp.
- Mendonça, A. H., C. Russo, A. C. G. Melo, y G. Durigan. 2015. Edge effects in savanna fragments: a case study in the cerrado. *Plant Ecology and Diversity* 8: 493-503.
- Menezes, V. A., A. F. Fontes y D. Gettinger. 2011. A morphometric study of *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) infesting four sympatric species of *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae). *Phyllomedusa* 10: 79-84.
- Prieto, A. S., J. R. León y O. Lara. 1976. Reproduction in the tropical lizard, *Tropidurus hispidus* (Sauria: Iguanidae).” *Herpetologica* 32: 318-23. <https://doi.org/10.2307/3891459>.
- Rocha, C. F. D., M. Cunha-Barros, V. A. Menezes, A. F. Fontes y M. Van Sluys. 2008. Patterns of infestation trombiculid mite *Eutrombicula alfreddugesi* in four sympatric lizard species (Genus *Tropidurus*). *Parasite* 15: 1-7.
- Rull, V., T. Vegas-Bilarrúbia, O. Huber y C. Señaris (Eds.). 2019. Biodiversity of Pantepui. The Pristine “Lost World” of the Neotropical Guiana Highlands. Academic Press. London, UK. 450 pp.
- Schmidt-Nielsen, K. 1979. Desert animals: Physiological problems of heat and water. Dover Publications. USA. 277 pp.
- Velásquez, J. y A. González. 2010. Ecología térmica y patrón de actividad del lagarto *Tropidurus hispidus* (Sauria: Tropiduridae) en el oriente de Venezuela. *Acta Biológica Colombiana* 15: 25-36.
- Vitt, L. J., P. A. Zani y J. P. Caldwell. 2009. Behavioural ecology of *Tropidurus hispidus* on isolated rock outcrops in Amazonia *Journal of Tropical Ecology* 12: 81-101. <https://doi.org/10.1017/S0266467400009329>.
- Willmer, P., G. Stone e I. Johnston. 2004. Environmental Physiology of Animals. Wiley-Blackwell Publishing. USA. 779 pp.



Vista desde el cerro Morrocoy. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.



Tortuga matamata (*Chelus orinocensis*), caño Verde. Foto: Iván Mikolji.

HISTORIA NATURAL DE LAS TORTUGAS ACUÁTICAS DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Monica A. Morales-Betancourt, Carlos A. Lasso, Susana Bernal-Sierra, Ana M. Sepúlveda-Seguro, Keisy D. Parra-Henao, Marley T. Gómez-Rincón, Vivian P. Páez, Beyker Castañeda y Brayan Marín.

Resumen. Se estudiaron algunos aspectos sobre la historia natural de las tortugas acuáticas en la Reserva Natural Bojonawi entre 2013 y 2020 (excepto 2019). Se registraron siete especies pertenecientes a tres familias y cinco géneros, lo que corresponde al 58% de la riqueza de quelonios reportada para la cuenca del Orinoco y el 80% del departamento del Vichada. Se obtuvieron datos de talla, peso, proporción sexual y uso de hábitat de las especies y en el caso de *Chelus orinocensis*, se estimó la densidad (2,3 tortugas / 10 m²) en la laguna El Pañuelo, con un área de hogar de 34,8 ha promedio en machos (época seca) y 299 ha para una hembra (época seca e inicio de subida de aguas). Se registran especies amenazadas, con datos insuficientes y con valor de uso, las cuales cuentan con individuos en todas las clases de tamaño, lo que representa una ventaja para el estudio de este grupo. Es fundamental fortalecer y profundizar la investigación existente mediante un programa de investigación continuo, que incluya las estaciones hidrométricas, que sea a largo plazo, con metodologías estandarizadas para cada especie y que incluyan los diferentes hábitats.

Palabras clave. Chelidae, *Chelus orinocensis*, Escudo Guayanés, Kinosternidae, Podocnemididae.

Abstract. Some aspects of the natural history of the different species of aquatic turtles in the Bojonawi Nature Reserve were studied from 2013 to 2020. Seven species, three families and five genera were recorded, which corresponds to 58% of the richness of the known diversity of the Orinoco River Basin and 80% of that of the department of Vichada. Data on size, weight, sex-ratio and use of habitat of the species were obtained and in the case of *Chelus orinocensis*, the density in the El

Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, S. Bernal-Sierra, A. M. Sepúlveda-Seguro, K. D. Parra-Henao, M. T. Gómez-Rincón, V. P. Páez, B. Castañeda y B. Marín. 2020. Historia natural de las tortugas acuáticas de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 431-453. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII15

Pañuelo lagoon was estimated at 2.3 turtles/10 m², and the home range was calculated as 34.8 ha average in males (dry season) and 299 ha for a female (dry season and start of rising waters). Some threatened species (data deficient with use value) were found with individuals of all size classes present in the population. This is an advantage for the study of this group. More long-term research is needed to extend observations throughout all annual seasons in all habitats being utilized using standardized methods.

Keywords. Chelidae, *Chelus orinocensis*, Escudo Guayanés, Kinosternidae, Podocnemididae.

INTRODUCCIÓN

Las tortugas son un grupo de reptiles que ha estado presente en la tierra desde hace mucho tiempo, su primer registro data de finales del periodo Triásico, hace aproximadamente 220 millones de años (Li *et al.* 2008). Así como su aparición en la tierra, el uso de estas especies por parte de la humanidad remonta a muchos siglos atrás, con la llegada de los primeros grupos indígenas al continente hace más de 14 mil años (Cooke *et al.* 2007).

De acuerdo al último listado de tortugas del mundo, Colombia es el tercer país en cuanto a riqueza de especies en Suramérica (Turtle Taxonomy Working Group 2017). Sin embargo, desde esta última publicación del TTWG, se han descrito dos especies más, la primera, *Thrachemys medemi* (Vargas-Ramírez *et al.* 2017) distribuida en la cuenca del Atrato y otra más recientemente para la cuenca del Orinoco y alto Rio Negro (Amazonas), *Chelus orinocensis* (Vargas-Ramírez *et al.* 2020). Con esta nueva información el país se encontraría en el primer puesto en cuanto a riqueza de tortugas en Suramérica, junto con Brasil. Desafortunadamente el 33% de las especies de Colombia siguen bajo alguna categoría de amenaza (Morales-Betancourt *et al.* 2015, Resolución N° 1912 de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), dado al gran valor de uso que tienen como alimento y como mascotas, principalmente. Adicionalmente, otro 33% son especies que no cuentan con información biológica suficiente para evaluar su estado de conservación, por lo que son prioritarias para investigación (Morales-Betancourt *et al.* 2015, Forero-Medina *et al.* 2016, Bock y Páez 2017).

La Orinoquia colombiana tiene el 48% (14 especies) de las tortugas continentales registradas para Colombia, solo dos son de hábitos terrestres. La cuenca del Orinoco es una de las eco regiones estratégicas más importantes del mundo, y se encuentra dentro de las diez más importantes para el mantenimiento de la biodiversidad mundial (Gómez-Camelo *et al.* 2009, Lasso *et al.* 2010). En la parte nororiental de la cuenca en el territorio colombiano, se encuentra la Reserva de la Biosfera El Tuparro-RBT, a demás se sobre pone con varias figuras protectoras entre las que se destacan el Parque Nacional Natural El Tuparro y las Reservas Naturales Privadas como Bojonawi.

Dada la alta riqueza y la falta de información de las especies de tortugas acuáticas en la Orinoquia, se decidió inventariar y estudiar algunos aspectos sobre la biología de las diferentes especies de la Reserva Natural Bojonawi-RNB con base en la información recogida entre los años 2013 y 2020 (sin datos para 2019), con el fin de generar información básica para apoyar las diferentes estrategias de conservación (MMA 2002, Portocarrero 2008, MADS *et al.* 2015, Trujillo *et al.* 2014). Parte de estos resultados han sido ya publicados parcialmente, puesto que hicieron parte de varias tesis de grado (Parra-Henao 2017, Sepúlveda-Seguro 2018, Gómez-Rincón 2018, Bernal-Sierra 2019), así, como artículos académicos (Parra-Henao *et al.* 2019, Vargas-Ramírez *et al.* 2020, Sepúlveda-Seguro *et al.* 2020) o para la toma de decisiones (Lasso *et al.* 2018).

En el capítulo presente se recoge parte de esta información y se actualiza o com-

plementa con datos adicionales, en especial para la especie *Chelus orinocensis*.

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

Se muestreó aleatoriamente desde enero de 2013 a mayo de 2020 (sin datos para 2019), mediante 25 salidas de campo aproximadamente de tres días de esfuerzo de muestreo cada una, principalmente en la época seca. No se muestreó entre junio y septiembre ya que los niveles del agua son los más altos dificultando así las capturas. Inicialmente el trabajo se enfocó en la tortuga matamata (*C. orinocensis*) y a partir de 2016 se amplió el muestreo a otras especies de tortugas. Se realizó un mayor esfuerzo de muestreo en

la época seca de 2017, dada la permanencia de estudiantes. También se incluyeron registros casuales durante la permanencia de los investigadores y la gente local que permanece o visita la Reserva.

La toma de información se realizó principalmente en la laguna El Pañuelo, la cual está conectada con el río Orinoco durante la época de lluvias o aguas altas, y sus caños o brazos afluentes (Charapa, Herradura, Temblón, El Puente); los tres caños principales de la Reserva (Negro, Verde, Tesoro), siendo Tesoro el de mayor esfuerzo de muestreo; y finalmente se obtuvo algo de información para el río Orinoco (Figura 1). La caracterización de estos ecosistemas se encuentra en el capítulo de área de estudio de este libro.

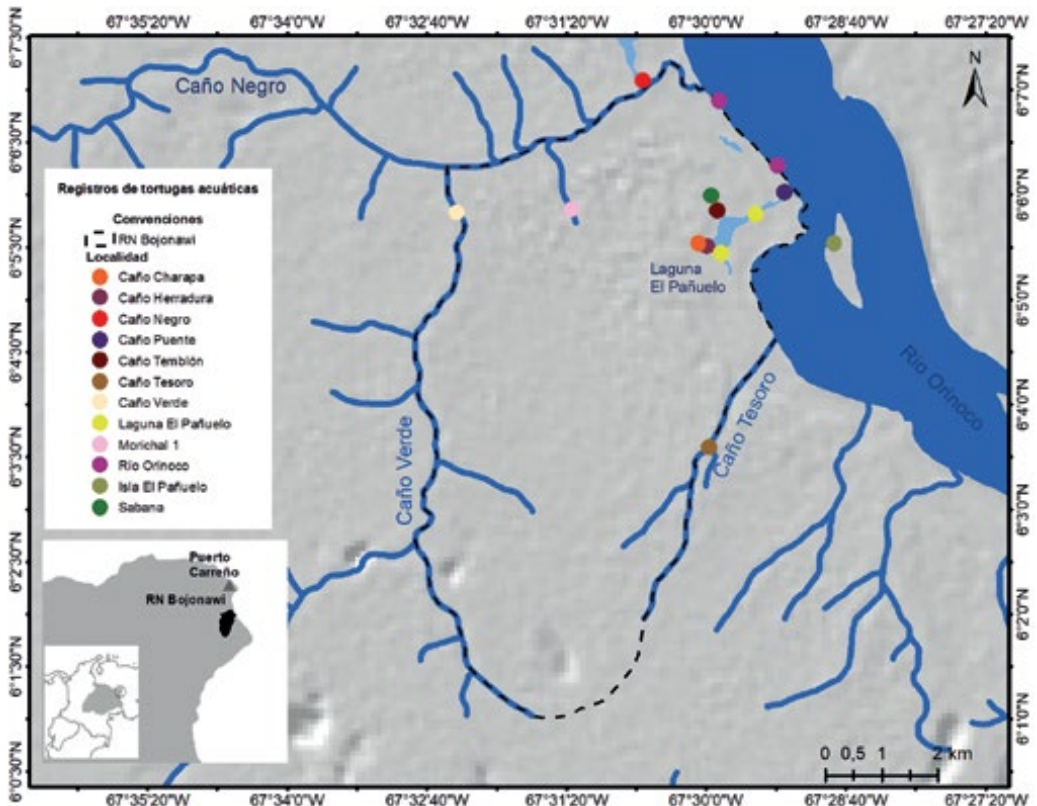


Figura 1. Localidades con registros de tortugas acuáticas en la Reserva Natural Bojonawi. Mapa elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

Captura-recaptura

El registro y captura de individuos siguió el método de inspección visual con captura manual, realizando salidas nocturnas entre las 19:00-23:00 horas principalmente, recorriendo a pie las orillas de los caños o dentro del caño en aguas someras y alumbrando con una linterna el cuerpo de agua para detectar los animales; en aguas más profundas el muestreo se realizó mediante inmersiones subacuáticas. Adicionalmente, en el muestreo de 2017 se utilizaron trampas de un embudo y doble embudo con cebo, y se realizaron 15 lances en el espejo de agua de la laguna con un chinchorro (Sepúlveda-Seguro 2018, Gómez-Rincón 2018).

Los individuos capturados se llevaron a la estación donde se les tomaron las medidas de longitud recta del caparazón (LRC), ancho recto del caparazón (ARC), longitud recta del plastrón (LRP) y longitud preloacal (CPEC), con una cinta métrica. Se pesaron con una balanza digital de 50 kg ($\pm 0,5$ g). Se registró el sexo mediante inspección externa de los caracteres secundarios de cada especie. Se tomó una muestra de tejido para estudios futuros y finalmente, se marcaron los individuos y se liberaron en el mismo sitio de su captura. Para el marcaje, cada espécimen fue identificado con un ID único, que consiste en el corte de muescas en los escudos marginales, utilizando la modificación del código de Cagle (1942), propuesto por Rueda-Almonacid *et al.* (2007).

Para determinar el uso del hábitat de la tortuga matamata, se utilizaron cinco transmisores VHF marca Telenax (TXF-315S), de peso +/- 40 gramos y con dimensiones de 2 x 7 cm. Estos transmisores pesaron menos del 5% del peso del individuo como lo recomienda Cadi *et al.* (2004) y fueron instalados en el caparazón del animal con resina epóxica, entre los escudos costales y vertebrales. El receptor utilizado fue Communications Specialists (R-400G, análogo), banda VHF y con un rango de frecuencias de 216 a 219 MHz.

Los registros se realizaron con la mayor frecuencia posible, intentando tomarlos diariamente. En cada registro se tomó la siguiente información: fecha, lugar, hora, número del transmisor, número de registro, coordenadas, distancia recorrida, distancia a la orilla y profundidad.

Análisis de la información

Mediante el programa RStudio se aplicaron test de normalidad y se determinaron las diferencias entre las medias (t-student, Kruskal-Wallis, Mann-Whitney,) de las medidas registradas para cada especie, con el paquete 'Nortest'; se usó $\alpha = 0,05$ para todos los cálculos (Brito *et al.* 2018). Se realizó un Anova para determinar si existían diferencias en el tamaño del caparazón respecto al tipo de hábitat, esto sólo para las especies que contaban con mayor número de individuos capturados (*Chelus orinocensis*, *Peltocephalus dumerilianus*, *Podocnemis vogli*). Se realizaron pruebas Chi-cuadrado para determinar si la proporción de sexos difería en cada una de las especies, para lo cual sólo se emplearon los individuos en los cuales se les pudo determinar el sexo. Las frecuencias por clases de tamaño de cada especie fueron divididas según la fórmula $A=N/R$, donde A es la amplitud de los intervalos; N es el rango de tallas ($N=LRC \text{ máximo} - LRC \text{ mínimo}$); R es el número de intervalos ($R=\sqrt{\text{número de individuos}}$). Se estableció la relación talla-peso como una aproximación para describir la curva de crecimiento de las especies.

Con el paquete 'Vegan' se realizó un análisis discriminante para cada especie con el fin de determinar qué medidas dieran información acerca del dimorfismo sexual (Garcés-Restrepo 2008). Se cuantificó el Índice de Dimorfismo Sexual (IDS), siguiendo los modelos propuestos por Lovich y Gibbons (1992), los cuales difieren según el escenario de dimorfismo sexual presentado por la especie, así:

$$SDI = - \left(\frac{LRC \text{ del sexo más grande}}{LRC \text{ del sexo más pequeño}} \right) + 1 \text{ si los machos son de mayor tamaño}$$

$$SDI = \left(\frac{LRC \text{ del sexo más grande}}{LRC \text{ del sexo más pequeño}} \right) - 1 \text{ si las hembras son de mayor tamaño}$$

De ese modo el valor es positivo cuando las hembras son de mayor tamaño y negativo en el caso contrario.

Con el paquete 'Rcapture' se evaluaron los parámetros poblacionales para la tortuga matamata (*Chelus orinocensis*), ya que esta especie fue la que contó con una mayor cantidad de datos de captura y recaptura. El modelo usado fue el Jolly-Seber (menor valor de criterio de información Akaike-AIC) que corresponde a poblaciones abiertas, ya que la reserva presenta eventos de natalidad y mortalidad, y además de emigración e inmigración de individuos hacia y desde otras zonas circundantes a la misma (Caughley 1980, Pozo 2018). Así mismo, este modelo se basa en un diseño de muestreo con acumulación de recapturas. Se calculó la probabilidad de supervivencia, la probabilidad de captura, la abundancia y el número de emigrantes para cinco periodos (2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2020).

Para calcular la distancia recorrida por cada tortuga con transmisor, las coordenadas de los caños donde se capturaron y liberaron fueron ubicadas en el programa QGIS 3.4.13. Además, se determinó el área de hogar mediante el mínimo polígono convexo (MPC) (Hayne 1949, Forero-Medina *et al.* 2014).

El porcentaje total de recapturas se cuantificó según Marino (2016) de la siguiente manera.

$$\% \text{ de recapturas} = \frac{\text{Recapturas totales} \times 100}{\text{Total de tortugas recapturadas} + \text{Recapturas totales}}$$

Las recapturas totales corresponden a la suma del total de individuos recapturados y cuantas veces se capturó cada uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 525 registros (capturas y recapturas) de tortugas acuáticas, que incluyen tres familias, cinco géneros y siete especies (Tabla 1, Anexo 1), que corresponde al 58% de las tortugas acuáticas conocidas en la cuenca del Orinoco y el 80% de las registradas para el departamento del Vichada (Páez *et al.* 2012). Las dos especies que no se capturaron

son de la familia Chelidae, *Platemys platycephala* y *Phrynops Geoffroyanus*, registradas para el Escudo Guayanés (Durán-Prieto *et al.* 2018); sin embargo, el registro más al norte del país para ambas especies corresponde al río Vichada (De La Ossa *et al.* 2012, Morales-Betancourt *et al.* 2012).

De esta riqueza, dos especies están clasificadas como amenazadas a nivel internacional, dos a nivel nacional, cuatro tienen un comercio restringido a nivel internacional (Podocnemididae, Cites II) y cinco tienen importancia para el ser humano como alimento en la región (Tabla 1). En el caso de las especies del género *Podocnemis*, el patrón de abundancia parece relacionarse con las categorías de amenazas, siendo capturadas en menor proporción las especies amenazadas. *Podocnemis vogli* (sabanera) fue la especie más abundante de todo el muestreo y la que no presenta categoría de amenaza (Figura 2). La especie que le siguió en abundancia fue *Chelus orinocensis* (matamata), posiblemente como consecuencia de que el esfuerzo de muestreo se enfocó en esta especie.

CHELIDAE

Matamata, *Chelus orinocensis* (Vargas-Ramírez *et al.* 2020)

Se registró en los caños de aguas claras que drenan a la laguna El Pañuelo (Charapa, Temblón, Herradura y Puente) y en caño Negro, así como en el río Orinoco. Los sitios donde se capturaron las tortugas fueron principalmente zonas someras, cerca de las palizadas (truncos caídos) y chamiceros (ramas), enterrada en la hojarasca y el fango o dentro de solapas (pequeños huecos debajo de la tierra donde hay entrada de agua) y en menor medida en los caños con corriente y fondos arenosos.

Se llevaron a cabo 145 capturas, los individuos tuvieron un LRC promedio de 28 cm (intervalo 10,2-47 cm) y peso de 2.862 g (intervalo 110-13.420 g). El 41% fueron hembras (n=57), el 39% machos (n=60) y un 20% no se pudo determinar el sexo (n=33). Las hembras registraron individuos en todos

Capítulo 15. TORTUGAS ACUÁTICAS BOJONAWI

Tabla 1. Listado taxonómico de las especies de tortugas acuáticas de las Reserva Natural Bojonawi. Abreviaturas. CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes; LR/cd: Bajo Riesgo dependiendo de la conservación. A: Alimento, M: Mascotas, Med.: Medicinal.

Familia	Especie	Nombre común	Libro Rojo Colombia	Categoría Global UICN	Uso	Hábitat
Chelidae	<i>Chelus orinocensis</i> (Vargas-Ramírez et al., 2020)	Matamata	LC		A, M	Río, caño, laguna
	<i>Mesoclemmys gibba</i> (Schweigger, 1812)	Icotea	DD			Río (isla)
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	Guachupe	LC		Me.	Morichal
Podocnemididae	<i>Peltocephalus dumerilianus</i> (Schweigger 1812)	Cabezón	DD	VU	A	Río, caño, laguna
	<i>Podocnemis expansa</i> (Schweigger, 1812)	Charapa	CR	LR/cd	A, M	Río, caño, laguna
	<i>Podocnemis unifilis</i> Troshchel, 1848	Terecay	EN	VU	A, M	Río, caño, laguna
	<i>Podocnemis vogli</i> Müller, 1935	Galápaga, sabanera	NT		A, M	Río, caño, laguna, morichal, sabana

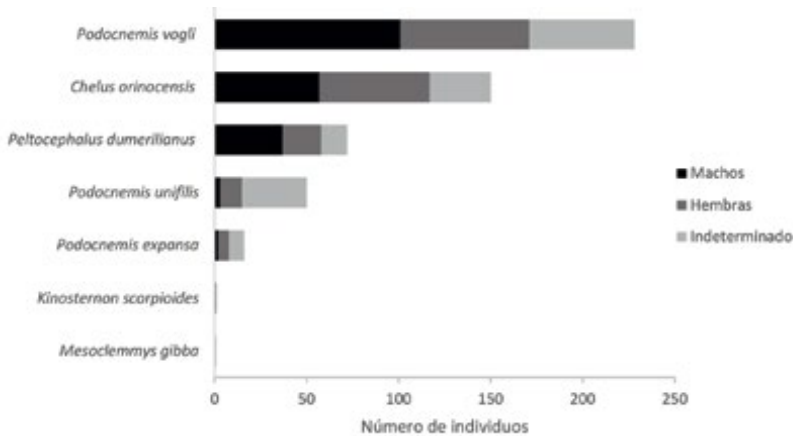


Figura 2. Número de individuos capturados por especie y sexo de tortugas acuáticas y semiacuáticas en la Reserva Natural Bojonawi.

los estadios de desarrollo, mostrando una mayor proporción en los inmaduros, mientras que los machos mostraron una mayor proporción de individuos adultos (Figura 3). Sin embargo, la diferenciación en las etapas juveniles es muy difícil, ya que los individuos no presentan los caracteres secundarios dimórficos. En cuanto al uso del hábitat de

acuerdo a la ontogenia, no se observó diferencia alguna ($p=0,068$). La proporción de sexos fue cercana a la esperada (1H: 0,9M), sin diferencia significativa ($p=0,64$).

La relación talla-peso mostró una correlación positiva entre el peso y la talla (hembras: $r=0,89$; machos: $r=0,91$) y significativa, tanto para hembras ($p=0,0001$) como para machos

($p < 0,0001$) (Figura 4). Se observa un tipo de crecimiento de tipo isométrico.

Las hembras exhibieron pesos y tallas mayores que los machos, de acuerdo al SDI que presentó un valor positivo tanto para el peso (0,05) como para LRC (2,01). El peso mostró distribución normal, pero con diferencia significativa entre machos y hembras (t-student, $p < 1,4e^{-15}$). El análisis discriminante seleccionó a LRC y CPEC como las variables que mejor explican la diferencia entre sexos, estando relacionado el LRC con

las hembras y CPEC con los machos. Por otra parte, LRC, CPEC y ARC no mostraron distribución normal ni diferencia significativa entre sexos (Kruskal-Wallis, $p = 0,37$; $p = 0,42$; $p = 0,75$ respectivamente). Estos resultados rectifican lo expresado por Pritchard (2008) para *Chelus fimbriata*, que indica que el dimorfismo sexual no es muy marcado en esta especie, sin embargo, parece ser que en promedio los machos son más pequeños, con plastrones cóncavos, colas más largas y cloacas más distales.

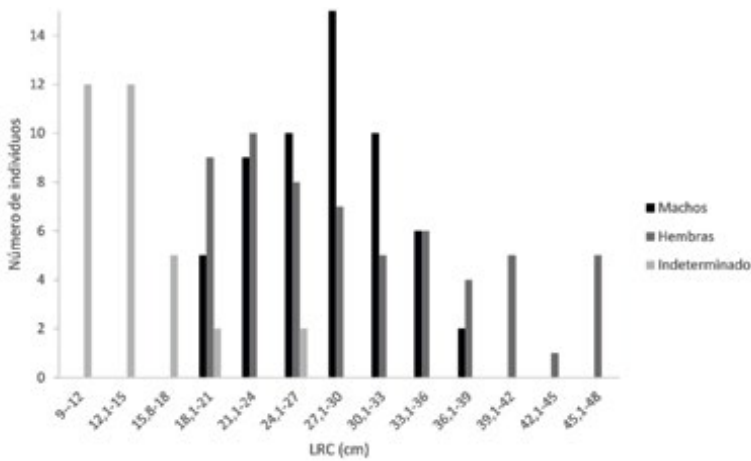


Figura 3. Distribución de frecuencias por clases de tamaño por sexo de *Chelus orinocensis* (matamata) en la Reserva Natural Bojonawi. Talla de madurez 30 cm (Pritchard 2008).

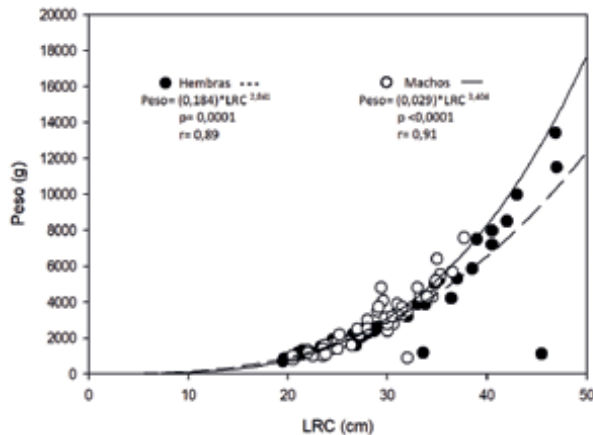


Figura 4. Relación entre longitud del caparazón (LRC) y peso (g) entre machos y hembras de *Chelus orinocensis* (matamata) en la Reserva Natural Bojonawi.

Área de hogar

De los 145 individuos registrados, 30 (35%) correspondieron a eventos de recapturas entre los cuales hay tortugas que se recapturaron más de una vez. Estas recapturas se dividieron así: seis individuos se recapturaron tres veces, siete se recapturaron dos veces y 17 solo una vez. Los movimientos se dieron entre el mismo macrohábitat (laguna El Pañuelo), entre los diferentes caños y el espejo de agua de la laguna, lo que sugiere una alta fidelidad. No hay información comparativa para esta especie, siendo esta la primera aproximación.

Se siguieron a cinco tortugas mediante telemetría, una hembra (35 cm y 5.200 g) y cuatro machos (30 cm y 4.168 g, promedio). Las tortugas se encontraron a una profundidad promedio de 40,3 cm (intervalo: 10-220 cm) y la distancia a la orilla entre los 0 (en la orilla) y 250 m (promedio 6,6 m). Las cinco tortugas presentaron desplazamientos diarios que iban de los 0 m hasta los 1.292 m (Tabla 2). Todas las tortugas estuvieron varios días moviéndose pocos metros y también estuvieron inmóviles por varios días (hasta cinco días), bajo las solapas formadas por las raíces de los árboles que rodeaban la laguna El Pañuelo.

Se calculó el área de hogar para los cuatro individuos en la época seca, el cual tuvo un promedio de 34,8 ha en los machos, mientras que el de la hembra, que incluyó la subida de aguas, fue mayor con 299 ha.

Hubo un mayor número de hembras que de machos recapturados, y aunque estos no difirieron en el promedio de la cantidad de caños visitados, si se percibió una notoria diferencia en cuanto a la distancia recorrida y el “home range” entre los machos y la única hembra seguida con radiotransmisor. Sin embargo, los resultados acá presentados son preliminares puesto que los machos solo se siguieron en la época climática de aguas bajas y la hembra sí incluyó el inicio de subida de aguas, donde se espera un cambio en los patrones de movimientos, ya que los desplazamientos de las especies acuáticas están dados en respuesta a los cambios climáticos y las variaciones en el nivel del agua (Gibbons 1986). Es necesario continuar con la toma de datos para tener información más robusta. Este momento se están siguiendo dos hembras y un macho a los cuales se les instaló el trasmisor en mayo de 2020.

Por otro lado, es posible que el desplazamiento de la hembra, el cual fue desde la laguna hacia la desembocadura de caño Tesoro con el río Orinoco (en esta época el Orinoco desborda y las aguas inundan el bosque y sabana determinando que las aguas de estos tres hábitats se encuentren), este asociado al hecho de que las hembras aumentan su actividad durante la temporada de anidación, desplazándose grandes distancias en busca de los sitios preferidos de desove (Morreale *et al.* 1984, Gibbons y Lovich 1990). En la la-

Tabla 2. Resumen de los movimientos de los cinco individuos seguidos con radiotelemetría. * hembra.

Transmisor	Profundidad (cm)		Distancia a la orilla (m)		Distancia diaria recorrida (m)		Área de hogar (ha)
	Promedio	Intervalo	Promedio	Intervalo	Promedio	Intervalo	
216,857*	50,8	10-150	8,1	0-250	84,1	0-368	299,3
216,777	35,7	10-220	7,4	0-60	31,9	0-244	55,4
216,816	50,1	10-220	5,3	0-40	172,3	0-1.292	33,4
216,717	30,1	15-100	2,3	0-10	18,5	0-89	29,5
216,676	20,2	15-220	4,4	0-40	53,4	0-290	20,9

guna y sus caños afluentes no hay presencia de barrancos, los cuales son utilizados para la postura por esta especie (Medem 1971, Antelo *et al.* 2007, Daza y Correa-Viana 2015). Este tipo de hábitat se encuentran en los caños de mayor porte, como caño Negro donde si se capturaron individuos menores a 15 cm LRC y el río Orinoco. Otro elemento que reforzaría esto, es el hecho de que no se capturaron individuos de menos de 15 cm en la laguna durante los primeros años de muestreo, sino solo después de la liberación de unos neonatos decomisados (Lasso *et al.* 2018), indicando también que posiblemente en la laguna no se dé la anidación.

Tamaño poblacional

El modelo poblacional muestra que la probabilidad de captura se redujo durante los primeros años de muestreo y luego se incrementó, no obstante, la abundancia aumentó con el tiempo al igual que la probabilidad de supervivencia. El número de inmigrantes aumentó para el 2017 pero al siguiente año este disminuyó drásticamente. A pesar de esta considerable reducción, se evidencia un aumento de la población para el 2020 (Tabla 3). Así, la abundancia de tortugas matamata fue de 94,3 individuos para el último año de muestreo, de manera que la densidad poblacional de las mismas para la laguna El Pañuelo y sus caños adjuntos serían de 2,3 tortugas por cada 10 m². Este dato es el primero para esta especie.

Estudios moleculares

Las muestras de tejido obtenidas en este muestreo aportaron información clave para estudios a escalas regionales, por ejemplo, la aclaración taxonómica de esta especie, la cual de acuerdo a la literatura se encontraba distribuida en las cuencas Amazonas y Orinoco (Pritchard 2008), sin embargo, mediante análisis morfológicos y moleculares se aclaró que son especies distintas, encontrando para la Orinoquia a *Chelus orinocensis* (Vargas-Ramírez *et al.* 2020). También esta información molecular está permitiendo generar elementos técnicos para la toma de decisiones, como es el caso del manejo postdecomiso, donde se utiliza para determinar el lugar de origen de los individuos decomisados y recomendar el lugar de liberación (Lasso *et al.* 2018).

Ícotea, *Mesoclemmys gibba* (Schweigger, 1812)

Solo se registró un individuo en abril de 2020, este se observó casualmente en el día, en la isla Pañuelo (río Orinoco) bajando por un barranco con dirección hacia el río. Esta observación fue en el último mes de la estación seca, por lo que se creería que el individuo estaba en busca de agua, ya que los pozos pequeños que quedan en la isla seguramente estarían secos. El individuo medía 16,4 cm LRC y 350 g peso.

Tabla 3. Análisis poblacional de *Chelus orinocensis* (matamata) en la Reserva Natural Bojonawi. Abreviaturas.

AIC: Criterio de Información de Akaïke, PC: probabilidad de captura, PS: probabilidad de supervivencia, A: abundancias, NI: número de inmigrantes.

Años	Jolly-Seber (n=89)			
	AIC = 94,55			
	PC	PS	A	NI
2014-2015	-	1	-	-
2015-2016	1	0,5	31	23,8
2016-2017	0,3	0,6	40,8	66,7
2017-2018	0,2	0,7	91,2	28,3
2018-2020	0,3	-	94,3	-

KINOSTERNIDAE

Guachupé, *Kinosternon scorpioides* (Linnaeus, 1776)

Se registró solo un individuo hembra de 300 g y 12 cm LRC, en diciembre de 2015. Este se encontró caminando en la noche en un pequeño cauce de agua clara de un morichal que desemboca en caño Negro (Figura 1).

PODOCNEMIDIDAE

Cabezón, *Peltocephalus dumerilianus* (Schweigger, 1812)

Los cabezones se encontraron en su mayoría en caño Tesoro (74%), donde las aguas son transparentes y abundan las palmas de moriche (*Mauritia flexuosa*) y la palma macanilla (*Astrocaryum jauari*); los cabezones utilizan las solapas (pequeñas cuevas), zonas con poca corriente y los troncos sumergidos de los caños para refugiarse. En segunda instancia se capturaron en los caños de aguas claras de menor porte, afluentes a la laguna y un individuo en la laguna de aguas turbias o blancas. No se capturaron en el río Orinoco, sin embargo, si se han observado en este río (Castañeda obs. pers.). El número reducido de capturas en la laguna corresponde más al esfuerzo y método de muestreo que al comportamiento de la especie. En el espejo de agua de la laguna solo se muestreó en 2017 con las trampas tipo embudo, ya que por la turbidez del agua no se permite la observación directa y captura manual, método más efectivo para esta especie (De La Ossa y Vogt 2011, Gómez-Rincón 2018, Parra-Henao *et al.* 2019). Esto mismo podría estar influenciando las capturas en el río Orinoco, en adición a la gran extensión del mismo. Por lo tanto, no se puede establecer una preferencia de hábitat en cuanto a la tipología de aguas. No se encontraron diferencias significativas respecto al tamaño de los individuos encontrados en los diferentes hábitats ($p=0,45$).

Se registraron 74 individuos, de los cuales el 35% fueron hembras ($n=26$), el 51% machos ($n=38$) y el 14% no se pudo determinar ($n=10$). La proporción de sexos estuvo sesgada hacia los machos (1H: 1,7M), pero sin diferencia significativa ($p=0,23$).

Estos resultados difieren con lo encontrado por Pezzutti (2003) y De La Ossa y Vogt (2011), que registraron un mayor número de hembras. Sin embargo, apoyarían la hipótesis que en la mayoría de especies solitarias (como el cabezón) tienen mayor proporción de hembras que de machos (Cagle 1942).

Los individuos tuvieron un peso promedio de 5.385 g (intervalo 45-12.900) y LRC de 32,6 cm (intervalo 6,7-48). Los machos alcanzaron mayores tamaños y peso que las hembras y la mayor cantidad de individuos sin determinar fueron aquellos con un LRC menor a 18 cm y peso menor a 500 g. Las hembras registradas pertenecieron en su mayoría a estadios de desarrollo inmaduras y en menor proporción a adultas, mientras que los machos en su mayoría se encontraron en la etapa adulta (Figura 5). Las medidas máximas de LRC son un poco mayores comparadas con las reportadas por Medem (1983) para Colombia y Brasil (De La Ossa y Vogt 2011), pero menores a las encontradas en otros lugares de Brasil (Ferrara *et al.* 2017).

La relación talla-peso mostró una correlación alta positiva (hembras: $r=0,97$; machos: $r=0,83$) y significativa sólo para los machos (hembras: $p=0,069$; machos: $p=0,0012$) (Figura 6). Se observa un tipo de crecimiento de tipo isométrico.

Los machos alcanzaron mayores tamaños (SDI: -0,58) y peso que las hembras (SDI: -1,91). El peso, LRC y CPEC no presentaron una distribución normal, así mismo, no presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, peso: $p=0,47$; LRC: $p=0,27$; CPEC: $p=0,62$). Por el contrario, el ARC si obtuvo distribución normal y arrojó diferencia significativa entre sexos (t -student, $p<2,2 \cdot 10^{-16}$). Según el análisis discriminante, las variables morfométricas y de peso no presentaron una diferencia marcada entre sexos, sin embargo, el ARC y CPEC son las variables que marcan más la diferencia entre los mismos. Resultado similar al encontrado por De La Ossa y Vogt en Brasil (2011) y contrario a lo encontrado por Parra-Henao *et al.* (2019), quienes indican que el peso y LRC son las variables que explican la diferenciación entre sexos. Esta diferencia

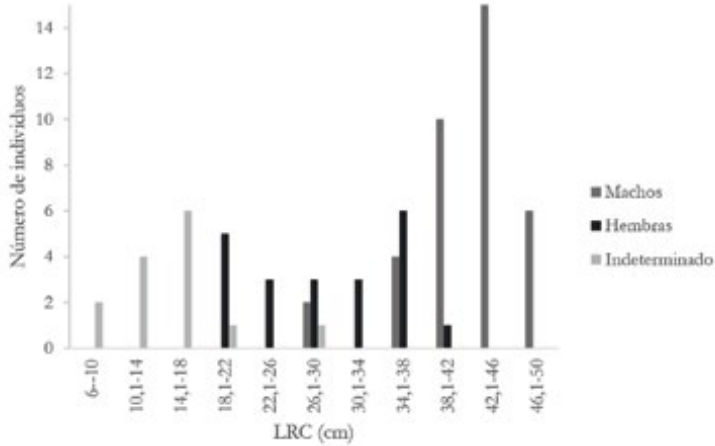


Figura 5. Distribución de frecuencias por clases de edad en *Pelteocephalus dumerilianus* (cabezón) en la Reserva Natural Bojonawi. Talla de madurez 27 cm (Rueda-Almonacid *et al.* 2007).

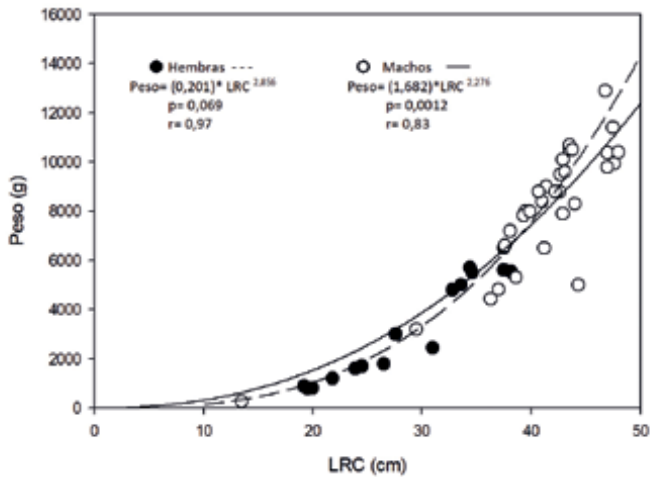


Figura 6. Relación entre longitud del caparazón (LRC) y peso entre machos y hembras de *Pelteocephalus dumerilianus* (cabezón) en la Reserva Natural Bojonawi.

posiblemente es debida a los análisis estadísticos utilizados, ya que el análisis de componentes principales explica la proporción de la varianza total entre todas las variables, contrario al análisis discriminante usado en el presente estudio y en De La Ossa y Vogt (2011), el cual explica las correlaciones entre las variables teniendo en cuenta las covariables (sexo).

Se marcaron 67 individuos y se recapturaron 7, obteniéndose un porcentaje de re-

captura de 16%, porcentaje menor que el reportado por De La Ossa y Vogt (2011), quienes recapturaron el 29-31% de los individuos, sin embargo, ambos estudios tuvieron métodos de captura y esfuerzo de muestreo diferente. El porcentaje de recaptura en la Reserva seguramente aumentará al tener más datos durante un ciclo anual, ya que en 2017 no se recapturaron individuos (Parran-Henao *et al.* 2019) y para el 2020 se recapturaron los siete. De acuerdo a los habitantes de

la Reserva, se han observado en caño Tesoro individuos que permanecen constantemente en una misma zona, indicando que posiblemente esta especie es residente. En Brasil se han observado desplazamientos hasta de siete kilómetros de distancia máxima recorrida, pero se descartó que fuera una especie migratoria (De La Ossa y Vogt 2011).

Charapa, *Podocnemis expansa*
(Schweigger, 1812)

Se capturaron 16 individuos, la mayoría se capturaron en la laguna (2017) y uno en Caño Negro (2020) (Figura 11). Estos tuvieron un peso promedio de 989 g (intervalo 225-2.000) y LRC de 19,9 cm (intervalo 12-26,5), por lo que todos los individuos eran inmaduros, ya que la talla de madurez sexual para esta especie está establecida en 40 cm (Mogollones *et al.* 2010). Los individuos capturados en la laguna podrían ser producto de liberaciones de individuos (ocho meses de edad) que se realizaron en 2015 y 2016 por la Fundación Omacha (Trujillo com. pers.); sin embargo, estos individuos deberían tener una talla aproximada de 13-16 cm si se aplica la ecuación propuesta por Mogollones *et al.* (2010) para la relación talla-edad. El promedio de tallas para la laguna fue de 20 cm la cual se encuentra por encima de las tallas calculadas,

por lo que no se puede asegurar que los individuos sean producto de la liberación o que se encontraban naturalmente en la Reserva. En el río Orinoco se han observado individuos adultos los cuales entran a la laguna en la temporada de aguas altas (Castañeda obs. pers.); sin embargo, no se capturaron seguramente debido a los métodos de captura y el esfuerzo de muestreo. En La isla El Pañuelo los pescadores han observado hasta ocho individuos adultos de gran tamaño y hay un esfuerzo dirigido a su captura (palangres tortugeros) para consumo. Este año (septiembre 2020) se registro a unos kilómetros río arriba de la Reserva el consumo de una hembra cuyo caparazón midió 71 cm (LRC). Este individuo fue usado para preparar hallacas (tamales venezolanos).

Si bien, los datos acá presentados son muy puntuales y obtenidos de manera aleatoria, los investigadores locales y pescadores, aseguran la presencia de adultos y juveniles en el río Orinoco y la laguna El Pañuelo (en aguas altas), lo que muestra la importancia de la RNB para realizar estudios biológicos de esta especie que se encuentra en el grado más alto de amenaza. La mayoría de investigaciones realizadas en el país en esta especie son principalmente en temas reproductivos (identificación de playas de importancia, cuantificación de nidadas), enfocándose en

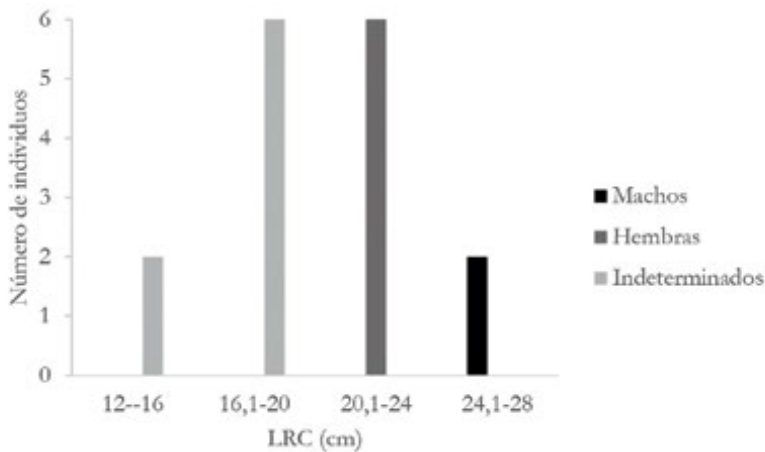


Figura 7. Distribución de frecuencias por clases de tamaño de *Podocnemis expansa* (charapa) en la Reserva Natural Bojonawi.

el trabajo con las comunidades locales (p. e. Fernández y Martínez 2005, García 2005, García *et al.* 2008, Corporinoquia 2005, Echeverry 2008, Quinche 2010, Martínez-Callejas *et al.* 2016, Fundación Omacha 2017, Duran-Prieto *et al.* 2019) y son necesarios estudios demográficos (a largo plazo), así como de uso de hábitat de acuerdo a la ontogenia, tal que permitan conocer la dinámica poblacional en el territorio, lo que brindaría bases para la conservación de la especie. Para esto es necesario contar con métodos de captura acordes a esta especie que los utilizados en este estudio.

Terecay, Podocnemis unifilis Troschel, 1848

El mayor número de individuos (19) se capturaron en la laguna y en los caños adjuntos a la misma, los cuales correspondieron a individuos inmaduros. Al igual que la charapa, es probable que los adultos se encuentren en el río Orinoco, como se ha reportado para esta especie (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Bermúdez *et al.* 2007, Escalona *et al.* 2012). Es muy posible que esta baja representatividad se deba al método de muestreo implementado. Sin embargo, sí se observan individuos adultos asoleándose en este río (obs. pers.).

Se registraron 50 individuos, el 24% fueron hembras (n=12), el 6% machos (n=3) y el 71% no se pudo determinar su sexo (n=35) ya que eran individuos de menos de 15 cm. La proporción de sexos fue sesgada hacia las hembras (1H: 0,25M) pero no difirió significativamente de los machos ($p=0,17$), así como lo encontrado en el río Bitá (1,3H: 0,7M) (Durán-Prieto y Mosquera-Guerra 2019) y en los municipios de Puerto López, Puerto Gaitán y Tauramena (2,6H: 0,38M) (Durán-Prieto y Pinzón 2017). Se obtuvo un 11% de recapturas siendo mayores al 5% reportado por Fachín-Terán y Vogt (2004) en Brasil.

Los individuos tuvieron un peso promedio de 687 g (intervalo 30-6.750) y una LRC de 14 cm (intervalo 5,82-39,9). Las hembras alcanzaron mayores longitudes en promedio, resultado similar al encontrado

en el río Bitá donde las hembras capturadas alcanzaron tamaños mayores que los machos (Durán-Prieto y Mosquera-Guerra 2019). Tanto los pesos como las tallas son menores a las reportadas en otras poblaciones de la Orinoquia colombiana (Pinzón *et al.* 2017, Acosta-Galvis *et al.* 2018), muy seguramente por el sesgo del muestreo.

Las hembras se encontraron en todos los estadios de desarrollo, mientras que los machos capturados solo fueron inmaduros (Figura 9). Al igual que con la charapa, en los años 2015 y 2016 se liberaron individuos de terecay de aproximadamente ocho meses de edad en la laguna (Trujillo com. pers.), por lo que seguramente algunos de los individuos capturados en este estudio sean procedentes de estas liberaciones. Sin embargo, como los individuos liberados no fueron marcados no se puede establecer la permanencia de los mismos en la laguna.

En cuanto a la relación talla y peso los machos ($r=0,99$) y hembras ($r=0,99$) arrojaron una correlación alta y positiva, sin embargo, en cuanto al nivel de significancia de las mismas, esta sólo lo fue para las hembras (hembras: $p=0,0003$; machos: $p=0,53$). Se observa un tipo de crecimiento de tipo isométrico.

Los valores de LRC un poco más altos en las hembras junto con un peso notablemente mayor para las mismas, concuerdan con el SDI en el que el valor fue mayor para el peso (SDI: 3,8) que para el LRC (SDI: 0,59). El peso y CPEC no presentaron diferencias entre sexos (Kruskal-Wallis, $p=0,4$ para ambos); contrario al caso de LRC (t-student, $p=3,2e^{-10}$) y ARC (t-student, $p=4,5e^{-11}$), los cuales mostraron diferencias marcadas. Por otra parte, el análisis discriminante seleccionó CPEC como la variable que explica la mayor proporción de diferencia entre sexos. Estudios demuestran que las hembras adultas son mucho más grandes que los machos sexualmente reproductivos (Pritchard 1979), por esta razón se explica la gran diferencia encontrada entre los valores promedios de LRC de los dos sexos. También se conoce que la cola de los machos es más larga en proporción a su

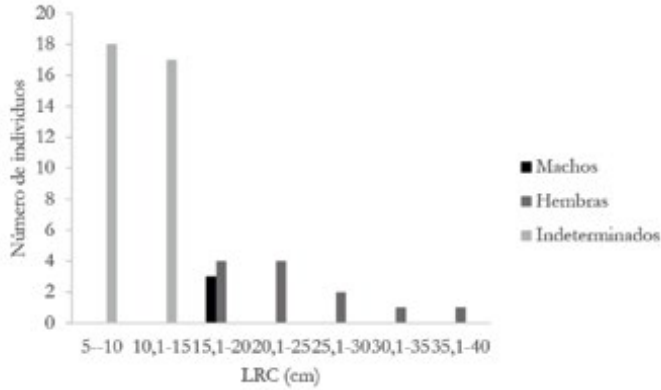


Figura 9. Distribución de frecuencias por clases de edad en *Podocnemis unifilis* (tereceay) en la Reserva Natural Bojonawi. Talla madurez: hembras 27 cm, machos 19 cm (Medem 1964).

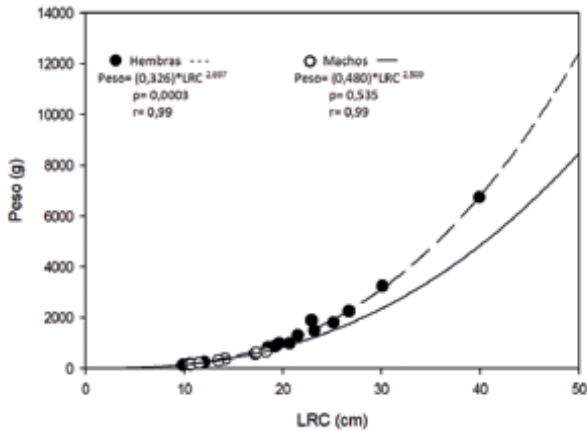


Figura 10. Relación entre longitud del caparazón (LRC) y peso entre machos y hembras de *Podocnemis unifilis* (tereceay) en la Reserva Natural Bojonawi.

tamaño y que el plastrón de las hembras es más ancho (Pritchard y Trebbau 1984, Pritchard 1979). La diferencia marcada entre sexos por el ancho recto del caparazón (ARC) concuerda con el estudio realizado en el río Bitá donde esta misma variable fue seleccionada para hacer comparaciones entre sexos (Durán-Prieto y Mosquera-Guerra 2019). Parece ser que el dimorfismo está determinado por la edad a la que los sexos adquieren su maduración sexual (Aresco y Doble 2000), de esta manera, los machos maduran con mayor rapidez para aumentar los eventos de copula y luego desaceleran su

crecimiento debido a la energía gastada en la reproducción; por otra parte, las hembras presentan un retraso en su maduración que tiene como consecuencia el alcance de mayores tamaños (Gibbons y Lovich 1990).

Sabanera o galápaga, *Podocnemis vogli* Müller, 1935

La sabanera fue la única especie que se encontró en todos los cuerpos de agua de la Reserva, en mayor medida en la laguna y sus caños adjuntos, también se registró en los morichales, en el río Orinoco y caminando

en la sabana. El uso de diferentes tipos de macrohábitats ya ha sido indicado por varios autores (Ramo 1982, Pinzón *et al.* 2017, Sepúlveda-Seguro 2018, Gómez-Rincón 2018), dado a que se adapta a los cambios bruscos en el ambiente (secos e inundados), lo cual le permite alcanzar densidades poblacionales altas en casi todos los ecosistemas que habita (Alarcón 1969). Tiene una preferencia de hábitat por los cuerpos de agua someros, con poca corriente o sin corriente, con aguas turbias y fondos arcillosos (Durán-Prieto y Pinzón 2017), tal como se presenta en los cuerpos de agua de la Reserva donde se encontró en mayores cantidades.

Fue la especie más abundante, se capturaron 236 individuos de los cuales el 30% fueron hembras, el 44% machos y el 25% no se pudo determinar. Los individuos registraron un peso promedio de 838 g (intervalo 35-3.000) y LRC 17 cm (intervalo 5,3-35) (Figura 11). Las hembras alcanzaron mayores longitudes y pesos que los machos. La talla máxima encontrada para hembras es ligeramente mayor a la reportada en la literatura (33 cm en vida silvestre [Ramo 1982], 34 cm en cautiverio [Castaño-Mora 2002]).

No hubo diferencia significativa entre el LRC y los hábitats donde se encontró la especie ($p=0,45$); sin embargo, sí hay diferencia del uso del hábitat de acuerdo al sexo, encontrando los machos en el río principal

y las hembras en la laguna de inundación (Sepúlveda-Seguro *et al.* 2020).

Hembras y machos presentaron individuos en todos los estadios de desarrollo, obteniendo los valores más altos de abundancia en la etapa de adultos en los dos sexos. No se encontraron diferencias significativas en la proporción sexual ($p=0,08$), la cual estuvo sesgada hacia los machos (0,7H: 1M). Caso contrario a lo encontrado en los departamentos de Meta y Casanare (Durán-Prieto y Pinzón 2017), donde reportan una proporción sexual sesgada hacia las hembras (3H: 0,33M).

Como era de esperarse, al igual que con las especies anteriores, el incremento de masa y peso mostró una correlación alta y positiva (hembras: $r=0,94$; machos: $r=0,96$), y, además, esta fue significativa para los dos sexos (hembras: $p<0,0001$; machos: $p=0,0001$) (Figura 12). La especie presenta crecimiento alométrico que disminuye con la edad y es irregular en mayor medida en las hembras (Ramo 1982).

Las hembras presentan mayor tamaño (SDI=2,16) y peso (SDI=2,67). En el presente estudio ninguna medida difirió significativamente entre sexos (Mann-Whitney, peso: $p=0,24$; LRC: $p=0,44$; CPEC: $p=0,32$; y ARC: $p=0,34$). El análisis discriminante separó a CPEC como la variable que diferencia a los sexos. De igual forma, en el análisis

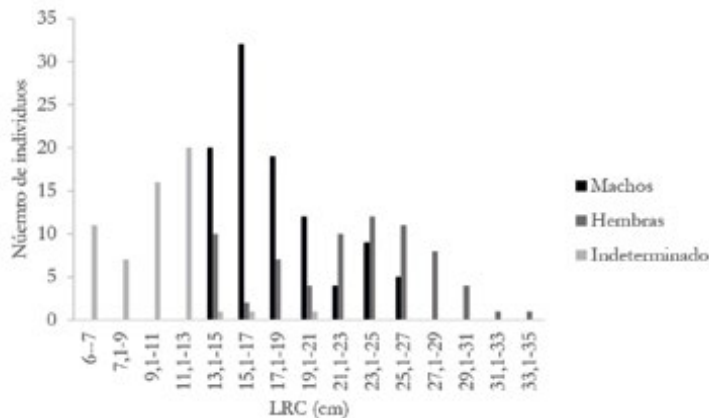


Figura 11. Distribución de frecuencias por tallas de *Podocnemis vogli* (galápaga) en la Reserva Natural Bojonawi. Talla de madurez hembras >23, machos > 13 cm (Ramo 1982).

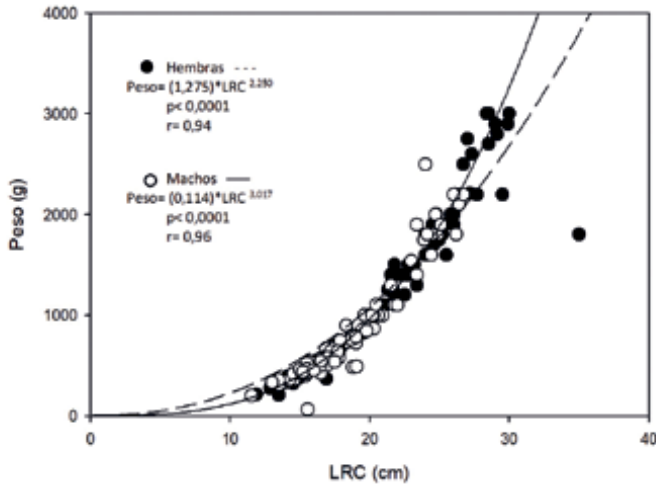


Figura 12. Relación entre longitud del caparazón (LRC) y peso entre machos y hembras de *Podocnemis vogli* (galápagos) en la Reserva Natural Bojonawi.

de los datos de la estación seca de 2017, se evidenció a LRP, LRC, CPEC y la longitud de la tercera uña como las variables que explican la diferencia entre sexos, ya que estas difirieron significativamente entre sí (Sepúlveda-Seguro 2018). También, CPEC fue seleccionada como la variable de confianza para la distinción entre sexos, seguida de la longitud de la tercera uña. Esto concierne con estudios en los que se ha determinado que los machos poseen colas más largas debido a la presencia del pene (Ramo 1982), y menor tamaño corporal debido a que durante los procesos de cortejo y cópula, requieren una mayor capacidad de movimiento, por lo que un tamaño pequeño resulta ventajoso a nivel evolutivo (Giraldo *et al.* 2012).

Se recapturaron 16 individuos (12%) de los cuales 11 fueron recapturas en la misma época (estación seca 2017, Sepúlveda-Seguro *et al.* 2020). Este bajo porcentaje de recapturas concuerda con lo encontrado en los municipios de Puerto Gaitán, Puerto López y Tauramena (Durán-Prieto y Pinzón 2017) en donde se recapturaron diez individuos. Según Ramo (1982), esto puede significar que los individuos se desplacen largas distancias en el periodo de inundación, ya que durante la temporada de lluvias de los llanos venezolanos documentó largos

movimientos por parte de los machos. Estos largos desplazamientos también han sido observados en el área, donde un individuo que se marcó en el río Bitá, fue capturado dos años después en la Reserva a 9,3 km de distancia lineal (Sepúlveda-Seguro 2018).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la RNB se identificó una alta riqueza de tortugas, con presencia de especies amenazadas, con datos insuficientes y con valor de uso. Se encontraron individuos en todas las clases de tamaño para la mayoría de especies, lo que representa una ventaja para el estudio de este grupo. Por lo tanto, es preciso fortalecer y profundizar la investigación existente, siendo necesario tener un programa de investigación continuo, que incluya todas las estaciones climáticas, que sea a largo plazo, con metodologías estandarizadas para cada especie y que abarque los diferentes tipos de hábitats presentes en la reserva. Estos estudios deben estar enfocados en primera instancia, en la información requerida para determinar el estado de conservación de las especies, donde se prioricen los estudios demográficos y de uso de hábitat.

Hay que continuar con los estudios de uso de hábitat y área de hogar mediante telemetría de las tortugas matamata (*Chelus orinocensis*) y cabezón (*Peltocephalus duemrilianus*), e incluir nuevas especies como las *Podocnemis*. También seguir con los estudios biológicos y poblacionales (marca-recaptura, molecular). Es importante muestrear el río Orinoco y los morichales, así como incluir la época de aguas altas.

Para las especies con valor de uso, se pudo observar cómo a través de la generación de información básica (p. e. estudios taxonómicos), no solo se aporta en el aumento del conocimiento científico, sino que también, se aportan elementos para la toma de decisiones. En este caso en particular, sirvió para describir una nueva especie (*Chelus orinocensis*) y paralelamente, para la iden-

tificación de lugar de origen de individuos decomisados, lo que conllevó a la correcta liberación de los mismos.

Las reservas cobran importancia a nivel local al ser un resguardo para las especies que son altamente consumidas (*Podocnemididae*) por parte de la población de la zona, hecho que se incrementó hace dos años con la crisis alimentaria en Venezuela. Por lo cual, es indispensable hacer un seguimiento al aprovechamiento de estas especies en la reserva.

Mediante este grupo se puede ejemplarizar la importancia que representan las reservas privadas como centros de generación de conocimiento y como reservorios de poblaciones saludables. Esto aportaría efectivamente a la conservación de las especies especialmente a las amenazadas, no solo a escala local sino a nivel regional.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta-Galvis, A. R., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, D. Rayo, J. C. Lomelín y A. Lomelín. 2018. Reptiles. Pp. 24-43. *En*: Lasso, C. A. y M. A. Morales-Betancourt (Comp.), *Evaluación de la biodiversidad acuática del río Guayabero, Sierra de La Macarena, Meta, aguas altas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Cormacarena. Convenio No17-194. Informe final. Bogotá, D. C., Colombia.
- Alarcón, H. P. 1969. Contribución al conocimiento de la morfología, ecología, comportamiento y distribución geográfica de *Podocnemis vogli*, Testudinata (Pelomedusidae). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 13: 303-326
- Alho, C. J. R. y L. F. M. Padua. 1982. Early growth of pen reared Amazon turtles *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Biologia* 42: 641-646.
- Antelo, R., M. Merchán y C. A. Lasso. 2007. *Chelus fimbriatus* (matamata). *Reproduction. Herpetological Review* 38 (3): 328-329.
- Aresco, M y J. Doble. 2000. Variation in shell arching and sexual size dimorphism of River Cooters, *Pseudemys concinna* from river systems in Alabama. *Journal of Herpetology* 34 (2): 313-317.
- Bermúdez-R., A. L. 2008. Experiencia piloto para el cuidado de las playas y nidadas como estrategia de conservación de la tortuga terecay, *Podocnemis unifilis* en la cuenca baja del río Guaviare-departamento de Guainía. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazonico, C.D.A. Documento interno. 47 pp.
- Bermúdez-R., A. L., N. García, A. Méndez, D. M. Velasco, A. A. Moreno, V. J. Pineros y J. G. López. 2007. Evaluación del estado de las poblaciones de quelonidos del genero *Podocnemis* (*P. expansa*-charapa – *P. unifilis* terecay, *P. eritrocephala* chipiro y *P. vogli* galápagos) en la cuenca baja del río Guaviare en el departamento del Guainía. Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazonico, C.D.A. Fundación Salvemos al Medio Ambiente FUNAMBIENTE. Documento interno. 55 pp.
- Bernal-Sierra, S. 2019. Actualización del estado del conocimiento de la biodiversidad acuática de la Reserva Natural Privada de la Sociedad Civil Bojonawi (Puerto Carreño, Vichada).

- Tesis de Grado, Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia. Tunja, Cundinamarca. 86 pp.
- Bock, B. C. y V. P. Páez. 2017. Meta-analysis of the history of the study of the freshwater turtle and tortoise fauna of Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 22 (1): 67-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n1.59876>
- Brito, E., R. C. Vogt, R. M. Valádao, L. F. França, J. Penha y C. Strüssmann. 2018. Population Ecology of the freshwater turtle *Mesoclemmys vanderhaegei* (Testudines: Chelidae) *Herpetological Conservation and Biology* 13 (2): 355-365.
- Cadi, A, M. Nemoz, S. Thienpont y P. Joly. 2004. Home range, movements, and habitat use of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Rhone-Alpes region, France. *Biologia, Bratislava* 59 (14): 89-94.
- Cagle, F. R. 1942. Turtle populations in southern Illinois. *Copeia* 1942: 155-162.
- Castaño-M., O. V. (Ed.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 160 pp.
- Caughley, G. 1980. Analysis of vertebrate populations. New York: John Wiley and Sons. 234 pp.
- Cooke, R. G., M. Jiménez y A. J. Ranere. 2007. Influencia humana sobre la vegetación y fauna de vertebrados de Panamá: actualización de datos arqueozoológicos y su relación con el paisaje antrópico durante la época precolombina. Pp. 562-593. *En*: E. G. Leigh, Jr., E. A. Herre, J. B. C. Jackson y F. Santos-G (Eds.), *Ecología y Evolución en los Trópicos*. Editora Nova Art, Panamá.
- Corporinoquia. 2005. Nociones de la biología y plan de manejo de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el departamento de Casanare. Corporinoquia. Informe interno. 41 pp.
- Daza, X. y M. Correa-Viana. 2015. Ecología reproductiva de la matamata (*Chelus fimbriatus*) en el estado Cojedes, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle Ciencias Naturales* 72 (177-178): 75-90.
- De La Ossa, J. V. y R. C. Vogt. 2011. Ecología populacional de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines, Podocnemididae) em dois tributários do Rio Negro, Amazonas, Brasil. *Interciencia* 36: 53-58.
- De La Ossa, J. R. Bernhard y A. De La Ossa-Lacayo. 2012. *Platemys platycephala*. Pp. 261-265. *En*: Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock. (Eds.), *V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Durán-Prieto. C y M. Pinzón. 2017. Evaluación de las comunidades de garzas para el área de influencia directa de la estación de bombeo Rubiales (EBR) y las estaciones de rebombeo Corocora (ER1) y Jagüey (ER2), y tortugas para la zona de influencia del oleoducto. Contrato 7204656. Fundación Omacha, Oleoductos de los Llanos Orientales ODL-S.A. Informe final. Bogotá, D. C., Colombia. 240 pp.
- Durán-Prieto, C. y F. Mosquera-Guerra. 2019. Documento objetivo 5. Acuerdos de conservación de especies- Actividad 21: Monitorear seis especies de fauna para el establecimiento de acuerdos de conservación. *En: Manejo y conservación de la cuenca del río Bitá como sitios Ramsar a través de la designación, construcción participativa del Plan de manejo y la implementación de propuestas productivas sostenibles en ecosistemas acuáticos y terrestres*. Informe técnico Convenio 018-2018. Fundación Omacha, Fondo Acción. Bogotá, D. C., Colombia. 29 pp.
- Durán-Prieto, C., M. T. Nieto, A. Vásquez-Avila, G. Forero-Medina y S. J. Martínez- Callejas. 2019. Iniciativa comunitaria de conservación de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el departamento de Arauca. Pp. 291-307. *En*: Trujillo, F. y F. Anzola (Eds.), *Biodiversidad en el departamento de Arauca*. Gobernación de Arauca, Fundación Omacha, Fundación Ecollano. Bogotá, D. C., Colombia.
- Durán-Prieto, C., C. A. Lasso, M. A. Morales-Betancourt y F. J. M. Rojas-Runjaic. 2018. Reptiles del Escudo Guayanés en Colombia.

- Pp. 151-177. *En*: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), *VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Echeverry, A. M. A 2008. Ecología reproductiva de la tortuga arrau *Podocnemis expansa* (Testudinata: Podocnemididae) en el bajo río Bitá, Vichada, Colombia. Tesis de grado, Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. 108 pp.
- Ernst, C. H., R. G. M. Altenburg y R. W. Barbour. 2007. Turtles of the world. Disponible en: <http://wbd.etibioinformatics.nl/bis/turtles.php?menuentry=inleiding>.
- Escalona, T., K. Conway-Gómez, M. A. Morales-Betancourt, F. Arbeláez y R. Antelo. 2012. *Podocnemis unifilis*. Pp. 387-397. *En*: Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds.), *V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Fachín-Terán, A. y R. C. Vogt. 2004. Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. *Phyllomedusa* 3 (1): 29-42.
- Ferrara, C. R., C. K. Fagundes, T. Q. Morcatty y R. C. Vogt. 2017. Quelónios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição. Wildlife Conservation Society. Manaus, Brazil. 182 pp.
- Fernández, A. y E. Martínez. 2005. Conservación y áreas estratégicas para la conservación de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el departamento de Casanare. Fundación Terrapleta y WWF-Colombia Convenio QY 85. Informe final. 67 pp.
- Forero-Medina, G., A. P. Yusti-Muñoz y O. V. Castaño-Mora. 2014. Distribución geográfica de las tortugas continentales de Colombia y su representación de áreas protegidas. *Acta Biológica Colombiana* 19 (3): 415-426.
- Forero-Medina, G., V. P. Páez, M. F. Garcés-Restrepo, J. L. Carr, A. Giraldo y M. Vargas-Ramírez. 2016. Research and conservation priorities for tortoises and freshwater turtles of Colombia. *Tropical Conservation Science* 1-14. DOI: 10.1177/1940082916673708.
- Fundación Omacha. 2017. Manejo y conservación de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en la cuenca media del río Meta entre los departamentos de Vichada, Arauca y Casanare. Proyecto Vida Silvestre-PVS Fase I. Fundación Omacha, Wildlife Conservation Society WCS Colombia. Informe final. Bogotá, D. C., Colombia. 78 pp.
- Garcés-Restrepo, M. F. 2008. Estructura poblacional, variación morfométrica y dimorfismo sexual de *Rhinoclemmys nasuta* (Testudinata: Emydidae) en dos localidades del Pacífico vallecaucano. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 33 pp.
- García, N. 2005. Biología reproductiva y conservación de las tortugas charapa *Podocnemis expansa*, cupiso *Podocnemis sextuberculata*, y taricaya *Podocnemis unifilis* en las playas aledañas al municipio de Puerto Nariño (Amazonas). Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 209 pp.
- García, M., D. L. Orozco-Terán, S. Kendall y F. Silva. 2008. Manejo y conservación de las tortugas *Podocnemis expansa*, *Podocnemis sextuberculata* y *Podocnemis unifilis* en las playas aledañas de Puerto Nariño. Pp. 109-123. *En*: Trujillo, F., J. C. Alonso, M. C. Diazgranados y C. Gómez (Eds.), *Fauna Acuática Amenazada en la Amazonia colombiana. Análisis y propuestas para su conservación*. Fundación Omacha. Fundación Natura. Instituto Sinchi. Coorpoamazonia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Gibbons, J. W. 1986. Movement patterns among turtle populations: applicability to management of the desert tortoise. *Herpetologica* 42: 104-113.
- Gibbons, J. y J. Lovich. 1990. Sexual Dimorphism in turtles with emphasis on the Slider Turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs* 4: 1-29.

Capítulo 15. TORTUGAS ACUÁTICAS BOJONAWI

- Giraldo, A., M. Garcés-Restrepo y L. Carr. 2012. Tamaño y estructura poblacional de la tortuga sabaletera (*Rhinoclemmys nasuta*, Testudines: Geoemydidae) en un ambiente insular del Pacífico colombiano. *Caldasia* 34 (1): 109-125.
- Gómez-Camelo, I., F. Trujillo y C. Suárez. 2009. Plan de manejo de los humedales de la Reserva de la Biosfera El Tuparro: jurisdicción Puerto Carreño. Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde. Bogotá, D. C., Colombia. 97 pp.
- Gómez-Rincón, M. T. 2018. Caracterización del uso del hábitat y actividad de tres especies de tortugas acuáticas (Podocnemididae) durante la estación seca en la Reserva Natural Privada Bojonawi (RNPB), Vichada, Colombia. Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia. 34 pp.
- Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30 (1): 1-18
- Lasso, C. A., F. Trujillo, M. A. Morales-Betancourt, L. Amaya, S. Caballero y B. Castañeda. 2018. Conservación y tráfico de la tortuga matamata, *Chelus fimbriata* (Schneider, 1783) en Colombia: un ejemplo del trabajo conjunto entre el Sistema Nacional Ambiental, ONG y academia. *Biota Colombiana* 19 (1): 147-159. DOI: 10.21068/c2018.v19n01a10.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. 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. 609 pp.
- Li, C., X. C. Wu, O. Rieppel, L. T. Wang y L. J. Zhao. 2008. An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. *Nature* 456: 497-501.
- Lovich, J. E. y J. W. Gibbons. 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth Development and Aging* 56: 269-269.
- Martínez-Callejas, S., C. Durán-Prieto, F. Trujillo, J. Del Río, M. Torres-Martínez, J. Millán y R. Antelo. 2016. Conocimiento, conservación y uso de las tortugas *Podocnemis*. Pp 181-199. En: Trujillo, F., R. Antelo y S. Usma. (Eds.), *Biodiversidad en la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha, Fundación Palmarito, WWF. Bogotá, D. C., Colombia. 336 pp.
- Martínez-Sánchez, A. M., M. C. Díazgranados, F. Trujillo y R. Álvarez-L. 2004. Censo de tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) (Reptilia: Testudinata: Pelomedusidae) en los ríos Meta y Bitá durante la época de aguas bajas, Orinoquia Colombiana. Pp. 243-260. En: Díazgranados, M. C. y F. Trujillo (Eds.), *Estudios de fauna silvestre en ecosistemas acuáticos en la Orinoquia colombiana*. Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas-Javegraf. Bogotá, D. C., Colombia.
- Medem, F. 1971. AFOSR Grant. 68 1418. Final Technical Report: Ecological and Disease Transmission Potential in the Colombian Amazon Basin. 138 pp.
- Medem, F. 1983. La reproducción de la tortuga "cabezón" *Peltocephalus tracaxa* (Spix). 1924. (Testudines. Pelomedusidae) en Colombia. *Lozania* 41: 1-12.
- MADS-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asociación Colombiana de Herpetología e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015. Estrategias para la conservación de las tortugas continentales de Colombia Fase II. período de ejecución 2015-2020. Pp. 23-28 En: Morales-Betancourt, M. A., V. P. Páez y C. A. Lasso (Eds.), *Conservación de las tortugas continentales de Colombia: evaluación 2012-2013 y propuesta 2015- 2020*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación colombiana de Herpetología y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C., Colombia.
- MMA-Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 63 pp.

- Mogollones, S. C., D. J. Rodríguez, O. Hernández y G. R. Barreto. 2010. A demographic study of the arrau turtle (*Podocnemis expansa*) in the middle Orinoco River, Venezuela. *Chelonian Conservation and Biology* 9: 79-89.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso y V. P. Páez. 2012. Pp. 266-268. *En*: Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock. (Eds.), *V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock (Eds.). 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Morreale, S. J., J. W. Gibbons y J. D. Congdon. 1984. Significance of activity and movements in the Yellow-Bellied Slider Turtle (*Pseudemys scripta*). *Canadian Journal of Zoology* 62: 1038-1042.
- Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds.). 2012. *V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 528 pp.
- Parra-Henao, K. 2017. Características demográficas y uso del hábitat de la tortuga cabazona, *Peltocephalus dumerilianus* (Schweigger, 1812), en la Reserva Natural Bojonawi (Vichada, Colombia) durante la estación seca. Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 27 pp.
- Parra-Henao, K. D., V. P. Páez, M. A. Morales-Betancourt y C. A. Lasso. 2019. A pilot study of habitat use and population characteristics of the big-headed Amazon river turtle, *Peltocephalus dumerilianus* (Schweigger, 1812), during the dry season in the Bojonawi Nature Reserve, Vichada, Colombia. *Herpetology Notes* 12: 1113-1120.
- Pezzutti, J. C. B. 2003. Ecología e etnoecología de Quelônios no Parque Nacional do Jaú, Amazonas, Brasil. Tese., Universidade Estadual de Campinas. Brasil. 187 pp.
- Pinzón, M., C. Durán-Prieto, E. Izquierdo y P. Chaves-Hernández. 2017. Aves y tortugas estudiadas en el oleoducto de los Llanos Orientales. ODL S. A., Fundación Omacha. Bogotá, D. C., Colombia. 68 pp.
- Portocarrero, M. 2008. Tortugas del género *Podocnemis*. Pp. 77-89. *En*: Trujillo, F., M. Portocarrero y C. Gómez (Eds.), *Plan de manejo y conservación de especies amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: delfines de río, manatíes, nutrias, jaguares y tortugas del género Podocnemis*. Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement. Bogotá, D. C., Colombia.
- Pozo, M. 2018. Muestreo de capturas y recapturas: diseño, estimación y análisis de librerías en R. Teses de grado, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla. 77 pp.
- Pritchard, P. C. H. 1979. *Encyclopedia of turtles*. T. F. H. Publications, Inc., Neptune, USA. 895 pp
- Pritchard, P. C. H. 2008. *Chelus fimbriatus* (Schneider, 1783) – Matamata turtle. *Chelonian Research Monographs* 5: 020.1-020.10.
- Pritchard, P. C. H. y P. Trebbau. 1984. *The Turtles of Venezuela*. Oxford, Ohio. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 414 pp.
- Quinche, M. C. 2010. Ecología reproductiva de las tortugas dulceacuícolas arrau (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la cuenca baja del río Bitá. Vichada, Colombia. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad del Bosque. Bogotá, D. C., Colombia.
- Ramo, C. 1982. Biología del galápago (*Podocnemis vogli* Müller, 1935) en el Hato “El Frío”,

- llanos de Apure (Venezuela). *Doñana Acta Vertebrata* 9: 1-161.
- Rueda-Almonacid, J. V., J. L. Carr, R. A. Mittermeier, J. V. Rodríguez-M, R. B. Mast, R. C. Vogt, A. G. J. Rhodin, J. de la Ossa-V, J. N. Rueda y C. G. Mittermeier. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. Bogotá, D. C., Colombia. 538 pp.
- Sepúlveda-Seguro. A. M. 2018. Acercamiento a las características demográficas y de uso del hábitat de la tortuga galápagua *Podocnemis vogli* (Testudines, Podocnemididae), en la Reserva Natural Privada Bojonawi (Vichada, Colombia) durante la estación seca. Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 71 pp.
- Sepúlveda-Seguro, A. M., V. P. Páez, M. T. Gómez-Rincón, M. A. Morales-Betancourt y C. A. Lasso. 2020. Assessment of population characteristic and hábitat use of *Podocnemis vogli* (Müller, 1935) during a reproductive season at the Bojonawi Private Nature Reserve (Vichada Department, Colombia). *Revista Latinoamericana de Herpetología* 3 (2) 83-94.
- Soini, P. 1997. Biología y manejo de la Tortuga *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae). Secretaria Pro Tempore Venezuela, Caracas, Venezuela. 56 pp
- Trujillo, F., R. Antelo, R. Combariza, S. Martínez-Callejas, C. Quinche, N. Londoño-Ocampo y J. Del Río 2014. Plan de acción para la conservación de las tortugas amenazadas de los humedales llaneros. Corporinoquia, Fundación Omacha, Fundación Palmarito y Corporación ambiental la Pedregosa. Bogotá, D. C., Colombia. 72 pp.
- Turtle taxonomy Workin Group [Rhodin, A. G. J., J.B. Iverson, R. Bour, U. Fritz, A. Georges, H. B. Shaffer y P. P. van Dijk]. 2017. Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.). In: Rhodin, A. G. J., J. B. Iverson, P. P. van Dijk, R. A. Saumure, K. A. Buhmann, P. C. H. Pritchard and R. A. Mittermeier (Eds.), *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs* 7: 1-292. doi: 10.3854/crm.7.checklist.atlas.v8.2017.
- Vargas-Ramírez, M., S. Caballero, M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, L. Amaya, J. Gregorio Martínez, M. das Neves Silva Viana, R. C. Vogt, I. Pires Farias, T. Hrbek, P. D. Campbell y U. Fritz. 2020. Genomic analyses reveal two species of the matamata (Testudines: Chelidae: *Chelus* spp) and clarify their phylogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106823>.
- Vargas-Ramírez, M., C. del Valle, C. P. Ceballos y U. Fritz. 2017. *Trachemys medemi* n. sp. from northwestern Colombia turns the biogeography of South American slider turtles upside down. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 55: 326-339. <https://doi.org/10.1111/jzs.12179>
- von Hildebrand, P. 1985. Study on the biology and conservation of *Podocnemis expansa* in the río Caquetá of eastern Colombia. Informe a WWF-US. 9 pp.
- von Hildebrand, P., N. Bermudez y M. C. Peñuela. 1997. La tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia: Aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo. Disloque Editores. Bogotá, D. C., Colombia. 152 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de las especies de tortugas registradas en Reserva Natural Bojonawi.



1. Matamata (*Chelus orinocensis*).



2. Guachúpe (*Kinosternon scorpioides*).



3. Cabezón (*Peltecephalus dumerilianus*).



4. Charapa (*Podocnemis expansa*).



5. Terecay (*Podocnemis unifilis*).



6. Sabanéra (*Podocnemis vogli*).

Lámina 1. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.



Puma (*Puma concolor*). Foto: Fernando Trujillo.

CARNÍVOROS TERRESTRES DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Germán Garrote, Beyker Castañeda y Fernando Trujillo

Resumen. Durante 14 años (2005-2019) se evaluó la presencia de carnívoros en la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia. Se combinaron métodos de transectos e instalación de cámaras trampa tratando de tener un cubrimiento representativo de los principales hábitats. Se reportan seis especies de carnívoros: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), tayra (*Eira barbara*) y zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*). Todos, con excepción del jaguar, tuvieron presencia relativamente permanente en la Reserva. Igualmente, se evaluó la densidad de ocelotes, reportando $1,8 \pm 1,5$ ind/100 km², siendo esta una de las densidades más bajas reportadas para esta especie en el país. El hábitat más utilizado por la comunidad de carnívoros fue el ecotono bosque-sabana (47,9% de los indicios detectados), seguido del bosque (31,3%) y por último la sabana (20,8%).

Palabras clave. Cámaras trampa, Escudo Guayanés, reserva privada, uso de hábitat.

Abstract. For 14 years (2005-2019) the presence of carnivores in Bojonawi Natural Reserve, Vichada, Colombia, was evaluated. Transect methods and camera traps were combined in an attempt to have representative coverage of the main habitats. A total of six carnivore species were reported: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelot (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), tayra (*Eira barbara*) and crab fox (*Cerdocyon thous*). All, with the exception of the jaguar, had a relatively permanent presence in the reserve. The density of ocelots was also evaluated, reporting 1.8 ± 1.5 individuals/100 km², which is one of the lowest densities reported for this species in the country. The habitat most used by the carnivore community was the ecotone (47.9% of the detected signs), followed by the forest (31.3%) and finally the savannah (20.8%).

Keywords. Camera traps, Guiana Shield, habitat use, private reserve.

Garrote, G., B. Castañeda y F. Trujillo. 2020. Carnívoros terrestres de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia Pp. 455-465. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII16

INTRODUCCIÓN

Los carnívoros juegan un papel clave en los ecosistemas terrestres a través de diversos mecanismos. Los carnívoros están ligados al control de herbívoros, e indirectamente evitando el pastoreo excesivo de especies vegetales (McShea 2005), que a su vez influyen en la abundancia de especies polinizadoras, como aves e insectos. Las especies de carnívoros más dominantes pueden llegar a limitar las poblaciones de las especies subordinadas a través de interacciones intragremiales (Ritchie y Johnson 2009) e indirectamente prevenir la depredación excesiva en especies de presas por parte de los mesocarnívoros (Elmhagen *et al.* 2010). Esta cascada de interacciones de arriba hacia abajo puede influir en las estructuras del ecosistema y la biodiversidad a múltiples escalas (Terborgh 2001, Elmhagen *et al.* 2010). Por lo tanto, cuando se afecta a la comunidad de depredadores se afecta al ecosistema como un todo y cualquier perturbación en el ecosistema se filtra hacia especies en el tope de la red, haciendo a los carnívoros más vulnerables que otras especies (Terborgh 1988). Si se quieren mantener poblaciones saludables de depredadores principales dentro de los ecosistemas, estos ecosistemas también deben contener comunidades y poblaciones saludables de las muchas especies que realizan servicios ecosistémicos a niveles tróficos más bajos (Dobson *et al.* 2006, Haswell *et al.* 2017).

Dada la gran importancia que los carnívoros juegan a la hora de mantener ecosistemas saludables, su conservación debe ser considerada prioritaria. El diseño de planes de manejo y conservación de los carnívoros de un área protegida pasa ineludiblemente por el conocimiento de la distribución, estatus y problemática de sus poblaciones. En la Orinoquia colombiana, los estudios sobre carnívoros son limitados, en la mayoría de los casos correspondientes a listados de especies de mamíferos en evaluaciones biológicas, y pocas veces abordando aspectos ecológicos o poblacionales (Trujillo *et al.* 2010, 2018, Mosquera-Guerra *et al.* 2017, 2018).

El presente trabajo tiene como objeto compilar la información disponible sobre la comunidad de carnívoros terrestres de la

Reserva Natural Bojonawi-RNB en el departamento de Vichada. Para ello se ha contado con información ya publicada (Garrote y Fernández 2015, Garrote *et al.* 2019), así como con información inédita, con la que se ha construido un relato integrado.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló íntegramente en la RNB, departamento de Vichada, Orinoquia colombiana (Figura 1). En el capítulo de área de estudio de este libro se desarrolla este componente de manera detallada.

Riqueza de carnívoros terrestres y selección de hábitat

Durante los periodos de enero a marzo (temporada seca) de los años 2006 y 2007 se realizaron muestreos en busca de indicios de la presencia de las diferentes especies de carnívoros. Esta metodología consiste en realizar periódicamente transectos a pie por caminos, senderos, caños y otros elementos lineales del paisaje, habitualmente utilizados por los carnívoros en sus desplazamientos y comportamientos de marcaje. A lo largo de estos recorridos se buscan los rastros e indicios de presencia de las especies objetivo. Este método es utilizado habitualmente en trabajos con carnívoros (Barea-Azcón *et al.* 2007). Se evaluó la riqueza de especies de carnívoros terrestres, así como el uso que estas especies hacen de tres de los principales tipos de hábitats presentes en la reserva (bosque de rebalse, ecotono y sabana). Las sabanas constituyen el hábitat más extenso de la Reserva, con árboles y arbustos dispersos. El bosque de rebalse, asociado al margen del río Orinoco, permanece inundado durante la época de lluvias, se caracteriza por no presentar sotobosque y sus árboles pueden alcanzar los 25 m de altura. El ecotono ocupa una franja entre la sabana y el bosque, aunque ha desaparecido en algunos puntos debido al efecto de las quemadas, y en él se observa un gradiente descendente en altura y densidad de arbolado, apareciendo también cobertura arbustiva.

Para estudiar el uso de cada tipo de hábitat se estableció un itinerario fijo de 2 km en cada uno de los hábitats considerados (bosque de rebalse, ecotono y sabana). Cada uno de estos itinerarios se realizó en tres ocasiones cada año. Adicionalmente, se realizaron itinerarios no fijos en busca de indicios en cada tipo de los hábitats, hasta completar un esfuerzo de muestreo de 20 kilómetros (itinerarios fijos + itinerarios al azar) en cada uno de los hábitats, resultando un esfuerzo total de 60 kilómetros. Con la realización de estos itinerarios se buscaba cubrir la mayor superficie posible de cada hábitat. Para ello se seleccionaron previamente los puntos de inicio de cada itinerario, pero los recorridos se realizaron aleatoriamente en función de la disponibilidad de caminos o senderos. Se empleó la prueba

de Chi cuadrado (X^2) con el fin de comprobar la desviación entre el número de indicios observados y los esperados en cada hábitat.

Fototrampeo

El fototrampeo consiste en la detección de animales mediante cámaras-trampa que son accionadas por los propios individuos al ser detectados por sensores. El objetivo perseguido es conseguir detectar e identificar el máximo número de individuos de las especies objeto de estudio presentes en un área dada. Para ello, se construye una red de estaciones (cámaras-trampa) asegurándose de que con ellas queda cubierta toda el área de estudio (Figura 1). Las cámaras se instalan en los lugares más propicios para interceptar el paso del animal, con el propósito de

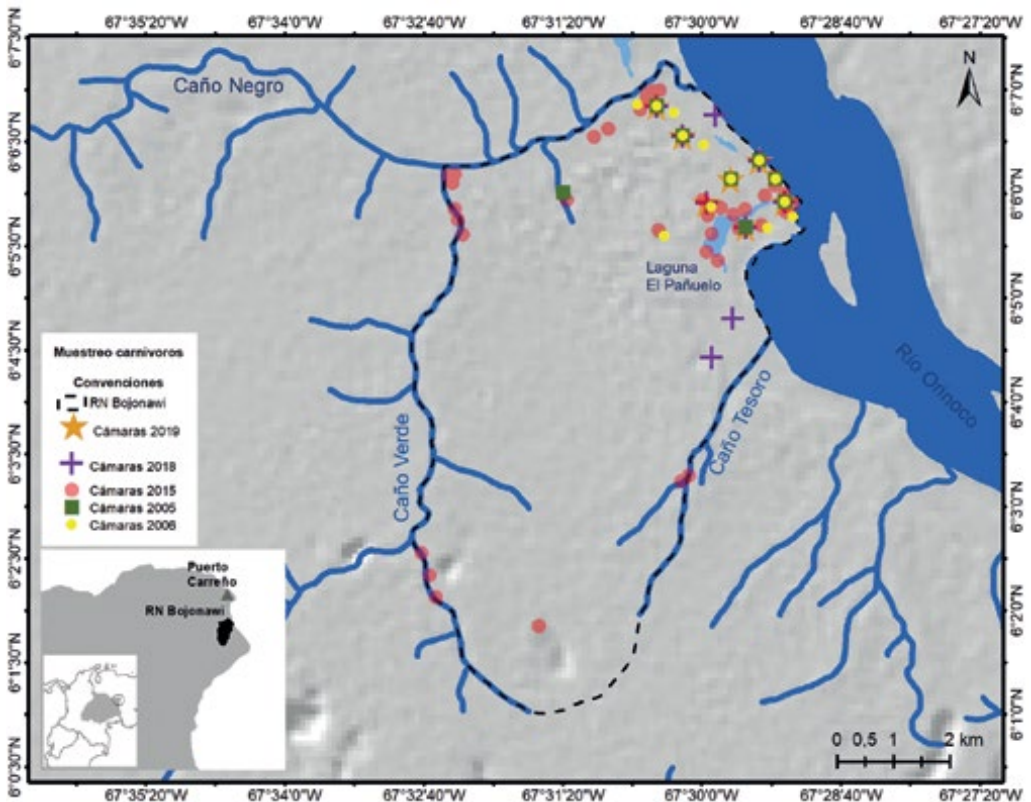


Figura 1. Ubicación cámaras trampa para el estudio de carnívoros terrestres en los cinco periodos de estudio o campañas, Reserva Natural Bojonawí. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

obtener al mayor número posible de capturas (Karanth y Nichols 1998). Una consideración importante es no dejar ningún área lo suficientemente grande como para contener los movimientos de la especie durante el periodo de estudio.

En el presente estudio, no se consideró una especie blanco, sino que el objetivo fue detectar a las diferentes especies que conforman la comunidad de carnívoros de la Reserva Bojonawi. Para ello y en función de las áreas de campeo de las especies potencialmente existentes en el área, se adoptó una solución de compromiso asumiendo un área de campeo general de 400-500 ha para cada especie. Se instalaron por tanto las cámaras con una separación de 1 km aproximadamente para crear una red de estaciones de fototrampeo suficientemente tupida como para detectar todas las especies de carnívoros terrestres presentes.

Se realizaron cinco muestreos de fototrampeo en la Reserva, todos ellos durante la temporada seca (Tabla 1):

En el muestreo 05-06 se utilizaron cámaras de 35 mm con disparador a presión consistente en una plancha de presión externa de 25 x 25 cm Como atrayente se utilizaron excrementos de individuos en cautividad

de *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii* y *Panthera onca*. Se realizaron al menos dos revisiones semanales de la red de cámaras. En cada visita se renovó el atrayente, verificando el funcionamiento del equipo.

A partir del muestreo 2006-2007 se comenzaron a utilizar cámaras trampa comerciales con disparador remoto (PIR). Wildview Extreme (campana 2006-2007), Bushnell Trophy Cam y Cuddeback (campana 2015 y 2016) y Bushnell Trophy Cam Aggressor, Moultrie 40i (campana 2018 y 2019). En estas campanas no se utilizó atrayente.

Estimación poblacional de ocelotes (*Leopardus pardalis*)

La estima de abundancia de ocelotes en la RNB se realizó durante la campana de fototrampeo de 2018. Se instalaron nueve estaciones de fototrampeo en caminos y senderos, separadas entre sí una distancia de 1.071 ±419 m. Para este análisis se consideró un periodo de 40 días en el que las cámaras estuvieron activas de manera continua. Cada estación de fototrampeo estaba compuesta por una única cámara, a excepción de una de ellas, en la cual se instalaron dos cámaras opuestas para obtener simultáneamente fotografías

Tabla 1. Resumen de esfuerzo de fototrampeo, así como especies detectadas en cada muestreo. (*) Detección de un único rastro de jaguar durante todo el muestreo.

	2005-06	2006-07	2015	2018	2019
Fechas	noviembre 2005 a febrero 2006	noviembre 2006 a febrero 2007	enero a junio y octubre a diciembre	enero a marzo	enero a marzo
Estaciones	7	13	38	9	7
Esfuerzo (Trampas-noche)	251	700	724	630	520
<i>Panthera onca</i>		x	x		*
<i>Puma concolor</i>			x	x	x
<i>Leopardus pardalis</i>	x	x	x	x	x
<i>Puma yagouaroundi</i>	x				
<i>Cerdocyon thous</i>	x	x	x	x	x
<i>Eira barbara</i>			x	x	x

de ambos flancos de los individuos. Cada ocelote fue individualmente identificado mediante la comparación del diseño de los patrones de manchas naturales de su pelaje (Trolle y Kery 2003). Con los datos obtenidos de las cámaras trampa se construyó una matriz con el historial espacial de capturas, asociando cada captura de un individuo con las coordenadas respectivas de la estación de muestreo y la ocasión de captura. Se consideró cada día como una ocasión de captura. La abundancia fue estimada mediante una aproximación basada en modelos de captura-recaptura espacialmente explícitos (SECR). El modelado SECR se realizó con un modelo de máxima verosimilitud (MLE) utilizando el software DENSITY 5.0 (Efford y Fewster 2013). Para la realización de los análisis se seleccionó el tipo de detector “proximidad”, el modelo de distribución de “Poisson”, y la función de detección “*half-normal*” (Efford et al. 2009). Se aplicó una máscara de hábitat en la que se identificaron las superficies no útiles para el ocelote (grandes superficies de agua como la del río Orinoco). Estas áreas no fueron consideradas en el cómputo de la superficie total en el cálculo de la densidad (individuos/superficie).

RESULTADOS

En total se detectaron seis especies de carnívoros terrestres en la RNB: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), tayra (*Eira barbara*) y zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*) (Figura 2). Entre 2005 y 2019 se obtuvo un esfuerzo de 2.825 trampas-noche. En la tabla 1 se muestra el esfuerzo de fototrampeo y las especies detectadas en cada muestreo.

Selección de hábitat

Se detectaron 47 indicios (huellas/rastros) de presencia de cuatro especies de carnívoros: tres felinos (jaguar, ocelote, jaguarundi) y un cánido (zorro cangrejero). Las cuatro especies fueron detectadas tanto en el bosque como en el ecotono, mientras que en la sabana sólo se detectó al zorro cangre-

jero (Figura 3). El hábitat más utilizado por la comunidad de carnívoros fue el ecotono (47,9% de los indicios detectados), seguido del bosque (31,3%) y por último la sabana (20,8%). Los carnívoros usaron significativamente más el ecotono que la sabana ($X^2=5,12$; $df=1$; $p=0,023$), mientras que usaron por igual ecotono y bosque ($X^2=1,68$; $df=1$; $p=0,194$). Los felinos presentes en el área de estudio usaron en igual medida el ecotono y el bosque ($X^2=0,1$; $df=1$; $p=0,715$), mientras que no fueron detectados en la sabana. El escaso número de indicios detectados para cada especie no permitió la aplicación de análisis estadísticos, a pesar de lo cual se encontraron marcados patrones de uso de los diferentes hábitats. Se detectaron un mayor número de indicios de jaguar y jaguarundi en ecotono que en bosque, mientras que se detectaron más indicios de ocelote en bosque que en ecotono. El único cánido presente, el zorro cangrejero, prefirió espacios abiertos como la sabana para desarrollar su actividad, encontrándose con frecuencia en el ecotono y ocasionalmente en el bosque.

La tayra y el puma no fueron detectados en la campaña 2005-2006, por eso no se incluyeron en estos análisis. Sin embargo, en campañas posteriores ambas especies fueron detectadas mediante fototrampeo. Durante las campañas 2018-2019 la tayra fue detectada en el interior del bosque en el 100% de las ocasiones ($n=4$). En el caso del puma fue detectado en el bosque en tres ocasiones y una en el ecotono bosque-sabana.

Se obtuvieron 14 capturas independientes de ocelote (57 fotografías). Se asumieron como independientes aquellas capturas del mismo individuo obtenidas con al menos una hora de diferencia. Se identificaron dos individuos de ocelote. La densidad para la población de ocelotes obtenida para la RNB mediante SECR fue por lo tanto de $1,8 \pm 1,5$ individuos/100 km².

DISCUSIÓN

Riqueza de especies

En la reserva Bojonawi se han identificado seis especies de carnívoros terrestres. Especies como el zorro y el ocelote han sido

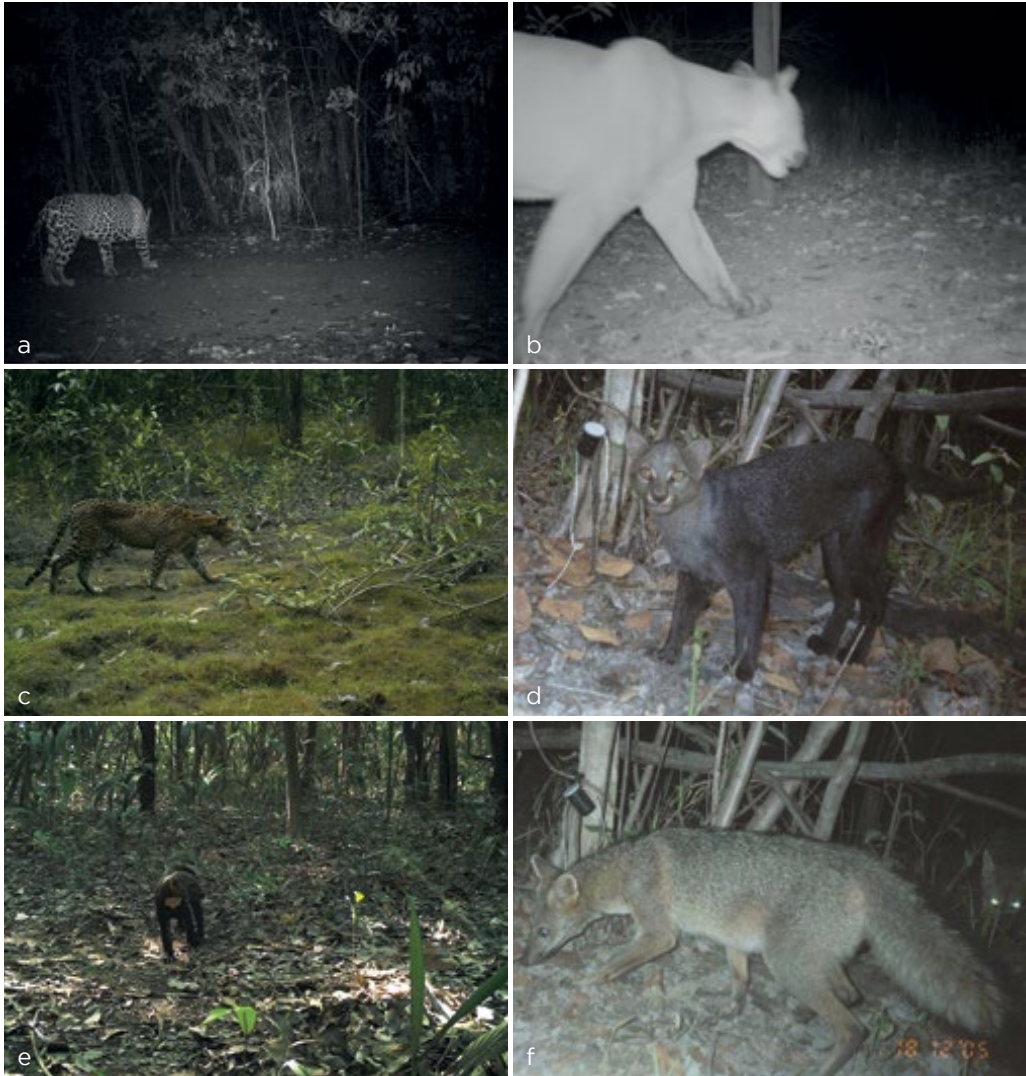


Figura 2. a) Jaguar (*Panthera onca*); b) puma (*Puma concolor*); c) ocelote (*Leopardus pardalis*); d) jaguarundi (*Puma yagouaroundi*); e) tayra (*Eira barbara*) y f) zorro cangrejero (*Cerdocyon thous*). Fotos: Erika Gómez-Guevara / Beyker Castañeda, Fundación Omacha (a, c), Germán Garrote (b, d, e, f).

detectadas en todas las campañas realizadas. Especies como la tayra y el puma no se detectaron en las primeras campañas; sin embargo, a partir del año 2015 fueron detectadas de manera continuada, por lo que se puede considerar a estas especies actualmente como especies de presencia estable en la Reserva. No se puede considerar al jaguar como una especie de

presencia estable en la reserva, ya que no se ha detectado todos los años, y para algunos de los años detectados, han sido solo rastros aislados y detectados en una única ocasión en toda la temporada. Obviamente las enormes necesidades espaciales de la especie, cuyos territorios pueden variar entre 50 y 100 km² en ecosistemas de sabana (Scognamillo *et al.* 2003), obliga

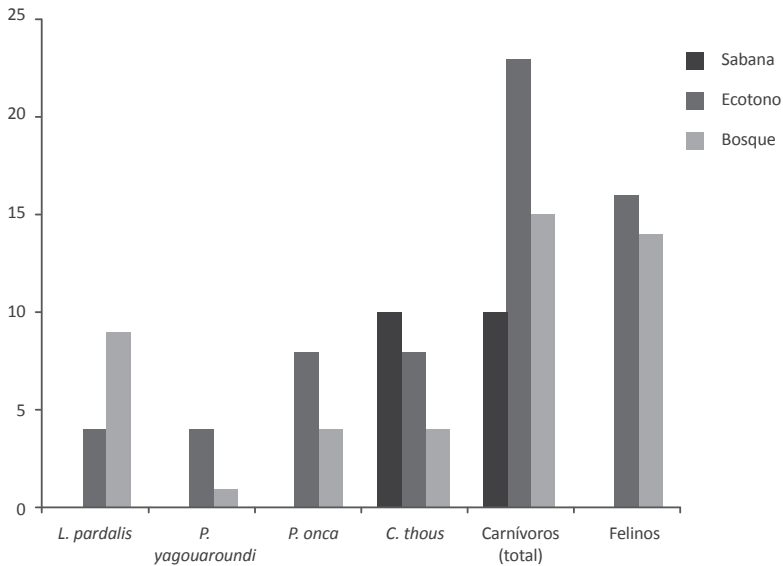


Figura 3. Número de indicios (huellas/excrementos) encontrados en cada tipo de hábitat para cada una de las especies consideradas, para el total de los carnívoros en conjunto y para el total de las especies de felinos en conjunto.

a que su presencia esté supeditada a las condiciones de conservación y tolerancia de los territorios aledaños. No basta con la conservación integral que se mantiene en la Reserva para lograr el estado de conservación favorable de especies como el jaguar. Hay que reseñar que en un estudio de depredación desarrollado en la zona (Garrote 2012), se reportó que en más del 40% de las fincas que presentaron ataques los ganaderos afirmaron haber matado al jaguar como represalia. La probabilidad de que un jaguar en esta zona tan ganadera y accesible sea eliminado fuera de los límites de la reserva, son altos. El puma, es también una especie con grandes requerimientos de espacio y alimento, así como potencialmente conflictiva; sin embargo, parece ser más huidizo y discreto, quizás por ello se ha podido establecer con mayor facilidad que el jaguar. Durante la realización del estudio de Garrote (2012) sobre la depredación del jaguar en el área, no se reportaron ataques de pumas sobre el ganado, y los lugareños prácticamente no los vieron (Garrote obs. pers.). Eso les ha podido salvar de posibles represalias y persecuciones.

Selección de hábitat

El zorro se presenta como la especie más flexible ecológicamente, apareciendo en los tres tipos de hábitats estudiados y siendo la única especie detectada en la sabana. Esta plasticidad ecológica ha sido descrita para la especie en todo su rango de distribución, siendo detectada en una gran diversidad de hábitats, incluyendo marismas, sabanas, cerrado, caatinga, chaco, matorrales, bosques secos y semicaducifolios, bosque de galería, bosque atlántico, bosque de araucaria, sabana aislada dentro del bosque amazónico de tierras bajas y bosque montano (Lucherini *et al.* 2015). En la RNB, esta especie ha sido detectada con mayor frecuencia en la sabana, repitiendo el patrón encontrado en los vecinos llanos de Venezuela, donde usa mayoritariamente las sabanas abiertas de palma (Brady 1979, Sunquist *et al.* 1989) al igual que en los Llanos de Venezuela. En varias ocasiones se han observado directamente a zorros encamados entre los pastos más altos de la sabana. Casi no se ha detectado a la especie en el bosque, y al parecer no suelen internarse demasiado, pues las huellas que se

han encontrado siempre han estado muy cerca del límite con la sabana. La información derivada de las cámaras trampa apoya estos resultados, encontrando al zorro solo en las cámaras del ecotono y las localizadas en el borde forestal. También se encontraron indicios de zorros en las puntas de caños y morichales que se internan en la sabana. Obviamente estos puntos de agua son de vital importancia para estos animales con preferencia por hábitat abiertos, pues son los únicos puntos en medio de la sabana donde pueden encontrar agua.

El jaguar y el ocelote son felinos muy asociados a masas forestales (Sanderson *et al.* 2002, Quigley *et al.* 2017), y hacen menor uso de áreas abiertas, generalmente para trasladarse entre fragmentos forestales. Ocelotes, jaguares y pumas usan similares hábitats a lo largo de su área de distribución, donde viven en simpatria (Davis *et al.* 2011). Curiosamente el ocelote no parece verse afectado por la presencia de las otras dos especies de felinos mayores (Di Bitetti *et al.* 2008). El ocelote ha resultado ser la especie más forestal, con casi el 70% de sus localizaciones en el interior del bosque, seguida del jaguar y el jaguarundi. Es posible que el uso que los animales hagan del bosque este infravalorado respecto al ecotono o sabana debido a la dificultad de encontrar rastros en el bosque frente a los otros sustratos. Tanto sabanas como ecotonos son recorridas por caminos arenosos (generalmente creados por el ganado vacuno y tránsito de vehículos) que facilita la impresión de las huellas de los animales. En el bosque, por el contrario, el sustrato es óptimo para la impresión de huellas tan solo mientras se encuentra húmedo, cuando se retiran las aguas y mientras terminan las últimas lluvias. A partir del mes de enero el suelo del bosque está duro y es casi imposible encontrar huellas en el interior del bosque excepto en puntos muy concretos. Igualmente, el suelo del bosque permanece constantemente cubierto de hojarasca, dificultando en gran medida la detección de rastros de especies medianas y pequeñas como ocelotes o jaguarundis.

Aunque no se detectó a la tayra en el estudio de selección de hábitat desarrollado en los años 2006-2007, la información recopilada mediante fototrampeo o avistamientos directos se realizó toda en el interior del bosque, confirmando el carácter forestal de la especie (Cuaron *et al.* 2016). Respecto al puma, igualmente no fue registrado en las primeras fases, pero se pudo detectar mediante fototrampeo tanto en el bosque de rebalse como en zonas más abiertas como el ecotono.

A pesar de ser un hábitat escaso en este tipo de ecosistemas, el ecotono presenta un elevado uso por parte de la comunidad de carnívoros terrestres en la RNB. Estudios previos han encontrado similares patrones de distribución de carnívoros en hábitats de borde (Dijack y Thompson 2000, Svobodová *et al.* 2011). Al ser este hábitat un área despejada, pero con cierta cobertura vegetal arbustiva principalmente, que ofrece cierto resguardo, parece el área perfecta para los desplazamientos entre puntos del territorio de cada animal, dado que el bosque presenta zonas muy densas de vegetación donde el desplazamiento se hace complicado. El ecotono puede ser también de gran atractivo desde el punto de vista de la caza ya que es aquí donde se encuentran especies presa como el venado, armadillos, o el conejo, y otros pequeños roedores. Además, la estructura de la vegetación formada por un mosaico de sabanas o llanuras, árboles y matorral es muy favorable para la caza al acecho del venado por parte del jaguar y para el estilo de caza del zorro, con carreras cortas y salto sobre la presa. Esta información apunta a que el ecotono podría jugar un papel importante en la ecología de estas especies en los ecosistemas de sabana donde los hábitats forestales son escasos. Por tanto, es necesario prestar atención a su conservación, ya que estos se ven amenazados por las tradicionales quemadas extensivas provocadas en los Llanos Orientales para conseguir pastos verdes para el ganado. Estas quemadas afectan en gran medida a la estructura y composición de la vegetación leñosa en el ecotono bosque de

galería-sabana (Garibello 2001), pudiendo llegar a desaparecer totalmente, lo que podría estar afectando tanto a la capacidad de carga del medio, como al uso del espacio que los carnívoros hacen en este tipo de ambientes. De hecho, entre 2014 y 2020, se estima que el 75% de la reserva se quemó en la época del verano consecuencia de quemadas descontroladas provocadas.

Estima de densidad de ocelote

La densidad para la población de ocelotes obtenida para la RNB mediante SECR fue $1,8 \pm 1,5$ individuos/100 km². El rango de densidades de ocelotes registrado en la bibliografía varía entre 2 y más de 90 individuos/100 km² (Di Bitetti *et al.* 2008). Estudios previos en Colombia mostraron densidades de 46,6 individuos/100 km² en los Andes (Valderrama-Vásquez 2013); 20,4 individuos/100 km² en Amazonas (Payán 2009) y 5,5 individuos/100 km² en los Llanos (Díaz-Pulido y Payán 2011). La densidad de la población de ocelotes obtenida en la RNB ($1,8 \pm 1,5$ individuos/100 km²) es la menor registrada para Colombia, y se sitúa en el mínimo del rango de densidades documentados para toda su área de distribución.

Se ha sugerido que la disponibilidad de presas es el principal factor que determina la densidad de ocelotes a lo largo de toda su área de distribución (Di Bitetti *et al.* 2008), asumiendo que la estructura de la vegetación puede también jugar un papel importante (Penido *et al.* 2016), estando en ocasiones ambos factores fuertemente interrelacionados. La baja densidad de ocelotes detectada en la RNB podría estar relacionada con el tipo de hábitat de los llanos de Colombia (Díaz-Pulido y Payán 2011). Este paisaje está compuesto por bosques de galería y sabanas abiertas y no hay grandes extensiones de bosque continuo con cobertura densa (Romero *et al.* 2004). Asimismo, la ya citada reducción o pérdida del ecotono implica un importante descenso de la superficie de hábitat útil para la especie en estos ecosistemas de sabana. Todo esto implica una menor densidad y diversidad de pequeños mamíferos presa (Abreu *et al.* 2008). En el caso particular del bosque del rebalse del Orinoco, el hecho de no tener sotobosque y permanecer inundado (al igual que las áreas de ecotono) durante toda la estación lluviosa, posiblemente esté limitando la presencia de mamíferos terrestres forestales de mediano y pequeño tamaño.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, K.C., R. F. Moro-Río, J. E. Silva-Pereira, J. M. D. Miranda, E. F. Jablonski y F. C. Passos. 2008. Feeding habits of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Southern Brazil. *Mammalian Biology* 73: 407-411.
- Barea-Azcón, J. M., E. Virgós, E. Ballesteros-Duperón, M. Moleón y M. Chiroso. 2007. Surveying carnivores at large spatial scales: a comparison of four broad applied methods. *Biodiversity and Conservation* 16: 1213-1230.
- Brady, C. A. 1979. Observations on the behaviour and ecology of the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). Pp. 161-17. *En*: Eisenberg, J. F. (Ed.), *Vertebrate ecology in the northern neotropics*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA.
- Cuarón, A. D., F. Reid, K. Helgen y J. F. González-Maya. 2016. *Eira barbara*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: .T41644A45212151. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41644A45212151.en>. Downloaded on 20 May 2020.
- Davis, M. L., M. J. Kelly y D. F. Stauffer. 2011. Carnivore co-existence and habitat use in the Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belize. *Animal Conservation* 14: 56-65.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán. 2011. Densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los llanos Colombianos. *Mastozoología Neotropical* 18: 63-71.
- Di Bitetti, M. S., A. Paviolo, C. D. De Angelo y Y. E. Di Blanco. 2008. Local and continental

- correlates of the abundance of a Neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). *Journal of Tropical Ecology* 24: 189–200.
- Dijak, W. D. y F. R. Thompson. 2000. Landscape and edge effects on the distribution of mammalian predators in Missouri. *Journal of Wildlife Management* 64: 209–216.
- Dobson, A., D. Lodge, J. Alder, G. S. Cumming, J. Keymer, J. McGlade, H. Mooney, J. Rusak, O. Sala y V. Wolters. 2006. Habitat loss, trophic collapse, and the decline of ecosystem services. *Ecology* 87: 1915–1924.
- Elmhagen, B., G. Ludwig, S. P. Rushton, P. Helle y H. Lindén. 2010. Top predators, mesopredators and their prey: interference ecosystems along bio-climatic productivity gradients. *Journal of Animal Ecology* 79: 785–794.
- Efford, M. G., D. L. Borchers y A. E. Byrom. 2009. Density Estimation by Spatially Explicit Capture-Recapture: Likelihood-Based Methods. Pp. 255–269. *En*: Thomson, D. L., E. G. Cooch y M. J. Conroy (Eds.), *Modeling demographic processes in marked populations*. Environmental and Ecological Statistics, 3. Springer, Boston, MA.
- Efford, M. G. y R. M. Fewster. 2013. Estimating population size by spatially explicit capture-recapture. *Oikos* 122: 918–928.
- Garibello, J. C. 2001. Estructura de la vegetación leñosa del ecotono bosque de galería-sabana en la altillanura de la cuenca alta del río Tomo (Estación Biológica Bachaqueros–Departamento del Vichada). Tesis de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Garrote, G. 2012. Depredación del jaguar (*Panthera onca*) sobre el ganado en los llanos orientales de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 19: 139–145.
- Garrote, G. y J. Fernández-López. 2015. Uso del ecotono bosque-sabana por la comunidad de carnívoros terrestres en los Llanos Orientales de Colombia. *Galemys* 27: 67–70.
- Garrote, G., B. Castañeda, J. M. Ecobar, L. Pérez y F. Trujillo. 2019. Estima de densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los Llanos Orientales de Colombia. *Galemys* 31: 78–82.
- Haswell, P. M., J. Kusak y M. W. Hayward. 2017. Large carnivore impacts are context-dependent. *Food Webs* 12: 3–13.
- Karanth, U. y J. Nichols. 1998. Estimation of Tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852–2862.
- McShea, W. J. 2005. Forest ecosystems without carnivores: when ungulates rule the world. Pp. 138–152. *En*: Ray, J. C., K. H. Redford, R. Steneck y J. Berger (Eds.), *Large carnivores and the conservation of biodiversity*: Island Press, Washington, D. C., USA.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk y A. Díaz-Pulido. 2017. Mamíferos. Pp. 305–341. *En*: Trujillo, F. y C. A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá, Vichada, Colombia*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Mosquera-Guerra, F., F. Trujillo, A. Díaz-Pulido y H. Mantilla Meluk. 2018. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota Colombiana* 19: 202–218.
- Penido, G., S. Astete, M. M. Furtado, A. T. A. Jácomo, R. Sollmann, N. Torres, L. Silveira y J. Marinho Filho. 2016. Density of ocelots in a semiarid environment in northeastern Brazil. *Biota Neotropica* 16: e20160168.
- Quigley, H., R. Foster, L. Petracca, E. Payán, R. Salom y B. Harmsen. 2017. *Panthera onca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T15953A123791436. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T15953A50658693>. en. Downloaded on 15 July 2020
- Ritchie, E. G. y C. N. Johnson. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters* 12: 982–998.

- Romero, M., G. Galindo, J. Otero y D. Armenteras. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 189 pp.
- Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. B. Chetkiewicz, R. A. Medellin, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson, y A. B. Taber. 2002. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Conservation Biology* 16: 58-72.
- Scognamillo, D., I. E. Maxit. M. Sunquist y J. Polisar. 2003. Coexistence of Jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology, London* 259: 269-279.
- Sunquist, M. E., F. Sunquist y D. F. Dancke. 1989. Ecological separation in a Venezuelan llanos carnivore community. Pp. 197-232. *En: Redford K. H. y J. F. Eisenberg (Eds.), Advances in Neotropical Mammalogy*. The Sanhill Crane Press, Inc., Gainesville.
- Svobodová, J., J. Kreisinger. M. Šálek. M. Koubová y T. Albrecht. 2011. Testing mechanistic explanations for mammalian predator responses to habitat edges. *European Journal of Wildlife Research* 57: 467-474.
- Terborgh, J. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1926.
- Trolle, M. y M. Kery. 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84: 607-614.
- Trujillo, F., M. A. Beltrán, A. Díaz-Pulido, Ferrer y E. Payán. 2010. Mamíferos. Pp. 311-336. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas protegidas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, WWF-Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional). Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., F. Mosquera-Guerra, A. Díaz-Pulido, J. D. Carvajal-Castro y H. Mantilla-Meluk. 2018. Mamíferos de la Guayana colombiana. Pp. 345-379. *En: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.), VI. Fauna Silvestre del Escudo Guayanés (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Valderrama-Vásquez, C. 2013. Densidad de ocelote y abundancias relativas de ocelote y margay, usando datos de cámaras trampa en la cordillera oriental de los Andes colombianos. Pp. 131-144. *En: Payán, E. y C. Castaño-Uribe (Eds.), Grandes Felinos de Colombia*. Panthera Colombia, Conservación Internacional, Fundación Herencia Ambiental Caribe, Conservación Internacional, Cat Specialist Group UICN/SSC.



Nutrias gigantes o perros de agua (*Pteronura brasiliensis*). Foto: José Manuel Escobar.

PATRONES DE ACTIVIDAD DEL USO DE LETRINAS POR LA NUTRIA GIGANTE O PERRO DE AGUA, *Pteronura brasiliensis* GMELIN (1789) EN LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y SU ÁREA DE INFLUENCIA (ORINOQUIA), VICHADA, COLOMBIA

Antón Álvarez, Germán Garrote, Beyker Castañeda, Brayan Marín y Fernando Trujillo

Resumen. Se evaluó el uso que hacen tres grupos diferentes de nutrias gigantes (*Pteronura brasiliensis*) de tres letrinas en hábitats diferentes: laguna, isla/lajas rocosas y orilla norte del río Orinoco, Vichada, Colombia. El método empleado para la toma de información fue el de cámaras trampa, programadas para registrar videos. Los patrones de actividad fueron analizados mediante la aplicación de estimadores de densidad circular de Kernel. Los resultados muestran que las nutrias gigantes de la Reserva Natural Bojonawi y río Orinoco, presentan un patrón general de actividad diurna, coincidente con lo descrito previamente para la especie. Sin embargo, se reportan diferencias en las horas de mayor uso en las letrinas por cada grupo: medio día en la laguna, tarde en la isla/lajas rocosas y a lo largo del día y la noche en la letrina de la orilla. Esto parece estar influenciado por la disponibilidad y comportamiento de los peces en cada hábitat y por el nivel de perturbación humana.

Palabras clave. Comportamiento, disturbio, letrinas, peces, uso de hábitat.

Abstract. The use of three different groups of giant otters from three different latrines in different habitats was evaluated: lagoon, island/rock and shore. The method used for data collection was that of camera traps, programmed to record videos. We described activity patterns using circular kernel density estimations. The results show that the giant otters of the Bojonawi reserve and the Orinoco river present a general pattern of diurnal activity, which coincides with that previously described for the species. However, differences are reported in the hours of greatest use in the latrines by each

Álvarez, A., G. Garrote, B. Castañeda, B. Marín y F. Trujillo. 2020. Patrones de actividad del uso de letrinas por la nutria gigante o perro de agua (*Pteronura brasiliensis* Gmelin, 1788) en la Reserva Natural Bojonawi y su área de influencia (Orinoquia), Vichada, Colombia. Pp. 467-477. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII17

group: half day in the lagoon, afternoon on the island/rock and throughout the day and night in the shore latrine. This seems to be influenced by the availability and behavior of fish in each habitat and by the level of human disturbance.

Keywords. Behavior, disturbance, fish, habitat use, latrines.

INTRODUCCIÓN

Los patrones de actividad de la mayoría de los animales están relacionados con los ritmos circadianos y los cambios periódicos en los estímulos ambientales (Aschoff 1966). Los carnívoros usualmente exhiben ciclos diarios de actividad, que parecen ser una función de la actividad de la presa y las tácticas de alimentación (Gerell 1969, Zielinski 1988, Lode 1995). Asimismo, la variación individual en los patrones de actividad puede ser una estrategia para evitar la competencia intraespecífica (Ralls y Siniff 1990).

Los mustélidos y otros carnívoros depositan el contenido de sus glándulas anales, así como la orina y las heces en letrinas, que sirven como marcas odoríferas y desempeñan un papel importante en la comunicación y las interacciones sociales de estas especies (Rostain *et al.* 2004, Jordan *et al.* 2007). El uso de letrinas, la utilización frecuente de la misma área para la defecación o micción, es una acción generalizada entre los mamíferos (Gorman y Trowbridge 1989). Las letrinas sirven como sitios de comunicación intraespecífica donde las marcas de olor, que consisten en heces, orina y/o secreciones de glándulas de olor, pueden transmitir información (Macdonald 1980, Gorman y Trowbridge 1989). Dichas marcas de olor pueden proporcionar información que refleja el uso de recursos (Stewart *et al.* 2001), la calidad y la idoneidad del hábitat (Ben-David *et al.* 2005) y el territorio (Gorman 1990). En consecuencia, las marcas de olor mantienen espacios y límites territoriales entre conspecíficos (Stewart *et al.* 1997) y sirven como un medio de defensa del compañero (Roper *et al.* 1986).

La nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) es un mustélido semiacuático que puede alcanzar 1,8-2 m de largo, lo que la convierte en la mayor de las 13 especies de nutrias existentes, y uno de los carnívoros

más grandes de Sudamérica (Groenendijk *et al.* 2015). Originalmente la especie se distribuía ampliamente en Sudamérica, encontrándose desde el norte de Argentina hasta Colombia y Venezuela (Carter y Rosas 1997). Sin embargo, la intensa cacería de la que fueron objeto para comercializar su piel en las décadas de los años cincuenta y sesenta, llevó al colapso a esta especie y originó su extinción en buena parte de su área de distribución original (Carter y Rosas 1997). Debido a ello, actualmente la especie está categorizada como En Peligro por la IUCN (Groenendijk *et al.* 2015).

Las nutrias gigantes viven en grupos sociales, formados por una pareja de apareamiento y crías adultas y juveniles de una o dos camadas (Duplaix 1980) (Figura 1a). Los grupos mantienen varios sitios dentro de su territorio, a lo largo de los ríos o las orillas de las lagunas, donde limpian la vegetación y dejan huellas, marcas y, a veces, crean letrinas comunitarias (Duplaix 1980, Carter y Rosas 1997). La nutria gigante se alimenta principalmente de peces (Duplaix 1980, Rosas *et al.* 1999) que consigue ayudándose en gran medida de la vista, lo que parece limitar la actividad de la especie a las horas del día (Kruuk 2006) (Figura 1b). Varios autores han descrito grupos de nutrias gigantes que abandonan sus madrigueras a primera hora de la mañana y regresan al final del día a la guarida principal, donde permanecen durante la noche (Duplaix 1980, Schweizer 1992, Carter y Rosas 1997, Staib 2005). La actividad diurna de nutrias gigantes implica pesca durante todo el día, patrullaje y demarcación del territorio. Los grupos marcan sus territorios mediante olor en letrinas comunes, que pueden ubicarse en madrigueras o en sitios a lo largo de las orillas (Duplaix 1980, Leuchtenberger y Mourão 2009) (Figuras 1c, d). La marca de olor es un importante

mecanismo de comunicación entre nutrias (Rostain *et al.* 2004, Kruuk 2006), jugando un papel importante en la defensa intraespecífica y está relacionada con el estatus sexual y social de los miembros del grupo (Leuchtenberger y Mourão 2009), que puede conducir a la supresión reproductiva de individuos subordinados.

La información sobre los patrones de actividad de la nutria gigante proviene de observaciones de campo directas y de individuos cautivos (Carter y Rosas 1997, Staib 2005), y hasta el conocimiento de los presentes autores, solo dos estudios han utilizado cámaras trampa para estudiar los ciclos circadianos de la especie (Pickles *et al.* 2011, Leuchtenberger *et al.* 2013), siendo aún muy escasa la información disponible hasta el momento. El objetivo de este trabajo fue aportar conocimiento sobre el uso temporal que las nutrias gigantes hacen de las letrinas

mediante su estudio en la Reserva Natural Bojonawi-RNB y su área de influencia en el río Orinoco con base en datos obtenidos mediante cámaras trampa ubicadas en letrinas de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en la Reserva Natural Bojonawi y su área de influencia del río Orinoco. Esto incluye segmentos del río Orinoco y de caños como Negro, Verde, San José, Tesoro y La India.

Fototrampeo

Durante abril 2015 y enero-febrero de 2018 y 2019 se seleccionaron tres letrinas de nutria gigante en el área de estudio (Figura 2). En cada letrina se instaló una cámara de



Figura 1. Nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*): a) grupo de nutrias descansando; b) alimentándose de pescado; c) letrinas; d) marcando territorio. Fotos: Fernando Trujillo (a, d), Germán Garrote (b, c).

fototrampeo de tal modo que el campo de visión cubriera la totalidad de la superficie de la letrina. La letrina “laguna” estaba ubicada en una orilla de tierra de la laguna El Pañuelo, en el interior de la RNB, donde el acceso humano está restringido y controlado. Esta letrina es utilizada por el grupo territorial de la reserva, compuesto por siete individuos. Dos letrinas se localizaron sobre el río Orinoco. La letrina “isla” se localizó en una pequeña isla formada por el afloramiento de rocas en medio del sistema de rápidos del río Orinoco. Es una zona frecuentada por pescadores, pero su ubicación en medio de los rápidos le confiere cierta protección. Esta letrina era utilizada por el grupo territorial del área, compuesto por cuatro individuos. La tercera letrina se localizó en unas rocas ubicadas en la orilla del río

Orinoco. El riesgo de interferencia humana en esta letrina puede considerarse alto, debido al fácil acceso, y a estar ubicada cerca del acceso a una finca privada. Esta letrina era utilizada por una pareja de nutrias detectadas por primera vez en el área en el marco de este trabajo. Las cámaras fueron programadas para que en cada detección se grabara un vídeo de 10 segundos. En cada vídeo el día y la hora de cada detección quedaron grabados. Se realizó una base de datos con todas las entradas de nutria gigantes detectadas, considerándose como entradas independientes aquellas separadas por un intervalo mayor de 30 minutos. Gracias al programa de seguimiento de la especie que se desarrolla en el área fue posible determinar que cada una de las letrinas fue usada por un grupo diferente de nutrias.

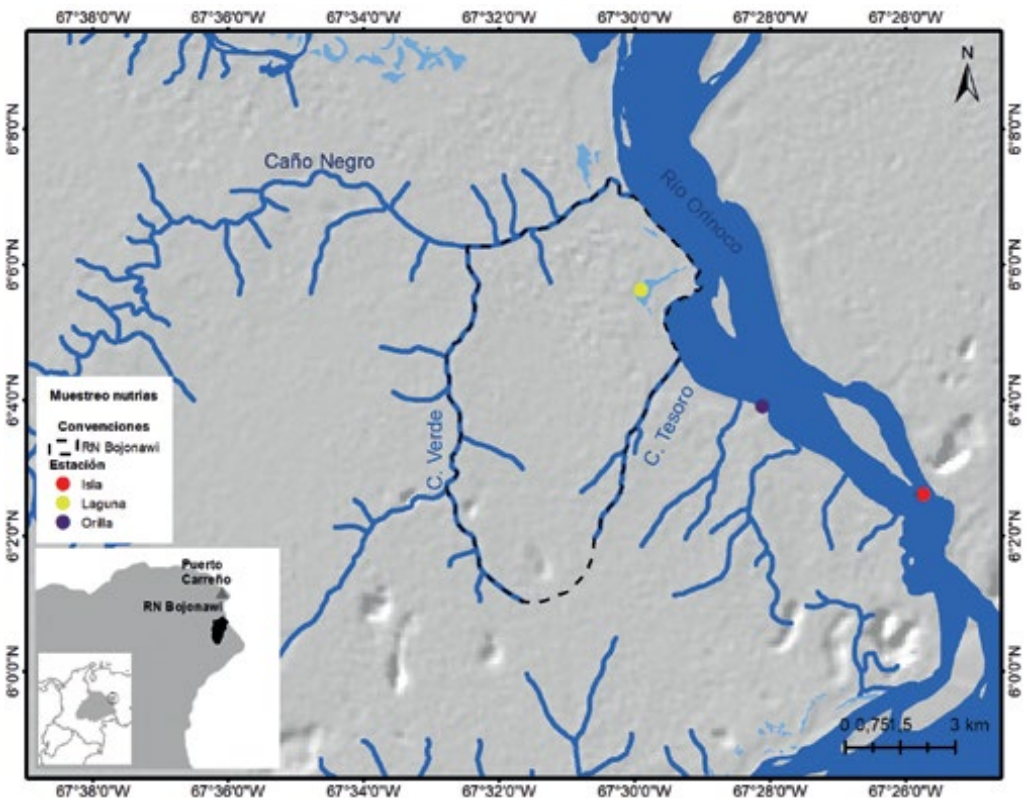


Figura 2. Ubicación de las cámaras trampa para el muestreo de *Pteronura brasiliensis*. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

Análisis estadísticos

Dado que las variables temporales corresponden a distribuciones circulares y con un cero arbitrario no se pueden aplicar métodos estadísticos clásicos, se utilizó estadística circular (Zar 2010). La estadística circular aplica funciones trigonométricas para poder estudiar dichos datos temporales (Batschelet 1981). Los análisis fueron efectuados con los paquetes estadísticos Circular (Lund *et al.* 2017) y “Overlap” (Ridout y Linkie 2017). Los registros fotográficos se consideraron como una muestra aleatoria de la distribución subyacente que describe la probabilidad de que un registro fotográfico de una determinada especie sea tomado dentro de un intervalo del día (Linkie y Ridout 2011). Por tanto, el patrón de actividad circadiana de cada especie será la función de densidad de probabilidad de esta distribución (Ridout y Linkie 2009, Linkie y Ridout 2011). Estas funciones se estimaron mediante ajustes no paramétricos de funciones de densidad de Kernel, utilizando un Kernel de Von-Mises (Ridout y Linkie 2009) y siguiendo la metodología propuesta por Ridout y Linkie (2017).

Para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la actividad entre letrinas se aplicó la prueba Mardia-Watson-Wheeler (MWW). Se trata de una prueba no paramétrica que permite comparar dos o más muestras de datos circulares (Batschelet 1981). Para que sean válidas dichas comparaciones solo se incluyeron en los análisis aquellos escenarios con $n > 10$ (Zar 2010). En caso de encontrar diferencias

significativas entre los tres escenarios, como prueba a posteriori se realizaron comparaciones por pares, controlando el error tipo I usando la corrección de Bonferroni-Holm (Pewsey *et al.* 2013, Torretta *et al.* 2016).

RESULTADOS

Se obtuvieron 70 registros independientes. En la letrina “laguna” de la laguna El Pañuelo se obtuvieron diez registros independientes, 21 en la letrina “isla” y 39 en la letrina “orilla” (Figura 3). En conjunto, las nutrias del área de estudio presentan un patrón de actividad circadiano claramente diurno (Figura 4). Se observa un inicio de la actividad alrededor de las 6:00 horas, que se va incrementando progresivamente hasta alcanzar el máximo de actividad en el uso de las letrinas alrededor de las 15:00, para ir descendiendo posteriormente. Sin embargo, atendiendo a cada letrina/grupo por separado, se encuentran peculiaridades interesantes (Tabla 1, Figura 5).

Se pudo observar un marcado patrón unimodal en la letrina de El Pañuelo ubicado sobre las horas centrales del día. En el caso de la letrina de la roca se aprecia un gran pico de actividad durante las horas de la tarde, y un pequeño pico durante las primeras horas de la mañana. Ambas letrinas con una actividad claramente diurna. En la letrina de la orilla la actividad se distribuye tanto por el día como por la noche. Se aprecia un mínimo de actividad a medio día, incrementándose gradualmente hasta llegar al máximo alrededor de media noche.



Figura 3. Registros con cámaras trampa: a) laguna; b) orilla. Fotos: Beyker Castañeda (a), Germán Garrote (b).

Capítulo 17. NUTRIAS O PERROS DE AGUA

Tabla 1. Descripción de las características principales de las letrinas estudiadas en la que se indica el principal ambiente acuático asociado (ambiente acuático), el grado de accesibilidad humana potencial (accesibilidad humana), el tamaño del grupo (N) y el estatus territorial (estatus) del grupo de nutrias que utiliza cada letrina y la actividad principal detectada (actividad).

Cámara trampa	Ambiente acuático	Accesibilidad humana	Características grupos nutria		Actividad
			N	Estatus	
Laguna	Laguna	Baja	7	Territorial	Diurna
Isla	Río principal - rápidos	Media	4	Territorial	Diurna
Orilla	Río principal	Alta	2	Dispersantes	Nocturna

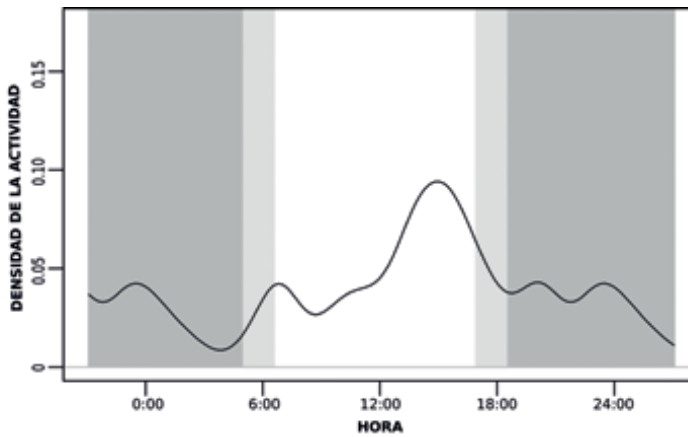


Figura 4. Representación del ciclo circadiano de actividad del uso de letrinas de la nutria gigante en el área de estudio considerando el total de registros obtenidos en las tres letrinas en conjunto.

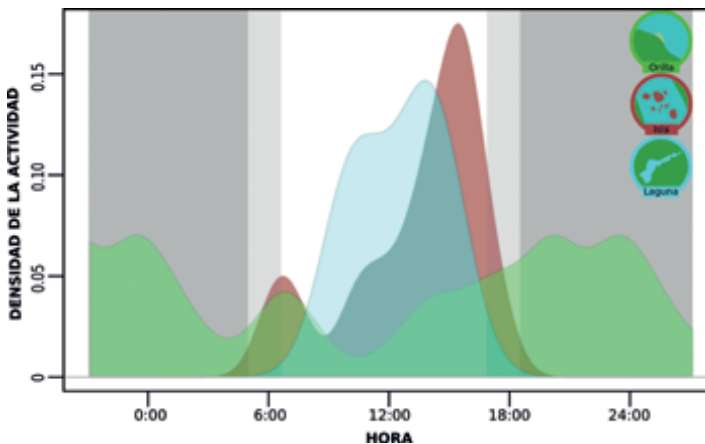


Figura 5. Representación de los ciclos circadianos de actividad del uso de letrinas de los grupos de nutria en cada una de las letrinas estudiadas.

Al comparar los tres escenarios con la prueba MWW, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($W=32,08$; $p<0,01$). Al realizar las pruebas a posteriori controlando el error tipo I, se encontraron diferencias significativas entre los pares Isla-Orilla ($W=18,9$; $p<0,01$) y Laguna-Orilla ($W=20,12$; $p<0,01$), pero no hubo diferencias significativas entre Laguna-Isla ($W=4,24$; NS).

DISCUSIÓN

Las nutrias gigantes de la RNB y río Orinoco presentan un patrón general de actividad diurna, coincidente con lo descrito previamente para la especie (Pickles *et al.* 2011, Leuchtenberger *et al.* 2013). Sin embargo, parece que la especie presenta cierta diversidad en la distribución de su actividad durante las horas del día. Pickles *et al.* (2011) en Bolivia, describieron dos picos de actividad en el uso de las letrinas, identificados entre las 8:00 y 12:00 y entre las 14:00 y las 18:00 (Figura 4), con una mayor actividad localizada en la segunda mitad del día. Leuchtenberger *et al.* (2013) encontraron sin embargo, mayor actividad en las horas centrales del día, alrededor de la 11:00. Finalmente, Schweizer (1992) describió cómo en el Río Negro (Brasil), las nutrias desarrollan su mayor actividad de marcaje en letrinas durante las primeras horas de la mañana. De igual manera, si se observan los ciclos de actividad obtenidos en las dos letrinas con actividad diurna del presente estudio (Ventanas y Pañuelo), se aprecia que existen ciertas diferencias (Figura 5), con una mayor actividad alrededor de las horas centrales en la letrina de El Pañuelo, mientras que en Ventanas la actividad se centra a última hora de la tarde. Sin embargo, lo más relevante de los resultados obtenidos, es la identificación de actividad principalmente nocturna en una de las letrinas. Este sería el primer caso en el que se detecta un patrón de actividad principalmente nocturno en el uso de una letrina por un grupo de nutrias gigantes.

Las letrinas del área de estudio, están localizadas en ambientes claramente diferentes (río principal-lótico vs. aguas calmadas

de una laguna-léntico), y pertenecen a tres grupos sociales diferentes. Las diferencias obtenidas en los ciclos de actividad entre las letrinas de este estudio se podrían deber a características intrínsecas de cada uno de los grupos, o a las características ambientales que rodean cada letrina. Las especies de peces que se encuentran en ambientes lóticos, como la laguna El Pañuelo, son diferentes, y presentan diferente comportamiento a las especies que viven en ambientes de aguas más rápidas, como el cauce principal del río Orinoco. Se ha comprobado como algunas especies de nutrias cambian los patrones de actividad según la disponibilidad de presas (García de Leaniz *et al.* 2006, Kruuk 2006). Esta diferencia en la comunidad íctica entre ambas zonas podría estar condicionando las diferencias en la actividad. La principal razón de ello, es que desde que se realiza una ingesta por parte de una nutria gigante, hasta que precisan defecar transcurren tres horas (Carter *et al.* 1999); por ello, cambios en los patrones temporales del forrajeo, se reflejarán en cambios en los patrones de uso de las letrinas.

Asumiendo que el patrón general descrito para la especie es de comportamiento diurno, el efecto de las diferentes comunidades ícticas podría explicar las diferencias encontradas entre los resultados de este estudio y los de otras regiones, así como las leves diferencias detectadas entre las letrinas de El Pañuelo y rápidos/isla del Orinoco. Sin embargo, no parece una respuesta satisfactoria para las diferencias encontradas con la actividad principalmente nocturna de la letrina de la Orilla, ubicada en el río principal, al igual que la de la isla/roca.

Otro factor que afecta a la actividad de los animales es la presencia humana. La presencia humana puede infundir miedo en los animales, lo que puede producir que ajusten sus actividades para evitar el contacto con los humanos (Frid y Dill 2002). En los lugares donde los animales salvajes coexisten con los humanos, los animales pueden minimizar el riesgo de contacto con los humanos, evitándolos tanto espacial como temporalmente (Kronfeld-Schor

y Dayan 2003). Incluso se ha observado a nivel global que los humanos están incrementando la actividad nocturna en diversas especies de mamíferos (Gaynor 2019). En el caso de la nutria neotropical, también se ha observado como en zonas más humanizadas su comportamiento tiende a ser menos diurno (Garrote *et al.* en prensa a). En el caso presente, la influencia humana en la letrina de El Pañuelo puede ser considerada prácticamente nula. Sin embargo, el río principal es un área muy transitada en esta época del año por pescadores, tanto deportivos como comerciales. A pesar de que las letrinas de la roca y orilla están ambas localizadas en el área de mayor presencia humana, la accesibilidad y por lo tanto la vulnerabilidad de la letrina de la orilla es superior a la de la roca, ubicada entre los rápidos del río. Por tanto, la presencia humana podría estar influyendo en el patrón nocturno observado en la letrina de la orilla.

Sin embargo, hay un factor diferencial entre los grupos de nutrias que usan las letrinas de El Pañuelo y la roca respecto al grupo que usa la letrina de la orilla. Las dos primeras son usadas por grupos que ostentan su territorio de manera estable entre 12 (El Pañuelo) y 3 años (roca) mínimo (Garrote obs. pers.). Mientras que una de las nutrias que conformaban la pareja que utilizaba esta letrina, había sido localizada la anterior temporada seca de manera habitual en caño Negro, el límite norte de la RNB, en compañía de otro individuo distinto (Garrote obs. pers.). Posiblemente esta pareja está intentando encontrar espacio para establecer su territorio. Evitar riesgos derivados de enfrentamientos directos con otros grupos de nutrias presentes mediante el uso de estrategias de evitación temporal podría ser la razón principal de este comportamiento nocturno detectado en esta pareja de nutrias.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados ponen de manifiesto la variabilidad en los patrones de actividad de las nutrias gigantes en las letrinas. Aunque aquí se plantean algunas hipótesis sobre

los posibles condicionantes que inducen las variaciones en la actividad de la especie, a día de hoy no se dispone de datos cuantitativos que permitan conocer con fiabilidad cuáles son las causas que originan estas variaciones en la actividad. Este es un interesante campo de estudio que debe ser abordado en futuras investigaciones.

El estudio de la actividad y comportamiento de las nutrias gigantes se han basado históricamente en métodos directos observacionales (Groenendijk *et al.* 2005). Esto limita notablemente la identificación de actividad y comportamientos nocturnos. Los escasos estudios realizados con otros métodos que permiten el seguimiento de la especie las 24 horas del día, como la telemetría (Leuchtenberger *et al.* 2013), o el fototrampeo (este estudio) han aportado los primeros registros de actividad nocturna en la especie. Dada la dificultad de realizar estudios de telemetría en la especie, que implica la implantación de transmisores intraperitoneales en los individuos, el fototrampeo se plantea como una opción eficaz y no intrusiva, para estudiar los ciclos de actividad de la especie las 24 horas del día.

De cara a ampliar el conocimiento del uso del tiempo de la especie se proponen las siguientes sugerencias de estudio en la RNB y su área de influencia.

En el área de estudio, han sido detectados al menos seis grupos de nutrias gigantes (Garrote *et al.* en prensa b), que habitan en áreas con características diferentes de impacto humano, tipo de curso de agua así como el tamaño del grupo. Se sugiere ampliar el tamaño muestral del estudio monitoreando letrinas del mayor número de grupos posible que representen la diversidad existente en el área y permita averiguar qué parámetros intervienen en las posibles variaciones de sus ritmos de actividad.

La ubicación de las letrinas de cada grupo de nutria gigante varía a lo largo del año con los pulsos de inundación del río, al igual que cambian las condiciones ambientales. Se sugiere el estudio de la evolución del patrón de actividad del uso de las letrinas por las nutrias gigantes a lo largo de todo el ciclo anual y evaluar el efecto de las caracterís-

ticas de las diferentes ubicaciones, así como la evolución de las condiciones ambientales sobre estos.

Se sugiere monitorear mediante fototrampeo otras áreas terrestres de uso

frecuente por parte de las nutrias gigantes, como madrigueras y zonas de descanso, para poder ampliar el conocimiento del uso del tiempo que hace la especie en función del desarrollo de diferentes actividades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aschoff, J. 1966. Circadian activity pattern with two peaks. *Ecology* 47: 657-662.
- Batschelet, E. 1981. Circular statistics in biology. Academic Press, London. 371 pp.
- Ben-David, M., G. M. Blundell, J. W. Kern, J. A. K. Maier, E. D. Brown y S. C. Jewett. 2005. Communication in river otters: creation of variable resource sheds for terrestrial communities. *Ecology* 86: 1331-1345.
- Carter, S. K. y F. C. W. Rosas. 1997. Biology and conservation of the giant otter *Pteronura brasiliensis*. *Mammal Review* 27: 1-26.
- Carter, S. K., F. C. W. Rosas, A. B. Cooper y A. C. Cordeiro-Duarte. 1999. Consumption rate, food preferences and transit time of captive giant otter *Pteronura brasiliensis*: Implications for the study of wild populations. *Aquatic Mammals* 25: 79-90.
- Duplaix, N. 1980. Observations on the ecology and behaviour of the Giant river otter, *Pteronura brasiliensis*, in Suriname. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 34: 496-617.
- Frid, A. y L. M. Dill. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* 6: 11.
- García de Leaniz, C., D. W. Forman, S. Davies y A. Thomson. 2006. Non-intrusive monitoring of otters (*Lutra lutra*) using infrared technology. *Journal of Zoology* 270: 577-584.
- Garrote, G., A. Álvarez, V. Asensio, B. Castañeda, B. Marín, P. Bonilla y F. Trujillo. En prensa. Activity patterns of the Neotropical Otter (*Lontra longicaudis*) in the river Orinoco (Colombia). *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*.
- Garrote, G., A., B. Castañeda, J. M. Escobar, L. Pérez, B. Marín, J. Terán y F. Trujillo (en prensa). Giant otter (*Pteronura brasiliensis*) density and abundance in Llanos Orientales de Colombia (Orinoco Basin). *Oryx*.
- Gaynor, K. M., J. S. Brown, A. D. Middleton, M. E. Power y J. S. Brashares. 2019. Landscapes of Fear: Spatial Patterns of Risk Perception and Response. *Trends in Ecology and Evolution* 34: 355-68.
- Gerell, R. 1969. Activity patterns of the mink *Mustela vison* Schreber in southern Sweden. *Oikos* 20: 451-460.
- Gorman, M. y B. Trowbridge. 1989. The role of odor in the social lives of carnivores. Pp. 57-88. En: J. Gittleman (Ed.), *Carnivore Biology, Ecology and Evolution*. Chapman & Hall Ltd, New York, USA.
- Gorman, M. L. 1990. Scent-marking strategies in mammals. *Revue Suisse de Zoologie* 97: 3-29.
- Groenendijk, J., F. Hajek, N. Duplaix, C. Reuther, P. van Damme, C. Schenk, E. Stain, R. Wallace, H. Waldemarin, R. Notin, M. Marmontel, F. Rosas, G. E. Mattos de, E. Evangelista, V. Utreras, G. Lasso, H. Jaques, K. Matos, I. Roopsind y J. C. Botello. 2005. Surveying and monitoring distribution and population trends of the giant otter (*Pteronura brasiliensis*). *Habitat* 16: 1-500.
- Groenendijk, J., N. Duplaix, M. Marmontel, P. Van Damme y C. Schenck. 2015. *Pteronura brasiliensis*, Giant Otter. IUCN Red List Threat. Species 8235, <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T18711A21938411.en>.
- Jordan, N. R., M. I. Cherry y M. Manser. 2007. Latrine distribution and patterns of use by

- wild meerkats: implications for territory and mate defense. *Animal Behaviour* 73: 613-622.
- Kronfeld-Schor, N. y T. Dayan. 2003. Partitioning of Time as an Ecological Resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 153-81.
- Kruuk, H. 2006. Otters: ecology, behavior and conservation. Oxford University Press. New York, USA. 264 pp.
- Leuchtenberger, C. y G. Mourao. 2009. Scent-marking of giant otter in the Southern Pantanal, Brazil. *Ethology* 115: 210-216
- Leuchtenberger C, C. A. Zucco, C. Ribas, W. Magnusson y G. Mourão. 2013. Activity patterns of giant otters recorded by telemetry and camera traps. *Ethology Ecology & Evolution* 26: 19-28.
- Linkie, M. y M. S. Ridout. 2011. Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests: Tiger-prey temporal interactions. *Journal of Zoology* 284: 224-229.
- Lode, T. 1995. Activity pattern of polecat *Mustela putorius L.* in relation to food habits and prey activity. *Ethology* 100: 295-308.
- Lund, U., C. Agostielli, H. Arai, A. Gagliardi, E. García, D. Giunchi, J. O. Irinsson, M. Pocer-nich y F. Rotolo. 2017. Circular: Circular Statistics (version: 0.4-93). <https://cran.r-project.org/web/packages/circular/circular.pdf>
- Macdonald, D. W. 1980. Patterns of scent marking with urine and feces amongst carnivore communities. *Symposia of the Zoological Society of London* 45: 107-139.
- Pewsey, A, M. Neuhäuser y G. D. Ruxton. 2013. Circular statistics in R. First edition. Oxford University Press. New York, USA. 192 pp.
- Pickles R., V. Zambrana, B. Jordan, I. Hoffmann-Heap, A. Salinas, J. Groombridge y P. Van Damme. 2011. An evaluation of the utility of camera traps in monitoring giant otter populations. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 28 (1): 39-45.
- Ralls, K. y D. B. Siniff. 1990. Time budget and activity patterns in California sea otters. *The Journal of Wildlife Management* 54: 251-259.
- Ridout, M. S. y M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 14: 322-337.
- Ridout, M. S. y M. Linkie. 2017. Overlap: Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity Patterns (Versión 0.3.0). <https://cran.rproject.org/web/packages/overlap/index.html>
- Roper, T. J., D. J. Shepherdson y J. M. Davies. 1986. Scent marking with faeces and anal secretion in the European badger (*Meles meles*): Seasonal and spatial characteristics of latrine use in relation to territoriality. *Behaviour* 97: 94-117.
- Rosas, F. C. W., J. A. S. Zuanon y S. K. Carter. 1999. Feeding Ecology of the Giant Otter, *Pteronura brasiliensis*. *Biotropica* 31: 502-506.
- Rostain, R. R., M. Ben-David, P. Groves y J. A. Randall. 2004. Why do river otters scent-mark? An experimental test of several hypotheses. *Animal Behaviour* 68: 703-711.
- Staib, E. 2005. Eco-etología del lobo de río (*Pteronura brasiliensis*) en el Sureste del Perú. PhD Dissertation, Sociedad Zoológica de Francfort Perú. 195 pp.
- Stewart, P. D., C. Anderson y D. W. Macdonald. 1997. A Mechanism for Passive Range Exclusion: Evidence from the European Badger (*Meles meles*). *Journal of Theoretical Biology* 184: 279-289.
- Stewart, P. D., D. W. Macdonald, C. Newman y C. Cheeseman. 2001. Boundary faeces and matched advertisement in the European badger (*Meles meles*): a potential role in range exclusion. *Journal of Zoology* 255: 191-198.
- Schweizer, J. 1992. Ariranhas no Pantanal: Ecologia e comportamento de *Pteronura*

- brasiliensis*. Curitiba, Paraná: Edibran-Editora Brasil Natureza Ltda. 200 pp.
- Torretta, E. M., S. F. Puopolo y L. Schenone. 2016. Spatial and Temporal Adjustments Allowing the Coexistence among Carnivores in Liguria (N-W Italy). *Acta Ethologica* 19: 123-32.
- Zielinski, W. J. 1988. The influence of daily variation in foraging cost on the activity of small carnivores. *Animal Behaviour* 36: 239-249.
- Zar, J. H. 2010. Biostatistical analysis (5th ed). Upper Saddle River, N.J: Prentice-Hall/Pearson. 944 pp.



Laguna El Pañuelo. Foto: Iván Mikolji.



Mono aullador (*Alouatta seniculus*). Foto: Fernando Trujillo.

ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA DE MONOS AULLADORES, *Alouatta seniculus* (LINNAEUS, 1766) EN LA RESERVA NATURAL BOJONAWI, VICHADA (ORINOQUIA), COLOMBIA

Germán Garrote, Laura Pérez y José M. Escobar

Resumen. En un intervalo de 12 años (2006-2018) se hicieron dos estimativas de abundancia de monos aulladores (*Alouatta seniculus*) en la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia. Se realizaron recorridos con detecciones visuales y acústicas en un área entre 61 ha (2006) y 50 ha (2018). En el primer muestreo se identificaron siete grupos para un total de 33 individuos y una densidad de 54,1 ind./km² y en el segundo muestreo, cinco grupos con 29 individuos con una densidad de 58 ind/km². Igualmente se identificaron individuos solitarios/dispersantes, que no fueron incluidos en el análisis de densidad. Los valores reportados son los más altos para Colombia. Se recomienda realizar esta evaluación a lo largo de todo un ciclo anual, ya que este estudio se enfocó principalmente al período seco.

Palabras clave. Bosque de galería, densidad, Escudo Guayanés, primates, río Orinoco.

Abstract. Over a 12-year interval (2006-2018), two estimates were made of the abundance of howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in Bojonawi Nature Reserve. Surveys were conducted with visual and acoustic detections in an area between 61 ha (2006) and 50 ha (2018). In the first sampling, 7 groups were identified for a total of 33 individuals and a density of 54.1 indv/km² and in the second sampling, 5 groups with 29 individuals were identified with a density of 58 indv/km². Likewise, solitary/dispersant individuals were identified but were not included in the density analysis. The values reported are the highest for Colombia. It is recommended that this evaluation be carried out throughout an annual cycle, since this study focused mainly on the dry period.

Keywords. Density, gallery forest, Guiana Shield, Orinoco river primates.

Garrote, G., L. Pérez y J. M. Escobar. 2020. Estimación de abundancia de monos aulladores, *Alouatta seniculus* (Linnaeus 1766) en la Reserva Natural Bojonawi, Vichada (Orinoquia), Colombia. Pp. 479-487. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII18

INTRODUCCIÓN

Los monos aulladores (*Alouatta* spp) pertenecen al género de primates neotropicales más extendido, distribuido desde el sur de México hasta el norte de Argentina (Crockett 1998, Jardim *et al.* 2020). Son eminentemente arbóreos, pero son una especie muy versátil en lo que al uso del tipo de masa forestal se refiere, pudiéndose encontrar en hábitats que van desde bosques prístinos continuos hasta pequeños fragmentos de bosques perturbados antropogénicamente (Bicca-Marques 2003, Fortes *et al.* 2015). Los monos aulladores son principalmente herbívoros y de tendencias frugívoras y folívoras (Palacios y Rodríguez 2001, Simmen *et al.* 2001, Londoño 2004). Esta variada dieta depende, en gran medida, de la estacionalidad de los recursos del hábitat (Simmen *et al.* 2001). Los monos aulladores son también un elemento importante en la dispersión de semillas, contribuyendo así a la regeneración natural de los bosques.

El mono aullador rojo, *Alouata seniculus* (Linnaeus, 1766) se distribuye desde el norte de los Andes colombianos hacia el oriente y sur, abarcando Venezuela, la isla de Trinidad, las Guayanas, norte de la Amazonia brasileña, Ecuador, Perú y el oeste del río Purús y Jurúá en Brasil (Valderrama *et al.* 2006). Viven en grupos de entre 4 y 11 individuos, aunque ocasionalmente se han detectado grupos de hasta 15 (Boubli *et al.* 2015). Al igual que las otras especies del género, el aullador rojo es muy adaptable, capaz de vivir en áreas de hábitat alterado o fragmentado y cercanos al ser humano (Phillips y Abercrombie 2003) y presenta una gran capacidad de dispersión, lo que les permite ocupar áreas donde otros primates han desaparecido (Hernández-Camacho y Cooper 1976, Deffer 2004). Eso ha sido probablemente la causa de que se le considere como una especie con riesgo menor para extinguirse (Crooks 2002), siendo catalogados como especie de “preocupación menor” por la IUCN (Boubli *et al.* 2015). Sin embargo, su mera presencia no garantiza la estabilidad o viabilidad de sus poblaciones a largo plazo (Rylands *et al.* 1988). Los científicos llevan tiempo alertando del peligro que supone para la especie y para el ser humano que las áreas

de distribución se reduzcan, ya que se favorece a la endogamia (Oklander *et al.* 2010) y a la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias (Martínez- Mota *et al.* 2014). Asimismo, la destrucción de los bosques que habitan y la caza representan un desafío para la supervivencia de esta especie (Boubli *et al.* 2015). En América del Sur, son muchas las comunidades indígenas que basan su alimentación en la caza de distintos mamíferos presentes en selvas y bosques, siendo el mono aullador rojo uno de los más consumidos (Valderrama y Kattan 2006, Aquino *et al.* 2009, Wiederholt y Post 2010, Cruz-Antia 2010, Lopes *et al.* 2012, Perera 2013, Boubli *et al.* 2015, Stafford *et al.* 2016, Mortveit 2017). También ha sido reportado en Colombia el uso del hueso hioides del mono aullador como taza para tratar el bocio tiroideo en humanos (Gron 2007).

El 20% del área de distribución de esta especie se encuentra en Colombia (Valderrama y Kattan 2006), ocupando gran parte del territorio a excepción de la costa del Pacífico, el desierto de la península de la Guajira y el suroccidente de los Andes (departamento de Nariño). Se encuentra desde 0 hasta 2.300 m de altitud y ocasionalmente hasta los 3.200 m en regiones montañosas ubicadas sobre el nivel del bosque nublado (Hernández-Camacho y Cooper 1976). Habita en un amplio rango de hábitats, como selvas húmedas de tierras bajas, bosques montanos, manglares, bosques de regiones relativamente secas y bosques tropicales caducifolios, bosques de sabana, bosques residuales de los Llanos Orientales y bosques de galería a lo largo de varios tributarios del Orinoco y al este de los Llanos (Valderrama y Kattan 2006). A pesar de su amplia distribución, Colombia ha sufrido una rápida transformación en su paisaje por parte del ser humano en las últimas décadas y esto ha afectado de forma directa e indirecta el tamaño y distribución de las poblaciones de *A. seniculus*. Los principales impulsores de la deforestación en Colombia son el crecimiento de la población humana y la migración, proyectos de infraestructura, plantaciones de aceite de palma, agricultura y ganadería (Etter *et al.* 2006, Fedepalma 2014, Ecopetrol 2015).

En los llanos del Orinoco, la matriz del paisaje está dominada por los pastizales abiertos, las sabanas arboladas y arbustivas, llanuras anegadas de manera estacional, así como bosques inundables y de galería. Este tipo de hábitat donde predominan las áreas de ecotono o hábitat de borde rodeado de sabana ha sido descrito como el óptimo para el aullador rojo y no los bosques continuos de dosel cerrado (Crockett y Eisenberg 1987). Es en estos hábitats, en los bosques galería de los llanos del Orinoco de Venezuela, donde se han reportado las mayores densidades para la especie, alcanzando 118 individuos/km² (Crockett y Eisenberg 1987). Los estudios sobre la especie en los llanos del Orinoco colombiano se han limitado a dos áreas en el departamento de Vichada, el Parque Nacional Tuparro y en el Hato La Barcareña, donde se han reportado también densidades notables de 29 y 42,5 individuos/km² respectivamente (Defler 1981, Defler 2013). En este trabajo se pretende ampliar el conocimiento de la especie en los llanos del Orinoco mediante la estima de la densidad de sus poblaciones en el bosque de rebalse de la Reserva Natural Bojonawi, la cual fue estimada en dos ocasiones en un intervalo de 12 años.

MÉTODOS

El trabajo de campo fue desarrollado de enero a marzo de 2006 y entre enero y marzo de 2018.

Estimación de densidad y tamaño de grupo

Itinerarios fijos. Se diseñaron itinerarios de entre 525 y 756 m (2006 n= 4; 2018 n=4) que fueron recorridos repetidamente entre las 5:00 a 10:00 y de 15:00 a 17:00 horas (Figura 1). Para cada grupo detectado (visual o acústicamente), se procedió al acercamiento para contabilizar el número de integrantes y apuntar su localización. Una vez contabilizado se continuó con el itinerario desde el punto en que se abandonó.

Estaciones de escucha. Para la detección de los grupos de aulladores se aplicó una modificación del método de triangulación de aullidos propuesto por Brockelman

y Ali (1987) y Sutherland (1996). Se seleccionaron seis estaciones de escucha distribuidas por el área de estudio, de las cuales, cinco estuvieron localizadas en puntos elevados sobre los afloramientos rocosos desde donde se tenía visión del dosel del bosque. Uno de los puntos estaba ubicado en el campamento de la reserva en la orilla del río Orinoco. Frecuentemente y debido a la duración de los coros, fue posible desplazarse entre puntos de escucha, obtener la dirección de los aullidos desde cada punto, y obtener la ubicación de los grupos mediante triangulación. La dirección de cada coro de aullidos fue determinada con una brújula. Debido a la estructura alargada y estrecha del bosque de rebalse estudiado, este método permitió establecer con exactitud el número y la ubicación de los grupos. Posteriormente a la detección de los aullidos los investigadores se desplazaron hasta la ubicación de los grupos para determinar su tamaño. En ocasiones se obtuvieron registros en días diferentes en localizaciones cercanas de grupos con número de individuos semejantes. El método de escucha y triangulación fue determinante para poder establecer la existencia de uno o dos grupos en esa zona (Figura 1).

Localizaciones no sistemáticas. Fuera de los muestreos sistemáticos (itinerarios y puntos de escucha), cada vez que se detectaba un grupo de manera fortuita, este fue georreferenciado y caracterizado.

El área total muestreada en el año 2006 fue de 61 ha y de 50 ha en 2018.

RESULTADOS

Estimación de densidad y tamaño de grupo.

En 2006 se obtuvieron 34 avistamientos de monos aulladores. Se identificaron un total de siete grupos de entre 3 y 7 individuos ($5,5 \pm 1,7$), que sumaban un total de 33 individuos (Tabla 1, Figura 2). La densidad obtenida fue de 54,1 individuos/km². Se obtuvieron ocho registros de individuos solitarios, los cuales no han sido incluidos en el cómputo total de individuos al no poder establecer si eran individuos dispersantes, de presencia estable pero solitaria o miembros de algún grupo.

En 2018 se obtuvieron un total de 24 avistamientos. Se identificaron cinco grupos de entre cuatro y siete individuos ($5,8 \pm 1,3$). En una ocasión dos de estos grupos se fusionaron dando lugar a un grupo de 11 individuos. Se contabilizaron 29 individuos, lo que arroja una densidad de 58 individuos/km². Se obtuvieron cinco registros de individuos solitarios.

DISCUSIÓN

Las densidades de monos aulladores estimadas para la Reserva Natural Bojonawi-RNB son las mayores reportadas hasta el momento para toda Colombia. Con 54-58 individuos/km² superan levemente los 42,5 ind./km² reportados para el Hato La Barcareña en Vichada (Defler 2013) y casi doblan los 27-29 del Parque Nacional Natural El Tuparro

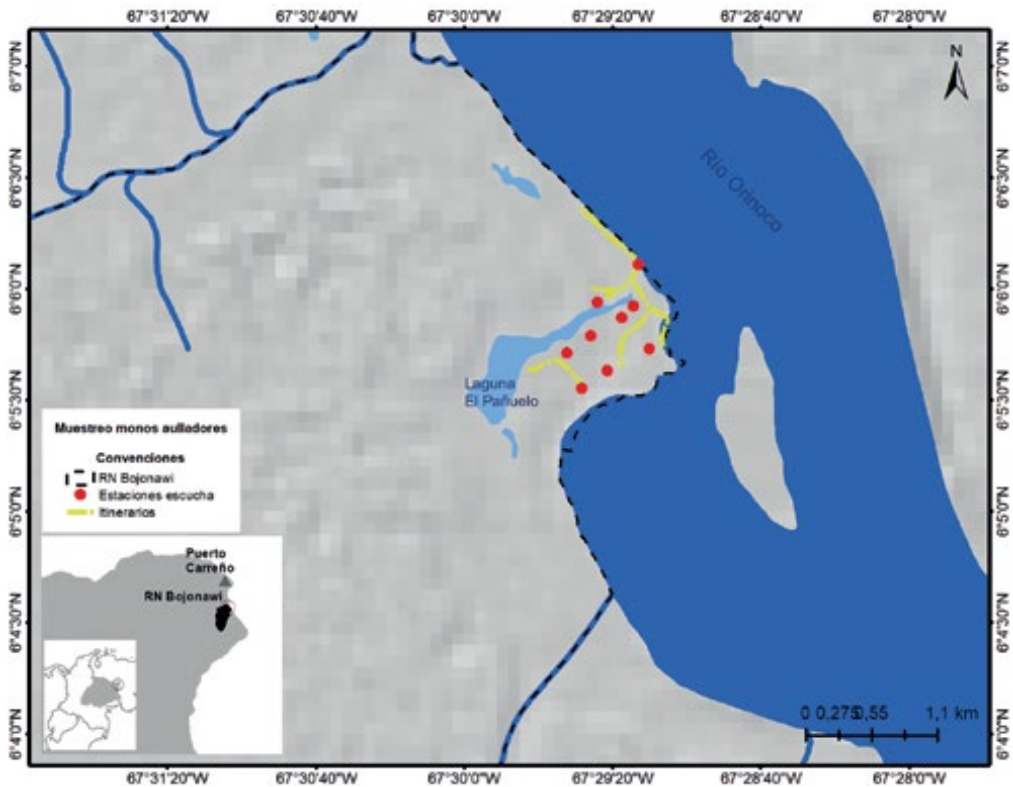


Figura 1. Ubicación de los itinerarios fijos y estaciones de escucha para el estudio de los monos aulladores (*Alouatta seniculus*). Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.

Tabla 1. Resumen de resultados obtenidos en los muestreos de los años 2006 y 2018.

Parámetro	2006	2018
Número de grupos detectados	7	5
Tamaño medio de grupo	5,5	5,8
Superficie mustrada	61 ha	50 ha
Densidad	54,1 ind/km ²	58 ind/km ²



Figura 2. Observaciones de monos aulladores (*Alouata seniculus*) en la Reserva Natural Bojonawi: a) grupo; b) solitario; c) macho; d) hembra con cría. Fotos: Germán Garrote (a, b), Fernando Trujillo (c, d).

en Vichada (Defler 1981). Esta densidad, sin embargo, aún está muy alejada de la máxima reportada para su área de distribución de 118 ind/km², obtenida en los llanos de Venezuela (Crockett y Eisenberg 1987). Estas altas densidades son reportadas en bosque abierto (hábitats heterogéneos de arboledas dispersas con parches de pastizales), mientras que en los bosques de galería, hábitat equivalente al del área de estudio del presente trabajo, se detectaron densidades de entre 36 y 53 ind/km² (Crockett 1985), semejantes a las encontradas en Bojonawi. Estos datos concuerdan con investigaciones previas en las que se apunta a la existencia de una clina ambiental donde las condiciones ambientales para los aulladores, y por tanto sus densidades, se incrementarían desde el sur de la Amazonia hacia el norte y hacia el centro de los llanos de Venezuela, donde encontrarían su óptimo ecológico (Crockett y Eisenberg 1987, Defler 2013). La causa

principal detrás de estas altas densidades en hábitats de bosque inundado se debe a que los pulsos de inundación influyen en la productividad del bosque, generando a su vez pulsos extremadamente grandes de nuevas hojas y frutos en comparación con otros hábitats de tierra firme (Defler y Defler 1996, Defler 2013). En áreas de bosque continuo, donde sólo parte del bosque se inunda, ha podido observar como estos cambios en la productividad provocan cambios en la dinámica de las poblaciones de monos aulladores a lo largo del año. Esto ha sido descrito en la Amazonia colombiana (Estación de Investigación Caparu, río Apaporis, Vaupés), donde los censos de varios años realizados a lo largo de un lago mostraron que las densidades y la actividad de los monos aulladores aumentaron considerablemente en los bosques inundados durante el apogeo (Defler 2013). Sin embargo, el uso del hábitat inundado por los primates todavía no

se conoce bien en la Orinoquia colombiana (Carretero-Pinzón y Deflerr 2019). Dado que el presente estudio se ha realizado exclusivamente en temporada seca, donde la producción de hojas y frutos es menor, sería de gran interés conocer si existe variación en los parámetros estudiados en la temporada de inundación, lo cual sería un aporte notable al conocimiento de la especie en este tipo de hábitats.

Tanto la densidad, como el tamaño de grupo observado parecen haberse mantenido constantes a lo largo de 12 años. Es posible que esto esté indicando la máxima capacidad de carga para la población de monos aulladores del área de estudio, dado que las densidades observadas son muy elevadas, y el impacto humano sobre la mortalidad de la especie es mínimo debido a su grado de protección dentro de la Reserva.

A pesar de las altas densidades identificadas en el área de estudio, esto puede ser consecuencia del alto grado de protección del área de estudio como se mencionó anteriormente, ubicada en los alrededores de las casas de investigadores y guardas. Aunque no se han realizado muestreos orientados a localizar monos aulladores en otras zonas del bosque de rebalse de la Reserva, en 2018 se recorrió en más de diez ocasiones un sendero de 1,2 km de longitud que atraviesa completamente el bosque de rebalse desde la orilla del Orinoco hasta la sabana. En ninguna de las ocasiones se vieron monos aulladores, y tan sólo en una ocasión se pudieron oír sus coros de aullidos. Aunque esta información no es concluyente, parece indicar que la situación de las poblaciones puede no ser tan idónea a lo largo del bosque de rebalse del río Orinoco. De hecho, según comentan algunos guardas de fincas vecinas los indígenas entran al bosque inundado en época de aguas altas a cazar a los monos aulladores desde sus canoas, aprovechando que la altura del agua les permite acercarse más a estos. Esto ya había sido reportado por Cruz-Antia (2010) para el área de Puerto Carreño, añadiendo que los aulladores son cazados principalmente en época de lluvias, ya que,

ante la imposibilidad de capturar mamíferos terrestres por la inundación de los bosques, los pobladores optan por incrementar el consumo de carne de monos. Asimismo, el asentamiento de comunidades indígenas que anteriormente eran nómadas ha provocado que incrementen su frecuencia de caza (Cruz-Antia 2010), con lo que el impacto sobre las poblaciones de monos aulladores podría ser relevante fuera de las áreas protegidas de la reserva. Otros motivos importantes para la captura y muerte de estos primates en el área están relacionados con la tenencia como mascotas, y su uso con fines curativos. La situación reportada en Puerto Carreño, parece ser “excepcional” en relación con el resto de Colombia, posiblemente relacionado con la influencia que ejerce la cercana población de Puerto Ayacucho en Venezuela, conocida por la venta y tráfico de animales y objetos relacionados con éstos en mercados para turistas (Cruz-Antia 2010).

Este es el primer estudio de monos aulladores rojos realizado en la Reserva Natural Bojonawi, y para toda el área de Puerto Carreño. Las condiciones que aporta la reserva para el estudio de la especie son inmejorables, y sería muy recomendable profundizar en este campo. A continuación, se proponen las sugerencias de líneas de investigación que podrían llevarse a cabo en la RNB y su área de influencia:

- 1) Evaluación de parámetros demográficos a lo largo de un ciclo anual completo. Se ha comprobado como los pulsos de inundación condicionan el comportamiento y demografía de la especie en bosques continuos de la Amazonia. La información sobre este aspecto en los Llanos Orientales de Colombia es prácticamente inexistente.

- 2) Evaluación de las poblaciones de la especie en diferentes tipos de bosque. Este trabajo ha sido realizado estrictamente en el bosque de rebalse del río Orinoco. No existe información alguna sobre las poblaciones de la especie en los bosques más reducidos que bordean los caños y ríos tributarios, que presentan condiciones diferenciadas.

- 3) Evaluar el papel de la especie como dispersora de semillas y regeneración del

bosque. Los monos aulladores son grandes dispersores de semillas, función que es esencial para la preservación de los árboles en los bosques, y la reducción de las poblaciones de estos monos supone un reto para la supervivencia de distintas especies de árboles a largo plazo (Wiederholt y Post 2010, Mesa 2010, Rosin 2012, Aquino *et al.* 2016, Mortveit 2017).

4) Finalmente, sería recomendable acometer la evaluación del estatus de las pobla-

ciones de la especie a una mayor escala. Los bosques de rebalse del río Orinoco forman parte de la Reserva de la Biosfera El Tuparro, y se incluyen en otras Reservas Naturales de la Sociedad Civil, resguardos indígenas, fincas ganaderas privadas sin ningún nivel de protección y áreas muy humanizadas cercanas a núcleos de población. Esta diversidad puede estar condicionando diferentes grados de conservación de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Aquino, R., W. Terrones, R. Navarro, C. Terrones y F. M. Cornejo. 2009. Caza y estado de conservación de primates en la cuenca del río Itaya, Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología* 15: 033-039.
- Aquino, R., L. López, G. García, E. Charpentier y I. Arévalo. 2016. Conservation status and threats to atelids in the northeastern Peruvian Amazon. *Primate Conservation* 30: 21-29.
- Bicca-Marques, J. C. 2003. How do Howler Monkeys cope with habitat fragmentation?. Pp. 283-303. *En*: Marsh, L. K. (Ed), *Primates in Fragments*. Springer, Boston, MA
- Boubli, J. P., A. Di Fiore, A. B. Rylands y R. A. Mittermeier. 2015. *Alouatta seniculus* ssp. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015* vol. 8235.
- Brockelman, W. Y. y R. Ali. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate populations. Pp. 23-42. *En*: Marsh C. W. y R. A. Mittermeier (Eds.), *Primate Conservation in the Tropical Rain Forest*. Alan R. Liss, New York.
- Carretero-Pinzón, X. y T. Defler. 2019. Primates and Flooded Forest in the Colombian Llanos. Pp. 153-162. *En*: Nowak, K., A. Barnett y I. Matsuda (Eds.), *Primates in Flooded Habitats: Ecology and Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Crockett, C. 1985. Population studies of red howlers (*Alouatta seniculus*). *National Geographic Research* 1: 264-273.
- Crockett, C. y J. Eisenberg. 1987. Howlers: Variations in group size and demography. Pp. 54-68. *En*: Smuts, B. B., D. L. Cheney, R. M Seyfard, R. W. Wrangham y T. T. Struhsaker (Eds.), *Primate societies*. University of Chicago Press, Chicago.
- Crockett, C. 1998. Conservation Biology of the Genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology* 19: 549-78.
- Crooks, J. A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153-166.
- Cruz-Antia, D. 2010. Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 14: 63-94.
- Defler, T. 1981. The density of *Alouatta seniculus* in the eastern llanos of Colombia. *Primates* 22: 564-569.
- Defler, T. R. y S. B. Defler. 1996. Diet of a group of *Lagothrix lagothricha lagothricha* in southeastern Colombia. *International Journal of Primatology* 1: 161-190.
- Defler, T. 2004. Primates de Colombia. Serie de Guías Tropicales de Colombia. Conservación Internacional. Bogotá, D. C., Colombia. 550 pp.

Capítulo 18. ABUNDANCIA MONOS AULLADORES BOJONAWI

- Defler, T. 2013. Species richness, densities and biomass of nine primate communities in eastern Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 37: 253-262.
- Ecopetrol. 2015. [http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Sustainability-report-2014/e spanol/principal/nuestra-cadenade-valor/produccion](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/Sustainability-report-2014/e%20spanol/principal/nuestra-cadenade-valor/produccion). Accessed 22 Oct 2015
- Etter, A., C. McAlpine, S. Phinn, D. Pullar y H. Possingham. 2006. Characterizing a tropical deforestation wave: a dynamic spatial analysis of a deforestation hotspot in the Colombian Amazon. *Global Change Biology* 12: 1409-1420.
- Fedepalma. 2014. Anuario Estadístico 2014: la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo: 2009–2013. Javegraf. Bogotá, D. C., Colombia. 176 pp.
- Fortes, V. B., J. C. Bicca-Marques, B. Urbani, V. A. Fernández y T. S. Pereira. 2015. Ranging behavior and spatial cognition of howler monkeys. Pp. 219-255. *En*: Kowalewski, M. M., P. A. Garber, L. Cortés-Ortiz, B. Urbani y D. Youlatos (Eds.), *Howler Monkeys: Behavior, ecology and conservation*. Springer, New York, USA.
- Gron, K. J. 2007. Las hojas informativas del primate: Los monos aulladores rojos amazónicos (*Alouatta seniculus*) Conservacion. http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/spanish/red_howler/cons>. Accesada 2020 6 de agosto.
- Hernández-Camacho, J. y R. Cooper. 1976. The nonhuman primates of Colombia. Neotropical primates: Field studies and conservation. Pp. 35-69. *En*: Thorington, Jr., R. W. y P. G. Heltne (Eds.), *Neotropical Primates: Field Studies and Conservation*. National Academy of Sciences. Washington D. C., USA.
- Jardim, M. A., D. Queirolo, F. B. Peters, F. D. Mazim, M. O. Favarini, F. P. Tirelli, R. A. Trindade, S. L. Bonatto, J. Bicca-Marques y I. Mourthe. 2020. Southern extension of the geographic range of black-and-gold howler monkeys (*Alouatta caraya*). *Mammalia* 84: 102-106.
- Londoño, J. M. 2004. *Alouatta seniculus*: Density, home range and group structure in a Bamboo Forest fragment in the Colombian Andes. *Folia Primatologica* 83: 56-65.
- Lopes, G. P., J. Valsecchi, T. M. Vieira, P. V. do Amaral y E. W. M. da Costa. 2012. Hunting and hunters in lowland communities in the region of the middle Solimões, Amazonas, Brazil. *Scientific Magazine UAKARI* 8: 7-18.
- Martínez-Mota, R., M. Kowalewski y T. Gillespie. 2014. Ecological Determinants of Parasitism in Howler Monkeys. Pp. 259-285. *En*: Martínez-Mota, R., M. M. Kowalewski y T. R. Gillespie (Eds.), *Howler Monkeys: adaptive radiation, systematics, and morphology*. Springer, New York, USA.
- Mesa, N. 2010. Calidad estructural y funcional de espacios de uso de *Alouatta seniculus* en fragmentos de bosque seco tropical. Tesis de grado, Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 55 pp.
- Mortveit, L. 2017. Effects of hunting on primate populations in Pacaya-Samiria National Reserve, Peru. Master's thesis, Norwegian University of Life Sciences, Noruega. 26 pp.
- Oklander, L., M. Kowalewski y D. Corach. 2010. Genetic consequences of habitat fragmentation in Black-and-Gold Howler (*Alouatta caraya*) populations from Northern Argentina. *International Journal of Primatology* 3: 813-832.
- Palacios, E. y A. Rodríguez. 2001. Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest. *American Journal of Primatology* 55: 233-251.
- Perera, M. Á. 2013. Lo que se mata se come o no desear es no carecer. *Biota Colombiana* 14: 83-108.
- Phillips, K. y G. Abercrombie. 2003. Distribution and conservation status of the primates of Trinidad. *Primate Conservation* 19: 19-22.
- Rosin, C. 2012. Assessing vertebrate abundance and the effects of anthropogenic disturbance on tropical forest dynamics. Doctoral Thesis, School of the Environment, Duke University, USA. 32 pp.

- Rylands, A. B. y A. Keuroghlian. 1988. Primate populations in continuous forest and forest fragments in Central Amazonia. *Acta Amazonica* 18: 291-307.
- Simmen, B., C. Julliot, F. Bayart, y E. Pagès-Feuillade. 2001. Diet and population densities of the primate community in relation to fruit supplies. Pp. 89-102. *En*: Bongers, F., P. Charles-Dominique, P. M. Forget y M. Théry (Eds.), *Nouragues*. Monographiae Biologicae, vol 80. Springer, Dordrecht.
- Stafford, C. A., J. Alarcón-Valenzuela, J. Patiño, R. F. Preziosi y W. I. Sellers. 2016. Know your monkey: identifying primate conservation challenges in an indigenous Kichwa community using an ethnoprimateological approach. *Folia Primatologica* 87: 31-47.
- Sutherland, W. 1996. Ecological census techniques. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Valderrama, C. y G. Kattan (Eds.). 2006. Plan de manejo del mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) en la región del Sirap-Eje Cafetero y Valle del Cauca. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación EcoAndina/WCS Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 92 pp.
- Wiederholt, R. y E. Post. 2010. Tropical warming and the dynamics of endangered primates. *Biology Letters* 6: 257-260.



Bosque de caño Charapa. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ENTRE BOSQUES INUNDABLES DE AGUAS CLARAS Y AGUAS MIXTAS, RESERVA NATURAL BOJONAWI, RÍO ORINOCO Y PLANICIE INUNDABLE, VICHADA, COLOMBIA

María C. Meza Elizalde, Tania González Delgado, Alejandra Reyes Palacios y Dolores Armenteras Pascual

Resumen. El conocimiento del estado de la vegetación de los bosques de galería es fundamental para el diseño de estrategias de manejo orientadas a la conservación de la diversidad de especies de flora y fauna, así como los servicios ecosistémicos que prestan estos bosques. Por ello se realizó un análisis de la composición y estructura de los bosques de galería de aguas mixtas y asociados a aguas claras en la Reserva Natural Bojonawi. Se identificó que estos bosques son ecosistemas con una alta diversidad y heterogeneidad estructural lo cual se ve evidenciado en la composición de especies, índices de diversidad y una estructura multiestratificada. Se encontraron diferencias significativas en la composición y estructura de los bosques según estén asociados a aguas mixtas o aguas claras. En general los bosques de aguas claras tienen una mayor diversidad de especies en la regeneración natural, así como una mayor cantidad de especies en el estrato superior y aportan mayores valores de biomasa por hectárea, mientras que los bosques de aguas mixtas tienen mayores valores de diversidad de individuos con un DAP ≥ 10 cm pero en el estrato superior tienen menor cantidad de especies con una altura superior a 15 m.

Palabras clave. Biomasa, biomasa forestal, bosques de galería, bosque húmedo tropical, conservación forestal.

Abstract. Knowledge of the condition of gallery forest vegetation is essential for the design of management strategies aimed at conserving the diversity of flora and fauna species, as well as the ecosystem services that these forests provide. For this reason, an analysis of the composition and structure of the gallery forests associated with mixed and clear waters was carried out in the Bojonawi Natural Reserve. It was

Meza, M. C., T. González, A. Reyes y D. Armenteras. 2020. Diferencias en la composición, estructura y diversidad entre bosques inundables de aguas claras y aguas mixtas, Reserva Natural Bojonawi, río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 489-503. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII19

found that these forests are high diversity ecosystems with structural heterogeneity, which is evidenced in the composition of species, diversity indices and a multilayered structure. Significant differences were found in the composition and structure of the forests depending on whether they are associated with mixed waters or clear waters. In general, clear water forests have a greater diversity of species in natural regeneration, as well as a greater number of species in the upper stratum and provide higher biomass values per hectare, while mixed-water forests have higher diversity values of individuals with a DBH ≥ 10 cm but in the upper stratum have fewer species with a height greater than 15 m.

Keywords. Biomass, forest biomass, forest conservation, gallery forests, tropical rain forest.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la región de la Orinoquia está conformada por una gran diversidad de ecosistemas, sin embargo, es representativo de la región los ecosistemas de sabanas, los cuales conforman la mayor extensión de sabanas en Colombia, además de ser el segundo sistema de sabana más grande de Sudamérica después de Brasil (Hernández y Sánchez 1992, Romero-Ruiz *et al.* 2012). Los Llanos Orientales de Colombia son uno de los ecosistemas más amenazados del país, debido a que el área ha experimentado cambios asociados con el desarrollo de actividades económicas (Armenteras *et al.* 2005). Los bosques de galería están asociados a las sabanas, las cuales afectan su dinámica ecológica, haciendo que experimenten sequía en la estación seca e inundaciones en la estación húmeda, así como la intrusión de fuego (Veneklaas *et al.* 2005). Este tipo de bosques son considerados como parte de la vegetación riparia, se trata de ecosistemas con una gran cantidad de biomasa y estructuralmente complejos (Treviño-Garza *et al.* 2001), que al igual que las sabanas, prestan múltiples servicios ecosistémicos tales como amortiguar la entrada de sedimentos a los ríos, mantener la calidad del agua, proveer hábitat a la fauna y suministrar múltiples servicios de provisión, entre otros (Treviño-Garza *et al.* 2001, Veneklaas *et al.* 2005).

Los bosques de galería desempeñan un rol fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos principalmente de regulación, ya que proveen un microclima que modera el

ambiente acuático en la estación seca, regula el caudal durante el año y transporta materiales disueltos que nutren los límites de la sabana y otros ecosistemas (Fajardo *et al.* 2000). Por otro lado, la vegetación de estos bosques cumple la función de mantener la sinergia del ecosistema al promover tasas de infiltración más altas, mayor porosidad al suelo y unas condiciones bioquímicas naturales del suelo, elementos que en conjunto tienen implicaciones directas sobre la calidad del agua, es por ello, que se hace fundamental garantizar su protección (Nóbrega *et al.* 2020).

Las amenazas que enfrentan los bosques de galería son multiescalares por lo cual pueden depender de factores externos como el cambio climático, actividades regionales y estar asociadas de forma directa a la figura de manejo local en la cual se encuentren. Es así como a una escala global, el cambio climático puede generar un aumento en la frecuencia e intensidad de los incendios (Robinne *et al.* 2018), cambiando el régimen de los fuegos de sabanas y aumentando los incendios en las áreas de bosque generando gran mortalidad y reduciendo su área y diversidad de forma considerable a causa de la “sabanización” (Maldonado *et al.* 2009).

En una escala regional, las principales amenazas se encuentran asociadas a la deforestación, el cambio en los flujos de los ríos por la construcción de represas, creación de canales y uso del agua para el riego, así como también la contaminación de los cuerpos de agua por contaminación accidental de la

industria extractiva (Núñez-Avellaneda *et al.* 2019). Finalmente, en una escala local, en zonas donde hay sobreexplotación de recursos forestales y pastoreo excesivo en bosque, estas actividades pueden ser motores importantes de degradación forestal (Armenteras *et al.* 2018). Todas estas amenazas generan cambios en la presencia y distribución de las especies, así como en los procesos ecológicos, y aunque es posible que todos los organismos se vean afectados, algunas especies son más sensibles que otras, por lo cual se hace necesario evaluar el estado de la vegetación para determinar patrones de cambio.

La flora de la región orinoquense se ha ido documentando paulatinamente, se resaltan los trabajos de Parra (2006) para el municipio de Puerto Carreño, Castro-Lima (2010) con la descripción de los ecosistemas del Andén Orinoqués, la información recopilada sobre la flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco por Fernández *et al.* (2010), los nuevos registros para la flora vascular realizados por Mijares *et al.* (2017) y la información sobre la vegetación de las sabanas del departamento de Casanare de Romero-Duque *et al.* (2018). En el caso específico de la Reserva Natural Bojonawi-RNB se destaca el trabajo de Tadri (2011), quien realizó la caracterización de la composición de flora vascular de la reserva. Considerando que el tipo de aguas juegan un rol importante en las relaciones ecológicas de la cuenca, y se ha utilizado como un criterio de clasificación y caracterización de los ecosistemas acuáticos orinoquenses (Lasso 2014), es de gran importancia identificar las características de la vegetación asociadas a los diferentes tipos de agua y paisajes. Por lo anterior, este trabajo espera aportar al conocimiento de la estructura de la diversidad de plantas de los bosques inundables de la RNB, los cuales están sujetos a fluctuaciones del nivel del agua entre 3 m y 10 m cada año y la mayor parte del año entre abril y octubre permanecen en una fase acuática que es de gran importancia ecológica, así como identificar diferencias entre los bosques asociados a aguas mixtas provenientes del río Orinoco

y de aguas claras que son tributarias del Orinoco. Esta información es clave para determinar el estado de conservación de los bosques y ser la base para el diseño de estrategias específicas de manejo.

METODOLOGÍA

Áreas de muestreo

Considerando que la entrada de sedimentos influye en gran medida en la composición de especies de flora de los bosques de galería (Castro-Lima 2010), se establecieron parcelas en dos áreas contrastantes de bosque de galería. La primera referente a los bosques inundables del sector caño Charapa, y una segunda área que corresponde a los bosques de galería inundables de caño Verde (Figuras 1 y 2). En el capítulo 1 y 3 se describen las principales características de cada sector.

Método de muestreo

El muestreo se realizó en marzo del 2017 en época seca. Se emplearon transectos de 100 m de longitud y 10 m de ancho, para un área de muestreo de 0,1 ha. En cada sector se establecieron tres (3) transectos desde el borde hacia el interior del bosque, separados entre sí 400 m. En cada transecto se registraron todos los fustales, que son los individuos con un DAP ≥ 10 cm, cada individuo fue georreferenciado y marcado con una placa metálica, y se le tomaron mediciones de perímetro a la altura del pecho (CAP) con una cinta métrica y la altura total con un hipsómetro TruPulse 200 L Laser Rangefinder Hypsometer. Cada transecto de 0,1 ha se subdividió en 10 subparcelas de 5 m x 5 m separadas cada 10 m para medición de latizales, que corresponden a los individuos con un DAP < 10 cm y una altura superior a 1,5 m. Estas parcelas se subdividieron a su vez en subparcelas de 2 m x 2 m para la medición de los brinzales (DAP < 10 cm y una altura menor a 1,5 m pero mayor a 0,3 m). Adicionalmente, dentro de estas subparcelas se establecieron parcelas de 1 m² para hacer el conteo de renuevos, es decir de todos los individuos con una altura menor a 0,3 m.

Capítulo 19. BOSQUES INUNDABLES BOJONAWI



Figura 1. Ubicación de las parcelas en la Reserva Natural Bojonawi. Elaborado por Monica A. Morales-Betancourt.



Figura 2. Bosques muestreados en la Reserva Natural Bojonawi: a) bosque de caño Charapa; b) laguna El Pañuelo donde desemboca caño Charapa; c, d), bosque de caño Verde. Fotos: María C. Meza.

Para la recolección del material vegetal, se cortó una porción de la rama terminal de 30-35 cm de longitud, en los casos que fue posible, se tomaron muestras fértiles (con flores y frutos) y se colectaron cuatro duplicados (muestras del mismo individuo). Durante el proceso de colección, se realizó un registro fotográfico de los individuos para facilitar la determinación, posteriormente el material colectado se preparó para su respectiva determinación. El material fue procesado (secado y cuarentena), en el cuarto de secado de la Universidad Nacional de Colombia. Para la determinación del material vegetal se recurrió a la consulta de claves taxonómicas, literatura e información existente en páginas web de colecciones botánicas, consulta con expertos, así como a la comparación directa con los ejemplares de la colección del Herbario Nacional Colombiano de la Universidad Nacional de Colombia y el Herbario Amazónico Colombiano COAH del Instituto Sinchi.

Diversidad

Se calculó el Índice de Diversidad de Shannon para cada uno de los sectores, utilizando el programa INFOSAT 2017.

Composición

Para determinar las diferencias significativas en la composición de especies entre los sectores de caño Verde y caño Charapa, se realizó un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) utilizando el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis para visualizar e identificar patrones basados en matrices de disimilitud calculadas a partir de la abundancia absoluta de especies; adicionalmente se realizó un análisis de similitud de la matriz de abundancia (ANOSIM). Para realizar este análisis se utilizó el software R versión 3.5.0 y el paquete Vegan. Para realizar el análisis se emplearon todas las especies con un DAP >10 cm y una abundancia mayor a cuatro individuos. Para el caso de la regeneración natural se utilizaron especies con una abundancia de más de cinco individuos por parcela.

Estructura

Variables estructurales

Se examinó la distribución por clase diamétrica y altimétrica para todos los individuos con DAP ≥ 10 cm (fustales), con base en los valores de abundancia, los diámetros y alturas registrados. Para analizar la distribución diamétrica y altimétrica se establecieron nueve clases (9), con una amplitud de 0,1 m para los diámetros y 2 m para las alturas.

Índice de Valor de Importancia Ampliado

Se determinó el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA), combinando la estructura horizontal y vertical de todas las categorías de tamaño, para determinar las especies con mayor peso ecológico en el bosque. Para la estructura horizontal se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVD) para todos los individuos con DAP ≥ 10 cm (fustales). Para todos los individuos con DAP <10 cm (latizales, brinzales y renuevos), se calculó el Índice de Regeneración Natural (RN) (Tabla 1).

Biomasa

La estimación de la biomasa de cada árbol vivo se basó en la ecuación alométrica (AGLB = $0,0673x(\rho D^2 H) 0,976$) de Chave *et al.* (2014) donde AGLB es biomasa viva en superficie, ρ (g cm⁻³) es la densidad de la madera de cada especie, D (cm) es el diámetro a la altura del pecho y H (m) es la altura total del árbol. La biomasa se estimó solo para árboles con un DAP ≥ 10 cm, se excluyeron los individuos con otros hábitos de crecimiento como las lianas y las palmeras.

RESULTADOS

Diversidad

En el sector de caño Charapa se registraron 43 especies de individuos con un DAP >10 cm, pertenecientes a 40 géneros y 22 familias, siendo las familias más representativas Fabaceae con ocho especies y Euphorbiaceae con seis especies. Mientras que en el sector de caño Verde se registraron 50 especies

Capítulo 19. BOSQUES INUNDABLES BOJONAWI

de individuos con un DAP >10 cm, pertenecientes a 39 géneros y 27 familias, en donde las familias con mayor diversidad de especies fueron Annonaceae y Chrysobalanaceae con cinco especies cada una, Areaceae y Sapotaceae con cuatro especies.

En referencia a la diversidad de plantas en la regeneración natural se encontró que en el sector de caño Charapa se registraron 83 especies pertenecientes a 63 géneros y 29 familias, en donde Fabaceae es la familia con mayor número de especies (19), también

Tabla 1. Parámetros considerados para el cálculo del Índice de Valor de Importancia ampliado.

Parámetro	Definición
Índice de Valor de Importancia (IVI)	<p>El IVI es un método cuantitativo que indica la importancia fitosociológica de una especie y permite la clasificación de comunidades de plantas según variaciones de la composición florística y la evaluación de variables estructurales (Rangel-Ch. y Velázquez 1997). A su vez, el Índice de Valor de Importancia permite determinar el grado de heterogeneidad del ecosistema (Rangel-Ch. y Velázquez 1997).</p> $IVI = Ab\% + Fr\% + G\%$ <p>Dónde: Ab%: Abundancia relativa - Fr%: Frecuencia relativa- G%: Área basal relativa</p>
Clase de Tamaño (CT)	<p>Es una medida basada en la altura y el diámetro de los individuos que se utiliza para conocer la estratificación de la comunidad (Rangel-Ch. y Garzón 1994).</p> $CT = (AbSp_i Ct_1 + Ab total Ct_2) + (AbSp_i Ct_2 + Ab total Ct_2) + (AbSp_i Ct_3 + Ab total Ct_3)$ <p>Ab: Abundancia absoluta (Número de individuos por clase de tamaño) Ct₁: Latizales - Ct₂: Brinzales - Ct₃: Renuevos</p> $CT(\%) = \frac{CT Sp_i}{CT Total} * 100$
Regeneración Natural (RN)	<p>La Regeneración Natural Relativa para cada especie se obtiene por la media aritmética de los valores mencionados (Categoría de Abundancia, Frecuencia y Tamaño) (Rangel-Ch. y Velázquez 1997).</p> $RN(\%) = Ab(\%) + Fr(\%) + CT(\%)$ <p>Ab%: Abundancia relativa de las especies en la regeneración natural. Fr%: Frecuencia relativa de las especies en la regeneración natural. CT%: Clase de tamaño</p>
Posición Sociológica (PS)	<p>PS se utiliza para describir y analizar la distribución de especies en un estrato vertical. El índice PS se usa para determinar esto, previamente se le asigna un Valor Fitosociológico a cada estrato (Rangel-Ch. y Velázquez 1997).</p> $PS = (AbSp_i E_1 + Ab total E_1) + (AbSp_i E_2 + Ab total E_2) + (AbSp_i E_3 + Ab total E_3) + (AbSp_i E_4 + Ab total E_4)$ <p>Ab: Abundancia absoluta (Número de Individuos por estrato) E1: Estrato arbóreo (Ar) Alturas de 12 a 25 m E2: Estrato arbóreo inferior (ab) Alturas de 5 a 12 m E3: Estrato arbustivo (air) Alturas de 1.5 a 5 m E4: Estrato herbáceo (h) Heights from 0.3 a 1.5 m</p> $PS(\%) = \frac{PS Sp_i}{PS Total} * 100$
Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)	<p>Incluye los parámetros descriptivos de la estructura horizontal y vertical y la regeneración natural, permite conocer la importancia ecológica y el potencial de regeneración de especies (Rangel-Ch. y Velázquez 1997).</p> $IVIA = IVI(\%) + PS(\%) + RN(\%)$ <p>IVI: Índice de Valor de Importancia - PS: Posición Sociológica - RN: Regeneración Natural</p>

son representativas Myrtaceae con diez especies y Rubiaceae con nueve especies. Por otro lado, en la regeneración natural de caño Verde se registraron 113 especies pertenecientes a 76 géneros y 38 familias; las familias más representativas en este sector fueron Rubiaceae con 14 especies, Myrtaceae con diez especies, Fabaceae y Chrysobalanaceae con nueve especies cada una, y Melastomataceae con ocho especies.

En relación con los valores de diversidad alfa, se encontró una mayor diversidad de especies en el sector caño Verde en comparación con el sector caño Charapa. Un valor de índice de Shannon para árboles maduros es de 3,32 (E.E. 0,07, L.I. 3,05 y L.S. 3,33) en caño Verde y 3,29 (E.E. 0,07, L.I. 3,01 y L.S. 3,3) en caño Charapa. En el caso de la regeneración natural, se obtuvo un valor de Shannon de 4,11 (E.E. 0,04, L.I. 3,92 y L.S. 4,04) para caño Verde y 3,56 (E.E. 0,05, L.I. 3,38 y L.S. 3,59) para el sector de caño Charapa.

Composición

Se encontraron diferencias significativas entre los dos sectores en la composición de especies y abundancia, tanto para individuos con un DAP ≥ 10 cm como en la regeneración natural (ANOSIM DAP ≥ 10 cm =; R=0,27 y ANOSIM RN; R=0,0000295), como se observa en la figura 3. Los dos sectores comparten 15 especies con un DAP ≥ 10 cm pero varía significativamente la abundancia de las mismas entre sectores, a excepción de *Richeria grandis* Vahl con 10 individuos en Caño Charapa (C.Ch) y 14 individuos en caño Verde (C.V). Las demás especies compartidas son las palmas *Astrocaryum jauari* Mart. (C.Ch 13 individuos y C.V 2 individuos), *Mauritia flexuosa* L.f. (C. Ch. 1 y C.V. 6), los árboles *Caraipa llanorum* Cuatrec. (C.Ch 7 y C.V 26), *Duroia micrantha* Zarucchi y J. H. Kirkbr. (C. Ch 18 y C.V 1), las demás especies compartidas tienen una abundancia menor a 10 individuos en cada sector y hacen referencia a *Amanoa oblongifolia* Müll. Arg., *Coccoloba mollis* Casar., *Elaeoluma glabrescens* (Mart. y Eichler ex Miq.) Aubrév., *Eschweilera sagotiana* Miers, *Handroanthus barbatus* (E. Mey.) Mattos., *Laetia suaveolens*

(Poepp.) Benth., *Licania mollis* Benth., *Parahancornia oblonga* (Benth. ex Müll.Arg.) Monach., *Pouteria elegans* (A.DC.) Baehni y *Sacoglottis mattogrossensis* Malme.

En caño Verde se registraron 35 especies de árboles con un DAP ≥ 10 cm que no se registraron en caño Charapa, dentro de las cuales se destacan por su abundancia: *Protium* cf. *llanorum* Cuatrec. (19 individuos), *Macrobium angustifolium* (Benth.) Cowan (16 individuos), *Eschweilera* cf. *parvifolia* Mart. ex DC. (15 individuos) y *Virola carinata* (Spruce ex Benth.) Warb. (14 individuos). Mientras que en caño Charapa se registraron 27 especies arbóreas que no se encontraron en caño Verde, destacándose por su abundancia *Campsiandra comosa* Benth. con 20 individuos, las otras 28 especies tenían abundancias menores a 10 individuos.

En relación con la composición de especies en la regeneración natural (DAP < 10 cm), se encontró que en caño Verde hay 83 especies que no se encuentran en caño Charapa, siendo las más abundantes la palma *Mauritia flexuosa* L.f. y las especies arbóreas *Licania longistyla* (Hook.f.) Fritsch y *Protium* cf. *calanense* Cuatrec. En caño Charapa se registraron de forma exclusiva 56 especies en la regeneración natural, en donde las más abundantes son *Quiina* cf. *rhytidopus* Tul., *Duroia micrantha* Zarucchi y J. H. Kirkbr., *Campsiandra comosa* Benth. y *Handroanthus barbatus* (E. Mey.) Mattos.

Estructura

Variables estructurales

En los dos sectores la distribución diamétrica sigue las tendencias de los ecosistemas de bosque natural tropical siguiendo una forma de "j" invertida, en donde más del 60% de los individuos se encuentran la clase diamétrica inicial I en el rango de 10 cm a 20 cm de DAP. En el sector de caño Charapa no se registraron individuos con diámetros superiores a los 70 cm, mientras que en caño Verde el 0,49% supera diámetros de 90 cm (2).

Las especies que registran mayores diámetros en caño Verde son *Caraipa llanorum* Cuatrec., *Parahancornia oblonga* (Benth. ex Müll. Arg.) Monach. y *Caryocar* cf.

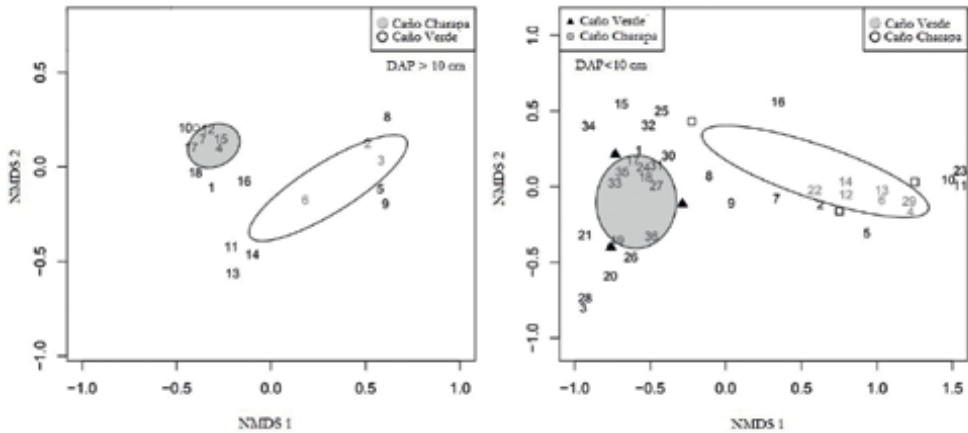


Figura 3. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional-NMDS: a) individuos adultos con DAP > 10 cm; b) regeneración natural (individuos con DAP ≤ 10 cm). Las elipses fueron generadas con un límite de confianza del 95%. Donde en DAP > 10 cm: 1. *Amanoa oblongifolia*, 2. *Astrocaryum jauari*, 3. *Campsiandra comosa*, 4. *Caraipa llanorum*, 5. *Duroia micrantha*, 6. *Elaeoluma glabrescens*, 7. *Eschweilera cf. parvifolia*, 8. *Eugenia cf. lambertiana*, 9. *Licania heteromorpha var. glabra*, 10. *Licania hypoleuca*, 11. *Licania mollis*, 12. *Macrolobium angustifolium*, 13. *Pagamea guianensis*, 14. *Pouteria elegans*, 15. *Protium cf. llanorum*, 16. *Richeria grandis*, 17. *Virola carinata*, 18. *Xylopia cf. emarginata*. Donde en DAP < 10 cm: 1. *Abarema jupunba*, 2. *Astrocaryum jauari*, 3. *Byrsonima cf. crispa*, 4. *Campsiandra comosa*, 5. *Dalbergia inundata*, 6. *Duroia micrantha*, 7. *Endlicheria anomala*, 8. *Eschweilera cf. parvifolia*, 9. *Eugenia chrysophyllum*, 10. *Eugenia flavescens*, 11. *Eugenia sp. 1*, 12. *Eugenia sp. 2*, 13. *Eugenia sp. 3*, 14. *Handroanthus barbatus*, 15. *Himatanthus semilunatu*, 16. *Hirtella racemosa*, 17. *Leopoldinia pulchra*, 18. *Licania cf. alba*, 19. *Licania longistyla*, 20. *Malouetia tamaquarina*, 21. *Mauritia flexuosa*, 22. *Miconia aplostachya*, 23. *Miconia serrulata*, 24. *Montrichardia arborescens*, 25. Morfoespecie 2, 26. *Protium cf. calanense*, 27. *Psychotria capitata*, 28. *Psychotria poeppigiana*, 29. *Quiina cf. rhytidopus*, 30. *Quiina longifolia*, 31. *Tibouchina aspera*, 32. *Tococa coronata*, 33. *Tovomitia cf. weddeliana*, 34. *Virola cf. pavonis*, 35. *Xylopia cf. emarginata*, 36. *Zygia longifolia*.

microcarpum Ducke. Mientras que en caño Charapa las especies arbóreas que alcanzan las mayores alturas son *Eschweilera sagotiana* Miers, *Pouteria elegans* (A. DC.) Baehni, *Swartzia leptopetala* Benth. y *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth.

En relación con la distribución altimétrica el 33,7% de los fustales de caño Verde se encuentran en la clase altimétrica IV con un rango de altura promedio de 8 m a 10 m y un 24,4% en la clase V con alturas que oscilan entre los 10 m y 12 m. Mientras que en el sector de caño Charapa el 26,44% de los árboles están en la clase VI con alturas entre los 12 m y 14 m, un 23,1% en la clase V y un 20,2% en la clase IV (Figura 4).

En caño Verde se encuentra un estrato superior más diverso, en donde las especies de árboles que alcanzan más de 15 m de altura son *Calophyllum brasiliense* Cambess, *Caraipa llanorum* Cuatrec., *Elaeoluma glabrescens* (Mart. y Eichler ex Miq.) Aubrév., *Eschweilera cf. parvifolia* Mart. ex DC.,

Eschweilera sagotiana Miers, *Licania longistyla* (Hook.f.) Fritsch., *Maquira coriacea* (H. Karst.) C.C. Berg, *Protium llanorum* Cuatrec., *Sacoglottis mattogrossensis* Malme, *Virola carinata* (Spruce ex Benth.) Warb., *Vochysia ferruginea* Mart., *Xylopia cf. emarginata* Mart.; y las palmas *Euterpe precatória* Mart., y *Mauritia flexuosa* L.f.

Por el contrario, en caño Charapa solo cinco especies dominan el estrato arbóreo superior con alturas mayores a 15 m, que son: *Caraipa llanorum* Cuatrec., *Parahancornia oblonga* (Benth. ex Müll. Arg.) Monach, *Sacoglottis mattogrossensis* Malme., *Amanoa oblongifolia* Müll. Arg. y *Eschweilera sagotiana* Miers.

Biomasa

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de biomasa por hectárea. En el sector de caño Verde se registró la mayor biomasa por ha con 194,11 Mg/ha

en comparación con caño Charapa donde se registraron 134,5 Mg/ha. En la figura 5 se muestra la variación de los valores de biomasa registrados por cada unidad muestral de 0,1 ha.

En caño Charapa los mayores aportes a la biomasa son por parte de las Fabaceas: chico (*Campsiandra comosa* Benth.) y el congrió macho (*Swartzia leptopetala* Benth.), lo cual se debe a las altas densidades de su madera (0,8 g cm⁻³) y los diámetros de sus individuos. Por el contrario, los aportes en caño Verde están dados por individuos con grandes diámetros y alturas de las especies *Caraipa llanorum* Cuatrec., *Parahancornia oblon-*

ga (Benth. ex Müll.Arg.) Monach., *Licania longistyla* (Hook.f.) Fritsch y *Caryocar* cf. *microcarpum* Ducke, aunque estas tengan densidades menores a 0,6 g cm⁻³.

En caño Verde se encuentra la especie con mayor densidad de madera (0,9 g cm⁻³), *Bowdichia virgilioides* Kunth, lo cual influye también en los aportes de biomasa de la comunidad arbórea. Las especies con menor densidad de madera (<0,5 g cm⁻³) en caño Charapa son *Croton cuneatus* Klotzsch (1 ind), *Endlicheria anomala* (Nees) Mez (3 ind) y *Diospyros* cf. *cayennensis* A. DC. (1 ind); y en caño Verde son *Vochysia ferruginea* Mart. (2 ind), *Hevea* sp. (2 ind) y *Aniba megaphylla* Mez (1 ind).

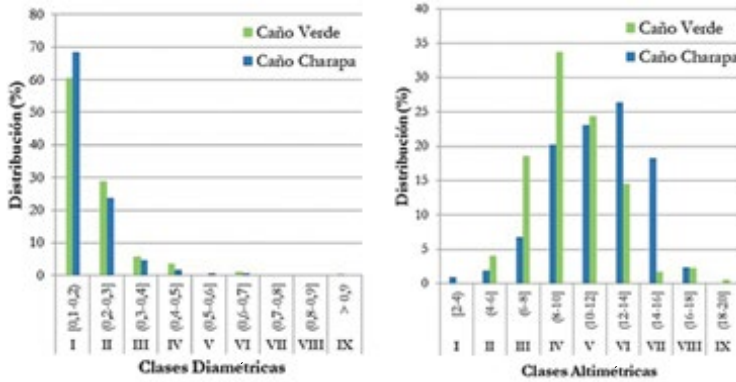


Figura 4. Distribución diamétrica y altimétrica.

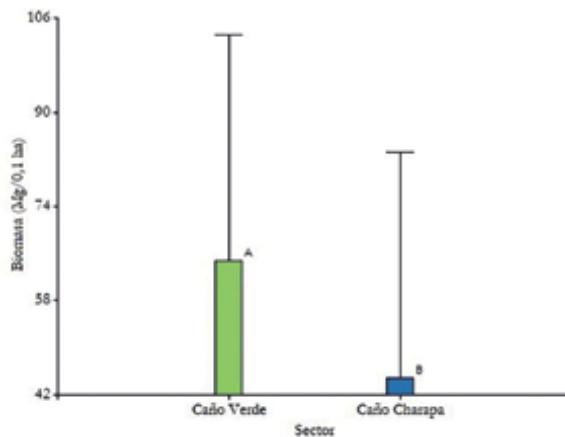


Figura 5. Valores de biomasa por sectores expresada en Megagramos por Unidad de Muestreo.

Estructura vertical

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

En caño Verde las especies con mayor IVIA son *Caraipa llanorum* (34,7%) y *Parahancornia oblonga* (29,9%), debido a su alto Índice de Valor de Importancia, que en el caso de *C. llanorum* se debe a la alta abundancia y frecuencia de sus individuos en el sector, mientras que *P. oblonga* es menos abundante pero sus individuos arbóreos tienen mayor área basal. En cuando a la regeneración natural las especies con mayor valor de este índice (RN%) dada su abundancia de individuos son la palma *Leopoldinia pulchra* Mart. (14,1%) y las especies arbóreas *Abarema jupunba* (Willd.) Britton y Killip. (6,8%), *Xylopia cf. amazonica* R.E.Fr. (5,1%) y *Protium cf. calanense* Cuatrec. (4,1%).

Las especies con mayor IVIA en caño Charapa son la palma *Astrocaryum jauari* (45,9%) debido a su alta representación en el IVI (17,8%), en el índice de regeneración natural (10,7%) y su presencia en todas las categorías de tamaño evaluadas de fustales y regeneración natural con un valor del IPS de 17,4%. También se destacan en el IVIA las

especies arbóreas *Duroia micrantha* (36,1%) y *Campsiandra comosa* (35,1%), que tienen alta representatividad en el IVI por sus abundancias y valores de área basal (Figura 6).

DISCUSIÓN

Las especies forestales y palmas de estos bosques inundables pueden tener adaptaciones similares para mantenerse durante largos períodos bajo una inmersión parcial o total, pero se observa que hay diferencias significativas en la composición y estructura de estos bosques de acuerdo con las propiedades de los ríos relacionados, es decir, entre los bosques asociados a aguas claras como caño Verde y los asociados a aguas mixtas como caño Charapa.

En el caso en caño Charapa que se encuentra asociado a un río de aguas mixtas y de gran tamaño como el Orinoco, la especie con mayor IVIA es la palma *Astrocaryum jauari* (macanilla), una especie muy común en las llanuras aluviales de aguas negras del Amazonas ya que logra establecerse a lo largo de todo el gradiente de inundación, tolerando inundaciones de hasta 340 días

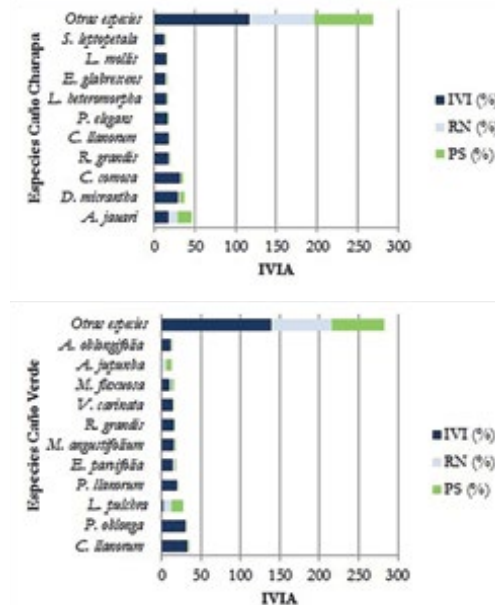


Figura 6. Índice de valor de importancia ampliado.

(Piedade *et al.* 2006); dadas estas características de distribución se considera que es una especie muy importante para la nutrición de los peces en las llanuras aluviales (Piedade *et al.* 2006). Si bien la macanilla, es una especie que está adaptada anatómicamente y fisiológicamente a condiciones hipóxicas, una de las razones por las cuales esta especie no es tan abundante en bosques asociados a aguas blancas y claras, es que su producción de oxígeno fotosintético disminuye a menos del 10% en estas aguas, mientras que las plantas sumergidas en aguas negras disminuye a menos del 30% (Schluter *et al.* 2013). Así mismo, se ha encontrado que el contenido total de clorofila de las plantas de macanilla sumergidas en aguas negras disminuye relativamente poco en el período de inundación, permaneciendo en el mismo rango que la fase terrestre, caso contrario a lo que pasa en aguas blancas (Schluter *et al.* 2013), esto indica que esta palma puede mantener mejor su proceso de fotosíntesis en aguas negras pero no mantiene la misma eficiencia en aguas blancas, lo cual pone en riesgo su crecimiento y desarrollo.

El saladillo rojo (*Caraipa llanorum*), es la especie con mayor IVI en caño Verde y es una de las más abundantes en caño Charapa, lo cual se explica a la baja mortalidad de individuos maduros (Tabares 2001), dada su inversión en estructuras de defensa como maderas densas y cortezas gruesas, por lo cual suele ser una especie dominante en los bosques inundables inmersos en la matriz de sabana de la Orinoquia (Jáuregui y Torres 2014).

En caño Charapa, el saladillo rojo se encuentra asociado a la especie arbórea *Duroia micrantha*, lo cual coincide con los encontrados en Venezuela en localidades anegadas donde la lámina de agua alcanza más de 1 m de altura durante la mayor parte del año y en donde es común esta asociación (Montes *et al.* 2013). Por otro lado, una de las razones que puede explicar una mayor abundancia de individuos adultos de saladillo rojo en caño Verde, es que esta franja de bosques es más delgada con un ancho promedio de 100 m en comparación que los de caño Charapa que alcanzan los 300 m, y

de acuerdo a lo reportado por (Tabares 2001), esta especie es más abundante en áreas de bosque que están más cerca de la sabana. En ambos sectores hay una baja cantidad de juveniles de *Caraipa llanorum* y eso se puede explicar por lo propuesto por Tabares (2001), quien relaciona que esta especie tiene una estructura demográfica Tipo B, es decir, es una especie frecuente en la comunidad pero sus plántulas son débilmente competidoras, por ello aunque tiene una exitosa regeneración porque sus plántulas pueden persistir bajo condiciones de luz mínimas que ofrece el desarrollo, muy pocas plántulas sobreviven dada su pobre competitividad. Frente a esta especie, se comprobó en este estudio que el tipo de aguas a la cual se encuentra asociado el bosque no restringe la presencia de esta especie a un lugar.

Respecto a la estructura de los dos tipos de bosques analizados, se encontró que tienen la distribución diamétrica característica de bosques naturales, y que se pueden diferenciar estratos según las alturas de los individuos arbóreos y palmas, así como la distribución de las especies en las diferentes categorías de tamaño (fustales, latizales, brinzales y renuevos). Se registraron altos valores de biomasa en los bosques inundables de la reserva analizados. En términos generales los bosques húmedos tropicales de tierra firme registran mayores valores de biomasa que los bosques de galería, por ejemplo, para bosques húmedos tropicales de Venezuela se han reportado valores de biomasa de 358 Mg/ha, en Brasil de 285 Mg/ha y en Panamá de 269 Mg/ha (Houghton *et al.* 2001), mientras que para bosques de galería de Brasil se han reportado valores que varían entre 127 a 144 Mg/ha (Houghton *et al.* 2001).

De acuerdo con Galindo *et al.* (2011), en la región de la Orinoquia colombiana se concentran los menores valores de biomasa y stocks de carbono en el país asociados a bosques de galería de los principales ríos andinos y a las áreas inundables del occidente del departamento de Arauca, con un valor de 81 Mg/ha. Mientras que el mayor valor se registra en la Amazonia con 137 Mg/ha. En relación a la zona de vida para Bosques

Húmedos Tropicales de Colombia se reportan valores de 131,87 Mg/ha siendo los bosques que reportan mayores valores para el país (Galindo *et al.* 2011). En este estudio de caso se registraron valores de biomasa para caño Verde de 194,11 Mg/ha y para caño Charapa de 134, 50 Mg/ha, valores que están encima del promedio registrado para el país (Galindo *et al.* 2011) siendo el valor de caño Charapa similar a los valores registrados para bosques de galería del Amazonas en el Brasil (Houghton *et al.* 2001) y los de caño verde superiores a los reportados para bosques de galería de Brasil pero inferiores a los reportados para bosques húmedos tropicales de Venezuela, Brasil y Panamá.

Con base en la composición de especies, la distribución de variables estructurales de diámetro y altura, la estructura vertical representada en el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) y los valores de biomasa se puede concluir que estos bosques se encuentran en un buen estado de conservación siendo un indicador directo de su resiliencia.

De acuerdo a Meza-Elizalde y Armenteras (2018), en bosques húmedos tropicales que se caracterizan por ser multiestratificados, cuando hay una simplificación estructural asociada a una baja densidad de individuos ($DAP \geq 10$ cm) en el estrato superior arbóreo, una disminución de la diversidad de especies y de individuos en todos los estratos, y una mayor abundancia de especies generalistas con una alta densidad de individuos con troncos más delgados y maderas de menor densidad, se puede hablar de un estado de degradación. En los bosques inundables caño Charapa y caño Verde se identificó una situación contraria a un estado de degradación, dado que no se evidenció una reducción de la complejidad estructural, y se encontró que el 80% de los árboles tienen una densidad de la madera superior a $0,6 \text{ g cm}^{-3}$. Esto aumenta el tiempo de residencia del carbono en la madera en comparación con bosques degradados en donde es menor el tiempo de residencia del carbono afectando procesos ecológicos como, por ejemplo, el flujo de carbono del suelo (Barros y Fearnside 2016, Romero-Torres y Varela 2014).

AMENAZAS, CONSERVACIÓN, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS

Amenazas actuales y potenciales

Considerando que en la RNB por su carácter de manejo para la conservación no se hace la extracción de productos forestales, los bosques de galería no tienen una amenaza potencial en la cual se vean disminuidas las poblaciones de sus diferentes especies a causa de la extracción insostenible. Sin embargo, considerando que en general la región de la Orinoquia es la que presenta la mayor extensión de área quemada (Armenteras *et al.* 2009), es muy probable que, bajo escenarios de aumento de las temperaturas y un aumento de la frecuencia de incendios, se vean afectados estos bosques, los cuales son sensibles al fuego y por ende los incendios pueden tener un gran impacto sobre ellos (Armenteras *et al.* 2011). De acuerdo con el Ideam (2019), el departamento de Vichada se mantiene en alerta roja por amenaza de incendios durante la temporada seca comprendida entre diciembre e inicios de abril. Así mismo, a pesar de las altas temperaturas registradas en el país en el primer semestre del 2019, el Vichada es uno de los tres departamentos que presentan más incendios forestales que afectan grandes extensiones de bosques en áreas de importancia ecológica y cultural como lo son el Parque Nacional Natural El Tuparro.

Iniciativas sobre conservación y monitoreo

Con base en la amenaza recurrente a incendios forestales que se presenta en la RNB y en general en la región, el Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas (ECOLMOD) de la Universidad Nacional de Colombia, avanza actualmente en: a) caracterización de los patrones espaciales y temporales de los fuegos en la reserva, b) impactos de los incendios forestales pasados en la composición, estructura y funcionalidad de los bosques de galería, c) identificación de las especies forestales sensibles y tolerantes al fuego, d) respuesta funcional de diferentes especies arbóreas

que les confieran tolerancia al fuego, e) cambios en las cargas de combustible de los bosques de galería que han sido afectados por fuegos y f) inflamabilidad de las especies de la transición sabana-bosque de galería.

Recomendaciones para la conservación

Considerando la amenaza recurrente de incendios sobre los bosques de galería en la RNB, es necesario diseñar estrategias de conservación, que no solo involucren la superficie del área boscosa como un factor que afecta la conservación de la diversidad al interior del relicto, sino que también tengan en cuenta la profundidad de los efectos

generados por los fuegos, de forma tal que se construyan criterios que permitan lograr estrategias específicas de manejo tendientes a la prevención y reducción de incendios forestales en estas áreas. Se espera que las investigaciones adelantadas por ECOLMOD permitan conocer los impactos de los incendios sobre las comunidades vegetales de los bosques de galería del Vichada y los efectos que esto tiene sobre los procesos ecosistémicos, aportando información que permita identificar el estado actual de conservación de estos bosques y que apoye el desarrollo de indicadores ambientales que permitan avanzar en la conservación y restauración de las áreas afectadas por fuego.

BIBLIOGRAFÍA

- Armenteras, D., M. Romero y G. Galindo. 2005. Vegetation fire in the savannas of The Llanos Orientales of Colombia. *World Resource Review* 174: 531-543.
- Armenteras, D., N. Rodríguez y J. Retana. 2009. Are conservation strategies effective in avoiding the deforestation of the Colombian Guyana Shield? *Biological Conservation* 142: 1411-19.
- Armenteras, D., N. Rodríguez, J. Retana y M. Morales. 2011. Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change* 11 (3): 693-705.
- Armenteras, D., T. M. González, M. Meza, J. P. Ramírez-Delgado, E. Cabrera, G. Galindo y A. Yepes (Eds.). 2018. Causas de degradación forestal en Colombia: una primera aproximación. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM, Programa ONU-REDD. Bogotá, D. C., Colombia. 105 pp.
- Barros, H. S. y P. M. Fearnside. 2016. Soil carbon stock changes due to edge effects in central Amazon forest fragments. *Forest Ecology and Management* 379: 30-36.
- Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14: 58-67.
- Chave, J., M. RéjouMéchain, A. Búrquez, E. Chidumayo, M. S. Colgan, W. B. Delitti, Á. Duque, T. Eid, P. M. Fearnside, R. C. Goodman, M. Henry, A. Martínez-Yrizar, W. A. Mugasha, H. C. Muller-Landau, M. Mencuccini, B. W. Nelson, A. Ngomanda, E. M. Nogueira, E. Ortiz-Malavassi, R. Péliissier, P. Ploton, C. M. Ryan, J. G. Saldarriaga y G. Vieilledent. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20 (10): 3177-3190. doi: 10.1111/gcb.12629
- Fajardo, A., E. Veneklaas, S. Obregón y N. Beaulieu. 2000. Los bosques de galería. Guía para su apreciación y su conservación. *Centro Internacional de Agricultura Tropical* 49-58.
- IDEAM. 2019. Comunicado Especial N° 001 Probabilidad de incendios de la cobertura vegetal en las regiones Caribe y Orinoquia. Miércoles 27 de febrero de 2019. Hora 14:00 HLC.

- IGAC. 2014. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Vichada. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D. C., Colombia. 388 pp
- Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, M. Córdoba, F. Castro, C. Alcázar, H. García y A. Ariza. 2010. Flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco. Pp. 126-195. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *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 de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.
- Galindo, G. A., E. Cabrera, D. M. Vargas, H. R. Pabón, K. R. Cabrera, A. P. Yepes, J. F. Phillips, D. A. Navarrete, A. J. Duque, M. C. García y M. F. Ordoñez. 2011. Estimación de la Biomasa Aérea usando datos de campo e información de sensores remotos. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 52 pp.
- Hernández, J. y H. Sánchez. 1992. Biomasa terrestres de Colombia. Pp. 153-173. *En*: Halffter, G. (Comp.), *La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Volumen Especial. *Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie*.
- Houghton, R. A., K. T. Lawrence, J. L. Hackler y S. Brown. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: A comparison of estimates. *Global Change Biology* 77:731-746. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2001.00426.x>
- Jáuregui, D. y S. Torres. 2014. Anatomía de la lámina foliar de especies arbóreas predominantes en la estación experimental Nicolásito, estado Guárico, Venezuela. *Saber* 26: 373-384.
- Lasso, C. A. 2004. Los peces de la Estación Biológica El Frío y caño Guaritico (estado Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa Hombre y Biosfera-Red IberoMaB de la UNESCO. Número 5 (enero 2004). Sevilla. 458 pp
- Lasso, C. A. 2014. Tipología de aguas (blancas, claras y negras) y su relación con la identificación y caracterización de los humedales de la Orinoquia. Pp. 50-61. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.), *XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela)*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Maldonado, M. L., D. A. Rodríguez, E. Guízar, J. Velázquez y S. Nández. 2009. Reducción en riqueza de especies arbóreas por incendios en la Reserva Selva El Ocote, Chiapas. *Ciencia Forestal En México* 34: 127-148.
- Meza-Elizalde, M. y D. Armenteras. 2018. Uso del suelo y estructura de la vegetación en paisajes fragmentados en la Amazonia (Colombia). *Colombia Forestal* 21: 205-223.
- Mijares, F. J., G. A. Aymard y N. Pérez-Buitrago. 2017. Nuevos registros para la flora vascular de Colombia presentes en la Orinoquia y reseña histórica de las expediciones botánicas a la región. *Biota Colombiana* 18: 72-87.
- Montes, R., J. San-José y G. Aymard. 2013. Altiplanicie de mesa y planicie eólica del Parque Nacional Aguaro-Uariquito, Estado Guárico, Venezuela. *Caldasia* 35 (2): 219-240.
- Nóbrega, R. L. B., T. Ziembowicz, G. N. Torres, A. C. Guzha, R. S. S. Amorim, D. Cardoso y G. Gerold. 2020. Ecosystem services of a functionally diverse riparian zone in the Amazon-Cerrado agricultural frontier. *Global Ecology and Conservation* 21: 1-14.
- Núñez-Avellaneda, A., M. I. Castro, G. Mestre y L. Lozano. 2019. Ámbito Investigativo Los bosques de galería conectores de vida Gelys Mestre. *Ámbito Investigativo* 4: 1-8.
- Parra-O., C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 28: 165-177.
- Piedade, M. T. F., P. Parolin, W. J. Junk, M. Limnology, T. Ecology y P. O. Box. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* Arecaceae in

- Amazonian black water floodplains. *Revista de Biología Tropical* 54: 1171-1178.
- Rangel-Ch., J. O. y A. Garzón. 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del parque regional Ucumari. Pp. 59-84. *En*: Rangel-Ch. (Ed.), *Ucumari: un caso típico de la diversidad biótica andina*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Pereira, Colombia.
- Rangel-Ch., J. O y A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. *En*: Rangel-Ch. J.O (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica II*. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Ideam. Bogotá, D. C., Colombia.
- Robinne, F. N., J. Burns, P. Kant, B. de Groot, M. D. Flannigan, M. Kleine y D. M. Wotton (Eds.). 2018. Global fire challenges in a warming world. International Union of Forest Research Organizations IUFRO. Occasional Paper No. 32. Vienna. 60 pp.
- Romero-Duque, L. P., F. Castro-Lima y A. Rentería-Mosquera. 2018. Contribución al conocimiento de la vegetación de las sabanas de Casanare (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 21 (1): 197-205.
- Romero-Torres, M. y A. Varela. 2014. Edge effect on the decomposition process of leaf litter in cloud forest edge effect on the decomposition process of leaf litter in cloud forest. *Acta Biológica Colombiana* 16: 155-174.
- Romero-Ruiz, M., S. Flantua, K. Tansey y J. Berrio. 2012. Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. *Applied Geography* 32: 766-776.
- Schluter, U. B., B. Furch, C. A. Joly, U. B. Schiuter y C. A. Joly. 2013. Physiological and Anatomical Adaptations by Young *Astrocaryum jauari* Mart . Areaceae in by Young Adaptations Physiological and Anatomical Areaceae in Periodically *Astrocaryum jauari* Mart . *Inundated Biotopes of Central Amazonia* 254: 384-396.
- Tabares, M. Q. 2001. Distribución espacial de *Caraipa llanorum*, *Xylopia ligustrifolia* y *Calophyllum brasiliense*, teniendo en cuenta su comportamiento demográfico y heterogeneidad ambiental en un bosque aluvial del río Yucao (Meta). Tesis de pregrado, Facultad de Estudios Rurales y Ambientales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 115 pp.
- Tadri, G. J. 2011. Vegetación vascular de la Reserva Natural Bojonawi Vichada, Colombia. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Basicas, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 89 pp.
- Treviño-Garza, E., C. Cazazos y O. Aguirre. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7: 13-25.
- Veneklaas, E., A. Fajardo, S. Obregon y J. Lozano. 2005. Gallery forest types and their environmental correlates in a Colombian savanna landscape. *Ecography* 28: 236-252.



Fruto de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*). Foto: Monica A. Morales-Betancourt

PLANTAS ÚTILES DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI (ESCUDO GUAYANÉS), ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Mauricio Diazgranados y Natalia Moreno-Pachón

Resumen. Como parte de la Reserva de la Biósfera El Tuparro, la Reserva Natural Bojonawi preserva un recurso florístico muy importante, muy cerca al centro poblado más importante de la región. Con el objetivo de identificar las principales plantas usadas por los habitantes locales (colonos e indígenas) de los alrededores de la Reserva, se adelantó un estudio etnobotánico, con la ayuda de nueve personas (dos sabedores indígenas Sikuaní y siete llaneros). Se realizaron tres tipos de entrevistas (en casa, en campo con predominio del acompañante y en campo con predominio del colector). En total se reportaron 223 usos para 125 especies de plantas, agrupados en 14 categorías de uso. Las familias con más especies útiles reportadas fueron Fabaceae (17 sp.), Myrtaceae (6), Arecaceae (5), Euphorbiaceae (5) y Clusiaceae (5). Las categorías de uso con más especies fueron medicinal (49 especies), construcción (37), alimento para fauna (33) y para humanos (33), artesanías (15) y madera de leña (15). Los usos reportados evidencian un sincretismo cultural, representado en el uso habitual de diversas plantas exóticas y nativas. A partir de la información recopilada, se evidencia un gran potencial bioeconómico de muchas plantas nativas, en renglones como la culinaria o la medicina, y se proponen algunas recomendaciones.

Palabras clave. Alimentos, bioeconomía, construcción, etnobotánica, medicina.

Abstract. As part of the El Tuparro Biosphere Reserve, Bojonawi Natural Reserve preserves a very important floristic resource, very close to the most important population center in the region. In order to identify the main plants used by the local inhabitants (colonists and indigenous people) around the reserve, an ethnobotanical study was carried out with the help of nine people (two indigenous Sikuaní and seven llaneros). Three types of interviews were conducted (at home, in the field with a predominance of the accompanying person, and in the field with a predominance of the collector). A total of 223 uses were reported for 125 plant species, grouped into 14 use categories. The families with the most useful species reported were Fabaceae (17), Myrtaceae (6), Arecaceae (5), Euphorbiaceae (5) and Clusiaceae (5). The categories of use with the most species were medicinal (49 species), construction (37), food for fauna (33) and humans (33), handicrafts (15), and firewood (15). The reported uses show a cultural syncretism, represented in the habitual use of diverse exotic

Diazgranados, M. y N. Moreno-Pachón. 2020. Plantas útiles de la Reserva Natural Bojonawi (Escudo Guayanés), Orinoquia, Vichada, Colombia. Pp. 505-531. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII20

and native plants. Based on the information gathered, a great bioeconomic potential of many native plants is evident, in areas such as culinary and medicine, and some recommendations are proposed.

Keywords. Bioeconomics, construction, ethnobotany, food, medicine.

INTRODUCCIÓN

Las plantas son esenciales para el bienestar humano, ya que respaldan servicios ecosistémicos importantes que son componentes críticos del Capital Natural. Las plantas suministran alimentos, medicinas, fibra, combustible y materiales de construcción, y brindan un amplio espectro de beneficios a la sociedad, ofreciendo soluciones vitales para algunos de los principales desafíos del mundo, incluida la bioenergía, la salud humana y animal, la nutrición, la resistencia microbiana, la biotecnología industrial, y biología sintética (Diazgranados *et al.* 2020). A nivel local, el conocimiento sobre el uso de las plantas permite no solo apreciar la importancia de la biodiversidad para la subsistencia de las comunidades, sino también entender la integración entre cultura, ambiente e historia.

Potencialmente todas las plantas pueden tener alguna utilidad. Sin embargo, si el uso de la planta no ha sido aún documentado ni se tiene conocimiento de que se use o se haya usado, no se considera una “planta útil”. En este contexto, esa connotación se refiere a una especie de planta para la cual se pueden documentar e informar los usos llevados a cabo por personas, siendo un concepto inevitablemente antropocéntrico. Estos usos pueden ser directos (por ejemplo, alimenticios, medicinales o culturales) o indirectos (por ejemplo, contribuciones a los servicios ambientales). Una planta útil puede ser una planta silvestre, una maleza o un cultivo. Sus usos se pueden informar en diferentes períodos (desde la prehistoria hasta la época contemporánea), escalas (de lo local a lo global, por individuos o sociedades) y niveles económicos (desde el beneficio global hasta los usos tradicionales). En conclusión, todas las plantas se pueden usar, pero las plantas útiles son solo aquellas para

las cuales el uso por los humanos es medible y se puede informar (Diazgranados *et al.* 2020).

La región de la Orinoquia colombiana presenta una magnífica diversidad de ecosistemas y especies de plantas, además de una riqueza cultural extraordinaria y única. Si se tiene en cuenta que cerca del 35% de las plantas de la región son endémicas (Fernández *et al.* 2010), el conocimiento sobre su uso y conservación adquiere gran relevancia. La Reserva Natural Privada Bojonawi-RNB, ofrece una oportunidad muy valiosa para entender estas relaciones, por su cercanía al centro poblado más importante de la región -la ciudad de Puerto Carreño-, lo cual sugiere una historia de presencia de comunidades en el área, pero también como parte integral del Corredor del Bitá y de la Reserva de la Biósfera El Tuparro, albergando una diversidad de ecosistemas y especies sobresaliente en la región.

Por otro lado, si bien existen varios estudios sobre la flora de la Orinoquia, del Tuparro y su área de influencia (Barbosa 1992, Berry *et al.* 2003, Boggan *et al.* 1997, Camaripano-Venero y Castillo 2003, IGAC 1985, 1999, Morales y Castillo 2005, Prance y Macedo 1978, Steyermark *et al.* 1998, 1999, 2001, Svenning 1999, Vincelli 1980, 1981), existen aún muchos vacíos de conocimiento. Si bien se han adelantado numerosos estudios de vegetación y flora de la región en la última década, aún existen vacíos significativos y comparativamente la zona tiene niveles de conocimiento bajos a muy bajos (Fernández *et al.* 2010). Algunos trabajos clásicos reportan los usos de las plantas de la región (p. e. Acero 2005, Bernal y Correa 1991, 1994, García 1975, Romero 1991), pero aún queda mucho por conocer, sobre todo acerca del conocimiento tradicional de las comunidades indígenas presentes en el área. Más recientemente, como parte de este libro, Córdoba-S. y Tadri-Zoche (2020) hacen

alusión también a este tema de las plantas útiles. Así, con el objetivo de identificar las principales plantas usadas por los habitantes locales (colonos e indígenas) de los alrededores de la RNB, se adelantó una caracterización florística en detalle, acompañada de un estudio etnobotánico, en el que se describieron los usos de las plantas y otras particularidades. El presente capítulo menciona las principales especies reportadas, con anotaciones sobre sus usos y potencialidades.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio se restringió a la RNB, localizada en el municipio de Puerto Carreño, departamento de Vichada, Orinoquia colombiana. La reserva abarca una extensión de 4.680 hectáreas, con elevaciones que varían entre 75 y 130 m. Cumple con una función muy importante garantizando la conectividad del corredor de conservación biológica de ese sector hasta el Parque Nacional Natural El Tuparro. En el Capítulo 1 del Área de estudio se detallan diferentes aspectos sobre la Reserva y en el Capítulo 3, se describe en detalle la flora y sus hábitats.

Estudio etnobotánico

El trabajo se llevó a cabo con la participación de las comunidades indígenas (Sikuani) y llaneras. Se trabajó con nueve personas (dos sabedores indígenas y siete llaneros), y el trabajo en campo con cada acompañante tuvo una duración de tres días. La metodología utilizada se basó en la empleada por Cadena *et al.* (2007), con tres tipos de entrevistas:

En casa: antes de comenzar el trabajo con cada uno de los acompañantes de campo, se realizó una charla de introducción en la que se obtuvo una breve biografía del acompañante, que incluía lugar y fecha de nacimiento, comunidad a la que pertenecía, papel en dicha comunidad, actividades laborales realizadas en los últimos años y actualmente, y explicación de cómo aprendieron sobre las plantas útiles que conocían. Adicionalmente se listaron todas las plantas

reportadas por ellos como útiles y se categorizaron de acuerdo con su uso.

En campo con predominio del acompañante: por cada unidad de cobertura vegetal recorrida, el acompañante de campo identificó las plantas útiles que conocía y describió su forma de uso.

En campo con predominio del colector: teniendo en cuenta el listado previo que se elaboró con cada acompañante en la entrevista en casa, se les pidió buscar especies de interés que hasta el momento no se hubieran encontrado. Adicionalmente, se les preguntó por el uso de las plantas que, aunque ellos aparentemente no señalaron como útiles, eran de interés una vez se observaron en campo.

En todos los casos se preguntó a los acompañantes por los usos, las partes usadas de las plantas, las preparaciones, las características ecológicas y los nombres comunes o vernáculos con los que los habitantes de la zona conocen a la planta. La información de usos se constató en lo posible con la revisión posterior de la literatura.

Caracterización botánica

Con la colaboración de estudiantes de Biología de la Universidad Javeriana, se adelantó un inventario florístico extensivo de la zona. Se siguió un protocolo estándar de colectas botánicas (Villarreal *et al.* 2004), buscando en lo posible coleccionar muestras fértiles (con flor y/o fruto). Se coleccionaron tres muestras de cada ejemplar, se tomó la información botánica necesaria, se fijó y preservó el material *in situ* con etanol al 70%, formol al 10% o solución FAA, según el tipo de material, y finalmente se secaron las muestras en el horno del Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ), a una temperatura de 60 °C durante tres días. Todas las plantas con usos reportados fueron colectadas para verificar su identificación, incluyendo con frecuencias las partes usadas (por ejemplo, un trozo de la corteza), y se realizó un amplio registro fotográfico. Cada exsiccado se etiquetó y las muestras se depositaron en los herbarios HPUJ, Herbario del Instituto Sinchi (COAH), Herbario de la Universidad

de los Llanos (LLANOS) y Herbario Nacional Colombiano (COL).

Las determinaciones taxonómicas se hicieron *in situ* y en las instalaciones de los herbarios HPUJ, COAH y LLANOS, con claves publicadas en obras de Barbosa (1992), Bernal (1986), Gentry (1996), Henderson *et al.* (1995), Mendoza *et al.* (2004), Quiñónez (2001), Steyemark *et al.* (1998, 1999, 2001), Steyemark y Huber (1978) y Vásquez (1997), entre otros, y con la ayuda de especialistas como Francisco Castro de LLANOS. La taxonomía de los nombres científicos se basó en la clasificación de ColPlantA (<http://colplanta.org/>; Diazgranados *et al.* (2019).

Categorización de usos de las plantas

Los usos reportados para las plantas se agruparon en 14 categorías de uso:

1. **Alimento de fauna (AF):** plantas usadas para alimentar especies forrajeadoras y en algunos casos para la fauna silvestre.
2. **Alimento humano (AH):** plantas cultivadas y silvestres que el hombre consume; generalmente se refiere a frutos.
3. **Artesanía (AR):** plantas de que alguna manera son utilizadas para decorar o elaborar artefactos artesanales, como semillas, maderas para talla, fibras para cestería, tallos huecos y recipientes.
4. **Colorantes (CO):** plantas que se usan para extraer tintes naturales.
5. **Construcción (CS):** plantas que se utilizan en la construcción de ranchos, cercas muertas, muebles, canoas, casas, e infraestructura de las comunidades.
6. **Curtiembre (CU):** plantas que debido a la cantidad de taninos que contienen, son utilizadas por los habitantes de la zona para curtir (ablandar) los cueros.
7. **Insecticida (IN):** plantas que al aplicarlas o prepararlas de cierta manera ofrecen un efecto repelente contra insectos.
8. **Folclórico (FO):** plantas que son usadas en los ritos, mitos, creencias, ceremonias, fiestas y demás actividades que hacen parte de la cultura de cada grupo étnico.
9. **Madera de leña (LE):** plantas cuya madera se utiliza como dendroenergía o combustible doméstico, ya sea para prender fogones, hogueras, etc.
10. **Medicinal (ME):** plantas utilizadas para prevenir y curar enfermedades.
11. **Ornamental (OR):** plantas que por su belleza son sembradas o trasplantadas para adornar o decorar, y son consideradas como parte fundamental para el ornato del paisaje.
12. **Psicoactivo (PS):** plantas que actúan sobre el sistema nervioso, incrementando la capacidad motora y sensorial.
13. **Sombrío (SO):** plantas que generalmente se siembran en los alrededores de las casas, parques y avenidas con el fin de obtener buena sombra.
14. **Tóxicas (TO):** plantas que al ser consumidas tanto por el hombre como por la fauna producen efectos nocivos que podrían llegar a ser mortales, y a veces se usan como venenos.

RESULTADOS

Plantas útiles características de la Reserva Natural Bojonawi

Se reportan 223 usos para 125 especies de plantas que se encuentran en la RNB. Este número no corresponde al número total de plantas útiles presentes, sino a las especies reconocidas por los acompañantes consultados a través de las encuestas en casa y en campo. Once de las plantas tuvieron que ser descartadas, porque presentaban información conflictiva o no pudieron asignarse a un taxón específico. Las 114 especies restantes se agrupan en 23 órdenes, 49 familias y 99 géneros. Las familias con más especies útiles reportadas fueron Fabaceae (17),

Myrtaceae (6), Arecaceae (5), Euphorbiaceae (5) y Clusiaceae (5). *Psidium* con tres especies, fue el género más diverso. Diez géneros reportan dos especies (*Licania*, *Macrobium*, *Bixa*, *Xylopia*, *Coccoloba*, *Mabea*, *Costus*, *Ocotea* y *Myrcia*), y el resto solo una.

En cuanto a los usos, se destacan por su riqueza de especies las categorías medicinal (49 sp.), construcción (37), alimento para fauna (33), alimento para humanos (33), artesanías (15) y madera de leña (15) (Figura 1). Muchas especies reportan más de un uso, siendo el caruto (*Genipa americana* L.), la que tiene reportados usos en más categorías (cinco). En el anexo 1 se mencionan los usos de las especies más representativas, mencionadas en el texto.

A continuación, se mencionan ejemplos de usos de plantas, reportados por los acompañantes durante el presente trabajo etnobotánico. No se describen todos los usos encontrados ni todas las especies, lo cual es fruto de una publicación independiente y no del presente capítulo. Se incluyen en el anexo 2, fotografías de algunas de las especies representativas para su identificación.

Alimento humano

Un gran número de las especies reportadas tienen potencial para promover la bioeconomía local por su uso para consumo humano. Por ejemplo, los frutos rojos y jugosos del arizo (*Coccoloba ovata* Benth.), pueden ser usados en la industria culinaria, y de hecho un chef de Puerto Carreño elabora como plato especial “palometa en salsa de Arizo”. Las semillas del chigo (*Campsiandra comosa* Benth.) se pueden usar para hacer arepas y coladas. Los frutos maduros del anón (*Annona squamosa* L.) se usan localmente para hacer postres, jugos, helados o para consumo directo. Las semillas tostadas de la brusca (*Senna occidentalis* (L.) Link) se usan para rendir el café en proporción 1:1, o incluso como reemplazo del café.

Muchas otras plantas proveen frutos que son comercializados y/o consumidos por las personas de manera local. Algunos ejemplos de estas plantas son: caimillo (*Pouteria elegans* (A. DC.) Baehni), cardo (*Cereus fernambucensis* Lem.), carutillo (*Duroia micrantha* (Ladbr.) Zarucchi y J.H.Kirkbr.), caruto (*Genipa americana* L.), chaparro manteco (*Byrsonima crassifolia* Kunth),

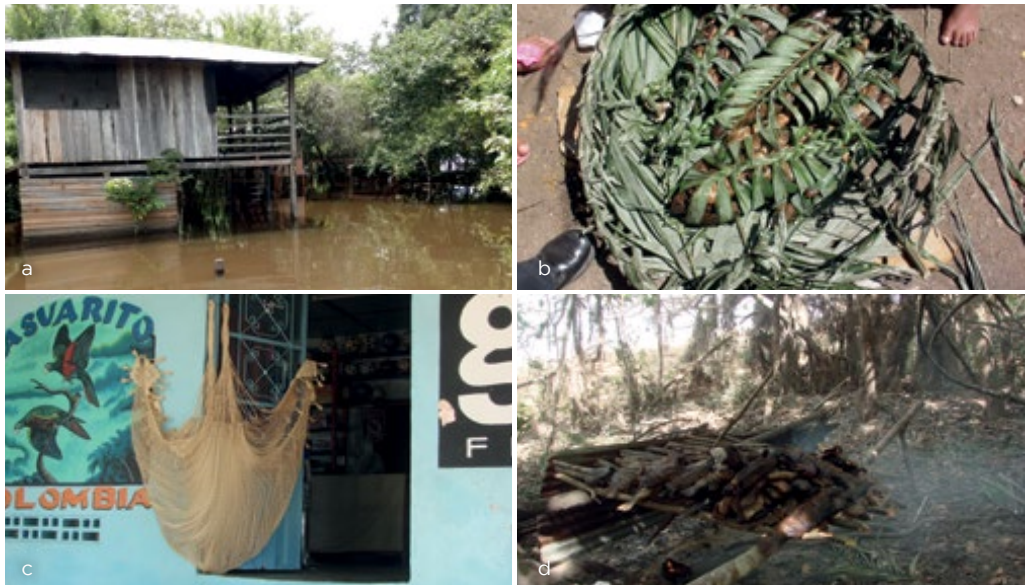


Figura 1. Usos de las plantas: a) construcción; b) preparación de alimentos; c) artesanía; d) leña. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt..

guamo de monte (*Inga edulis* Mart.), guarataro (*Vitex orinocensis* Kunth), jobo (*Spondias mombin* Jacq.), macanilla (*Astrocaryum jauari* Mart.), madroño (*Garcinia madruno* (Kunth) Hammel), mamoncillo (*Melicoccus bijugatus* Jacq.), mango (*Mangifera indica* L.), merecure (*Licania pyrifolia* Griseb.), merey (*Anacardium occidentale* L.), moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.), platanillo (*Phenakospermum guyanense* (Rich.) Miq.), vemuerto (*Gustavia pulchra* Miers), salivo (*Parahancornia oblonga* (Benth.) Monach.), toco (*Crateva tapia* L.) y el topocho (*Musa × paradisiaca* L.).

Los indígenas del Vaupés preparan con la pulpa del guamo de monte una bebida fermentada, la cual denominan “cachiri”, que es consumida durante las fiestas que se conocen con este mismo nombre. El limón castillo (*Citrus limon* (L.) Burm f.) también es muy usado localmente para condimentar platos y preparar bebidas. Con los frutos del merey se preparan vinos y pasas, que son comercializados en Puerto Carreño. De los frutos del moriche también se prepara una bebida fermentada que se vende como ron de moriche, o se mezcla con la chicha.

Medicinas

Las plantas de la región proveen un enorme espectro de usos medicinales, pero su efectividad depende en gran medida de la preparación y dosificación. A continuación, se mencionan algunos de los usos encontrados para plantas que se encuentran en la RNB.

El aceite extraído de la médula del aceite (*Copaifera officinalis* L.) es utilizado como desinfectante de heridas y regenerador de tejidos, y la tinta de su corteza para secar las erupciones cutáneas de la varicela y viruela. El agua de la corteza del alcornoco (*Bowdichia virgilioides* Kunth) se emplea para aliviar el dolor de riñones, para el tratamiento de reumatismo y artritis y para calmar las fiebres causadas por el paludismo. La cocción de las hojas del bototo (*Cochlospermum orinocense* Steud.) se emplea para devolverles el apetito a los niños que tienen “yelo”, es decir que están muy flacos,

desalentados, ojerosos y sin apetito. La infusión de su corteza también se usa para tratar problemas de vesícula biliar (p. e. vómitos amargos y mareos). La bebida (o café) hecho a partir de las semillas tostadas de brusca se les da también a los niños que tienen problemas de huesos débiles o con fracturas para fortalecerlos. Asimismo, este café se usa para aliviar problemas de próstata.

El jugo de buche (*Melocactus neryi* K.Schum.) se usa como adelgazante y para eliminar los cálculos renales, así como el agua de pozuelo hecho con la madera del chaparro bobo (*Curatella americana* L.). El látex del cachicamo (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) se emplea como cicatrizante de heridas. La bebida del tallo de la caña agria blanca (*Costus arabicus* L.) se usa para combatir la gripa, los problemas biliares o como abortivo. La miel de los frutos del cañofisto (*Cassia moschata* Kunth), junto con el macerado de las semillas cocinados en agua, se usa como laxante. La corteza del caramacate negro (*Piranhea trifoliata* Baill.) se utiliza contra la anemia y el paludismo, y para recuperar la fortaleza. La savia del caraño (*Protium llanorum* Cuatrec.) se utiliza en vaporizaciones cuando las personas sufren de resfriado o tos severa. Los indígenas Sikuaní utilizan sahumeros hechos de caraño para espantar los malos espíritus de la casa y purificar los espacios de las malas energías. El exudado fresco de su corteza se utiliza para cicatrizar heridas, especialmente para cerrar la herida del ombligo del recién nacido. La decocción de la corteza se toma para depurar y adelgazar la sangre, en infusión se toma para neutralizar o aliviar estados gripales y en medicina casera, la resina puesta a tibia se utiliza frota para controlar la várice en las venas.

Las hojas y la corteza de la pata de vaca (*Bauhinia glabra* Jacq.) en decocción se usa para calmar los dolores de cabeza y contrarrestar la diabetes. Los indígenas Sikuaní utilizan la madera raspada de chaparro manteco en cataplasmas como cicatrizante, y como infusión contra la diarrea. El té de coca (*Erythroxylum coca* Lam.) se usa para revitalizar el cuerpo y resistir las jornadas

extenuantes de trabajo. La corteza rayada del coco de mono (*Eschweilera tenuifolia* Miers) se coloca localmente como cataplasma para detener las hemorragias. De la corteza del cuajo (*Virola carinata* Warb.) se prepara un jarabe se usa para “engrosar” la sangre cuando la persona es muy débil o para sanar problemas del hígado. La decocción de hojas y tallos del cundiamor (*Momordica charantia* L.) se utiliza por vía oral como purgante, y los frutos preparados en forma de jalea se utilizan contra la fiebre causada por el paludismo. El macerado de las hojas la escoba (*Sida rhombifolia* L.) se usa como loción capilar para eliminar la caspa, evitar la caída del cabello y darle brillo, y en los animales para curar la caída del pelo (llamada “quiriquiri”).

Las hojas del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) son usadas como revitalizadoras, por ejemplo, de las personas insoladas. La corteza y los frutos hervidos en agua sueltan una “baba” que se le da al ganado para revitalizarlos. La corteza del gualanday (*Jacaranda obtusifolia* Humb. & Bonpl.) se utiliza para calmar las diarreas, y los baños de la corteza alivian las erupciones cutáneas tales como varicela y sarampión. El agua de los cogollos macerados de guarataro se usa para lavarse la cabeza cuando hay dolor. La cocción de los frutos inmaduros de la guayaba (*Psidium guajava* L.) se usa para aliviar la diarrea y disentería. El mucílago del higo (*Opuntia ficus-barbarica* A. Berger) es ampliamente utilizado como regenerador de heridas cutáneas y de úlceras gástricas. La parte carnosa de la planta, llamada ‘cristal’, se cocina en agua junto con los cogollos de papaya y se toma como bebida caliente tres veces al día para bajar los niveles de azúcar en la sangre. El cristal mezclado con miel de abejas se toma por cucharadas para expulsar las flemas causadas por bronquitis. El cristal de la sábila (*Aloe vera* (L.) Burm.f.) también es muy usado con fines medicinales, por ejemplo, para curar la gastritis o las cataratas de los ojos.

La corteza del jobo hervida en agua se toma diariamente para calmar los dolores de los riñones y problemas de vesícula

biliar (cuando hay boca amarga, náuseas y mareos). El agua de la corteza rallada y hervida del laurel (*Ocotea caesariata* van der Werff) es tomada por los indígenas Sikuni para disminuir las hemorragias de las menstruaciones. Se dice que la toma diaria de este remedio es anticonceptiva, pero si se toma por muchos meses puede causar esterilidad.

Los cogollos de limón castillo junto con los de merey y guayabo se utilizan en decocción para aliviar la gripa, y su zumo como desinfectante. Un uso similar se le da a la cocción de las hojas y raíces de la limonaria (*Cymbopogon citratus* Stapf). Para curar la amebiasis se prepara una infusión de malagueto (*Xylopia aromatica* Mart.), la cual también sirve en vaporizaciones para la rinitis. El mastranto (*Hyptis brachiata* Briq.) es utilizado por los indígenas para bajar la fiebre y por los llaneros para quitar los hongos de los pies (llamados localmente sabañones) y curar el nuche del ganado.

Los indígenas utilizan la corteza los matapalos (*Ficus* spp) como yeso para inmovilizar las fracturas o torceduras: se corta un pedazo de tronco o rama gruesa y se le dan golpecitos secos hasta que la corteza desprenda totalmente de la madera, una vez obtenida la corteza, se abre y utiliza como yeso. Para aliviar las fiebres muy altas se usa el jugo del macerado de las hojas del Matarratón (*Gliciridia sepium* (Jacq.) Walp.). En estados febriles también se acostumbra a realizar una cama con las ramas de matarratón, sobre la que la persona enferma se acuesta para “sudar la fiebre”. Los cogollos del Merey en infusión se utilizan para aliviar la gripa y los resfriados, y para la amigdalitis se utilizan a manera de gargarismos. El exudado de la corteza se pone en contacto directo con las afecciones bucales para secarlas. Los indígenas Kunas preparan un té de la corteza de este árbol, que se toma después de endulzarlo para el asma, resfriados y congestiones.

El polvo de las raíces azulosas secas del mocachino o buchón (*Eichhornia azurea* Kunth), mezclado con aceite o crema de cuerpo, se aplica en el cuero cabelludo o como mascarilla en la piel donde nace la

barba para promover el crecimiento del pelo. Con el aceite de las semillas del sarrapio (*Dipteryx rosea* Spruce) se hace jabón. La cocción de las hojas frescas del orégano (*Origanum vulgare* L.) en aguapanela se toma para expulsar rápido los coágulos postparto y para calmar los cólicos menstruales. La corteza rallada del coloradito (*Conarus venezuelanus* Baill.), aplicada como cataplasma, se usa para aliviar las hinchazones causadas por golpes o traumas. Las semillas de la pionía (*Ormosia costulata* (Miq.) Kleinh.), tostadas y mezcladas con el café, se usan para aliviar los dolores de cabeza. Lo mismo se puede hacer con las hojas del uvero (*Coccoloba mollis* Casar.). Los indígenas Sikuaní utilizan el platanillo para curar las mordeduras de serpientes venenosas. Las flores del corosito (*Rhynchospora* sp.) se utilizan en cocción como agua aromática para bajar las fiebres muy altas. El aceite de sasafrás (*Ocotea cymbarum* Kunth), preparado como jarabe, es usado para curar los síntomas de la gripa. Las hojas de la tuatúa (*Jatropha gossypifolia* L.) en decocción en agua se utilizan para tratar la diabetes.

Plantas para elaborar artesanías

Diversas plantas nativas son usadas para elaborar artesanías, de acuerdo con sus propiedades estructurales y estéticas. A continuación, se mencionan algunos ejemplos. La madera del aceite, de color rojizo, se usa para tallar artesanías, al igual que la corteza del jobo. Las vistosas semillas del arepito (*Macrobium acaciaefolium* Benth. y *Macrobium multijugum* Benth.) y de la pionía se usan para hacer collares y pulseras, y en el caso de la pionía también contra el “mal de ojo”. Las hojas del chaparro bobo, por sus copiosas incrustaciones de sílice, se usan como esponjillas para brillar las ollas o como papel de lija para preparar los táparos o totumos. Las ramas de varias especies de coco de mono (*Eschweilera tenuifolia* Miers) se calientan al fuego para que queden flexibles, y se usan para elaborar las bases de los canastos o bocas de los bolsos y vasijas. El tronco del cubarro (*Bactris brongniartii* Mart.) joven

se usa para elaborar flautas. Las ramas gruesas y duras del arrapato (*Hirtella racemosa* Lam.) son utilizadas por los indígenas Sikuaní para fabricar las flechas. La madera resistente y flexible de la macanilla se usa, en cambio, para fabricar los arcos. La fibra extraída de los cogollos de moriche (*Mauritia flexuosa*) se usa para tejer chinchorros, bolsos, sombreros y en general para fabricar artesanías. El paraguayán (*Simira rubescens* (Benth.) Bremek. ex Steyerem.), cuya madera se torna fucsia luego de ser cortada, es usado para la fabricación de cucharones y canaletes.

Tinciones

El tinte de la corteza rojizo-morada del arrayán (*Myrcia subsessilis* O.Berg) se usa para pintar las artesanías en madera y para impermeabilizar el interior de los táparos o totumos. Los indígenas Sikuaní usan el caraño mezclado junto con las semillas de onoto en una vasija con poca agua para producir un tinte que se utiliza como pintura sobre el cuerpo en los ritos de iniciación de las niñas que se desarrollan. Los frutos inmaduros del caruto son utilizados por los indígenas del Orinoco como colorante tanto para el cuerpo y para teñir la fibra de moriche. El agua reposada en un pozuelo hecho con chaparro bobo se usa para curtir las pieles, quedando éstas de un color grisáceo; para este efecto también se usa el chaparro manteco y el merey. El exudado de color naranja rojizo del lacre (*Vismia baccifera* Planch. & Triana) se utiliza como colorante para la fabricación de artesanías. El onotillo sabanero (*Schiekia orinocensis* Meisn.) se usa como colorante de comidas: se corta en rodajas finas y se dejan al sol, una vez estén secas se muelen para que queden en polvo, que luego se mezcla con las comidas. Algo similar se hace con el onoto (*Bixa orellana* L.) y el onoto silvestre (*Bixa urucurana* Willd.), los cuales no solo se usan en culinaria, sino también para teñir artesanías y para pintarse el cuerpo para ceremonias y por su efecto insecticida. Por último, el paraguayán produce un tinte de color rojizo con el que se tiñe la fibra de Moriche.

Construcción

Muchas plantas en la región son usadas para construir casas, por ejemplo: el alcornoque, el arepito, el bambú (*Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.), el cañofisto, el caramacate negro, el caraño, el chigo, el coco de mono, el congrio (*Acosmium nitens* (Vogel) Yakovlev), el crespito (*Cynometra bauhinii-folia* Benth.), el flor amarillo (*Handroanthus barbatus* (E.Mey.) Mattos), el laurel, la macanilla, el madroño, el majaguillo blanco (*Xylopia emarginata* Mart.), el malagueto, el merecure, el pilón (*Andira surinamensis* Splitg. ex Pulle), el saladillo blanco (*Vochysia lehmannii* Hieron.) y el sasafrás. Las hojas del moriche, del palmiche (*Leopoldinia pulchra* Mart.) y de otras palmas se utilizan para techar las rancherías.

Para fabricar canoas y remos, se pueden usar plantas como el aceite, el cachicamo, el caraño, el chigo, el congrio, el crespito y el pilón. Algunas maderas muy duras, como las del caruto y del cimbrapetro (*Zygia latifolia* (L.) Fawc. & Rendle), se usan para fabricar cabos de hacha, molinillos y horquetas. El fruto seco del coco de mono es usado como recipiente adornado para tomar la “yucuta” (agua almidonada que bota la yuca cuando se está preparando el mañoco). También se usan muchas especies como fuente de fibras de amarre, como el camburito (*Philodendron* spp), el coco de mono, el majaguillo blanco y el malagueto. Las ramas secas de la conocida escoba son usadas por los llaneros para fabricar escobas caseras.

Como combustible de leña en fogones se usan muchas plantas leñosas, como: el aceite, el arizo, el caruto, el chaparro manteco, el cimbrapetro, la coca, el flor amarillo macho (*Pachira minor* Hemsl.), el guácimo, el guamo de monte, el lacre, el matarratón y el querebere (*Licania heteromorpha* Benth.).

Algunas plantas se usan como repelente. Por ejemplo, los saumerios del caraño se emplean como insecticida para alejar los zancudos en la época del invierno. El polvo de las semillas tostadas y maceradas de la cupata (*Strychnos guianensis* (Aubl.) Mart.) se usa como veneno, y los indígenas Sikuaní lo usan como curare en sus flechas para la

cacería. Otro potente veneno es el guachamachá (*Malouetia nitida* Spruce ex Müll. Arg.), cuyo látex es usado por los habitantes llaneros e indígenas Sálivas para envenenar animales e incluso personas.

Algunos de los usos solo pueden ser entendidos en un contexto socio-cultural que hace parte de las creencias mágico-religiosas de los habitantes de la región. Por ejemplo, existe un rezo especial conocido por pocas personas de la zona, que la mujer le hace al árbol de guácimo para evitar quedar embarazada. Se debe hervir un poco de corteza y hojas y hacer una incisión en el tronco a la altura de la primera ramificación. Luego de hacer la oración se rocía con el agua hervida la incisión que se le realizó. Cuando la mujer quiere quedar embarazada debe volver al mismo árbol y realizar otro tipo de rezo. Las hojas de la pusana (*Mandevilla* sp.) y la raíz del quereme (*Polygala adenophora* DC.) son usadas por los indígenas Sikuaní como elemento mágico para atraer al sexo opuesto: se prepara un perfume con cada una de las plantas, que se aplica sobre el cuerpo en el momento del encuentro con la persona interesada.

Ornamental

Muchas plantas de la región tienen un altísimo potencial ornamental, además de una gran resiliencia al estrés climático. Algunas de ellas son el bototo, el buche, la caña agria blanca, el flor amarillo, el flor amarillo macho, la flor de mayo (*Cattleya violacea* (Kunth) Lindl.), el gualanday, el guamo de monte, el mamoncillo, el mango, el pilón y la tuatúa. Muchos llaneros utilizan el flor amarillo macho como árbol de navidad.

DISCUSION

Los usos reportados para las plantas de la RNP Bojonawí evidencian un sincretismo cultural, representado en el uso habitual de diversas plantas exóticas como el orégano, el limón, el bambú, la sábila y el cundiamor, junto con los usos tradicionales de plantas nativas como el chaparro manteco, el

madroño, el merecure, el caraño y muchas otras. En general, se observa una tendencia a usar plantas relativamente comunes y fáciles de identificar en campo. Muchos de los usos, sin embargo, guardan elementos mágico-religiosos o ancestrales, provenientes de las culturas indígenas de la región.

Aunque se reportaron 125 especies útiles, con seguridad existen muchas más especies usadas en la zona, que podrían haber sido agregadas con la ayuda de más acompañantes y sabedores, y un tiempo más prolongado de trabajo en campo. A nivel mundial, se calcula que dos de cada tres plantas pueden tener usos reportados, aunque la cifra total en el momento es de 40.292 especies, que corresponde al 11,6% del total (Diazgranados *et al.* 2020). Un porcentaje similar, implicaría la existencia hipotética de 1.078 especies en la RNP Bojonawi. La composición taxonómica de las plantas útiles reportadas refleja en buena parte la importancia relativa de ciertos grupos en la flora de la región. Las leguminosas (p. e. Fabaceae), muy importantes como elementos de la vegetación en la región, incluyen 17 especies (14%) ocupando el primer lugar. A nivel mundial, la familia también ocupa el primer lugar en cuanto a número de especies útiles, con un 8,8% del total (3.547 de 40.292 especies reportadas; Diazgranados *et al.* 2020). Las otras familias que se destacan en la zona, Myrtaceae (6 especies), Arecaceae (5), Euphorbiaceae (5) y Clusiaceae (5), son todas de gran importancia florística en la región, y casi todas ocupan posiciones altas en cuanto a su contribución global de plantas útiles (en posiciones 11, 10, 5 y 63, respectivamente, de 433 familias totales) (Diazgranados *et al.* 2020).

Como era de esperarse, el uso medicinal fue la categoría de usos con mayor número

de reportes (49 especies; 39%). Comparativamente, de la lista global de plantas útiles (40.292 especies), el 66% de las especies tienen usos medicinales, siendo también la categoría con más reportes (Diazgranados *et al.* 2020). Otras categorías de importancia son construcción, alimento humano y de fauna, artesanías y leña, lo cual es acorde con la importancia global relativa de esas categorías, así como con las necesidades de las formas de vida de las comunidades locales.

Los usos reportados reflejan un enorme potencial bioeconómico de muchas plantas nativas, en renglones como la culinaria o la medicina. Prácticamente, podría elaborarse un recetario de cocina o un menú de restaurante con plantas nativas típicas de la región, incluyendo bebidas, coladas, platos fuertes y postres exóticos incluso para la mayoría de los colombianos: café de brusca, arepas de chigo, ensalada de frutas de carutillo, guarataro, jobo y merecure, platanillo asado, palometa en salsa de arizo, cachirí de guamo de monte, etc. Lo mismo sucede con las plantas medicinales, que cubren un amplísimo espectro de patologías y afecciones de la medicina occidental y tradicional. Teniendo en cuenta este potencial, se recomienda: 1) preservar el conocimiento de usos de las plantas de la región (nativas y no nativas), para evitar la erosión del mismo; 2) desarrollar investigaciones que permitan continuar rescatando este conocimiento; 3) llevar a cabo proyectos para evaluar y establecer prácticas de uso sostenible de estos recursos, a través de cultivos o cuotas de aprovechamiento; y 4) promover el uso sostenible de las plantas útiles, a través de la educación y el apoyo a prácticas de monitoreo y control, que aseguren la conservación de las especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Acero, D. L. E. 2005. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Zona ediciones. Bogotá, D. C., Colombia. 605 pp.
- Barbosa, C. C. E. 1992. Contribución al conocimiento de la flórmula del Parque Nacional Natural el Tuparro. Biblioteca Andrés Posada Arango. Serie de Publicaciones Especializadas del Inderena 3-4. Bogotá, D. C., Colombia. 270 pp.
- Bernal, H. Y. 1986. Flora de Colombia: *Crotalaria*. Editoriales de la imprenta nacional, Universidad Nacional de Colombia, Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas. Colciencias. Bogotá, D. C., Colombia. 118 pp.
- Bernal, M. H. Y. y Q. J. E. Correa. 1991. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo VI. Convenio Andrés Bello Secretaría Ejecutiva SECAB, Ministerio de Educación y Ciencia España, Corporación Andina de Fomento CAF. 1ª edición. Talleres de Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 507 pp.
- Bernal, M. H. Y. y Q. J. E. Correa. 1994. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo X. Convenio Andrés Bello Secretaría Ejecutiva SECAB, Ministerio de Educación y Ciencia España, Corporación Andina de Fomento CAF. 1ª edición. Talleres de Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 549 pp.
- Berry, P., K. Yatskievych y B. Holst. 2003. Flora of the Venezuelan Guayana. Volumen 7: Myrtaceae-Plumbaginaceae. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis. 765 pp.
- Boggan, J., V. Funk, C. Kelloff, M. Hoff, G. Cremers y C. Feuillet. 1997. Checklist of The Plants of the Guianas (Guyana, Suriname and French Guiana) 2da edition. Biological Diversity of the Guianas Program, Department of Botany, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Washington, D. C. USA. 245 pp.
- Cadena, C., M. Diazgranados y H. Y. Bernal. 2007. Plantas útiles para la elaboración de artesanías de la comunidad indígena Monifue Amena (Amazonas, Colombia). *Universitas Scientiarum* 12: 97-116.
- Camaripano-Venero, B. y A. Castillo. 2003. Catálogo de Espermatófitas del bosque estacionalmente inundable del río Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 26 (2): 125-230.
- Córdoba-S., M. P. y G. J. Tadri-Zoche. 2020. Diversidad florística y caracterización de los hábitats en la Reserva Natural Bojonawi y afloramientos rocosos aledaños, Escudo Guayanés, Vichada, Colombia. Pp. 79-127. *En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Diazgranados, M., B. Allkin, N. Black, R. Cámara-Leret, C. Canteiro, J. Carretero, R. Eastwood, S. Hargreaves, A. Hudson, W. Milliken, M. Nesbitt, I. Ondo, K. Patmore, S. Pironon, R. Turner y T. Ulian. 2020. World checklist of useful plant species. *Knowledge Network for Biocomplexity* doi: 10.5063/F1CV4G34.
- Diazgranados, M., F. Ávila, M. Álvarez, E. Ambrose, D. Baines, A. Barker, D. Bishop, J. Carretero, N. Clamp, F. Cook, J. Crowe, Z. Dennehy, A. Di Sacco, H. Echeverri, F. Fabriani, F. Forest, D. Granados, E. Graves, L. Green, J. Iacona, I. López, S. Marrugo, E. Mattana, A. Monro, D. Moreno, L. Murray, M. Nesbitt, E. Nic Lughadha, L. Pérez-Martínez, S. Phillips, L. Pinzón, M. Piquer-Doblas, P. Reis, A. Roberts, A. Rodríguez, R. Romero, N. Sánchez, R. Smith, C. Suárez, G. Torres, R. Turner, M. Way y T. Ulian. 2019. *ColPlantA: Colombian resources for Plants made Accessible*. Royal Botanic Gardens, Kew. 26 pp. <https://doi.org/10.34885/81>. <https://doi.org/10.34885/81>.
- Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, M. Córdoba, F. Castro, C. Alcázar, H. García y A. Ariza. 2010. Flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco. Pp. 125-195. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), 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.
- García, B. H. 1975. Flora medicinal de Colombia: botánica médica. Universidad Nacional. Bogotá, D. C., Colombia.
- Gentry, A. 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. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 895 pp.
- Henderson, A., G. Galeano y R. Bernal. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Editorial Princeton University Press. New Jersey, USA. 363 pp.
- IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1985. Diagnóstico geográfico nororiental del Vichada. Volumen 4. Proyecto de Investigación en la Orinoquia. Programa Segunda Expedición Botánica. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 220 pp.
- IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonía (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 361 pp.
- Mendoza, H., B. Ramírez y L. C. Jiménez. 2004. Rubiaceae de Colombia: guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 351 pp.
- Morales, R. T. y S. A. Castillo. 2005. Catálogo dendrológico comentado del bosque ribereño de la confluencia de los ríos Cua-Sipapo (Estado Amazonas, Venezuela). *Acta Botánica Venezuelica* 28 (1): 63-88.
- Prance, G. y M. Macedo. 1978. Notes on the vegetation of amazonian II: The dispersal of plants in Amazonian white sand campinas: the campinas as functional islands. *Brittonia* 30 (2): 203-215.
- Quiñónez, M. 2001. Diversidad de la familia Melastomataceae en la Orinoquia colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 126 pp.
- Romero, C. R. 1991. Frutas silvestres de Colombia. 2ª. ed. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. Bogotá, D. C., Colombia. 664 p
- Steyermark, J. A. y O. Huber. 1978. Flora del Avila: flora y vegetación de las montañas del Avila de la Silla y del Naiguatá. Publicación Especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales bajo los auspicios de 'Vollmer Foundation' y Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela. 971 pp.
- Steyermark, J. A., P. E. Berry, K. Yatskievych y B. K. Holst (Eds.). 1998. Flora of the Venezuelan Guayana: Volume 4 Caesalpinaceae-Ericaceae. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, USA. 799 pp.
- Steyermark, J. A., P. E. Berry, K. Yatskievych y B. K. Holst (Eds.). 1999. Flora of the Venezuelan Guayana: Volume 5 Eriocaulaceae-Lentibulariaceae. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, USA. 800 pp.
- Steyermark, J. A., P. E. Berry, K. Yatskievych y B. K. Holst (Eds.). 2001. Flora of the Venezuelan Guayana: Volume 6 Liliaceae-Myrsinaceae. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, USA. 750 pp.
- Svenning, J-Ch. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *The Journal of Ecology* 87 (1): 55-65.
- Vásquez, M. R. 1997. Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden, Volume 63. 1046 pp.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 236 pp.
- Vincelli, P. 1980. Estudio de la Vegetación del Territorio Faunístico "El Tuparro". Cuerpo de Paz, División de Parques Nacionales. Inderena. Bogotá, D. C., Colombia. 42 pp.
- Vincelli, P. 1981. Estudio de la vegetación del territorio faunístico "El Tuparro". *Cespedesia* 10 (37-38): 7-54.

ANEXOS

Anexo 1. Especies de plantas útiles representativas de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia. Abreviaturas. AF: alimento de fauna; AH: alimento humano; AR: artesanía; CO: colorantes; CU: construcción; ME: medicinal; FO: folclórico; IN: insecticida; LE: madera de leña; ME: medicinal; OR: ornamental; PS: psicoactivo; SO: sombra; TO: tóxicas.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Merey		x				x				x				
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	x	x								x			x	
	<i>Spondias mombin</i> Jacq.	Jobo	x	x	x							x				
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Anón	x	x												
	<i>Guatteria</i> sp.	Majaguillo negro					x									
	<i>Xylopia aromatica</i> Mart.	Malagneto					x					x				
	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	Majaguillo blanco					x									
	<i>Malouetia nitida</i> Spruce ex Müll.Arg.	Guachamacá														x
Apocynaceae	<i>Mandevilla</i> sp.	Pusana								x						
	<i>Parakancornia oblonga</i> (Benth.) Monach.	Salivo	x	x												
Araceae	<i>Phylodendron</i> sp.	Camburito					x									
	<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	Macanilla	x	x	x											
Arecaceae	<i>Bactris brongniartii</i> Mart.	Cubarro		x	x		x									
	<i>Leopoldinia pulchra</i> Mart.	Palmiche	x													
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Moriche	x	x	x		x									

Anexo 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila										x				
Bignoniaceae	<i>Handroanthus barbatulus</i> (E.Mey.) Mattos	Flor amarillo				x										
	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Humb. & Bonpl.	Gualanday										x			x	
	<i>Bixa orellana</i> L.	Onoto				x		x	x			x				
Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i> Willd.	Onoto silvestre				x		x								
	<i>Cochlospermum orinocense</i> Steud.	Bototo								x		x	x			x
	<i>Protium ilanorum</i> Cuatrec.	Caraña					x		x	x		x				
Burseraceae	<i>Cereus fernambucensis</i> Lem.	Cardo		x												
	<i>Melocactus neryi</i> K.Schum.	Buche										x	x			
	<i>Opuntia ficus-barbarica</i> A.Berger	Higo										x				
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Cachicamo					x					x				
	<i>Caraiipa ilanorum</i> Cuatrec.	Saladillo rojo					x									
	<i>Cratogeomys tapia</i> L.	Toco		x												
Capparaceae	<i>Couepia paraensis</i> Benth.	Querebero		x												
	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Garrapato			x											
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Querebere														x
Chrysobalanaceae	<i>Licania pyrifolia</i> Griseb.	Merecure		x			x									
	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Madroño		x			x									

Anexo 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Connaraceae	<i>Connarus venezuelanus</i> Baill.	Coloradito										X				
Costaceae	<i>Costus arabicus</i> L.	Caña agria blanca										X	X			
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundiamor										X				
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp.	Corosito	X									X				
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Chaparro bobo						X		X		X				
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	Coca silvestre									X			X		
	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Tuattia										X	X			
	<i>Mabea montana</i> Müll.Arg.	Rebentillo	X													
Euphorbiaceae	<i>Mabea nitida</i> Benth.	Rebentillo	X													
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Yuca dulce		X								X				
	<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	Congrio					X									
	<i>Andira surinamensis</i> Splitg. ex Pulle	Pilón					X				X				X	
	<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.	Pata de vaca										X				
Fabaceae	<i>Boudichia virgiltoides</i> Kunth	Alcornoco			X		X					X				
	<i>Campsiandra comosa</i> Benth.	Chigo	X	X			X									
	<i>Cassia moschata</i> Kunth	Cañofisto					X					X				
	<i>Chamaecrista</i> sp.	Dormidera										X				

Capítulo 20. PLANTAS ÚTILES BOJONAWI

Anexo 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Fabaceae	<i>Copaifera officinalis</i> L.	Aceite			X		X				X	X				
	<i>Cynometra bauhinifolia</i> Benth.	Crespito					X									
	<i>Dipteryx rosea</i> Spruce	Sarrapio	X	X												
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Mataarratón	X								X	X				
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guamo de monte	X	X							X				X	
Fabaceae	<i>Macrobium acaciaefolium</i> Benth.	Arepito			X											
	<i>Macrobium multijugum</i> Benth.	Arepito	X		X		X									
	<i>Ormosia costulata</i> (Miq.) Kleinh.	Pionia			X					X		X				
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Brusca		X								X				
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	Cimbrapotro					X				X					
Haemodoraceae	<i>Schiekia orinocensis</i> Meisn.	Onotillo sabanero	X			X										
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> Planch. & Triana	Lacre				X					X					
	<i>Hyptis brachiatata</i> Briq.	Mastranto										X				
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Oregano		X								X				
	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Guarataro	X	X							X	X				
Lauraceae	<i>Ocotea cymbarum</i> Kunth	Sasafrás					X					X				
	<i>Ocotea caesariata</i> van der Werff	Laurel					X					X				

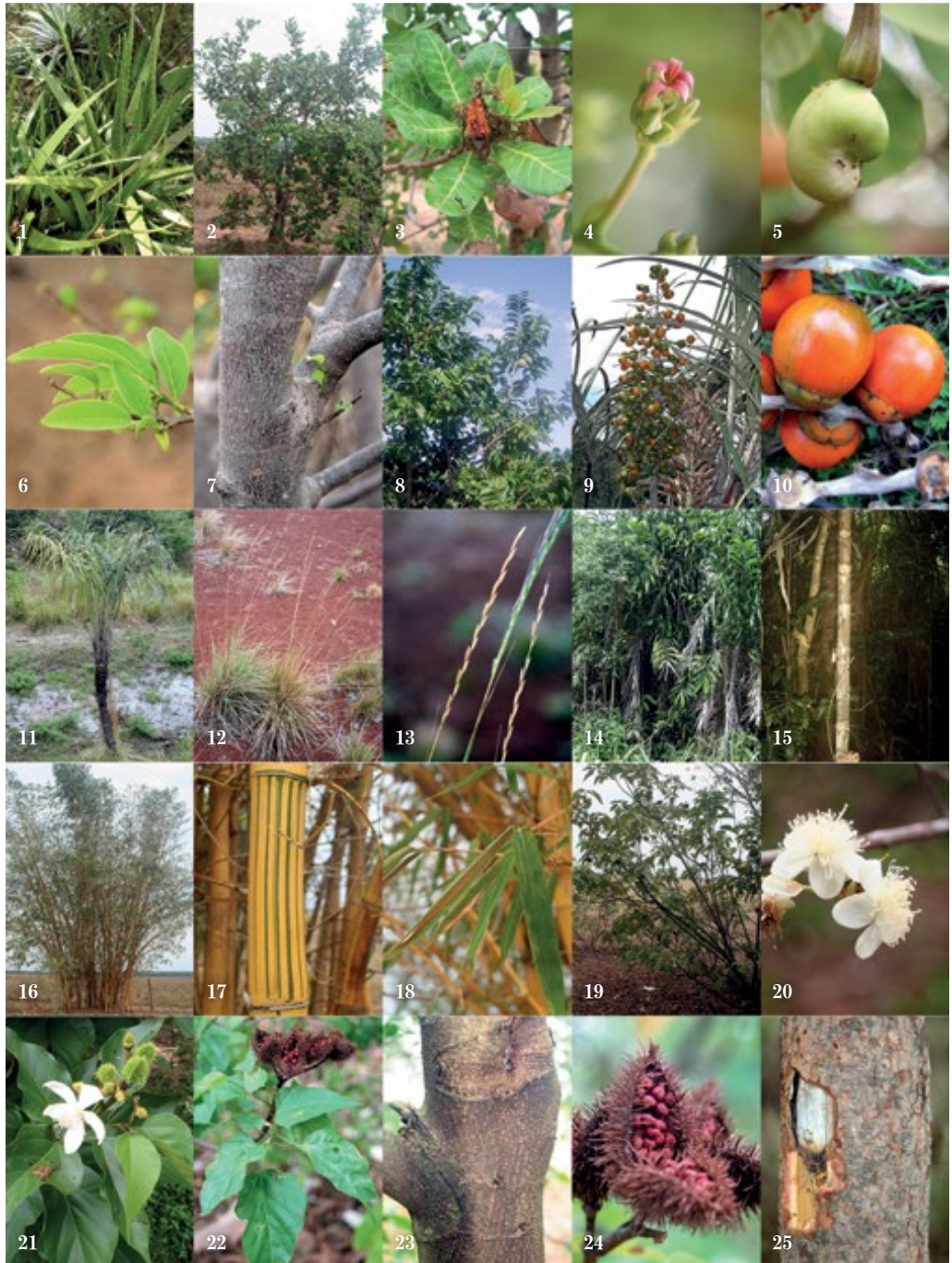
Anexo 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Lecythidaceae	<i>Eschweilera tenuifolia</i> Miers	Coco de mono	X		X		X					X				
	<i>Gustavia pulchra</i> Miers	Velemuerto	X													
Loganiaceae	<i>Strychnos guianensis</i> (Aubl.) Mart.	Cupata		X												X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> Kunth	Chaparro manteco	X	X							X	X				
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo	X						X		X	X				
Malvaceae	<i>Pachira minor</i> Hemsl.	Flor amarillo macho									X		X			
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escoba							X			X				
Moraceae	<i>Ficus</i> spp.	Matapalo	X									X				
Musaceae	<i>Musa × paradisiaca</i> L.	Topocho		X								X				
Myristicaceae	<i>Virola carinata</i> Warb.	Cuajo										X				
Myrtaceae	<i>Myrcia subsessilis</i> O.Berg	Arrayán				X										
	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayabo	X	X								X				
Orchidaceae	<i>Cattleya violacea</i> (Kunth) Lindl.	Flor de mayo											X			
Pierodendraceae	<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	Caramacate					X					X				
	<i>Azoreopis purpusii</i> Chase	Guaratara	X													
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl.	Bambú			X		X									

Anexo 1. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común	AF	AH	AR	CO	CS	CU	IN	FO	LE	ME	OR	PS	SO	TO
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf	Limonaria										x				
	<i>Sporobolus cubensis</i> Hitchcock	Cutupen										x				x
	<i>Polygala adenophora</i> DC.	Quereme							x							
Polygalaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Uvero										x				
	<i>Coccoloba ovata</i> Benth.	Arizo		x							x	x				
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i> Kunth	Mocachino										x				
	<i>Duroia micrantha</i> (Ladbr.) Zarucchi & J.H.Kirkbr.	Carutillo	x	x												
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Caruto	x	x		x	x				x					
	<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerl.	Paraguatán			x											
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f.	Limón castillo		x						x		x				
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo		x											x	
Sapotaceae	<i>Pouteria elegans</i> (A. DC.) Baehni	Caimillo	x	x												
Strelitziaceae	<i>Phenakospermum guyanense</i> (Rich.) Miq.	Platanillo	x	x												x
Vochysiaceae	<i>Vochysia lehmannii</i> Hieron.	Saladillo blanco					x									

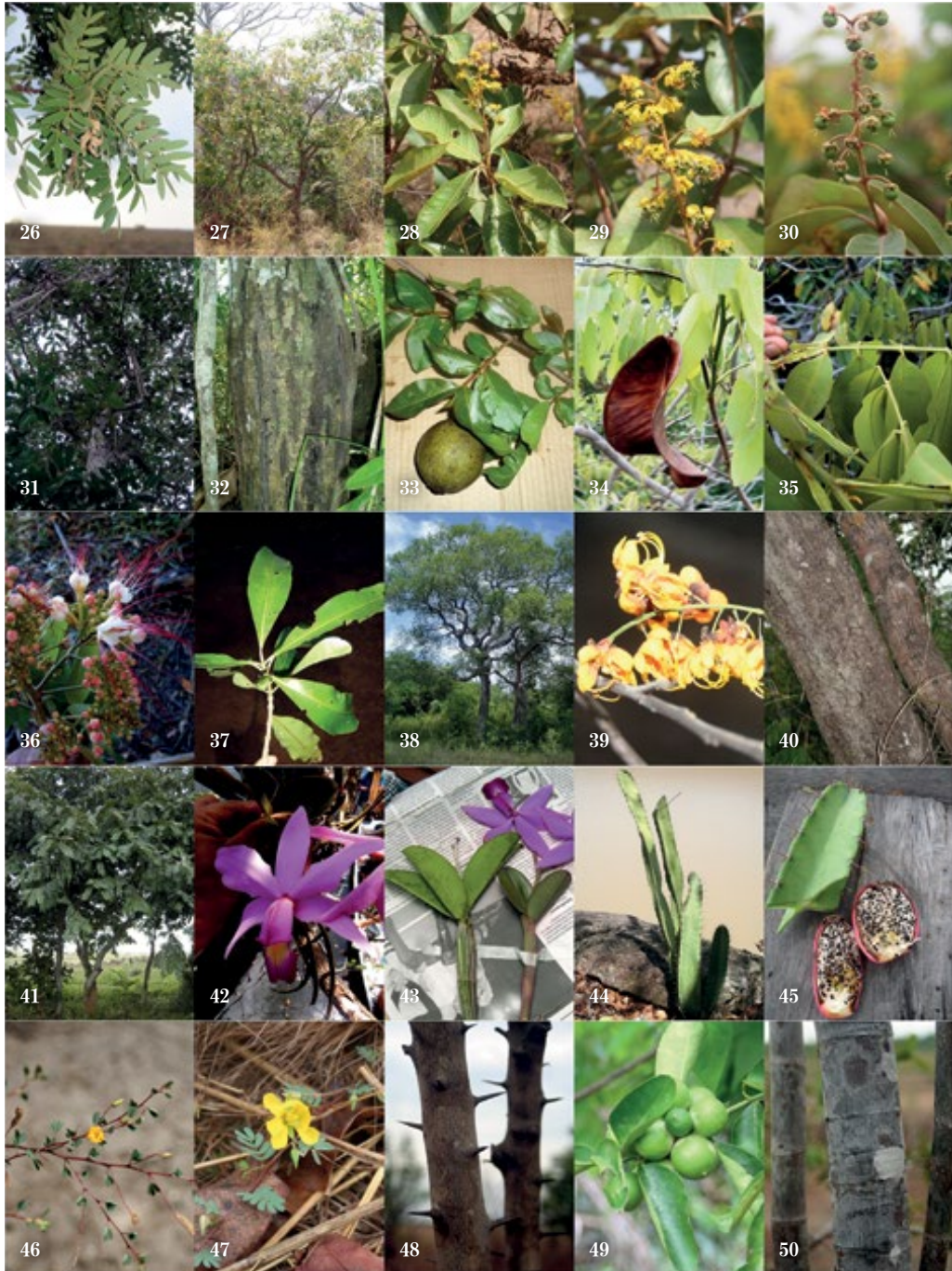
Anexo 2. Imágenes de algunas especies de plantas útiles de la Reserva Natural Bojonawi. Leyenda al final página 531.



Lamina 1. Fotos 1 a 25. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Capítulo 20. PLANTAS ÚTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



Lamina 2. Fotos 26 a 50. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Anexo 2. Continuación.



Lamina 3. Fotos 51 a 75. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Capítulo 20. PLANTAS ÚTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



Lamina 4. Fotos 76 a 100. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

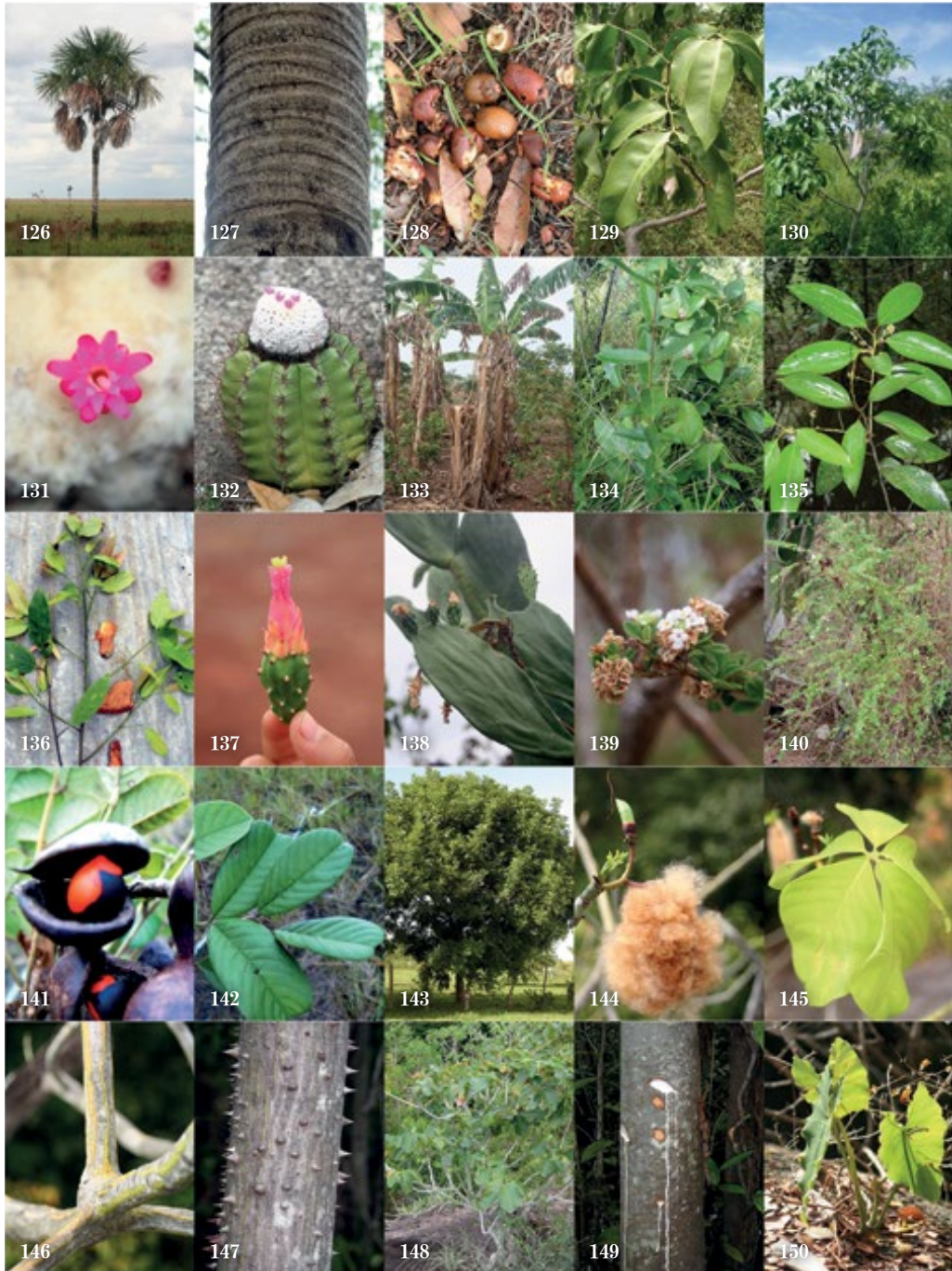
Anexo 2. Continuación.



Lamina 5. Fotos 101 a 125. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Capítulo 20. PLANTAS ÚTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



Lamina 6. Fotos 126 a 150. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Anexo 2. Continuación.



Lamina 7. Fotos 151 a 175. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

Capítulo 20. PLANTAS ÚTILES BOJONAWI

Anexo 2. Continuación.



Lamina 8. Fotos 176 a 188. Mauricio Díazgranados y Natalia Moreno-Pachón.

1. *Aloe vera* (L.) Burm.f. (Sábila), 2-5. *Anacardium occidentale* L. (Merey), 6-8. *Annona squamosa* L. (Anón), 9-11. *Astrocaryum jauari* Mart. (Macanilla), 12-13. *Axonopus purpusii* Chase (Guaratará), 14-15. *Bactris brongniartii* Mart. (Cubarro), 16-18. *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl. (Bambú), 19-21. *Bixa orellana* L. (Onoto), 22-24. *Bixa urucurana* Willd. (Onoto silvestre), 25-26. *Bowdichia virgilioides* Kunth (Alcornoco), 27-30. *Byrsonima crassifolia* Kunth (Chaparro manteco), 31-33. *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Cachicamo), 34-36. *Campsiandra comosa* Benth. (Chigo), 37-38. *Caraipa llanorum* Cuatrec. (Saladillo rojo), 39-41. *Cassia moschata* Kunth (Cañofisto), 42-43. *Cattleya violacea* (Kunth) Lindl. (Flor de mayo), 44-45. *Cereus fernambucensis* Lem. (Cardo), 46. *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip (Dormidera), 47. *Chamaecrista serpens* (L.) Greene (Dormidera), 48-49. *Citrus limon* (L.) Burm.f. (Limón castillo), 50-52. *Coccoloba mollis* Casar. (Uvero), 53-54. *Coccoloba ovata* Benth. (Arizo), 55-59. *Cochlospermum orinocense* Steud. (Bototo), 60. *Cocos nucifera* L. (Coco), 61-62. *Connarus venezuelanus* Baill. (Coloradito), 63-66. *Copaifera officinalis* L. (Aceite), 67. *Costus arabicus* L. (Caña agria blanca), 68. *Crateva tapia* L. (Toco), 69-70. *Curatella americana* L. (Chaparro bobo), 71-72. *Cymbopogon citratus* Stapf (Limonaria), 73-74. *Cynometra bauhinifolia* Benth. (Crespito), 75-78. *Dipteryx rosea* Spruce (Sarrapio), 79-80. *Duroia micrantha* (Ladbr.) Zarucchi & J.H.Kirkbr. (Carutillo), 81. *Eichhornia azurea* Kunth (Mocachino), 82. *Erythroxylum coca* Lam. (Coca silvestre), 83-84. *Eschweilera tenuifolia* Miers (Coco de mono), 85-86. *Ficus* sp. (Matapalo), 87. *Garcinia madruno* (Kunth) Hammel (Madroño), 88-89. *Genipa americana* L. (Caruto), 90. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (Matarratón), 91. *Guatteria* sp. (Majaguillo negro), 92. *Guazuma ulmifolia* Lam. (Guácimo), 93-94. *Gustavia pulchra* Miers (Velemuerto), 95. *Handroanthus barbatus* (E.Mey.) Mattos (Flor amarillo), 96. *Hirtella racemosa* Lam. (Garrapato), 97. *Hyptis brachiata* Briq. (Mastranto), 98-99. *Inga edulis* Mart. (Guamo de monte), 100-104. *Jacaranda obtusifolia* Humb. & Bonpl. (Gualanday), 105-106. *Jatropha gossypifolia* L. (Tuatúa), 107-108. *Leopoldinia pulchra* Mart. (Palmiche), 109-111. *Licania heteromorpha* Benth. (Querebere), 112-114. *Licania pyrifolia* Griseb. (Merecure), 115-117. *Mabea montana* Müll.Arg. (Rebentillo), 118-120. *Macrolobium acaciaefolium* Benth. (Arepito), 121. *Malouetia nitida* Spruce ex Müll.Arg. (Guachamacá), 122-123. *Mangifera indica* L. (Mango), 124-125. *Manihot esculenta* Crantz (Yuca dulce), 126-128. *Mauritia flexuosa* L.f. (Moriche), 129-130. *Melicoccus bijugatus* Jacq. (Mamoncillo), 131-132. *Melocactus neryi* K.Schum. (Buche), 133. *Musa × paradisiaca* L. (Topocho), 134. *Myrcia subsessilis* O.Berg (Arrayán), 135. *Ocotea caesariata* van der Werff (Laurel), 136. *Ocotea cymbarum* Kunth (Sasafrás), 137-138. *Opuntia ficus-barbarica* A.Berger (Higo), 139-140. *Origanum vulgare* L. (Oregano), 141-143. *Ormosia costulata* (Miq.) Kleinh. (Pionia), 144-148. *Pachira minor* Hemsl. (Flor amarillo macho), 149. *Parahancornia oblonga* (Benth.) Monach. (Salivo), 150-151. *Phylodendron* sp. (Camburito), 152-155. *Piranhea trifoliata* Baill. (Caramacate), 156. *Polygala adenophora* DC. (Quereme), 157. *Protium llanorum* Cuatrec. (Caraño), 158-159. *Psidium guajava* L. (Guayabo), 160. *Rhynchospora* sp. (Corosito), 161-162. *Schiekia orinocensis* Meisn. (Onotillo sabanero), 163. *Senna occidentalis* (L.) Link (Brusca), 164. *Sida rhombifolia* L. (Escoba), 165-166. *Simira rubescens* (Benth.) Bremek. ex Steyerl. (Paraguatán), 167-169. *Spondias mombin* Jacq. (Jobo), 170. *Sporobolus cubensis* Hitchcock (Cutupen), 171. *Strychnos guianensis* (Aubl.) Mart. (cupata), 172-173. *Tachigali odoratissima* (Spruce ex Benth.) Zarucchi & Herend., 174-176. *Virola carinata* Warb. (Cuajo), 177. *Vismia baccifera* Planch. & Triana (Lacre), 178-179. *Vitex orinocensis* Kunth (Guarataro), 180-182. *Vochysia lehmannii* Hieron. (Saladillo blanco), 183-184. *Xylopia aromatica* Mart. (Malagüeto), 185-186. *Zygia cataractae* (Kunth) L.Rico (Cimbrapotro), 187-188. *Zygia latifolia* (L.) Fawc. & Rendle (Cimbrapotro).



Palma, *Astrocaryum jauari* Foto: María C. Meza.

RESPUESTA POST-FUEGO DE LA PALMA, *Astrocaryum jauari* MART. EN BOSQUES DE GALERÍA DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI, VICHADA, COLOMBIA

Angie N. Romero-Gómez, María C. Meza Elizalde, Tania González Delgado y Dolores Armenteras Pascual

Resumen. El cambio climático y el uso del suelo han alterado los regímenes del fuego, impactando ecosistemas sensibles al fuego como los bosques de galería. Ante este panorama, el objetivo de este trabajo fue conocer la respuesta de la vegetación al fuego utilizando como modelo la palma *Astrocaryum jauari* (Arecaceae), para lo cual se analizó la estructura de la palma en las comunidades de bosques afectados por fuego y no quemados, así como los cambios en la abundancia de sus individuos entre los años 2017-2019 y la variación intraespecífica de 18 rasgos morfológicos. Se encontró que esta palma es una especie con gran valor de importancia en las comunidades de los sectores evaluados, siendo mayor la abundancia de individuos adultos en los bosques quemados y mayor la cantidad de regeneración natural asociada a renuevos en los boques no quemados. Igualmente se encontraron diferencias significativas en los atributos funcionales de los individuos según el ambiente en el cual se encuentran, distinguiéndose claramente dos tipos de estrategias, en la cual las palmas presentes en bosques no quemados tienen una estrategia adquisitiva que se ve reflejada en alto valores de área foliar, contrario a las palmas del bosque quemado que tienen una estrategia conservativa, con bajos valores de área foliar pero con una alta inversión en estructuras que le confieren resistencia física como lo son un mayor espesor foliar y una mayor altura de distribución de espinas a lo largo de la estípita.

Palabras clave. Incendios forestales, incendios naturales, rasgos funcionales, rasgos respuesta, variación intraespecífica.

Abstract. Climate change and land use have altered fire regimes, impacting fire-sensitive ecosystems such as gallery forests. Against this background, the objective of this work was to study the response of vegetation to fire using the *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) palm as a model. To do this, the structure of the palm in the communities

Romero-Gómez, A. N., M. C. Meza, T. González y D. Armenteras. 2020. Respuesta post-fuego de la palma, *Astrocaryum jauari* Mart. en bosques de galería de la Reserva Natural Bojonawi (Orinoquia), Vichada, Colombia. Pp. 533-547. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII21

of burned *vs.* unburned was analyzed, as well as the changes in the palm's abundance between the years 2017-2019 and the intraspecific variation of 18 morphological traits. It was found that this palm is a very important species in communities of the study area. The abundance of adult individuals in the burned forests was greater than in the unburned, and the amount of natural regeneration associated with shoots in the unburned forests was greater. Likewise, significant differences were found in the functional attributes of individuals according to the environment in which they are found, clearly distinguishing two types of strategies, in which the palms present in unburned forests have an acquisitive strategy that is reflected in high values of leaf area, contrary to the palms of the burned forest that have a conservative strategy, with low values of leaf area but with a high investment in structures that confer physical resistance such as a greater leaf thickness and a greater height of distribution of spines to along the stipe.

Keywords. Forest Fires, functional traits, intraspecific variation, natural fires, response traits.

INTRODUCCIÓN

La influencia del fuego en la historia de la vida de la tierra no es reciente, por medio del registro de carbón fósil, se sabe que los incendios forestales se empezaron a presentar justo después de la aparición de las plantas terrestres, es decir en el Silúrico, hace 420 millones de años (Scott y Glasspool 2006). En este sentido, el fuego ha constituido una de las principales fuerzas evolutivas que han incidido en la modelación de la forma y distribución global de los ecosistemas, impactando en la estructura y composición de la cobertura vegetal, así como en las dinámicas ecológicas (Bond y Keeley 2005).

De acuerdo al régimen de fuego y la respuesta a éste, los ecosistemas se pueden clasificar según Hardesty *et al.* (2005) y Myer (2006) en cuatro categorías: a) *ecosistemas dependientes del fuego*, donde el fuego es esencial para las dinámicas ecológicas, y por lo tanto, las especies presentan adaptaciones para responder positivamente a éste; b) *ecosistemas independientes del fuego*, donde el fuego tiene un rol casi nulo y la vegetación existente no presenta adaptaciones a este disturbio; c) *ecosistemas sensibles al fuego* que no se encuentran asociados a la presencia de fuego de forma recurrente pues no posee las condiciones microclimáticas que propicien la ignición y propagación

de éste, por lo tanto fuegos de intensidades bajas resultan muy lesivos para la vegetación; y d) *ecosistemas influenciados por el fuego*, que suelen corresponder a zonas de transición entre ecosistemas dependientes al fuego y ecosistemas sensibles al fuego, y en las cuales dentro de su diversidad vegetal pueden encontrarse especies que responden de manera favorable al fuego como disturbio u otras en donde el fuego causa alta mortalidad.

En el caso específico de la Reserva Natural Bojonawi-RNB, de acuerdo a Armenteras *et al.* (2019) hay extensas sabanas naturales que son consideradas como un ecosistema adaptado al fuego y las plantas han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego y facilitar su propagación; e inmersas en las sabanas, bosques de galería que son sensibles al fuego dado que el fuego no es un proceso recurrente y por ende las plantas pueden carecer de adaptaciones para responder al fuego. Sin embargo, también están las zonas de transición entre las sabanas y los bosques de galería, que son considerados ecosistemas influidos por el fuego, pero no se ha documentado lo suficiente el rol del fuego en el mantenimiento de la diversidad.

Ante este panorama es importante conocer y comprender las respuestas de las especies al fuego como perturbación, y ver

cómo estas respuestas influyen en la estructura y ensamblaje de las comunidades, así como en los procesos de los ecosistemas. En este sentido, considerando que los rasgos funcionales son las características morfológicas, fisiológicas y fenológicas que afectan indirectamente la aptitud física de un organismo y que su variación debido a cambios ambientales influyen en el rendimiento de los organismos y este cambio a su vez influye en los procesos de niveles de organización superior a nivel de poblaciones, comunidades y procesos de los ecosistemas (Violle *et al.* 2007), estos constituyen una herramienta clave de análisis para entender la respuesta de las especies a la presión ambiental (Díaz *et al.* 2016).

Aunque la mayoría de trabajos en rasgos funcionales han estado enfocados a la variación interespecífica, es de resaltar, el potencial de análisis y de investigación que tiene la variación intraespecífica para la comprensión de la respuesta de las especies y como esta influye en la distribución de las mismas en escenarios como el de cambio climático, la estructuración de las comunidades biológicas y la diversidad funcional del ecosistema (Salgado-Negret y Paz 2015, de Bello *et al.* 2010, Oney *et al.* 2013). Dado que las palmas (Arecaceae) son un grupo sensible a cambios ambientales y exhiben variación en la expresión de la estructura y composición a nivel específicos como también en términos de rasgos funcionales de acuerdo a ofertas ambientales (Kahn 1986, Orellana 1992, Gödel *et al.* 2015), resultan ser un excelente modelo para comprender la respuesta de las especies al cambio ambiental global.

Es por lo anterior, que el presente trabajo busca aportar a la comprensión de la influencia del fuego en la vegetación de un bosque de galería impactado por quemadas en el año 2015, a través del análisis de la respuesta al fuego de la palma *Astrocaryum jauari* Mart mediante el análisis de rasgos funcionales en poblaciones afectadas y no afectadas por fuego, entendiendo previamente cual es el rol de esta palma en las comunidades y su estructura poblacional.

METODOLOGÍA

Especie de estudio

Astrocaryum jauari (Figura 1), conocida comúnmente en el Vichada como “macanilla” es una palma nativa clonal de hábito cespitoso perteneciente a la familia Arecaceae (Galeano y Bernal 2010), que tienen altos niveles de diversidad intraespecífica, encontrándose en poblaciones del Amazonas que esta especie no es endógama y que presenta altos niveles de heterocigosis (Santos *et al.* 2014).

Esta palma se distribuye en el norte de la Amazonia de Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador y Perú, así como en la Guayana Francesa, Guyana y Surinam (Kahn 2008). En Colombia se encuentra en las regiones biogeográficas de la Amazonia, Guayana (sierra de la Macarena) y Orinoquia en elevaciones desde los 0 a 200 metros (Galeano y Bernal 2020). Esta palma resulta ser abundante en áreas inundables, y su distribución a nivel departamental va desde Caquetá y Putumayo hasta el departamento de Vichada (Galeano y Bernal 2020).

En la Amazonia esta palma crece específicamente en los bosques de várzeas (bosques inundables de aguas blancas) e igapós (bosques inundables de aguas negras), a orillas de ríos y con una amplia distribución a lo largo del gradiente de inundación, tolerando tiempos de anegación entre 30 y 340 días (Piedade *et al.* 2006, Schluter *et al.* 1993). En la Amazonia brasileña se ha registrado como fuente de alimento de peces, además de ser una especie importante para la economía de comunidades gracias a la extracción del palmito (Piedade *et al.* 2006).

Específicamente en la RNB, esta palma es de las especies más representativas dada su abundancia y frecuencia en los bosques de galería de la Reserva, encontrándose asociada tanto a bosques de aguas claras como de aguas mixtas, al mezclarse con las aguas blancas del Orinoco. Esta palma por su distribución se encuentra sometida a dinámicas interanuales de fuego e inundaciones estacionales, y es una especie de la cual no se cuenta con mucha información acerca de su biología y ecología, así como de sus rasgos funcionales en respuesta a los disturbios inundación y fuego.



Figura 1. *Astrocaryum jauari* en bosques no quemados de la Reserva Natural Bojonawi. Fotos: María C. Meza.

Toma de información

Se establecieron seis parcelas en dos áreas contrastantes de bosque de galería de la Reserva Natural Bojonawi. Tres parcelas en bosques de galería no afectados por fuego ubicados en el sector de caño Charapa, y tres parcelas en bosques de galería afectados por un incendio en el año 2015 en el sector de caño Negro. Cada parcela tenía 100 m de longitud y 10 m de ancho (0,1 ha) y se encontraban separadas entre sí en 400 m.

Composición y estructura de la vegetación de los bosques quemados y no quemados

Para determinar la composición y estructura de las comunidades de los bosques quemados y no quemados, se empleó la misma metodología de campo referenciada en el Capítulo 19 de la presente publicación (Meza *et al.* 2020).

Diferencias temporales de la abundancia de individuos de *Astrocaryum jauari*

En cada parcela se registraron todas las palmas con un DAP ≥ 10 cm (Categoría de Tamaño 1 – Ct1), estas fueron georreferenciadas y marcadas con una placa metálica, y se le tomaron mediciones de perímetro a la altura del pecho (CAP) con una cinta métrica y la altura total con un hipsómetro TruPulse 200 L Laser Rangefinder Hypsometer. Cada parcela de 0,1 ha se subdividió en 10 subparcelas de 25 m² separadas cada 10 m para medición de palmas en la Categoría de Tamaño 2 (Ct2) con un perímetro menor DAP <10 cm y una altura superior a 1,5 m. Estas parcelas se subdividieron a su vez en subparcelas de 4 m² para la medición de palmas con una altura menor a 1,5 m pero mayor a 0,3 m (Ct3). Adicionalmente, dentro de estas subparcelas se establecieron parcelas de 1 m² para hacer el conteo de las palmas con una altura menor a 0,3 m (Ct4).

Los muestreos se realizaron en época seca en los meses de marzo del año 2017 y abril del 2019.

Rasgos funcionales de *Astrocaryum jauari*

En noviembre del 2019 se recolectaron rasgos de 15 individuos con un DAP >10 cm ubicados en bosque quemado en el sector de caño Negro y 15 individuos ubicados en bosque no quemado en el sector de caño Charapa, para la medición de rasgos funcionales. Para cada individuo, en campo se midieron la altura total (AT), altura del estípite (AE), diámetro de la altura al pecho (DAP), diámetro de la corona (D1 y D2), Número de hojas (NH), distribución de espinas a lo largo del fuste (DE), densidad de cobertura de espinas en porcentaje (CE), número de pinnas (NP), longitud total de la hoja (LH), longitud del peciolo (LP), ancho del peciolo (AP) y longitud del raquis (LR).

Específicamente, la distribución de espinas a lo largo del fuste, se tomó como la altura máxima de presencia de espinas a lo largo del estípite, mientras que el porcentaje de cobertura de las espinas se tomó como la densidad de espinas en los anillos de la palma, es decir en cuántos anillos había presencia de espinas, y qué proporción de la palma cubrían dichos anillos.

Se recolectó una hoja de cada individuo que no tuviera daño por patógenos y herbívora, así como se encontrara en plena exposición al sol. Estas hojas de almacenaron en bolsas debidamente sellada y humedecida para conservar su humedad. En la fase de laboratorio cada hoja se separó en los componentes de vaina, raquis, peciolo y lamina foliar, estos se rehidrataron en agua por un periodo de 24 horas. Posteriormente se retiró el exceso de humedad de cada muestra y se tomó su peso. El contenido de agua se calculó por medio de la división de la resta del peso seco al peso húmedo sobre el peso seco y multiplicado por 100. Este cálculo se hizo por separado para la vaina (CH-V), el raquis (CH-R) y el peciolo (CH-P).

Para determinar el espesor foliar, de cada hoja rehidratada por individuo, se seleccionaron las 10 pinnas de mayor longitud de cada hoja y a cada una se le midió el espesor foliar (E) con un micrómetro digital marca Difeos y se efectuaron diez réplicas de cada medida, para un total de 100 medidas por individuo, y se calculó la media para obtener el atributo correspondiente al rasgo. El área foliar se determinó para las hojas rehidratadas, a las cuales se les retiró el exceso de humedad en la superficie de la lámina foliar. Debido al tamaño de las hojas, estas se cortaron y se dispusieron sobre una lámina blanca que contenía una cinta métrica de guía y se cubrieron con un vidrio antirreflejo inmediatamente. Posteriormente se tomó una fotografía en un plano cenital a una distancia fija, sin utilizar aumento y sin flash. Las imágenes fueron procesadas en el programa ImageJ.

Análisis de datos

El análisis de estructura de la vegetación de los sectores quemados y no quemados, se realizó a partir del cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI) con todos los individuos con un DAP >10 cm, y el Índice de Regeneración Natural (RN) para los individuos muestreados con un DAP <10 cm. Los cambios en la abundancia de la palma *A. jauari* se determinaron a partir del número de individuos registrados para cada una de las categorías de tamaño entre el año 2017 y 2019 en cada uno de los sectores.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para identificar las diferencias de los rasgos medidos entre los bosques quemados y no quemados, utilizando el programa estadístico Past 4.0 (Hammer 2020). Para comprobar la normalidad de cada uno de los rasgos medidos, se empleó la prueba de Shapiro-Wilks, posteriormente se determinaron las diferencias significativas para cada uno de los rasgos evaluados entre los sectores utilizando una ANOVA para los rasgos con distribución normal y una prueba de Kurskal Wallis para los rasgos que no tenían una distribución normal.

RESULTADOS

Composición y estructura de la vegetación de los bosques quemados y no quemados

En el bosque quemado de caño Negro se registraron 14 especies de árboles y palmas con un DAP >10 cm, siendo las especies con mayor valor de importancia por su abundancia, frecuencia y dominancia los árboles *Caraipa llanorum* Cuatrec. (IVI 131,3%), *Vochysia venezuelana* Stapfleu. (IVI 49,5%), *Couepia paraensis* (Mart. & Zucc.) Benth. (IVI 21,5%) y la palma *Astrocaryum jauari* Mart. (IVI 14,5%). En el caso específico de la macanilla está reporto una abundancia relativa de 9,6%, una frecuencia de 4,5% y una dominancia de 1,3%. Por el contrario, en el bosque no quemado de caño Charapa se registraron 43 especies con individuos con un DAP >10 cm, siendo las más representativas *Campsiandra comosa* Benth. (IVI 31,3%), *Duroia micrantha* Zarucchi & J.H.Kirkbr (IVI 28,5%), la palma *Astrocaryum jauari* Mart. (IVI 17,8%), *Richeria grandis* Vahl (IVI 17,7%), *Caraipa llanorum* Cuatrec. (IVI 16,9%) y *Pouteria elegans* (A.DC.) Baehni (IVI 16,01%). La macanilla en el bosque no quemado reportó una abundancia relativa de 7,6%, una frecuencia relativa de 7,6% y una dominancia de 2,7% (Figura 2).

La macanilla es la especie con mayor representación tanto en los bosques quemados como en los bosques no quemados, en los primeros con un RN de 21,4% y en los segundos con un índice de 10,7%, lo cual se debe en los dos casos a la alta abundancia y frecuencia de esta palma en todas las categorías de tamaño. En el caso específico del bosque quemado se registraron en la regeneración natural 47 especies, entre las que también se destacan las especies *Ocotea cf. sanariapensis* Lasser (RN 11,3%), *Himatanthus semilunatus* Markgr (RN 9,9%), *Coutoubea ramosa* Aubl (RN 7%), *Miconia aplostachya* (Bonpl.) DC. (RN 5,8%) y *Vochysia lehmannii* Hieron. (RN 5,7%). Mientras que en el bosque no quemado se registraron 83 especies siendo las que tienen mayor índice a parte de la macanilla, *Miconia aplostachya* (Bonpl.) DC. (RN 6,3%),

Quiina cf. rhytidopus Tul (RN 3,7%), la palma *Leopoldinia pulchra* Mart. (RN 3,6%), *Duroia micrantha* Zarucchi & J.H.Kirkbr. (RN 3,3%), *Eschweilera cf. parvifolia* Mart. ex DC. (RN 3,3%) y *Abarema jupunba* (Willd.) Britton & Killip (RN 3%).

Diferencias temporales de la abundancia de individuos de *Astrocaryum jauari*

Como se evidencia en la figura 3 en los bosques quemados se presentó un aumento del número de individuos con un DAP >10 cm (Ct 1) del 142,7% mientras que en los bosque no quemados se registró una mortalidad del 10,5% de palmas en esta categoría de tamaño. Mientras que en la clase de tamaño 2 que corresponde a las palmas con una altura mayor a 1,5 m pero un DAP >10 cm ya sea con única estípites o cespitosas, se presentó en los bosques quemados una disminución del número de individuos del 3,9% pero la cantidad de individuos en esta clase en el bosque no quemado aumento en un 64,5%.

En la clase de tamaño 3 que corresponde a los individuos cespitosos con una altura entre 0,3 m y 1,5 m, se registró una disminución del número de individuos del 78,1% en los bosques quemados y del 21,7% en el bosque no quemado. Finalmente, las palmas renuevo con alturas menores a 0,3 m (Ct4) disminuyeron en un 50% en los bosques quemados pero un aumento del 78,07% en los bosques no quemados.

Rasgos funcionales de *Astrocaryum jauari*

De los 30 individuos a los cuales se evaluaron 19 rasgos funcionales, se obtuvo en el Análisis de Componentes Principales (Figura 4) que esta explica un 53,4% de la varianza de los datos entre el primer componente (37,3%) y el segundo componente (16,1%). A partir de este análisis se observan dos tendencias generales de agrupación de similitudes entre los individuos muestreados, aquellos que figuran en rojo corresponden a parcelas impactadas por fuego y los que figuran de

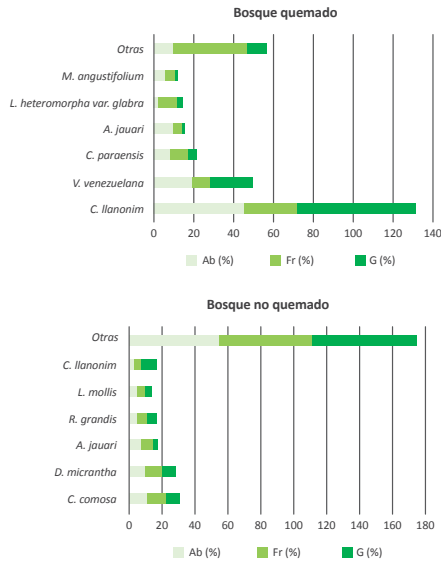


Figura 2. Índice de Valor de Importancia de los bosques quemados y no quemados.

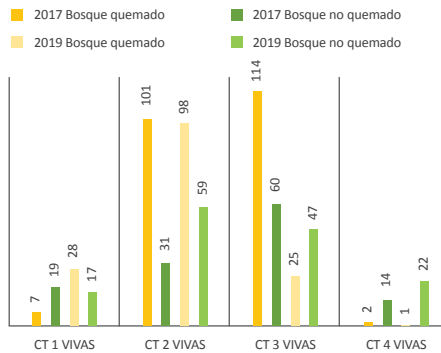


Figura 3. Diferencias temporales de la abundancia de individuos de *Astrocaryum jauari* por clase de tamaño en bosques quemados y no quemados.

color verde a parcelas no afectadas por fuego, y esta diferencia se observa en la dispersión de los individuos en los componentes, pues la mayoría de los rasgos están seleccionados a sectores no quemados, sin embargo, los rasgos como distribución de las espinas a lo largo del fuste (AE) y contenido hídrico del pecíolo (CH-P) se encuentran mejor representados en los individuos de áreas impactadas por fuego.

De los 18 rasgos evaluados, solo presentaron distribución normal la longitud del raquis (m), el número de pinas, la altura

total (m), el espesor de la hoja (mm) y la cobertura de las espinas (%). Los demás rasgos no tienen una distribución normal. En relación a las diferencias significativas del valor de los rasgos entre los bosques no quemados y quemados, los únicos rasgos que no presentaron diferencias significativas entre los sectores fueron el diámetro a la altura del pecho (m), el ancho del pecíolo (m), el contenido hídrico de la vaina (%) y el contenido hídrico del pecíolo (%), los demás se diferencian entre los sectores, tal como se muestra en el anexo 1.

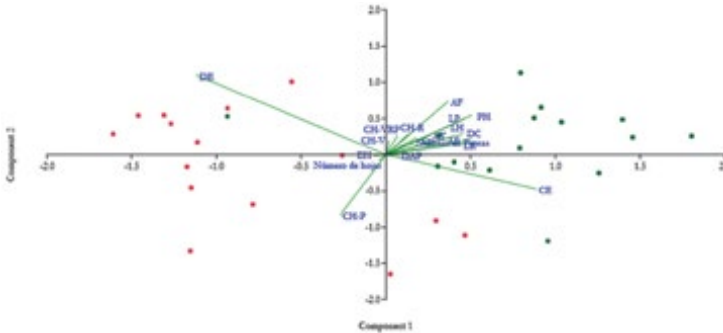


Figura 4. Análisis Componentes Principales para los rasgos evaluados. Los puntos rojos representan los individuos ubicados en los bosques quemados y los puntos verdes los individuos ubicados en los bosques no quemados.

Específicamente el DAP no muestra diferencias dado que se seleccionaron individuos con una categoría diamétrica similar para estandarizar el muestreo. En relación a los rasgos asociados a crecimiento, las palmas de los bosques no quemados presentaron mayores alturas totales, alturas del estípite, área de la copa, número de hojas y de pinnas, longitud del peciolo y del raquis, y área foliar. Las áreas foliares de las palmas de bosque no quemado tienen un valor medio de 2,7 m² con valores mínimos de 1,9 m² y máximos de 5,7 m², mientras que las palmas de los bosques quemados tienen menor área foliar con un valor medio de 1,7 m², valores mínimos de 0,7 m² y valores máximos de 2,6 m².

Así mismo *A. jauari* presenta mayores contenidos hídricos en el raquis en el bosque no quemado con valores de 238,5% en comparación de 200,9% en el bosque quemado. Las hojas también tienen un mayor peso húmedo en el bosque no quemado (1320,7 g) en comparación al bosque quemado (812,8 g). Por otro lado, las macanillas de los boques quemados registraron mayores espesores de la hoja con un valor medio de 0,31 mm con valores máximos de 0,35 mm y mínimos de 0,27 mm en comparación con los bosques quemados que tienen un valor medio de 0,28 mm con valores máximos de 0,32 mm y mínimos de 0,23 mm.

Finalmente, asociado a los rasgos de espinas las palmas del bosque quemado tienen un porcentaje de cobertura menor

(31%) en comparación con el bosque no quemado (53,8%), pero presentan espinas a una altura mayor (2,09 m) en comparación al bosque no quemado donde las espinas solo alcanzan una altura de 1,02 m.

Se encontraron diferencias significativas en el espesor foliar de los saladillos entre los tres sectores (Figura 3), en donde en la sabana arbolada se registraron mayores espesores foliares con un valor medio de 0,48 mm, registrando valores mínimos de 0,39 mm y máximos de 0,59 mm. En el bosque no quemado, los saladillos presentaron menores espesores foliares con una media de 0,33 mm, valores medios de 0,25 mm y máximos de 0,43 mm.

DISCUSIÓN

Astrocaryum jauari es una de las especies que pudo sobrevivir al incendio de copa que se presentó en la Reserva en el 2015, y esto se puede confirmar por los datos tomados en el 2017, fecha en la cual se registraron en los bosques quemados individuos adultos vivos de esta palma. De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, esta es una de las especies más abundantes, más frecuentes y dominantes tanto en bosques que no han sido afectados por fuego y los bosques quemados, lo cual refleja la importancia de esta palma en la estructuración de comunidades post disturbio.

Lo anterior se puede comprobar con el aumento del número de individuos adultos

con un DAP >10 cm en las zonas quemadas, el cual fue del 142,9%. Esto se puede deber a las condiciones post fuego, como mayor luminosidad (Becerra *et al.* 2004), condición que es aprovechada por las plantas para un rápido aumento de talla (Keeling *et al.* 2008), una estrategia típica de especies pioneras que *A. jauari* exhibe. En estos bosques quemados, también se evidenció una disminución de la regeneración natural de macanilla, lo cual se puede deber a cambios en la composición de especies a medida que pasa el tiempo. Sin embargo, se debe comprobar si estos cambios en la composición que reducen la regeneración de macanilla se deben a la sucesión de especies que contribuyen a la recuperación del bosque o a procesos de degradación en los cuales aumenta la dominancia de pastos.

En el caso de los bosques no quemados, se encontró que disminuyó el número de palmas adultas, pero hay un reclutamiento del 78,1% de renuevos de macanilla, sin embargo, no se sabe si esto se debe a germinación de semillas y establecimiento de plántulas o a reproducción clonal. Por ello, es necesario evaluar en el futuro el banco de semillas de esta especie, la reproducción asexual y el éxito de establecimiento de estas plántulas que se puede reflejar en aumento de individuos en las clases de tamaño superiores.

Asociado a los cambios de los valores de los rasgos de esta palma entre las dos zonas de muestreo, se evidencian cambios a nivel intraespecífico en relación al ambiente donde se encuentra la palma, es así como los individuos presentes en bosques no quemados muestran una estrategia adquisitiva con altos valores de área foliar. Mientras que las palmas del bosque quemado mostraron una estrategia conservativa con mayor inversión en estructuras que confieren resistencia física como lo es un mayor espesor foliar y un mayor número de espinas que ocupan mayor altura sobre el estípite.

Se ha reportado que mayor área foliar está asociada a elevadas tasas de respiración y fotosíntesis (Wright *et al.* 2004), y

mayor espesor foliar es un rasgo que está relacionado con un incremento de la longevidad foliar lo cual repercute en la temporalidad de producción de hojarasca (Díaz *et al.* 2016). También se ha reportado que tejidos de hoja más gruesos actúan como aislantes térmicos y confieren a la planta resistencia para sobrevivir ante temperaturas altas generadas por el fuego (Scalon *et al.* 2020) siendo una estrategia que reduce el estrés hídrico ante estas condiciones. Sin embargo, estas estrategias más conservativas reducen las tasas de respiración y las concentraciones de nitrógeno de la planta (Kembel y Cahill 2011), lo cual tiene efectos en la fotosíntesis. La reducción del área del área foliar de las palmas en los bosques quemados puede deberse a las condiciones de estrés por sequía posteriores al incendio afectan los rasgos morfológicos de la planta (Bhusal *et al.* 2019), y las mayores áreas foliares en bosques no quemados pueden deberse a una mayor competencia por la luz. Aponte *et al.* (2011) compararon rasgos vegetativos de *Astrocaryum peranguatum* entre dos ambientes diferentes, bosque y pastizal afectado periódicamente por fuego y pastoreo, encontrando que, debido al gradiente decreciente de luz en el sotobosque, la palma presenta un tamaño mayor en la hoja (comprendiendo también vaina, raquis y pecíolo), respecto a las palmas presentes en el pastizal, pues al ser un área abierta disminuye la competencia por dicho recurso. De igual manera, Trujillo (2017) relaciona el tamaño de los pecíolos en palmas con la optimización de la captación de luz, ya que, al aumentar la longitud del pecíolo, aumenta el diámetro de la copa, mejorando la capacidad de competir por luz. Así mismo, posterior al incendio de Bojonawi se dio una apertura del dosel (Armenteras *et al.* 2019), lo cual genera una mayor incidencia de la radiación solar que a su vez aumenta las temperaturas y reducen la humedad de la atmósfera. Esto se ve reflejado a su vez en una reducción de los contenidos hídricos de las plantas que se evidencia en menores contenidos hídricos del raquis.

Respecto a las espinas, se ha mostrado que estas tienen un papel importante de la protección contra la herbívora y además actúan como aislante térmico, lo que contribuye a la tolerancia al estrés por calor (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). En la planta modelo en el presente trabajo, se encontró que aumenta la altura de las mismas y por ende el número de espinas en los bosques quemados, lo cual coincide con los reportados para tres especies de berberidáceas (Gowda y Raffaele 2004), en donde después del fuego estas especies asignaban mayor biomasa a las espinas, y aumentaban la densidad en su cobertura, además de hallar diferencias significativas en el tamaño de las espinas, concluyeron que dichos resultados son desencadenados como una respuesta al fuego. La producción de espinas se encuentra asociado a especies menos inflamables en ecosistemas propensos al fuego (Allen 2008), y esto se debe principalmente a que actúan como un aislante térmico primario del xilema y floema. Además, el contenido de lignina de las espinas actúa como retardante de llama (Allen 2008) al constituir una barrera inicial a la combustión a modo de “cilindro lignificado” previo al estípote, y a que su estructura aromática puede generar un retardo en la llama (Yang *et al.* 2020). Lo anterior podría confirmarse para la especie *A. jauari* con ensayos de infla-

mabilidad en los cuales se considere este rasgo, así como el contenido de lignina de las espinas en condiciones diferenciales post-fuego. Por otro lado, las espinas no solo pueden reducir la inflamabilidad, sino que también los efectos del estrés generados por altas temperaturas. En trabajos en los cuales se han utilizado como plantas modelo cactáceas se ha encontrado que las espinas moderan la temperatura de la superficie, disminuyendo la radiación de onda corta y el coeficiente de convección de calor, bajando la temperatura en promedio 2°C (Drezner 2011, Nobel *et al.* 1986), lo cual puede proteger a la planta a su vez contra fenómenos oxidativos (Apel y Hirt 2004).

Finalmente, es importante destacar que el estudio del impacto del fuego es poco estudiado entre los problemas ambientales actuales que afectan a las palmas tropicales de América (Liesenfeld y Vieira 2018), es por esto que el presente proyecto es novedoso en nuestro país, primero desde la perspectiva intraespecífica de rasgos funcionales, segundo por la información nueva que se genera para la especie y más desde una perspectiva de la respuesta de la vegetación al fuego en el contexto de cambio ambiental global pero con enfoque territorial, contribuyendo con información para el diseño de estrategias de conservación de los bosques afectados por incendios.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, H. D. 2008. Fire: plant functional types and patch mosaic burning in fire-prone ecosystems. *Progress in Physical Geography* 32 (4): 421-437.
- Apel, K. y H. Hirt. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology* 55: 373-399.
- Aponte, H., F. Kahn y B. Millán. 2011. Adaptabilidad vegetativa a la deforestación de la palma peruana *Astrocaryum perangustatum*. *Revista Peruana de Biología* 18 (2): 179-183.
- Armenteras, D., M. Elizalde, T. González, N. Salazar, J. Barreto, L. Mesa, C. Moreno, L. Obando y S. Ruiz. 2019. Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia: síntesis de hallazgos y aplicaciones. Ediprint SAS. Bogotá, D. C., Colombia. 21 pp.
- Becerra, L. M., M. R. Rodríguez, I. C. Martínez, M. B. Vichot y R. S. Sospedra. 2004. Efectos de quemas prescritas sobre las propiedades del suelo en bosques de *Pinus tropicalis* Morelet, en Cuba. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 10 (1): 31-35.
- Bhusal, N., H. Su-Gon y Y. Tae-Myung. 2019. Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus × domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae* 246: 535-543.
- Bond, W. J. y J. E. Keeley. 2005. Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 20 (7): 387-394.
- de Bello, F., S. Lavorel, C. H. Albert, W. Thuiller, K. Grigulis, J. Dolezal y J. Lepš. 2010. Quantifying the relevance of intraspecific trait variability for functional diversity. *Methods in Ecology and Evolution* 2 (2): 163-174.
- Díaz, S., J. Kattge, J. H. C. Cornelissen, I. J. Wright, S. Lavorel, S. Dray, B. Reu, M. Kleyer, C. Wirth, I. Colin-Prentice, E. Garnier, G. Bönsch, M. Westoby, H. Poorter, P. B. Reich, A. T. Moles, J. Dickie, A. N. Gillison, A. E. Zanne, J. Chave, S. Joseph-Wright, S. N. Sheremet Ev, H. Jactel, C. Baraloto, B. Cerabolini, S. Pierce, B. Shipley, D. Kirkup, F. Casanoves, J. S. Joswig, A. Günther, V. Falczuk, N. Rüger, M. D. Mahecha y L. D. Gorné. 2016. The global spectrum of plant form and function. *Nature*. 529: 167-171. Doi: 10.1038/nature16489
- Drezner, T. D. 2011. Cactus surface temperatures are impacted by seasonality, spines and height on plant. *Environmental and Experimental Botany* 74: 17-21.
- Galeano, G y R. Bernal. 2010. Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 328 pp.
- Galeano, G. y R. Bernal. 2020. *Astrocaryum jauari* Mart. En: Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.), *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Gödel, B., W. D. Kissling y J. C. Svenning. 2015. Geographical variation and environmental correlates of functional trait distributions in palms (Arecaceae) across the New World. *Botanical Journal of the Linnean Society* 179 (4): 602-617.
- Gowda, J. y E. Raffaele. 2004. Spine production is induced by fire: a natural experiment with three *Berberis* species. *Acta Oecologica* 26 (3): 239-245.
- Hammer, Ø. 2020. PAST 4.0: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica*.
- Hardesty, J., R. Myers y W. Fulks. 2005. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. En: *The George Wright Forum*. George Wright Society 22 (4): 78-87.
- Kahn, F. 2008. El género *Astrocaryum* (Arecaceae). *Revista Peruana de Biología* 15: 31-48.
- Kahn, F. 1986. Life forms of Amazonian palms in relation to forest structure and dynamics. *Biotropica* 214-218.

- Keeling, H. C., T. R. Baker, R. V. Martínez, A. Monteagudo y O. L. Phillips. 2008. Patrones contrastantes de diámetro e incremento de biomasa en grupos funcionales de árboles en bosques amazónicos. *Oecologia* 158 (3): 521-534.
- Kembel, S. W. y J. J. Cahill. 2011. Independent evolution of leaf and root traits within and among temperate grassland plant communities. *PLoS One* 6: 12-15. Doi: 10.1371/journal.pone.0019992
- Liesenfeld, M. V. A. y G. Vieira. 2018. Postfire palm resprouting in the Amazonian Forest: Are underground stems an advantage?. *Perspectivas Rurales Nueva Época* 16 (31): 11-23.
- Meza, M. C., T. González, A. Reyes y D. Armenteras. 2020. Diferencias en la composición, estructura y diversidad entre bosques inundables de aguas claras y aguas mixtas, Reserva Natural Bojonawi, río Orinoco y planicie inundable, Vichada, Colombia. Pp. 489-503. En: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), VIII. *Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Myers, R. L. 2006. Living with fire, sustaining ecosystems & livelihoods through integrate fire management. Global Fire Initiative, The Nature Conservancy. Tallahassee. 28 pp.
- Nobel, P. S., G. N. Geller, S. C. Kee y A. D. Zimmerman. 1986. Temperatures and thermal tolerances for cacti exposed to high temperatures near the soil surface. *Plant, Cell & Environment* 9 (4): 279-287.
- Oney, B., B. Reineking, G. O'Neill y J. Kreyling. 2013. Intraspecific variation buffers projected climate change impacts on *Pinus contorta*. *Ecology and Evolution* 3 (2): 437-449.
- Orellana, R. 1992. Síndromes morfológicos y funcionales de las palmas de la Península de Yucatán. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 21 (2): 651-667.
- Pérez-Harguindeguy, N., S. Díaz, E. Garnier, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M. S. Bret-Harte, W. K. Cornwell, J. M. Craine, D. E. Gurvich, C., Urcelay E. J. Veneklaas, P. B. Reich, L. Poorter, I. J. Wright, P. Ray, L. Enrico. J. G. Pausas, A. C. De Vos, N. Buchmann, G. Funes, F. Quétier, J. G. Hodgson, K. Thompson, H. K. Morgan, H. Ter Steege, M. G. A. Van der Heijden, L. Sack, B. Blonder, P. Poschlod, M. V. Vaieretti, G. Conti, A. C. Staver, S. Aquino y J. H. C. Cornelissen. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. 61: 167-234 Doi: 10.1071/BT12225
- Piedade, T. M., F. P. Parolin y W. J. Junk. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *Revista de Biología Tropical* 54 (4): 1171-1178.
- Salgado-Negret, B y H. Paz. 2015. Escalando Rasgos Funcionales a Procesos Poblacionales, Comunitarios y Ecosistémicos. Pp. 14-25. En: Salgado-Negret, B. (Ed), *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Santos, D. L, S. L. Ferreyra, M. T. Gomes, G. Dequigiovanni, E. A. Veasey, J. L. Vasconcelos, J. S. Batista, K. M. Formiga y R. Lopes. 2014. Genetic diversity and structure of *Astrocaryum jauari* (Mart.) palm in two Amazon river basins. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 14 (3): 166-173.
- Scalon, C. M., F. M. Chaves, W. J. Alves da Cruz, B. H. Marimon-Júnior, B. Schwantes-Marimon e I. Oliveras. 2020. Diversity of functional trade-offs enhances survival after fire in Neotropical savanna species. *Journal of Vegetation Science*. 31: 139-150. Doi: 10.1111/jvs.12823
- Schluter, U. B., B. Furch y C. A. Joly. 1993. Physiological and anatomical adaptations by young *Astrocaryum jauari* Mart. (Arecaceae) in periodically inundated biotopes of Central Amazonia. *Biotropica*: 384-396.

- Scott, A. C. y I. J. Glasspool. 2006. The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103 (29): 10861-10865.
- Trujillo, W. F. 2017. Rasgos funcionales de palmas y su relación con variables ambientales locales en la amazonía colombiana. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C., Colombia. 70 pp.
- Violle, C., M. L. Navas, D. Vile, E. Kazakou, C. Fortunel, I. Hummel y E. Garnier. 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116 (5): 882-892.
- Wright, I. J., P. B. Reich, M. Westoby, D. D. Ackerly, Z. Baruch, F. Bongers, J. Cavender-Bares, T. Chapin, J. H. C. Cornelissen, M. Diemer, J. Flexas, E. Garnier, P. K. Groom, J. Gulias, K. Hikosaka, B. B. Lamont, T. Lee, W. Lee, C. Lusk, J. J. Midgley, M. L. Navas, U. Niinemets, J. Oleksyn, N. Osada, H. Poorter, P. Poot, L. Prior, V. I. Pyankov, C. Roumet, S. C. Thomas, M. G. Tjoelker, E. J. Veneklaas y R. Villar. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428 (6985): 821-827.
- Yang, H., B. Yu, X. Xu, S. Bourbigot, H. Wang y P. Song. 2020. Lignin-derived bio-based flame retardants toward high-performance sustainable polymeric materials. *Green Chemistry* 22 (7): 2129-2161.

ANEXOS

Anexo 1. Rasgos funcionales de *Astrocaryum jauari* evaluados en bosques quemados y no quemados en la Reserva Natural Bojonawi.

Variable	Unidad	Sector	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	p
Altura total (AT)	m	Bosque quemado	15	6	1,52	0,39	25,39	3	8	<0,0001
		Bosque no quemado	15	8,35	0,89	0,23	10,6	7	10	
Alura estípíte (AE)	m	Bosque quemado	15	3,45	0,99	0,26	28,76	2	5,5	0,0002
		Bosque no quemado	15	5,29	1,1	0,28	20,76	2	6	
Diámetro altura al pecho (DAP)	cm	Bosque quemado	15	11,71	1,39	0,36	11,85	10,13	14,97	0,7086
		Bosque no quemado	15	11,78	1,24	0,32	10,54	10,35	14,01	
Área de la copa (AC)	m ²	Bosque quemado	15	8,42	3,08	0,8	36,63	4,85	12,57	0,0001
		Bosque no quemado	15	23,54	9,07	2,34	38,55	4,91	38,48	
Número de hojas	#	Bosque quemado	15	9,2	1,32	0,34	14,35	8	12	0,0964
		Bosque no quemado	15	8,27	1,71	0,44	20,68	6	12	
Número de pinnas	#	Bosque quemado	15	115,53	13,39	3,46	11,59	92	132	<0,0001
		Bosque no quemado	15	146,27	9,11	2,35	6,23	130	160	
Área foliar (AF)	m ²	Bosque quemado	14	1,66	0,48	0,13	29,02	0,86	2,58	0,0001
		Bosque no quemado	15	2,75	0,93	0,24	33,78	1,88	5,69	
Espesor de la hoja (EH)	mm	Bosque quemado	15	0,31	0,02	0,01	7,97	0,27	0,35	0,0109
		Bosque no quemado	15	0,28	0,03	0,01	11	0,23	0,32	
Longitud total de la hoja (LH)	m	Bosque quemado	15	3,24	1,45	0,37	44,65	2,39	8,27	0,0001
		Bosque no quemado	15	4,9	0,41	0,11	8,38	4,12	5,36	

Anexo 1. Continuación.

Variable	Unidad	Sector	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Min	Máx	p
Longitud del peciolo (LP)	m	Bosque quemado	15	0,93	0,17	0,04	18,26	0,73	1,23	0,0001
		Bosque no quemado	15	1,63	0,5	0,13	30,32	0,54	2	
Longitud del raquis (LR)	m	Bosque quemado	15	1,52	0,3	0,08	20	0,97	2,01	<0,0001
		Bosque no quemado	15	2,89	0,5	0,13	17,43	2,27	3,96	
Ancho del peciolo (AP)	cm	Bosque quemado	15	3,63	0,82	0,21	22,59	3	6	0,6143
		Bosque no quemado	15	5,55	8,18	2,11	147,26	2,5	35	
Contenido hídrico peciolo (CH-P)	%	Bosque quemado	15	720,16	443,93	114,62	61,64	195,91	1510,41	0,7875
		Bosque no quemado	15	623,67	340,26	87,85	54,56	159,34	1260,27	
Contenido hídrico raquis (CH-R)	%	Bosque quemado	15	200,87	50,33	12,99	25,05	118,3	332,85	0,0852
		Bosque no quemado	15	238,53	68,73	17,75	28,82	135,25	362,26	
Contenido hídrico vaina (CH-V)	%	Bosque quemado	15	283,61	52,86	13,65	18,64	196,96	379,43	0,3507
		Bosque no quemado	15	312,31	130,72	33,75	41,86	98,24	613,22	
Peso húmedo hoja (PH)	g	Bosque quemado	15	812,83	257,52	66,49	31,68	461,21	1367,87	0,0007
		Bosque no quemado	15	1310,66	478,86	123,64	36,54	721,61	2561,18	
Densidad cobertura de espinas (CE)	%	Bosque quemado	15	31	16,82	4,34	54,25	10	70	0,0009
		Bosque no quemado	15	53,8	16,72	4,32	31,07	10	80	
Distribución de espinas a lo largo de la estípita (DE)	m	Bosque quemado	15	2,09	1,21	0,31	57,78	0,3	4	0,0134
		Bosque no quemado	15	1,02	0,55	0,14	54,35	0,3	2	



Bosque de caño Verde afectado por el fuego. Foto: Monica A. Morales-Betancourt.

AMENAZAS Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA RESERVA NATURAL BOJONAWI Y ÁREAS ADYACENTES, ORINOQUIA, VICHADA, COLOMBIA

Fernando Trujillo, Carlos A. Lasso, María C. Díazgranados y Monica A. Morales-Betancourt

La Reserva Natural Bojonawi-RNB a pesar que su carácter de conservación, presenta varias amenazas y situaciones complejas relacionadas con la biodiversidad, su conservación y el uso sostenible o ilegal de la misma. De igual manera, se consideran algunos aspectos importantes para la investigación y perspectivas a futuro. A continuación se describen y sintetizan cada una de ellas.

AMENAZAS

Incendios (Figura 1)

Una de las principales amenazas para la Reserva son las quemadas que se realizan en los primeros meses del año (enero-marzo). Estas quemadas en algunos casos las generan los vecinos de los predios colindantes, tanto en la zona de caño Negro como por el caño El Tesoro. En buena medida se ha verificado que son quemadas intencionales, especialmente por indígenas de la etnia Sikuani, que se desplazan en la periferia y dentro de la Reserva, y que usan culturalmente el fuego como una forma de cazar animales (Trujillo *et al.* 2011, Huertas-Herrera *et al.* 2019). El impacto es enorme, ya que no solo se queman las sabanas, sino que también se comprometen los bosques marginales a

los caños, lagunas y morichales (Figura 1). Esto a su vez tiene un efecto negativo en la fauna, ya que generan perturbaciones muy importantes que alejan a muchas especies de estos sitios como ha sido reportado en otras regiones expuestas a estos eventos (Fearnside 1989, Pivello 2011). Los mamíferos y aves tienen la mayor posibilidad de dispersión por su movilidad, pero seguramente las comunidades de artrópodos, anfibios y reptiles son más vulnerables.

Para afrontar esta amenaza, se han desarrollado diálogos permanentes con los vecinos para disuadirlos de estas prácticas, especialmente en los meses más secos y con mayor viento, y se hacen cortafuegos manuales y/o con tractor alrededor de las zonas de vivienda, cuando es requerido. Es importante resaltar que cuando hay mucha biomasa vegetal, altas temperaturas y fuertes vientos, estas gestiones son insuficientes y en algunos años (2014 y 2020) más del 80% de la RNB se ha quemado como consecuencia de pequeños incendios iniciados afuera o adentro de la misma. Para atender estos eventos, el personal de Bojonawi ha contado numerosas veces con el apoyo de pescadores, bomberos y defensa civil de Puerto Carreño.

Trujillo, F., C. A. Lasso, M. C. Díazgranados y M. A. Morales-Betancourt. 2020. Amenazas y recomendaciones para la investigación y conservación de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia. Pp. 549-558. *En*: Lasso, C. A., F. Trujillo y M. A. Morales-Betancourt (Eds.), *VIII. Biodiversidad de la Reserva Natural Bojonawi, Vichada, Colombia: río Orinoco y planicie de inundación*. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. DOI: 10.21068/A2021FSNVIII22

Dado que el impacto de las quemas es significativo tanto en el componente vegetal como en la fauna nativa, la Fundación Omacha tiene una alianza con el Laboratorio de ecología del paisaje (Ecolmod) de la Universidad Nacional, quienes están haciendo un monitoreo permanente de esta amenaza y de su impacto sobre pequeños mamíferos (Armenteras *et al.* 2019). Se espera que los resultados que se obtengan sirvan como insumo para tomar medidas de manejo adecuadas, no solo en la RNB sino en otras áreas de la región de la Orinoquia (ver Capítulo 21 para mayor detalle).

Interacciones con resguardos indígenas: caza y pesca (Figura 2)

En segundo lugar en magnitud, está la cacería y pesca no sostenible. La primera es realizada principalmente por parte de indígenas que en la época de verano se instalan

en las zonas de caño Verde y caño Negro (Figura 2). El impacto es fundamentalmente en pequeños mamíferos, tortugas, iguanas, cachirres y babillas, pero también se ejerce sobre peces ya que se realiza una pesca selectiva muy extractiva con el uso de máscara y arpón sobre ciertas especies de peces residentes, de baja fecundidad y poco resilientes, como por ejemplo las mojarras (Cichlidae). Este es un tema complejo, ya que tanto la cacería como la pesca de subsistencia está permitida para las comunidades indígenas, pero entra en conflicto con el propósito de la Reserva de garantizar procesos de conservación. Además, es un hecho que parte de estas capturas son posteriormente comercializadas tanto en Colombia como en Venezuela. Se han establecido conversaciones con el Resguardo de Guacamaya Maipores, la Hormiga y Guaripa para llegar a acuerdos con ellos y explicarles el objetivo de la



Figura 1. Incendios en la Reserva Natural Bojonawi: a) afectación de sabanas; b) control del fuego por los habitantes; c) bosque de caño Verde en recuperación; d) tortugas sabanera (*Podocnemis vogli*) sobreviviente del fuego. Fotos: Fernando Trujillo (a, c, d), Monica A. Morales-Betancourt (e).

Reserva como un espacio para que la fauna pueda encontrar refugio y reproducirse.

La pesca ilegal tiene lugar principalmente en la laguna El Pañuelo, que es un gran reservorio de peces y zona de reproducción. Generalmente en la noche se introducen pescadores con chinchorros para “barrer” sectores de la laguna. Algunas veces son pescadores de Puerto Carreño y en otras ocasiones de Venezuela. El personal de Bojonawi les explica que es una Reserva privada y que igualmente, la ley colombiana prohíbe el uso de estas redes. Con frecuencia se solicita la ayuda de la Armada Nacional para hacer presencia en la zona de la Reserva.

También, muchos “pescadores” criollos independientemente de la nacionalidad como se vera más adelante, además de pescar, cazan tortugas y otros reptiles acuáticos.

En resumen, tanto la caza como la pesca y en general el uso no sostenible de los recursos hidrobiológicos, ocurre tanto dentro de la Reserva, como en los límites de la misma.

Zona fronteriza con Venezuela

La Reserva Natural Bojonawi está sobre la ribera del Orinoco, teniendo a Venezuela justo al frente. Esto plantea algunos problemas indirectos de seguridad asociados a tráfico ilegal de combustible, especialmente durante la noche, y la pesca ilegal. En los análisis de viabilidad turística, la inesta-

bilidad en la frontera es una variable con peso negativo. Es por eso que es necesario reforzar la coordinación y el trabajo interinstitucional público y privado, generando estrategias conjuntas de control y vigilancia con la Armada Nacional, la Inspección del Puerto y otros.

Sostenibilidad de la Reserva Natural Bojonawi

La sostenibilidad de las reservas que enfocan su vocación en la conservación es bastante difícil, ya que generalmente no cuentan con actividades productivas, como en el caso de Bojonawi. En un área de más de cuatro mil hectáreas de la RNB, es necesario tener un esquema de vigilancia y monitoreo adecuados. Por esa razón, se cuenta con tres puntos de control: 1) estación orilla Orinoco, 2) estación Sabana y 3) estación Tesoro, donde generalmente se cuenta con una familia por sitio, pero este depende en muchas ocasiones de la disponibilidad presupuestal. Es por ello, que se requieren fondos para mantener en funcionamiento estos puntos, con personal, vehículos, plantas eléctricas, motobombas y energía solar, entre otros para así tratar de garantizar la seguridad y movilidad dentro de la Reserva y hacia Puerto Carreño. Como parte del comodato, la Fundación Omacha ha gestionado recursos a través de proyectos de investigación y conservación que han



Figura 2. Pesca en caño Negro: a) asentamiento temporal; b) pescador indígena con su arte de pesca y captura. Fotos: Monica A. Morales-Betancourt.

permitido cubrir la mayor parte de los gastos. Sin embargo, estos fondos no son constantes y con frecuencia se presentan meses en los que se requiere la búsqueda de recursos complementarios, a través de esquemas de siembras de árboles nativos para mitigación de carbono, turismo e incluso alquiler de instalaciones para filmaciones.

La principal fuente para el sostenimiento de la Reserva es el programa de Planet Partner de HP (Hewlett Packard), que ha funcionado desde el 2008. Recientemente, en el 2020 se implementó energía solar en la estación sobre el Orinoco con el apoyo de PDD (Project Design Development). Convenios con el Instituto Alexander von Humboldt y ECOLMOD, han permitido cubrir algunos costos de auxiliares de campo y combustible. Más recientemente, en el 2020, el Concejo de Puerto Carreño aprobó un descuento del 80% de pago de predial para Reservas Privadas, lo que significa un alivio tributario importante para este tipo de iniciativas, y un ejemplo a seguir de la Alcaldía de Puerto Carreño en el reconocimiento de la labor de las reservas.

Sin embargo, a pesar de la relevancia de la Reserva Bojonawi en procesos de conservación e investigación de la biodiversidad de la Orinoquia, es totalmente necesario crear una estrategia de sostenibilidad financiera de largo plazo. Para eso sería importante que iniciativas regionales de conservación de patrimonio natural con fondos internacionales (GIZ, USAID, Unión Europea, GEF Orinoquia), puedan considerar apoyar a reservas como Bojonawi para continuar su misión. Igualmente, el Instituto Humboldt tiene dentro de sus objetivos misionales el apoyo a estaciones biológicas en el país, y dada la historia de trabajo conjunto, se podría explorar la posibilidad de un convenio específico que apoye con recursos financieros esta iniciativa.

De manera complementaria, se está diseñando una estrategia de turismo de naturaleza de bajo impacto, que permita generar ingresos para poder cubrir los honorarios de las personas encargadas de la reserva y los gastos básicos de mantenimiento.

A manera de epílogo es importante recalcar, que sostener a largo plazo programas de conservación como el de la Reserva Natural Bojonawi no es fácil y dependen de muchos factores. La labor que la Fundación Omacha ha hecho en estos 20 años ha sido incansable, gestionando proyectos con donantes nacionales e internacionales, generando alianzas estratégicas con universidades y grupos de investigación, promoviendo sistemas de pagos por servicios ambientales y programas de compensación, entre otros. Adicionalmente, los resultados presentes en este libro muestran los aportes significativos en temas de investigación básica y aplicada (p. e. tortugas matamata, delfines, anfibios, reptiles, peces, aves), para los tomadores de decisiones, lo que implica un esfuerzo permanente que no es fácil de mantener en el tiempo. Es por eso que la Reserva está incluyendo en su vocación de conservación, las actividades de turismo de naturaleza sostenible, buscando que los ingresos que se perciban, logren mantener los esquemas básicos existentes de monitoreo y control y vigilancia. Igualmente, se están buscando iniciativas globales de manejo de estas áreas que cumplen un papel fundamental en el cumplimiento de las metas de desarrollo sostenible para Colombia y en las estrategias de mitigación a los efectos del cambio climático.

RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS AL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA RESERVA NATURAL BOJONAWI

La Reserva Natural Bojonawi se ubica en un área geográfica estratégica de la Orinoquia, en la Reserva de Biosfera El Tuparro-RBT y en el corredor biológico entre el PNN El Tuparro y el sitio Ramsar del Bitá. El cauce principal del río Orinoco y su zona de inundación en esta sección (corredor medio Orinoco), fue reconocida de interés binacional para la conservación de la biodiversidad de la cuenca (Ramírez *et al.* 2011). En los diferentes ejercicios de trabajo para la

conservación de la cuenca Orinoco, así como de zonas en particular, se han identificado como temas principales de trabajo para la generación del conocimiento: mantener un registro actualizado de especies; realizar estudios a nivel ecosistémico, específicamente en los sensibles o estratégicos (húmedales como los morichales); trabajar con especies claves ya identificadas (amenazadas y de valor de uso); propender por la asequibilidad a la información generada; involucrar a los jóvenes investigadores así como a la sociedad en general en la generación y apropiación del conocimiento de la biodiversidad regional (Lasso y Matallana, 2012).

La RNB es objeto de comodato por parte de Fundación Omacha, ONG que ha estado encargada de llevar las acciones de investigación y conservación durante los últimos 20 años. La Fundación siguiendo la línea de trabajo propuesta a nivel binacional, regional y local, se ha visto en la dura labor de conseguir donantes y contar con el apoyo de la academia, institutos de investigación, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, para poder cumplir con su misión. Ahora es una fuente de referencia en lo que tiene que ver con biodiversidad y su conservación a nivel nacional y en especial en la Orinoquia.

En las 4.640 hectáreas de su extensión se registra una gran biodiversidad, con 429 especies de plantas, 336 invertebrados (187 macroinvertebrados acuáticos, 149 mariposas) y 690 vertebrados (247 peces, 24 anfibios, 57 reptiles, 307 aves y 55 mamíferos), representante de la Orinoquia guayanesa. Sin embargo, se reconoce para la mayoría de los grupos (excepto mamíferos no voladores), que estos inventarios aún no muestran la riqueza real en la RNB. La mayoría de los estudios han sido puntuales (espacio y tiempo), con mayor esfuerzo de muestreo en la época seca, por lo que es necesario complementar estos inventarios incluyendo todas las épocas climáticas y los ecosistemas. Esto no solo ampliaría el inventario, sino que también aportará información adicional sobre uso del hábitat de acuerdo a la estacionalidad climática.

Adicional a lo anterior, que es común para todos los grupos, de manera particular para los diferentes capítulos, se incluyen las recomendaciones puntuales, que se resumen por grupos taxonómicos a continuación:

Flora

- Es necesario ampliar el inventario, incluyendo otros grupos de plantas como helechos y plantas afines, briofitos y líquenes que se han observado sobre los afloramientos rocosos.
- Estudiar la floración de las especies vegetales, especialmente aquellas que presentan periodos muy reducidos y restringidos a ciertas épocas del año, especies epífitas de diferentes familias y específicamente Orchidaceae, ubicadas en el dosel de los bosques.
- Realizar estudios de ecología para comprender mejor las características y dinámica de la vegetación en condiciones extremas.
- Realizar trabajos de manejo y conservación, que definan e identifiquen elementos objeto de conservación y evaluar su estado de conservación.
- Seguir con los estudios de usos de las plantas (nativas y no nativas), a partir del conocimiento tradicional.
- Evaluar, establecer y promover prácticas de uso sostenible de las plantas útiles.
- Seguir con los estudios para conocer los impactos de los incendios sobre las diferentes comunidades vegetales y los efectos que esto tiene sobre los procesos ecosistémicos.

Macroinvertebrados acuáticos

- Realizar un mayor esfuerzo temporal (niveles hidrométricos) y en ciertos macrohábitats muy poco muestreados (p. e.

bosque inundable o grandes playas del Orinoco), así como ciertas zonas de mayor profundidad como el fondo del cauce principal del Orinoco.

- Dar continuidad a los estudios taxonómicos y biológicos de las esponjas.
- Determinar el aporte en términos de recursos alimenticios de los diferentes grupos de MIA, a las comunidades de peces fundamentalmente, y otros grupos como aves y reptiles acuáticos.
- Seguir el estudio del uso de los charcos temporales por parte de los MIA.

Mariposas

- Realizar estudios más a largo plazo para analizar la distribución espacial, los procesos ecológicos, monitoreo de poblaciones y cambios o adaptaciones ecológicas.

Peces

- Realizar un mayor esfuerzo de muestreo en la época de agua altas o lluvias y en hábitats como charcos temporales y morichales en la planicie inundable; el cauce principal del río Orinoco (aguas medias/superficiales) y fondo del cauce.
- Priorizar especies de interés ornamental para realizar estudios poblacionales.
- Caracterizar la pesca de subsistencia y deportiva y su impacto en las poblaciones naturales.

Anfibios y reptiles

- Priorizar especies de anfibios y reptiles terrestres para realizar estudios biológicos y poblacionales.
- Continuar con los estudios de las adaptaciones de los anfibios y reptiles a ambientes extremos como las rocas del Escudo Guayanés.

- Determinar el uso de hábitat en la Reserva del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*).
- Continuar con los estudios de uso de hábitat y home range mediante telemetría de las tortugas matamata (*Chelus orinocensis*) y cabezón (*Peltocephalus duemrillianus*), e incluir nuevas especies del género *Podocnemis*.
- Seguir con los estudios biológicos y poblacionales (marca-recaptura, molecular) en tortugas acuáticas e incluir el cachirre (*Paleosuchus palpebrosus*), durante las diferentes épocas climáticas y ampliando el muestreo espacio temporal. En ese sentido, es importante muestrear el río Orinoco y los morichales, así como incluir la época de aguas altas.
- Evaluar el consumo de reptiles acuáticos (tortugas y crocodilidos) en la Reserva y su impacto en las poblaciones.

Aves

- Determinar el estado poblacional de taxones amenazados, distribuciones restringidas y amenazas.
- Estudiar la disponibilidad de hábitats, los procesos ecológicos tales como las migraciones y tasas de recambio de especies determinadas por la estacionalidad climática.
- Evaluar como estrategia de conservación “corredor biológico” a la Reserva, dada la importancia de su ubicación geográfica, conexión e inclusión entre el Parque Nacional Natural Tuparro y el sitio Ramsar del río Bitá, como zona de estudio y conservación de la comunidad de aves presentes en la región.
- Establecer una estación de monitoreo y puntos de muestreo para las aves en sectores específicos de la Reserva.

- Fomentar prácticas responsables de aviturismo y observación dado el gran potencial del área.
- Vincular directamente a los diferentes actores locales de la comunidad, a fin de desarrollar procesos concertados entre sectores y generar estrategias efectivas de investigación, manejo y conservación de la avifauna de la zona.
- Realizar estudios en murciélagos sobre la disponibilidad de hábitat, áreas prioritarias para el grupo y posibles mecanismos de adaptación a los nuevos escenarios, en particular estudiar los patrones de distribución para las especies del género *Diclidurus* y *Lonchorhina*.
- Buscar la conectividad de los ecosistemas a escala regional mediante la articulación entre el sistema público de áreas protegidas y las RNSC, donde se garantice la conectividad lateral y longitudinal entre los ecosistemas terrestres y acuáticos desde el interior de las sabanas con el cauce principal de los ríos.

Mamíferos

- Continuar con los programas de fototrampeo y monitoreo de poblacional del perro de agua (*Pteronura brasiliensis*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*). Ampliar el programa en espacio (mayor número de localidades y hábitats) y tiempo (todas las estaciones climáticas).
 - Continuar con los monitoreos poblacionales y los efectos del fuego sobre los carnívoros, xenartros y ungulados, empleando cámaras trampa y del seguimiento satelital de los delfines de río.
 - Para los monos aulladores (*Alouatta seniculus*) hay que evaluar los parámetros demográficos a lo largo del ciclo anual y por un periodo largo de tiempo, ampliar el muestreo incluyendo otros bosques y evaluar el papel de la especie como dispersora de semillas y regeneración del bosque.
 - Estudiar la ecología funcional y la valoración y cuantificación de los servicios ecosistémicos que ofrecen los murciélagos en los ecosistemas de la Orinoquia.
- Para poder lograr todo lo anterior, es primordial lograr la sostenibilidad de la Reserva, ya que en el presente el apoyo logístico (personal, infraestructura, movilidad), que ofrece la Reserva a los investigadores, es limitado. Dado el carácter de conservación del área, es importante crear una estrategia de sostenibilidad financiera de largo plazo. La presencia de especies carismáticas, como los delfines de río, las nutrias, diferentes aves y peces como los pavones, permitirá la consolidación de procesos de turismo de naturaleza y fluvial, que pueden constituir un importante renglón económico no solo para la Reserva sino en la zona en general. Por ejemplo, al ser un Área de importancia internacional para las Aves (AICA), la Reserva es un destino de observación de aves, y en uno de los sitios que tradicionalmente se une a la iniciativa del Global Big Day de conteo de aves a nivel mundial. Otro campo no explorado, son las observaciones subacuáticas en los caños de aguas claras dada la diversidad de peces ornamentales.

BIBLIOGRAFÍA

- Armenteras, D., M. Meza, T. González, N. Salazar, S. Barreto, L. Mesa, C. Moreno, L. Obando, y S. Ruíz. 2019. Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia: síntesis de hallazgos y aplicaciones. Laboratorio de ecología del paisaje y modelación de ecosistemas -Ecolmod, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia. 20 pp.
- Fearnside, P. 1989. Fire in the Tropical Rain Forest of the Amazon Basin. Pp. 106-116. *En: Goldammer, J. G. (Com.), Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany. Available from: https://www.researchgate.net/publication/252295004_Fire_in_the_Tropical_Rain_Forest_of_the_Amazon_Basin [accessed Jul 02 2020].
- Huertas-Herrera, A., B. Baptiste, M. Toro y H. Huertas-Ramírez. 2019. The management of the burning of flooded savanna grasslands: a look from the native Sáliva people in Colombia. *Chungara Revista de Antropología Chilena* 51 (1): 167-176.
- Lasso, C. A. y C. Matallana (Comp.). 2012. IV Taller binacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco. Avances, perspectivas y propuestas de trabajo conjunto bajo el contexto del cambio global. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 58 pp.
- Pivello, V. 2011. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire Ecology* 7 (1): doi: 10.4996/fireecology.0701024.
- Ramírez, W., C. L. Matallana, A. Rial, C. A. Lasso, G. Corzo, A. Díaz-Pulido y M. C. Londoño-Murcia. 2011. Establecimiento de prioridades para la conservación. Pp 248-269. *En: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Trujillo, F., L. M. Jiménez-Ramos, J. Aldana, M. V. Rodríguez-Maldonado, A. Caro y P. Rodríguez. 2011. Uso y manejo de la fauna silvestre en la Orinoquia colombiana: cacería y tráfico de especies. Pp. 149-173. *En: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado (Eds.), Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.

