

María Alejandra Bedoya-Cañón
Claudia Patricia Camacho-Rozo
Sandra Victoria Flechas
Luís Alberto Rueda-Solano
Germán Forero-Medina



Caiman crocodilus



CAPÍTULO IX
CONSERVACIÓN



Caiman crocodilus



María Alejandra Bedoya-Cañón

*Grupo de investigación en Evolución, Ecología y Conservación, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.
Email: mabedoyac94@gmail.com*

Claudia Patricia Camacho-Rozo

*Grupo Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad (XIU). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Profesional Especializado, Corporación Autónoma de Boyacá, Corpoboyacá.
Email: claopatty07@gmail.com*

Sandra Victoria Flechas

*Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia
vickyflechas@gmail.com*

Luis Alberto Rueda-Solano

*Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
Email: biologoluisrueda@gmail.com*

Germán Forero-Medina

*Wildlife Conservation Society, WCS Colombia, Turtle Survival Alliance
Email: gforero@wcs.org*



Erythrolamprus epinephelus

RESUMEN

Colombia, al ser un país ubicado en la región Neotropical y exhibir una variada topografía, tiene una alta diversidad de anfibios y reptiles. Uno de los ecosistemas con gran diversidad, en particular de reptiles, es el bosque seco tropical (bs-T). No obstante, debido a los efectos de actividades extractivas como la ganadería, la agricultura y el comercio ilegal, al menos 15 especies de anfibios y reptiles, que presentan parte o la totalidad de su rango de distribución en áreas de bs-T, incluido el Caribe insular, están bajo algún grado de amenaza. Por sus características biológicas (e.g. ectotermia y baja movilidad), los anfibios y reptiles son particularmente sensibles a la destrucción y degradación de su hábitat; de hecho, son considerados como buenos indicadores de los efectos de pérdida o disminución en la calidad del hábitat. En Colombia existen actualmente diversas estrategias para



contrarrestar dichas amenazas; por ejemplo, el establecimiento de áreas protegidas para la conservación de especies *in situ*, además del mantenimiento de especies en condiciones *ex situ*, permiten mitigar la pérdida acelerada de especies y poblaciones; sin embargo, aún persisten enormes vacíos en las políticas ambientales que contemplen, entre otros, mecanismos de vigilancia que permitan generar alertas tempranas, como es el caso de aparición de enfermedades infecciosas. Actualmente, las políticas se dirigen al control de actividades extractivas, las cuales, no son suficientes para mitigar la pérdida acelerada de especies.

Palabras clave: Conservación *ex situ*, Conservación *in situ*, Enfermedades emergentes, Herpetofauna, Pérdida de hábitat.



Basiliscus basiliscus



INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (bs-T) en Colombia es uno de los ecosistemas más amenazados; ellos exhiben una alta pérdida de cobertura vegetal debido al acelerado cambio en el uso del suelo (Pizano & García 2014; Noriega et al. 2016; Herazo et al. 2017). Lo anterior ha conllevado a la disminución de las poblaciones de anfibios y reptiles presentes en el bs-T del país (Urbina-Cardona et al. 2014; Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2015). Por lo tanto, es necesario profundizar en el conocimiento de la biología de los anfibios y reptiles en el bs-T de Colombia, de manera que, se ajusten estrategias de conservación según los requerimientos específicos de cada grupo.

Con el objetivo de brindar una perspectiva general del estado de conservación de los anfibios y reptiles en el bs-T del norte de Colombia, en este capítulo se presenta información actualizada sobre los principales factores que amenazan sus poblaciones, las áreas prioritarias para la conservación *in situ*, algunas de las estrategias de conservación *ex situ* que se han desarrollado en el país, y elementos políticos y normativos de conservación de la biodiversidad colombiana y mecanismos de control y vigilancia para la reducción del comercio ilegal. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones que deben ser abordadas en la toma de decisiones para la conservación de anfibios y reptiles en el bs-T desde los municipios, gobernaciones, Corporaciones Autónomas Regionales, Organizaciones No Gubernamentales, sectores productivos, agencias institucionales y la comunidad científica.



Iguana iguana

FACTORES DE AMENAZA PARA LOS ANFIBIOS Y REPTILES EN COLOMBIA EN EL BOSQUE SECO TROPICAL

A nivel global, la disminución de poblaciones de anfibios y reptiles ha sido asociada con seis amenazas principales: 1) pérdida y degradación del hábitat, 2) introducción de especies invasoras, 3) contaminación, 4) tráfico ilegal y sobreexplotación, 5) cambio climático y 6) enfermedades infecciosas emergentes (Alford & Richards 1999; Gibbons et al. 2000). Todas estas amenazas se presentan con mayor o menor intensidad en el territorio colombiano, ubicando al país en el primer puesto en número de especies de anfibios (225 especies) y cuarto en reptiles (44 especies), con alguna categoría de amenaza (Rueda-Almonacid et al. 2004; Morales-Betancourt et al. 2015; IUCN 2018).

De los anfibios y reptiles que presentan parte o totalidad de su rango de distribución en áreas de bs-T en Colombia, incluido el Caribe insular, al menos 11 especies están en alguna categoría de amenaza (Tabla 1). De los reptiles, el 60% de las especies amenazadas corresponden a quelonios (tortugas), confirmando el alto nivel de amenaza que enfrenta este grupo a nivel global y nacional. Dos especies de reptiles de bs-T se encuentran en peligro crítico, la tortuga del Magdalena (*Podocnemis lewyana*) y la serpiente de San Andrés (*Coniophanes andresensis*).

Tabla 1. Especies de anfibios y reptiles presentes en bs-T del Caribe colombiano que se encuentran en alguna categoría de amenaza acorde con: Rueda-Almonacid et al. (2004), Morales-Betancourt et al. (2015) y la IUCN (2018). VU: Vulnerable, EN: En Peligro, CR: Peligro Crítico, NT: Casi Amenazada, LC: Preocupación Menor.

TAXA	NOMBRE COMÚN	IUCN	CATEGORÍA NACIONAL
ANFIBIOS			
Ranas			
<i>Allobates wayuu</i>	Rana wayuu	LC	-
<i>Andinobates opisthomelas</i>	Ranita venenosa del Valle del Cauca	VU	-
<i>Colostethus ruthveni</i>	Rana dardo venenoso de Santa Marta	NT	-
<i>Hyloxalus vergeli</i>		VU	-
REPTILES			
Lagartos y serpientes			
<i>Aristelliger georgeensis</i>	Gecko pestañudo	LC	VU
<i>Lepidoblepharis miyatai</i>	Gecko de hojarasca de Miyata	CR	EN
<i>Coniophanes andresensis</i>	Serpiente de San Andrés	CR	CR
<i>Micrurus sangilensis</i>	Coral sangileña	VU	VU
Tortugas			
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoy	VU	VU
<i>Kinosternon scorpioides albugulare</i>	Swanka	-	VU
<i>Kinosternon scorpioides scorpioides</i>	Galápago mión / Tapaculo	-	LC
<i>Mesoclemmys dahli</i>	Carranchina	CR	EN
<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga de río	CR	CR
<i>Rhinoclemmys diademata</i>	Inguensa	EN	EN
<i>Trachemys venusta callirostris</i>	Hicotea	VU	VU
Cocodrilos			
<i>Crocodylus acutus</i>	Caimán Aguja	VU	EN

Pérdida y degradación del hábitat

El bs-T ha sido altamente transformado para el establecimiento de actividades productivas como la agricultura y la ganadería (Fig. 1), y se estima que menos del 8% de la cobertura original persiste en la actualidad (Pizano & García 2014). Es de esperar que esta situación afecte negativamente la diversidad de anfibios y reptiles presente en el bs-T del

país. No obstante, y en lo referente a las tierras bajas del norte de Colombia, aún falta por conocer cómo dichos efectos pueden variar de acuerdo al tipo de especie e intensidad de disturbio (Urbina-Cardona et al. 2014); esto a pesar de que en la región ya se han realizado numerosos inventarios herpetológicos (Acosta-Galvis 2012; Carvajal-Cogollo et al. 2012).

Entre los estudios que mejor han cuantificado los efectos de la destrucción y fragmentación de hábitats naturales en el bs-T de Colombia fue el realizado por Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona (2015). Estos autores determinaron que el cambio en el uso de la tierra para el establecimiento de zonas de pastoreo, hará que al menos 11 especies de reptiles de borde y de interior de bosque, sean afectadas directamente de forma negativa (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2015). Con respecto a la tortuga carranchina o montañera (*Mesoclemmys dahlia*), uno de los reptiles con mayor grado de amenaza en el bs-T del norte de Colombia, la principal presión a sus poblaciones es la pérdida y degradación de la vegetación aledaña a los caños y quebradas (Forero-Medina et al. 2015). Esta especie persiste actualmente en zonas muy degradadas que requieren acciones de restauración de manera urgente (Forero-Medina et al. 2013; ver capítulo XI).

La situación planteada previamente se agrava si se tiene en cuenta que el bs-T tiene una baja representatividad en el sistema de áreas protegidas de Colombia, tanto a nivel nacional, como a nivel regional y local (Linares & Fandiño 2009; Forero-Medina & Joppa 2010). Para el caso de los anfibios, las zonas de bs-T que albergan el mayor número de especies no coinciden con áreas protegidas, y se estima que el rango de distribución del 83% de las especies que ocurren en el bs-T se ha reducido a menos de la mitad (Urbina-Cardona et al. 2014). Con respecto a los reptiles la situación es similar, casi el 25% de las especies presentes en el bs-T del Caribe, están en algún grado de amenaza, y sus áreas protegidas no son suficientes ni bien encaminadas para la conservación de la riqueza y diversidad de estas especies (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008).

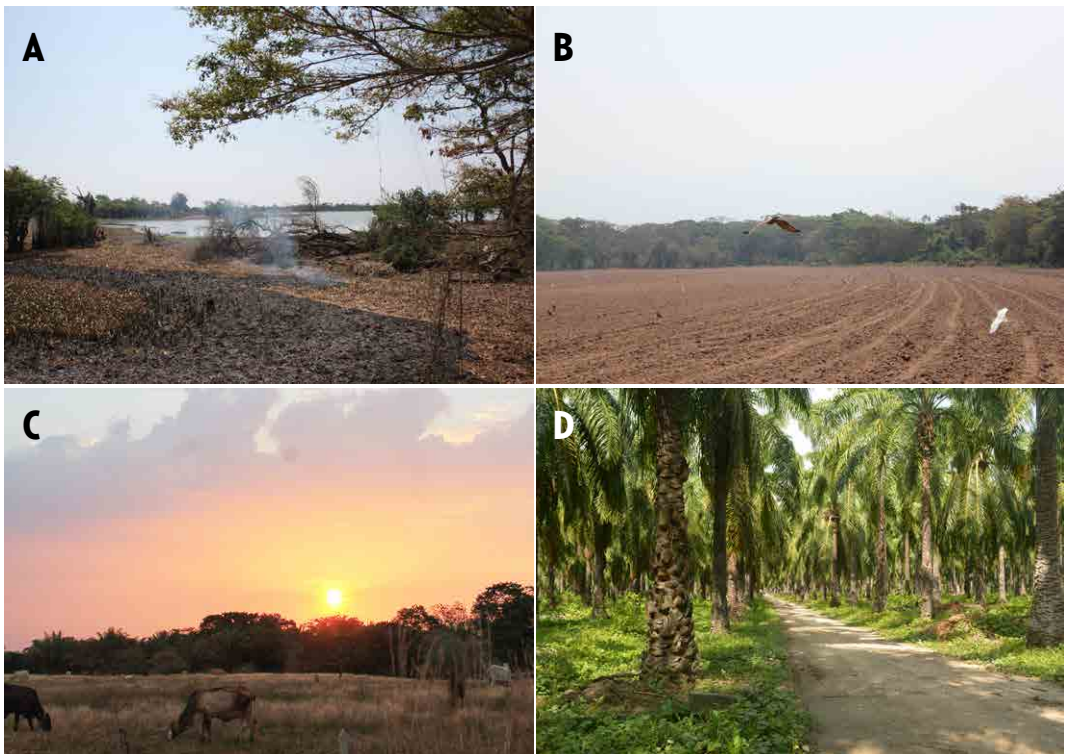


Figura 1. Ejemplo de actividades extractivas realizadas en los departamentos del Cesar y Magdalena, en áreas donde previamente existía bs-T. Quemas controladas (A), cultivos de arroz (B), ganadería (C), cultivos de palma (D).



Trachemys venusta callirostris

Introducción de especies invasoras

A la fecha no existen estudios que demuestren un efecto negativo de anfibios y reptiles invasores sobre la herpetofauna nativa del bs-T en Colombia. En la región del Caribe colombiano se han reportado varias especies de anfibios y reptiles no nativas (Fig. 2).

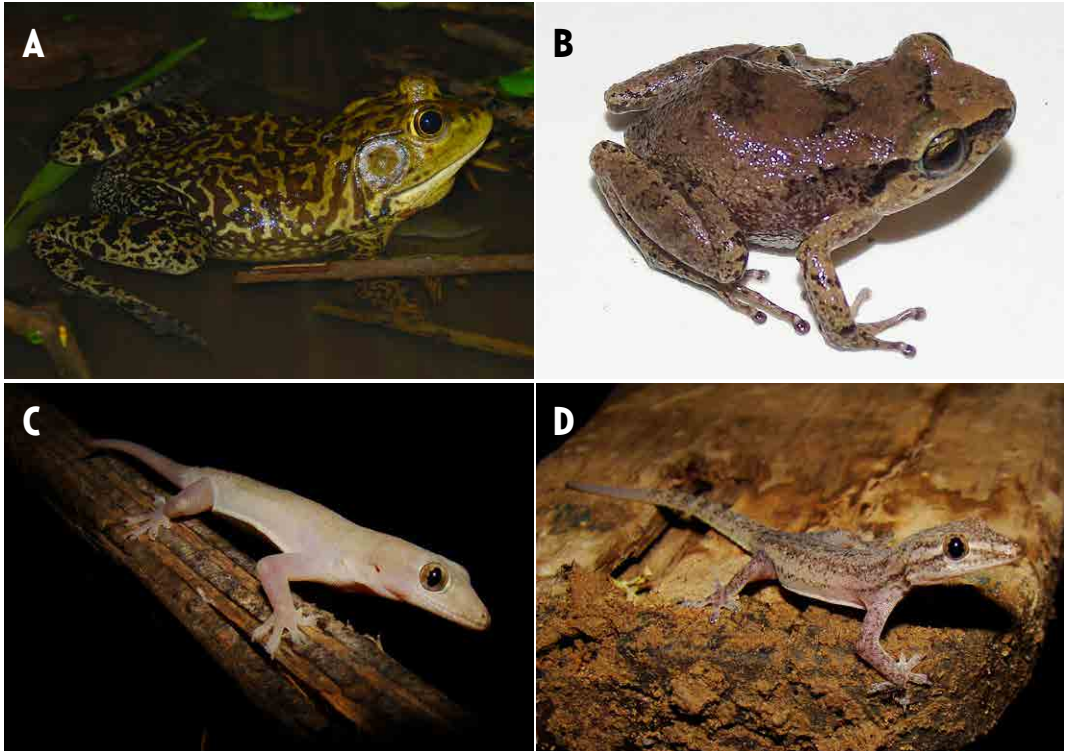


Figura 2. Especies invasoras presentes en el bs-T del Caribe colombiano. *Lithobates catesbeianus* (A), *Eleutherodactylus johnstonei* (B), *Hemidactylus frenatus* (C), *Hemidactylus angulatus* (D).

Se presume que *Eleutherodactylus johnstonei*, conocida también como rana coquí, fue introducida accidentalmente en la ciudad de Barranquilla en los años ochenta y desde entonces, las poblaciones han mantenido una alta densidad de individuos (Rueda-Almonacid 1999). Así mismo, existen reportes de *E. johnstonei* en jardines ornamentales de la ciudad de Santa Marta (L. A. Rueda-Solano, datos no publicados). *Lithobates catesbeianus*, popularmente conocida como rana toro, fue introducida en Colombia hacia finales de los años ochenta; el municipio de San Marcos, en el departamento de Sucre, fue uno de los núcleos a los cuales se introdujeron individuos reproductores de esta especie (Rueda-Almonacid 1999). Aunque la llanura del Caribe colombiano es un lugar propicio para dispersión y expansión de esta especie invasora (Urbina-Cardona et al. 2011), se desconoce el estado poblacional o persistencia de esta especie en dicho núcleo de introducción. La rana toro es considerada un colonizador muy exitoso dada su capacidad de adaptación a diversos ambientes; además, dado su apetito voraz y variedad de presas en su dieta, puede afectar la estructura poblacional de diferentes organismos (Adams & Pearl 2007).

La rana toro también ha sido catalogada como una especie portadora asintomática de enfermedades tanto virales como fúngicas (Schloegel et al. 2009; Mazzoni et al. 2009).

Con respecto a los reptiles invasores, las especies de geckos *Hemidactylus angulatus*, *H. frenatus* y *Lepidodactylus lugubris* son originarias de regiones tropicales de Asia y del Indo-Pacífico (Caicedo-Portilla & Dulcey-Cala 2011; Hoogmoed & Avila-Pires 2015) y han sido reportadas principalmente asociadas a casas, puentes y demás estructuras humanas; sin embargo, es frecuente encontrar a estas especies en inventarios realizados en el bs-T o en zonas de manglares (Rueda-Solano & Castellanos-Barliza 2010). Los geckos invasores podrían estar compitiendo por recursos con especies nativas como *Phyllodactylus ventralis* o *Thecadactylus rapicauda*, las cuales, son especies típicas en áreas conservadas de bs-T. Por otro lado, se ha sugerido que *Trachemys scripta elegans*, especie de tortuga introducida, puede potencialmente afectar las poblaciones de *T. venusta callirostris*, especie nativa; sin embargo, *T. s. elegans* aún no ha sido registrada en las áreas de ocupación de *T. v. callirostris*.



Clelia clelia

Contaminación

La contaminación ambiental en Colombia incluye el inadecuado desecho de residuos sólidos y líquidos, además de la utilización indiscriminada de agentes químicos para la ganadería, la agricultura, la urbanización y la minería ilegal (MINAMBIENTE 2016). De hecho, áreas del bs-T en el país han sido sometidas a actividades agropecuarias y mineras que generan desechos contaminantes como el cianuro, mercurio y ácido sulfúrico (MINMINAS 2017). En Colombia se han desarrollado ya varios estudios en torno a los efectos de la contaminación química en anfibios, pero no necesariamente en aquellos presentes en el bs-T (Brain & Solomon 2009; Relyea 2011). Entre los pocos estudios que abarcan especies en este ecosistema está el de Velásquez et al. (2013) quienes mencionan que el glifosato retrasa el desarrollo de embriones en especies tales como *Engystomops pustulosus*, *Rhinella horribilis* y *Rhinella humboldti*. Otros potenciales efectos de contaminación por agroquímicos que requieren estudiarse en especies de anfibios y reptiles en Colombia incluyen alteraciones de su sistema endocrino, lo cual puede conllevar al desarrollo anormal de gónadas, resultando en individuos intersexuales con reducida capacidad de éxito reproductivo (McCoy et al. 2008; Hayes et al. 2011).

Tráfico ilegal y sobreexplotación

La sobreexplotación afecta directamente tanto a anfibios como reptiles; sin embargo, son las tortugas las que principalmente son afectadas negativamente, por causa de la recolección indiscriminada y frecuentemente ilegal de carne y huevos para consumo humano y fines comerciales (Rueda-Almonacid et al. 2007; Páez 2012). Por ejemplo, se calcula que cada año más de un millón de tortugas hicoideas (*Trachemys venusta callirostris*) son capturadas para ser vendidas como mascotas (Bock et al. 2015). Para la tortuga del Magdalena (*Podocnemis lewyana*), la extracción de adultos para consumo humano, en especial durante la semana santa, es el principal factor de amenaza a sus poblaciones (Páez 2012). Con relación a la sobreexplotación de otros grupos de reptiles, se conoce que individuos de caimán aguja fueron cazados intensivamente en el siglo pasado, por los lugareños para su consumo y tráfico de su piel, llevando al declive de sus poblaciones. Las serpientes, que han sido históricamente estigmatizadas por creencias religiosas o por miedo, son algunas veces comercializadas para uso como mascotas (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008).

Cambio climático

El cambio climático es considerado una amenaza emergente para todas las especies de anfibios y reptiles. En el caso de los anfibios, modificaciones en patrones de precipitación a causa del cambio climático ha llevado a la extinción local y regional de algunas especies; esto puede ser atribuido a la alteración de patrones reproductivos (Carey et al. 2001; Carey & Alexander 2003; de Sá 2005; Nowakowski et al. 2016). Incrementos en temperatura han afectado directamente el tiempo para alcanzar la metamorfosis y la sobrevivencia de individuos en formas larvales de los anfibios, provocando un descenso considerable en las poblaciones (Nowakowski et al. 2016; Thurman & García 2017; Camacho-Rozo, *en revisión*). A pesar de lo anterior, aún existe un vacío de información sobre las afectaciones del cambio climático en anfibios del bs-T. Respecto a los reptiles, Ihlw et al. (2012), mediante el uso de

modelos de distribución de especies, encontraron que el rango de distribución de especies de quelonios depende de parámetros ambientales como la temperatura. Adicionalmente, fluctuaciones en los regímenes hidrológicos incrementan la tasa de mortalidad embrionaria. En general, los reptiles que presentan determinación sexual por temperatura podrían verse afectados por cambios en la temperatura del ambiente, si las proporciones sexuales naturales se ven alteradas.

Enfermedades infecciosas emergentes

Otra amenaza potencial, en especial para los anfibios, es la aparición de enfermedades emergentes. A nivel mundial, la quitridiomycosis causada por el hongo microscópico *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*, Longcore et al. 1999), ha afectado un gran número de especies pertenecientes a diversas familias y ha causado dramáticas disminuciones en por lo menos 200 especies (Stuart et al. 2004; Hoffman et al. 2010). El hongo *Bd* afecta la integridad de la piel de los anfibios, obstruyendo los procesos de intercambio gaseoso y el balance de electrolitos (Voyles et al. 2009; Rosenblum et al. 2012). Afortunadamente, para las especies de anfibios que ocurren en el bs-T del norte de Colombia no existen reportes de disminuciones poblacionales que puedan ser atribuidas al hongo *Bd*.

La presencia del patógeno en el Caribe colombiano ha sido reportada únicamente para la Sierra Nevada de Santa Marta (Flechas et al. 2017). Es probable que el hongo *Bd*, a pesar de que está ampliamente distribuido en el territorio nacional y que ha sido diagnosticado en un gran número de especies, no tenga un impacto sobre las especies que ocurren en el bs-T. Experimentos de laboratorio han demostrado que *Bd* crece mejor en temperaturas relativamente frías (entre 17–25 °C) y que no puede tolerar desecación en ningún estadio de su ciclo de vida (Piotrowski et al. 2004). A este respecto, se sabe que la temperatura promedio anual en los bosques secos tropicales es mayor o igual a 25 °C y el rango de precipitación anual varía entre 700 y 2000 mm (Sánchez-Azofeifa et al. 2005). Por lo tanto, las condiciones ambientales que predominan en el bs-T están por fuera del rango óptimo para el crecimiento y el establecimiento de *Bd*.

Otras enfermedades que afectan anfibios en todo el planeta incluyen la quitridiomycosis causada por el hongo *Batrachochytrium salamandrivorans* (*Bsal*) y las enfermedades ranavirales (Daszak et al. 1999; Martel et al. 2013). El hongo *Bsal* solo afecta salamandras (Martel et al. 2013; 2014) y su rango óptimo de temperatura para crecimiento fluctúa entre los 10–15 °C (Martel et al. 2013). Dado que en el bs-T del Caribe colombiano no se han registrado salamandras y el hongo *Bsal* muere a temperaturas superiores a 25 °C, es de esperar que esta enfermedad emergente no sea un peligro actual para los anfibios en los bs-T en el norte de Colombia. Por otro lado, reportes de *Ranavirus* para Colombia son inexistentes; sin embargo, enfermedades ranavirales pueden ser consideradas como una potencial amenaza tanto para anfibios como para reptiles, principalmente tortugas, donde la enfermedad puede llegar a ser mortal (Allender et al. 2015). Se requieren estudios que evalúen el impacto de estas enfermedades poco estudiadas en el país y determinar si disminuciones poblacionales podrían estar asociadas con ellas.



Kinosternon scorpioides scorpioides

ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN *IN SITU*

La conservación *in situ* implica la protección, manejo e investigación de los objetos de conservación en su entorno natural. La declaratoria de áreas protegidas ha sido una de las principales estrategias *in situ* para promover la protección de las especies y sus hábitats, las cuales, podrían garantizar el mantenimiento de las poblaciones en su entorno, con un número reducido de amenazas que permita su conservación (Artículo 8, Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, Ley 165 de 1994).

En la región del Caribe colombiano existen 78 áreas bajo alguna categoría de protección, ya sea de ámbito regional o nacional, con una extensión alrededor de 287488 ha (Tabla 2; RUNAP 2019). La Guajira ocupa el primer lugar en áreas protegidas registradas (19), las cuales abarcan una extensión de 2875,22 km². En segundo lugar, se encuentra el departamento del Magdalena con 17 áreas protegidas que abarcan una extensión de 334370 ha. En tercer lugar están los departamentos de Córdoba y Cesar, cada uno con 14 áreas protegidas, que abarcan una extensión de 620644 ha y 77236 ha, respectivamente; aunque el departamento de Córdoba solo posee 14 áreas protegidas, estas alcanzan la mayor extensión en el Caribe colombiano. En cuarto lugar se encuentran los departamentos de Bolívar y Sucre con nueve áreas protegidas cada uno y que abarcan extensiones de 3399 ha y 16337 ha, respectivamente. Finalmente, el departamento del Atlántico ocupa el quinto lugar con cinco áreas protegidas que abarcan 3049 ha, constituyéndose como el departamento dentro de la región del Caribe colombiano con menor número y extensión de áreas protegidas.

Tabla 2. Áreas protegidas en la región del Caribe colombiano (Fuente RUNAP 2019).

DEPARTAMENTO	ÁREAS PROTEGIDAS	ÁREA (ha)
Atlántico	Bosque Seco el Ceibal Mono Tití	4.5
Atlántico	El Palomar	772.3
Atlántico	Los Charcones	43
Atlántico	Los Rosales	1393
Atlántico	Luriza	8371
Bolívar	Bosque Seco El Ceibal Mono Tití	411.8
Bolívar	Complejo de Humedales de Ayapel	2.6
Bolívar	El Corchal El Mono Hernández	1248
Bolívar	El Garcero	348.6
Bolívar	Los Colorados	1042
Bolívar	Los Corales del Rosario y de San Bernardo	256.1
Bolívar	Los Rosales	8.6
Bolívar	Los Titíes de San Juan	70
Bolívar	Pintura	11.4
Cesar	Catatumbo Barí	7303
Cesar	Cerro Pintao – Serranía del Perijá	16.8
Cesar	Cuenca Alta del Caño Alonso	467
Cesar	El Lucero	113.3
Cesar	La Helenita	96.1
Cesar	La Nacional	48.4
Cesar	Las Nubes	11.1
Cesar	Los Besotes	3109
Cesar	Los Ceibotes	303.7
Cesar	Los Tananeos	141.5
Cesar	Nueva Delhi	101.8
Cesar	Paraver	373.7
Cesar	Serranía del Perijá	23175
Cesar	Sierra Nevada de Santa Marta	41976
Córdoba	Campo Alegre	402.7
Córdoba	Ciénaga de Bañó	326.3
Córdoba	Ciénaga de Betancí	13.4
Córdoba	Ciénaga de Corralito	1.3
Córdoba	Ciénaga los Negros	712.7
Córdoba	Complejo Cenagoso del Bajo Sinú	79081
Córdoba	Complejo de Humedales de Ayapel	145247
Córdoba	El Paraíso De Los Deseos	177
Córdoba	Manglar de la Bahía de Cispatá y Sector Aledaño del Delta Estuarino del Río Sinú	26464
Córdoba	Paramillo	367344
Córdoba	Reserva Natural Horizontes	547.8
Córdoba	Sana Rosa	13.5
Córdoba	Santa Fe	182.8
Córdoba	Santa Isabel	290.3
La Guajira	Bahía Portete Kaurrele	2702
La Guajira	Bañaderos Cuenca Alta del Río Camarones	10820
La Guajira	Cerro Pintao – Serranía del Perijá	9207
La Guajira	Cuenca baja del Río Ranchería	32442
La Guajira	Delta del Río Ranchería	3573
La Guajira	Hacienda El Cequión	1688
La Guajira	La Esperanza	59.0
La Guajira	Los Flamencos	7010
La Guajira	Macuira	24050
La Guajira	Manantial de Cañaverales	1002
La Guajira	Montes de Oca	11985
La Guajira	Musichi	1470
La Guajira	Pastos Marinos Sawairu	8.2
La Guajira	Refugio Guajiro	13.7
La Guajira	Rivello	42.6
La Guajira	San Martín	12.9
La Guajira	Serranía de Perijá	23821
La Guajira	Sierra Nevada de Santa Marta	157538
La Guajira	Vigo	43.9
Magdalena	Ciénaga Grande de Santa Marta	27020
Magdalena	Complejo Cenagoso de Zárate Malibú y Veladero	63992
Magdalena	Cuenca Alta del Río Jirocasaca	358.6
Magdalena	De las Aves del Dorado Cincinati Lote 1	100.5
Magdalena	Edén de Oriente	2.2
Magdalena	El Garcero	25.9

DEPARTAMENTO	ÁREAS PROTEGIDAS	ÁREA (ha)
Magdalena	El Silencio	22.0
Magdalena	Isla de Salamanca	27451
Magdalena	La Iguana Verde	59
Magdalena	Las Aves del Dorado	582.6
Magdalena	Nuevo México	156.4
Magdalena	Pachamama	3.0
Magdalena	Parque Ambiental Palangana	13.4
Magdalena	Rancho Luna	6.631
Magdalena	Sierra Nevada de Santa Marta	201967
Magdalena	Tayrona	12600
Magdalena	Yumake	10.1
Sucre	Bosque de Santa Inés	27.8
Sucre	Del Complejo de Humedales de Ayapel	1.6
Sucre	Del Sistema Manglarico del Sector de la Boca de Guacamaya	2914
Sucre	Ecosistema de Manglar y Lagunar Ciénaga de la Caimanera	1596
Sucre	Ecosistema de Sabanas Abiertas y Arbustivas y Sistemas Asociados en el Municipio de Galeras	2608
Sucre	El Corchal El Mono Hernández	39.8
Sucre	Roca Madre	864.1
Sucre	Sanguare	864.1
Sucre	Serranía de Coraza y Montes de María	6653

Dentro de estas áreas protegidas, se encuentra la mayor representatividad de bs-T en Colombia y los fragmentos mejor conservados del país (Pizano & García 2014): El PNN Macuira en el departamento de la Guajira, el PNN Los Colorados en el departamento de Bolívar, el PNN Sierra Nevada de Santa Marta y el PNN Tayrona en el departamento del Magdalena. Sumado a estos Parques Nacionales Naturales, existen otras figuras de conservación que podrían estar interconectadas por medio de corredores biológicos a lo largo del Caribe colombiano, estableciendo una red de áreas protegidas con el propósito de darle continuidad al bs-T (RU-NAP 2019).

Para los anfibios, se estimó recientemente que los lugares de mayor riqueza de especies en el bs-T de Colombia no se sobreponen con áreas protegidas (Urbina-Cardona et al. 2014). Respecto a las tortugas, que representan el 60% de los reptiles amenazados del bosque seco, ninguna de las especies endémicas presenta poblaciones dentro del sistema de Parques Nacionales Naturales (Forero-Medina et al. 2014); se presume que este patrón puede ser similar en lagartos y serpientes, pero no hay una evaluación detallada para estos grupos. Por otra parte, las áreas con mayor concentración de quelonios amenazados de bosque seco se encuentran en el norte de los departamentos de Córdoba y Sucre, donde no existen grandes áreas protegidas de carácter nacional. De acuerdo con esto, las áreas protegidas de carácter regional y privado (RNSC), son de gran importancia para complementar la función

de los PNN en la conservación de la herpetofauna en el bs-T.

Las áreas norte de los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, junto con Magdalena y norte del Cesar, poseen la mayor concentración de especies de anfibios y reptiles amenazados (Fig. 3). En particular, el norte de Córdoba (Complejo de Humedales de Ayapel) representa un área prioritaria para la conservación de quelonios amenazados de bosque seco. De igual manera, la Serranía de la Macuira y la Sierra Nevada de Santa Marta son áreas prioritarias para conservación (Fig. 3). En estas localidades se encuentran la rana wayuu (*Allobates wayuu*) y la ranita dardo venenoso de Santa Marta (*Colostethus ruthveni*), que son endémicas para cada una de dichas localidades. Algunas especies adicionales de anfibios y reptiles que habitan el bs-T pueden ser adoptadas como objetos de conservación en algunas áreas protegidas en el Caribe colombiano, ya sea por su naturaleza endémica o por estar en alguna categoría de amenaza. Por ejemplo, está el camaleón del Perijá (*Anolis* sp.), una especie aún no descrita que fue empleada como objeto de conservación para la declaratoria de la Reserva Forestal Montes de Oca, en el departamento de la Guajira (Galvis-Peñuela et al. 2011). Otras especies con distribución restringida al bs-T pero que no son endémicas de Colombia, son el gecko *Thecadactylus rapicauda* o el lagarto *Stenocercus erythrogaster*. Se podría pensar que una especie que solo habita un ecosistema amenazado (como el bs-T) estaría tan amenazada en el país como el mismo ecosistema que la alberga.

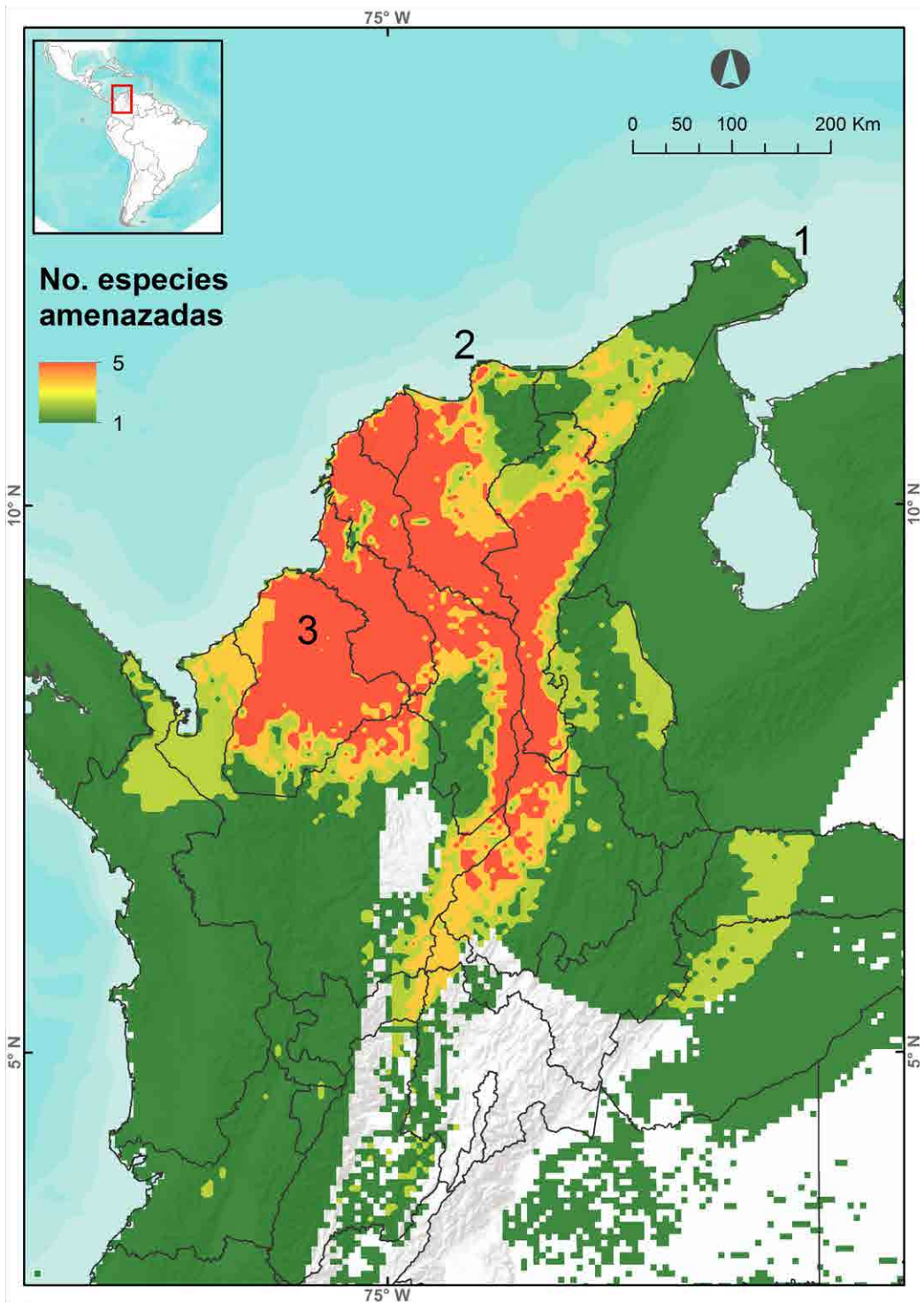


Figura 3. Mapa del norte de Colombia donde se muestra la distribución de especies amenazadas de anfibios y reptiles; se señalan tres áreas prioritarias para conservación: Serranía de la Macuira (1), Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (2), y Norte de Córdoba (3).



Tretioscincus bifasciatus

Un punto importante a tener en cuenta es que la declaratoria de áreas protegidas y la conectividad entre remanentes de bs-T no garantiza la persistencia de una especie en el hábitat natural. Por ejemplo, muchas de las disminuciones de anfibios en los bosques tropicales han ocurrido en áreas boscosas con buen estado de conservación, las cuales presentan una alta dificultad de accesibilidad, reduciéndose las amenazas de origen antropogénico (Crump et al. 1992; Lips 1999; Pounds et al. 2006; Crawford et al. 2010; Pfeifer et al. 2017). Declarar una zona geográfica protegida que contenga objetos de conservación herpetológicos, se considera solo el primer paso para la continuidad de las especies a largo plazo. Esto debido a que el establecimiento de un área protegida no cambia la naturaleza pasiva de esta acción *in situ* ante amenazas sinérgicas directas o indirectas en

poblaciones silvestres, como por ejemplo, las enfermedades emergentes, el cambio climático global o el arribo de una especie no nativa (Urbina-Cardona et al. 2011; Nori et al. 2011, Pfeifer et al. 2017).

De acuerdo con lo anterior, las acciones de conservación *in situ* por fuera de áreas protegidas son de gran importancia, en especial en regiones altamente pobladas o transformadas como lo es el Caribe colombiano. Se requiere de acciones *in situ* dinámicas, que complementen las declaratorias de áreas protegidas y conlleven a cumplir el propósito del mantenimiento e integridad de la diversidad biológica en el tiempo. En este sentido, son importantes las acciones enfocadas en la reducción de presiones y amenazas antrópicas, acompañadas del conocimiento de las tendencias poblacionales naturales de las especies



amenazadas o únicas y por último, la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica (Rueda-Solano et al. 2016). Estas acciones deben ser interdisciplinarias y que involucren la cooperación de representantes locales, regionales y nacionales, es decir, comunidades rurales y el entorno social presente en las zonas circundantes a las áreas protegidas (ver Capítulo X).

Quizás los mejores ejemplos de iniciativas de conservación *in situ* con la herpetofauna del bs-T en el Caribe colombiano son aquellas iniciativas con que- lonios continentales y con cocodrilos. En el 2014, la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS) lideró el diseño e implementación del Plan de Manejo para la Tortuga de Río *Podocnemis lewyana*, sentando las bases para

conservar la especie en la cuenca del Sinú (Gallego-García & Forero-Medina 2014). Por otro lado, por más de diez años, comunidades de la cuenca baja del Sinú han desarrollado proyectos participativos de conservación de dicha especie, principalmente enfocados en reducir la amenaza que implica la inundación de nidos por alteraciones del caudal del río derivadas de la hidroeléctrica que opera en el Sinú. Para la tortuga carranchina (*Mesoclemmys dahlí*), especie endémica de Colombia y del bs-T, se han desarrollado campañas de educación ambiental y actividades puntuales de restauración de hábitat en poblaciones de los departamentos de Córdoba y Cesar (Forero-Medina 2013; ver capítulo 11): sin embargo, debido a la distribución restringida de esta especie y el alto nivel de degradación de su hábitat, es urgente establecer un área protegida de orden público o privado para su protección.

El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, formuló en el 2010 el Plan de Manejo orientado al uso sostenible de la tortuga hicotea (*Trachemys venusta callirostris*) en Colombia, cuya implementación busca el aprovechamiento sostenible de la especie y su conservación. Finalmente, uno de los programas más exitosos de conservación de un reptil en Colombia es el caso del caimán del Magdalena (*Crocodylus acutus*). Las comunidades de Cispatá, en San Antero, departamento de Córdoba, con el apoyo de investigadores dedicados, han protegido poblaciones de la especie y desarrollado un programa de cría en cautiverio que ha permitido su recuperación, al punto de que recientemente la especie fue pasada del Apéndice I al II de CITES. Este logro permitirá el inicio de un aprovechamiento sostenible del caimán del Magdalena por parte de los habitantes de la región. Este proyecto muestra la viabilidad, para algunas especies, de recuperar poblaciones y hacer un aprovechamiento sostenible de ellas.

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN EX SITU

Instituciones como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) a través de su Plan de Acción de Conservación de Anfibios, la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA), el Grupo de Especialistas en Conservación y Cría (CBSG) y el Grupo de Especialistas de Anfibios (ASG), han apoyado países como Colombia, Panamá, Ecuador, Costa Rica, Venezuela, Estados Unidos y Australia, para el traslado de algunos ejemplares de anfibios y reptiles a condiciones de confinamiento controlado (Fig. 4). Esto con el objetivo de generar estrategias que permitan reproducción y manejo en cautiverio y así contribuir a la recuperación y mantenimiento de las poblaciones silvestres como acciones paralelas a la conservación *in situ* (Waza 2005; Zippel et al. 2008; 2011; Molina et al. 2009). De esta manera, mediante la conservación *ex situ* se trataría de recuperar poblaciones en declive, reintroducir demos poblacionales en hábitats altamente fragmentados (Camacho-Rozo, *en revisión*) y establecer reservorios genéticos para especies que se encuentran en algún grado de amenaza. Además, la conservación *ex situ* es un mecanismo que promueve estrategias de conservación por medio de esquemas de educación ambiental (Waza 2005).



Crotalus durissus

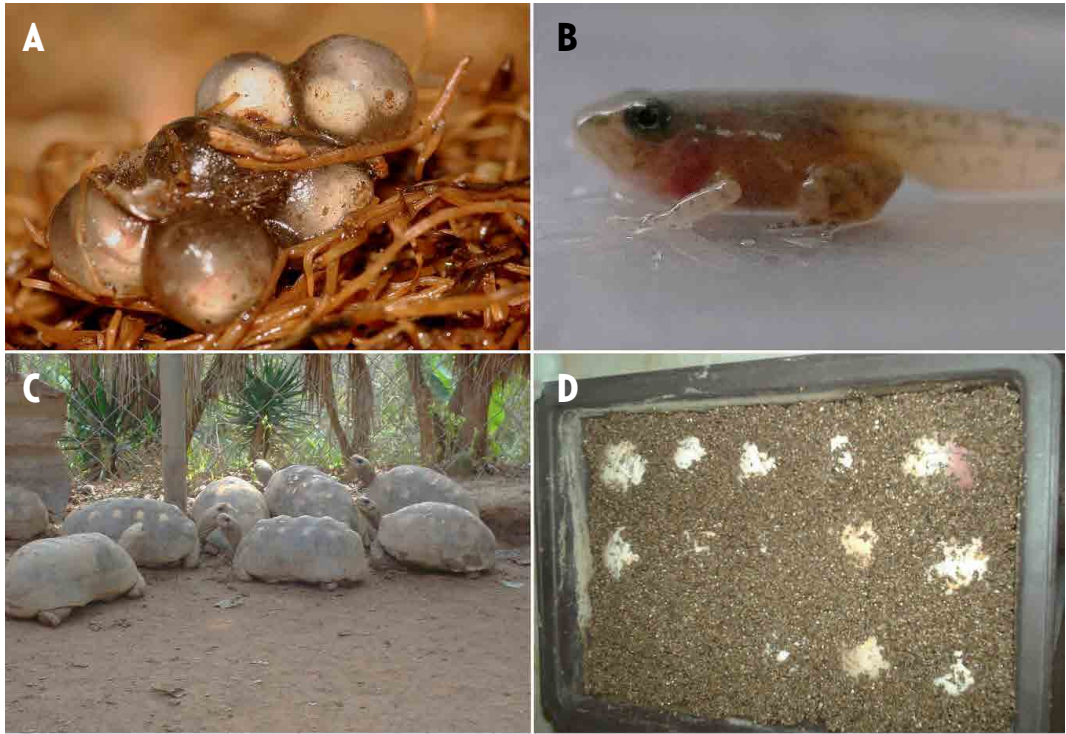


Figura 4. Imágenes de algunas especies de anfibios y reptiles utilizadas en proyectos de conservación *ex situ* en el Terrario de Caracas, Parque Generalísimo Francisco de Miranda, Estado Miranda, Venezuela. Postura de *Dendrobates leucomelas* (A), postmetamorfo de *Mannophryne vulcano* (B), despliegues de cortejo en *Chelonoidis carbonarius* (C), y posturas en incubación *ex situ* de *Chelonoidis carbonarius* (D).

La mayor parte de los estudios publicados sobre herpetofauna colombiana hacen hincapié en que las poblaciones y comunidades de anfibios y reptiles requieren una atención especial, con miras a incrementar el conocimiento sobre su historia natural, genética, aspectos tróficos, termorregulación, fisiología y comportamiento (Urbina-Cardona et al. 2014), así como la evaluación específica de su estatus de conservación. La investigación podría dirigirse principalmente a especies con algún grado de amenaza, de manera que todo nuevo conocimiento aporte información que permita optimizar la implementación de estrategias de conservación *ex situ* y la estandarización de protocolos de cría en cautiverio. Esto a futuro, complementaría las actividades desarrolladas en los programas de conservación *in situ* a través de la reintroducción o recuperación de poblaciones.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha generado lineamientos de

Conservación *ex situ* en el documento "Directrices generales para la conservación *ex situ* de fauna silvestre en Parques Zoológicos y Acuarios de Colombia (MADS 2006)". En este documento se plantea que los zoológicos y los acuarios deben promover la investigación y estandarizar protocolos de cría y manejo, que permitan la recuperación y rehabilitación de especies en alguna categoría de amenaza. Lo anterior, representa una alternativa para la reintroducción de especies en el medio natural y debe ser complementado con un monitoreo post-liberación para verificar el desarrollo y éxito del programa (Beck et al. 1994; Seigel & Dodd 2002).

Si bien es cierto que la conservación *ex situ* no es una tarea fácil, se requiere unir esfuerzos y articular las diferentes líneas del conocimiento (biología, ecología, veterinaria y educación ambiental). Además, es indispensable el trabajo conjunto de diferentes tipos de instituciones, ya sean nacionales o internacionales.

les de índole gubernamental o no gubernamental (Zippel et al. 2011). En el Caribe colombiano existen instituciones como el Acuario Universidad Jorge Tadeo Lozano (Santa Marta), Acuario y Museo del Mar (Santa Marta), Fundación Zoológica de Barranquilla (Barranquilla) y Oceanario de Islas del Rosario (Cartagena). Estas instituciones tendrían la capacidad de servir en la integración de las comunidades conservacionistas y científicas, para que se realicen adecuadas estrategias de conciencia ambiental y comprensión pública de la ciencia, a través de la generación de programas de conservación *ex situ* (Gusset & Dick 2011). Especies de anfibios y reptiles presentes en el bs-T del norte de Colombia se beneficiarían enormemente de la experiencia adquirida por dichas instituciones a lo largo de décadas.

ELEMENTOS POLÍTICOS Y NORMATIVOS EN MATERIA DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD COLOMBIANA

Colombia es uno de los países latinoamericanos con políticas y normas vinculantes o no, que buscan la conservación de la biodiversidad basada en un uso sostenible. El Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 1608 de 1978) y la Constitución Política de 1991, mencionan que los recursos naturales del país son patrimonio nacional y de interés de la humanidad, los cuales, deben ser protegidos y aprovechados en forma sostenible, siendo investigados, vigilados y administrados por las Autoridades Competentes (Ley 99 de 1993). La protección a la biodiversidad colombiana se ve impulsada por las políticas de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), las cuales se encuentran enmarcadas en la Ley 165 de 1994 y el Decreto 2372 de 2010. En esta ley, Colombia aprueba y reglamenta los lineamientos concretados en el convenio de las Naciones Unidas sobre diversidad biológica, los cuales incluyen la estrategia de conservar y generar un uso sostenible de los ecosistemas, las especies y los recursos genéticos *in situ*, incluyendo acciones *ex situ*. La misma Ley describe los principios rectores para la gestión de la Conservación de la Biodiversidad (artículos 8 y 9) y describe los alcances y estrategias generales de conservación *in situ* y conservación *ex situ* en Colombia. Estos principios fueron reforzados y especificados a través de la Política Nacional para la Gestión Ambiental en Fauna Silvestre (1996), dentro de la estrategia denominada "Uso Sostenible" y la Política Nacional de Biodiversidad de 1996.



Boa constrictor

Teniendo en cuenta el deterioro acelerado de los hábitats naturales y la pérdida de biodiversidad a causa de actividades antropogénicas, Colombia ha consolidado en el Decreto 2372 de 2010 la reglamentación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y las categorías de manejo que lo conforman. Además, se dictan estrategias de conservación *in situ* y un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), conformado por Parques Nacionales Naturales (PNN) y áreas naturales protegidas de carácter local, regional y departamental (Institucional 1996). Con estas áreas protegidas se pretende garantizar que se representen los ecosistemas marinos y costeros en el país, el fortalecimiento de las instituciones en donde se conserven y se manejen adecuadamente los ecosistemas y hábitats naturales, se recuperen

las poblaciones silvestres en su hábitat natural, y la restauración, el uso sostenible y el conocimiento de la biodiversidad (Artículos 2.2.2.1.1.2. y 2.2.2.1.1.5 en el Decreto 1076 del 2015). Por otra parte, dentro de las directrices de Conservación *ex situ* adelantadas por el gobierno colombiano, se encuentra el documento "Directrices generales para la conservación *ex situ* de fauna silvestre en parques zoológicos y acuarios de Colombia (MADS 2006)", donde se plantea que las especies presentes en los zoológicos pueden ser usadas como una alternativa para la reintroducción de especies en el medio natural y así, reponer poblaciones extintas. De esta manera, los zoológicos y acuarios son sugeridos como una alternativa clara para apoyar procesos de investigación, recuperación y rehabilitación de especies silvestres.

CONTROL Y VIGILANCIA PARA LA REDUCCIÓN DEL COMERCIO ILEGAL

A nivel nacional, el comercio ilegal de especies es considerado un delito en la normatividad ambiental (Decreto 1608 de 1978) y penal (Ley 599 de 2000; Ley 1453 de 2011, Art. 29). Por esto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha planteado la "Estrategia Nacional para la Prevención y Control del Tráfico Ilegal", donde se establecen las estrategias, lineamientos y actores involucrados en el control y vigilancia para la reducción del tráfico de especies, ya sea para su uso como mascotas, consumo humano o comercialización de subproductos (e.g. caparazones, huesos, pieles, plumas). Actualmente, la normativa ambiental colombiana le permite a las Corporaciones Autónomas Regionales dentro de sus competencias (Ley 99 de 1993), sancionar todo tipo de infracción ambiental que vincule los componentes agua, flora, fauna, suelo, paisaje y aire. De esta manera, dentro de la Ley 1333 del 2009 y el Decreto 1076 del 2015, se establecen los criterios de imposición de sanciones ambientales. A pesar de la normativa, el comercio ilegal de herpetofauna, en especial de reptiles, es común en el Caribe colombiano (Tabla 3).

Por otro lado, desde el MADS se ha establecido la Ley 611 de 2000 y la Resolución 1317 de 2000, por medio de las cuales se dictan normas para el manejo sostenible de especies de fauna silvestre y acuática, y el otorgamiento de licencias de caza con fines de fomento y establecimiento de zoológicos comerciales. La Autoridad de Licencias Ambientales (ANLA) es la encargada del seguimiento y monitoreo de estas prácticas. Entre las especies de anfibios del bs-T que se pueden obtener para zootecnia se encuentran algunas especies como *Rhinella (marina) horribilis*, *Rhinella humboldti*, *Leptodactylus insularum*, *Dendrobates truncatus*, *Trachycephalus typhonius*, y algunos reptiles tales como *Iguana iguana*, *Boa constrictor*, *Tupinambis (teguixin) cf cryptus*, *Caiman crocodilus*, *Chelonoidis carbonarius* y *Trachemys venusta callirostris*; sin embargo, según reportes de la Corporación Autónoma Regional del Cesar, actualmente solo se encuentran registrados dos centros de zootecnia para la tortuga morrocoy (*C. carbonarius*) en dicho departamento.

Tabla 3. Número de individuos por especie de reptil decomisadas para el departamento del Cesar durante los años 2014, 2015 y 2016 (Fuente: Informes anuales de la Corporación Autónoma Regional del Cesar, Corpopesar).

ESPECIES DECOMISADAS POR CORPOCESAR	NOMBRE COMÚN	AÑO		
		2014	2015	2016
REPTILIA				
TESTUDINES				
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	Morrocoy	69	15	8
<i>Trachemys scripta</i>	Hicotea	40	31	11
SQUAMATA				
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	98	77	69
<i>Boa constrictor</i>	Boa	16	9	6
<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Babilla	28	15	7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el grado de conocimiento que se tiene en Colombia sobre la herpetofauna del bs-T en el norte del país, se consideran como prioridad las siguientes acciones:

Incrementar el conocimiento de la diversidad de anfibios y reptiles

Incentivar la investigación sobre historia natural, genética de poblaciones, ecología, comportamiento y fisiología de los anfibios y reptiles en el bs-T de Colombia. Es necesario que se evalúen los estados de conservación de todas las especies con base en tendencias poblacionales, por medio de cambios en sus esquemas de distribución geográfica, presencia de enfermedades emergentes o nivel de susceptibilidad a factores antropogénicos particulares.

Promover la conservación *in situ* y *ex situ*

La conservación *in situ* debería iniciar con la declaración, por parte de las autoridades competentes o de la sociedad civil, de áreas específicas que contengan objetos de conservación herpetológicos y en donde se pretenda conservar la mayor variabilidad genética, evolutiva y adaptativa ante posibles escenarios de cambio climático. Lo anterior sería especialmente relevante para las especies raras, altamente endémicas y con algún grado de amenaza, permitiendo que se conserve el bs-T como un ecosistema y hábitat único, frágil y de alta riqueza de anfibios y reptiles. Articulado con esto, se debe crear una adecuada integración de las comunidades aledañas a las áreas naturales protegidas.

Dado que las estrategias de conservación *ex situ* son un complemento indispensable para la conservación *in situ*, se deben diseñar e implementar programas de reintroducción y repoblamiento, a través de la conformación de políticas claras. Por ejemplo, 1) identificar y priorizar aquellas especies que requieren un manejo *ex situ* como estrategia de conservación e identificar los mecanismos para llevar a cabo dichos programas, 2) generar estrategias de intercambio de saberes y tecnologías, y 3) la creación y fortalecimiento de los bancos de ADN de las especies de anfibios y reptiles en el bs-T y el país en general.

Divulgación de conocimiento sobre la conservación de la diversidad, los valores ambientales y culturales asociados a la herpetofauna del bs-T

Compartir la información sobre las amenazas que enfrenta la herpetofauna del bs-T en el norte de Colombia es de suma importancia, puesto que promovería que la sociedad se integre de manera participativa en su conservación. Lo anterior se debe realizar por medio de estrategias de educación, socialización, y publicación de información sobre la diversidad existente. Finalmente, es recomendable que se fomenten exposiciones, así como visitas guiadas a museos, centros educativos, instituciones dedicadas a la investigación, entre otros, para que así se realice una adecuada integración de la sociedad en este tipo de actividades.



Oxybelis aeneus



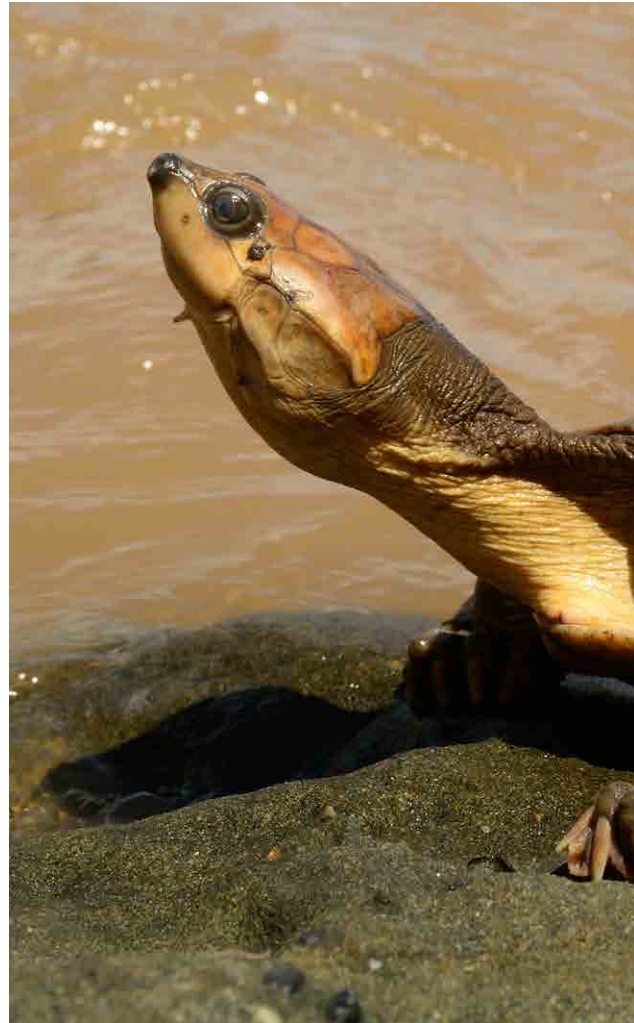
REFERENCIAS

- Acosta-Galvis, A.R. (2012): Anfibios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la Ciénaga de La Caimanera, departamento de Sucre, Colombia. *Biota Colombiana* 13: 1-21.
- Adams, M.J., Pearl, C.A. (2007): Problems and opportunities managing invasive bullfrogs: Is there any hope? Págs. 679-693. En: Gherardi, F. (Ed). *Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution, and Threats*. Springer, Dordrecht.
- Alford, R.A., Richards, S.J. (1999): Global amphibian declines: A problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 133-165.
- Allender, M.C., Abd-Eldaim, M., Schumacher, J., McRuer, D., Christian, L.S., Kennedy, M. (2015): PCR prevalence of *Ranavirus* in free-ranging eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) at rehabilitation centers in three southeastern US states. *Journal of Wildlife Diseases* 47: 759-764.
- Beck, B.B., Rappaport, L.G., Stanley-Price, M.R., Wilson, A.C. (1994): Reintroduction of captive-born animals. Págs. 265-284. En: Olney, P.J.S., Mace, G.M., Feistner, A.T.C. (Eds). *Creative Conservation*. Chapman and Hall, London.
- Bock, B., Páez, V.P., Cortés-Duque, J. (2015): *Trachemys callirostris* Gray 1856. Págs. 166-171. En: Morales-Betancourt, M.A., Lasso, C.A. Páez, V.P. Bock. B.C. (Eds). *Libro Rojo de Reptiles de Colombia*. Universidad de Antioquia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

- Brain, R.A., Solomon, K.R. (2009): Comparison of the hazards posed to amphibians by the glyphosate spray control program versus the chemical and physical activities of coca production in Colombia. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 72: 937–948.
- Caicedo-Portilla, R., Dulcey-Cala, C.J. (2011): Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Duméril & Bribon 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota Colombiana* 12: 45–56.
- Carey, C., Alexander, M.A. (2003): Climate change and amphibian declines: Is there a link? *Diversity and Distribution* 9: 111–121.
- Carey, C., Heyer, W.R., Wilkinson, J., Alford, R.A., Arntzen, J.W., Halliday, T., Hungerford, L., Lips, K.R., Middleton, E.M., Orchard, S.A., Rand, A.S. (2001): Amphibian declines and environmental change: Use of remote-sensing data to identify environmental correlates. *Conservation Biology* 15: 903–913.
- Carvajal-Cogollo, J.E., Urbina-Cardona, N. (2008): Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1: 397–416.
- Carvajal-Cogollo, J.E., Urbina-Cardona, J.N. (2015): Ecological grouping and edge effects in tropical dry forest: Reptile-microenvironment relationships. *Biodiversity and Conservation* 24: 1109–1130.
- Carvajal-Cogollo, J.E., Cárdenas-Arévalo, G., Castaño-Mora, O. (2012): Reptiles de la región Caribe de Colombia. Págs. 791–812. En: Rangel Ch, J.O. (Ed). *Colombia Diversidad Biótica XII. La Región Caribe de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Crawford, A.J., Lips, K.R., Bermingham, E. (2010): Epidemic disease decimates amphibian abundance, species diversity, and evolutionary history in the highlands of central Panama. *Proceedings of the National Academy of Science* 107: 13777–13782.
- Crump, M.L., Hensley, F.R., Clark, K.L. (1992): Apparent decline of the golden toad: Underground or extinct? *Copeia* 1992: 413–420.
- Daszak, P., Berger, L., Cunningham, A.A., Hyatt, A.D., Green, D.E., Speare, R. (1999): Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerging Infectious Diseases* 5: 735–748.
- de Sá, R.O. (2005): Global de biodiversidad: Importancia de la diversidad genética y la extinción de anfibios. *Agrociencia* 1: 513–522.
- Flechas, S.V., Paz, A., Crawford, A.J., Sarmiento, C., Acevedo, A.A., Arboleda, A., Bolívar-García, W., Echeverry-Sandoval, C.L., Franco, R., Mojica, C., Muñoz, A., Palacios-Rodríguez, P., Posso-Terranova, A.M., Quintero-Marín, P., Rueda-Solano, L.A., Castro-Herrera, F., Amézquita, A. (2017): Current and predicted distribution of the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in Colombia, a hotspot of amphibian biodiversity. *Biotropica* 49: 685–694.
- Forero-Medina, G., Joppa, L. (2010): Representation of global and national conservation priorities by Colombia's protected area network. *PLoS ONE* 5: e13210.
- Forero-Medina, G., Yusti-Muñoz, A.P., Castaño-Mora, O.V. (2014): Distribución geográfica de las tortugas continentales de Colombia y su representación en áreas protegidas. *Acta Biológica Colombiana* 19: 415–426.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O.V., Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G.F. (2013): *Mesoclemmys dahli* (Zangerl and Medem 1958) – Dahl's Toad-Headed Turtle, Carranchina, Tortuga Montañera. Págs. 069.1–069.8. En: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., Mittermeier, R.A. (Eds). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. Chelonian Research Monographs 5.
- Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O.V., Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G.F., De La Ossa, J., Vargas-Ramírez, M., Gallego-García, N. (2015): *Mesoclemmys dahli* Zangerl & Medem, 1958. Págs. 142–145. En: Morales-Betancourt, M.A., Lasso, C. A., Páez, V.P., Bock, B.C. (Eds). *Libro Rojo de Reptiles de Colombia*. Universidad de Antioquia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

- Gallego-García, N., Forero-Medina, G. (2014): Plan de manejo para la tortuga de río *Podocnemis lewyana* en la cuenca del río Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, Empresa Urrá S.A. E.S.P., Wildlife Conservation Society, Turtle Survival Alliance y Conservación Internacional. Montería, Colombia.
- Galvis-Peñuela, P.A., Mejía-Tobón, A., Rueda-Almonacid, J.V. (2011): Fauna Silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. CorpoGuajira, Riohacha.
- Gibbons, J.W., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D., Metts, B.S., Greene, J.L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S., Winne, C.T. (2000): The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*. 50: 653–666.
- Gusset, M., Dick, G. (2011): The global reach of zoos and aquariums in visitor numbers and conservation expenditures. *Zoo Biology* 30: 566–569.
- Hayes, T.B., Anderson, L.L., Beasley, V.R., de Solla, S.R., Iguchi, T., Ingraham, H., Kestemont, P., Kniewald, J., Kniewald, Z., Langlois, V.S. (2011): Demasculinization and feminization of male gonads by atrazine: Consistent effects across vertebrate classes. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 127: 64–73.
- Herazo, F., Mercado, J.D., Mendoza, H. (2017): Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 8: 71–82.
- Hoffman, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Carpenter, K.E., Chanson, J., Collen, B., Cox, N.A. et al. (2010): The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* 330: 1503–1509.
- Hoogmoed, M.S., Avila-Pires, T.C.S. (2015): *Lepidodactylus lugubris* (Duméril & Bibron 1836) (Reptilia: Gekkonidae), an introduced lizard new for Brazil, with remarks on and correction of its distribution in the New World. *Zootaxa* 4000: 90–110.
- Ihlow, F., Dambach, J., Engler, J.O., Flecks, M., Hartmann, T., Nekum, S., Hossein, R., Rodder, D. (2012): On the brink of extinction? How climate change may affect global chelonian species richness and distribution. *Global Change Biology* 18: 1520–1530.
- Institucional (1996): Política Nacional de Biodiversidad. Proyecto Biopacífico. Ministerio de Medio Ambiente, Instituto Alexander von Humboldt, Departamento Nacional de Planeación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- IUCN (2018): The IUCN Red list of threatened species. Versión 2016.3. <http://support.iucnredlist.org/about>. (Consultado en marzo 2018).
- Linares, R.J., Fandiño, M.C. (2009): Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 33: 5–15.
- Lips, K.R. (1999): Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in Western Panama. *Conservation Biology* 13: 117–125.
- Longcore, J.E., Pessier, A.P., Nichols, D.K. (1999): *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia* 91: 219–227.
- MADS (2006): Directrices generales para la conservación *ex situ* de fauna silvestre en parques zoológicos y acuarios de Colombia. Dirección de Ecosistemas, Bogotá.
- Martel, A., der Sluijs, A.S.V., Blooi, M., Bert, W., Ducatelle, R., Fisher, M.C., Woeltjes, A., Bosman, W., Chiers, K., Bossuyt, F., Pasmans, F. (2013): *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 15325–15329.
- Martel, A., Blooi, M., Adriaensen, C., Van Rooij, P., Beukema, W., Fisher, M.C., Farrer, R.A., Schmidt, B.R., Tobler, U., Goka, K., Lips, K.R., Muletz, C., Zamudio, K.R., Bosch, J., Lötters, S., Wombwell, E., Garner, T.W.J., Cunningham, A.A., der Sluijs, A.S.V., Salvidio, S., Ducatelle, R., Nishikawa, K., Nguyen, T.T., Kolby, J.E., Van Bocxlaer, I.,

- Bossuyt, F., Pasmans, F. (2014): Recent introduction of a chytrid fungus endangers western palearctic salamanders. *Science* 346: 630–631.
- Mazzoni, R., de Mesquita, A.J., Fleury, L.F.F., de Brito, W.M.E.D., Nunes, I.A., Robert, J., Morales, H., Coelho, A.S.G., Barthasson, D.L., Galli, L., Catroxo, M.H.B. (2009): Mass mortality associated with a frog virus 3-like *Ranavirus* infection in farmed tadpoles *Rana catesbeiana* from Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms* 86: 181–191.
- McCoy, K.A., Bortnick, L.J., Campbell, C.M., Hamlin, H.J., Guillette Jr, L.J., Mary, C.M.S. (2008): Agriculture alters gonadal form and function in the toad *Bufo marinus*. *Environmental Health Perspectives* 116: 1526–1532.
- MINAMBIENTE (2016): Política para la Gestión Sostenible del Suelo. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental – Centro de documentación, Bogotá, Colombia. http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf.
- MINMINAS (2017): Normatividad General para el Control a la Explotación Ilícita de Minerales. https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23876760/120417_cartilla_norma_ctrl_explotacion_ilicita.pdf/3a88a8ce-8e17-415d-ac6b-87f474cc304d.
- Molina, C., Camacho, C., Hernández, J.V. (2013): Captive breeding of the frog *Mannophryne herminae* (Anura: Aromobatidae) and releases to the wild in Venezuela. *FrogLog* 21: 53–54.
- Molina, C., Señaris, J.C., Lampo, M., Rial, A. (Eds). (2009): Anfibios de Venezuela. Estado del Conocimiento y Recomendaciones para su Conservación. Conservación Internacional Venezuela, Instituto de Zoología y Ecología Tropical UCV, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Gold Reserve Inc. Caracas.
- Morales-Betancourt, M.A., Lasso, C.A., Páez, V.P., Bock, B.C. (2015): Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Universidad de Antioquia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Nori, J., Urbina-Cardona, J.N., Loyola, R.D., Lescano, J.N., Leynaud, G.C. (2011): Climate change and American bullfrog invasion: What could we expect in South America? *PLoS ONE* 6: e25718.
- Noriega, J.A., Barranco, W., Hernández, J., Hernández, E., Castillo, S., Monroy, D., García, H. (2016): Estructura estacional del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en una parcela permanente de bosque seco tropical. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 40: 75–83.





Podocnemis lewyana

Nowakowski, A.J., Watling, J.I., Whitfield, S.M., Todd, B.D., Kurz, D.J., Donnelly, M.A. (2016): Tropical amphibians in shifting thermal landscapes under land-use and climate change. *Conservation Biology* 31: 96–105.

Páez, V.P. (2012): Historias de vida en Tortugas. Págs. 189–203. En Páez, V. P., Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C.A., Castaño-Mora, O.V., Bock, B.C. (Eds). *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, Bogotá.

Pfeifer, M., Lefebvre, V., Peres, C.A., Banks-Leite, C., Wearn, O.R., Marsh, C.J., Butchart, S.H.M., Arroyo-Rodríguez, V., Barlow, J., Cerezo, A., Cisneros, L., D’Cruze, N., Faria, D., Hadley, A., Harris, S.M., Klingbeil, B.T., Kormann, U., Lens, L., Medina-Rangel, G.F., Morante-Filho, J.C., Olivier, P., Peters, S.L., Pidgeon, A., Ribeiro, D.B., Scherber, C., Schneider-Maunoury, L., Struebig, M., Urbina-Cardona, J.N., Watling, J.I., Willig, M.R., Wood, E.M., Ewers, R.M. (2017): Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature* 551: 187–191.

Piotrowski, J.S., Annis, S.L., Longcore, J.E. (2004): Physiology of *Batrachochytrium dendro-*

- batidis*, a chytrid pathogen of amphibians. *Mycologia* 96: 9–15.
- Pizano, C., García, H. (2014): El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Pounds, J.A., Bustamante, M.R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fogden, M.P.L., Foster, P.N., La Marca, E., Masters, K.L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., Ron, S.R., Sánchez-Azofeifa, G.A., Still, C.J., Young, B.E. (2006): Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439: 161–167.
- Relyea, R.A. (2011): Amphibians are not ready for Roundup®. Págs. 267–300. En: Elliott, J., Bishop, C., Morrissey, C. (Eds.), *Wildlife Ecotoxicology: Forensic Approaches. Emerging Topics in Ecotoxicology* 3. Springer, New York.
- Rosenblum, E.B., Poorten, T.J., Settles, M., Murdoch, G.K. (2012): Only skin deep: Shared genetic response to the deadly chytrid fungus in susceptible frog species. *Molecular Ecology* 21: 3110–3120.
- Rueda-Almonacid, J.V. (1999): Situación actual y problemática generada por la introducción de "Rana toro" a Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 367–393.
- Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D., Amézquita, A. (Eds.) (2004): Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- Rueda-Almonacid, J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mast, R.B., Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., de la Ossa-Velásquez, J., Rueda, J.N., Mittermeier, C.G. (2007): Las Tortugas y los Cocodrilianos de los Países Andinos del Trópico. Serie de guías tropicales de campo 6. Conservación Internacional y Editorial Panamericana, Bogotá.
- Rueda-Solano, L.A., Castellanos-Barliza, J. (2010): Herpetofauna de Nguanje, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. *Acta Biológica Colombiana* 15: 195–206.
- Rueda-Solano, L.A., Flechas, S.V., Galvis-Aparicio, M., Rocha-Usuga, A.A., Rincón-Barón, E.J., Cuadrado-Peña, B., Franke-Ante, R. (2016): Epidemiological surveillance and amphibian assemblage status at the Estación Experimental de San Lorenzo, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Amphibia & Reptile Conservation* 10: 7–19.
- RUNAP. (2018): Registro Único de Áreas Protegidas de Colombia. <http://runap.parquesnacionales.gov.co/organizacion/40> [Revisado Octubre 2018].
- Sánchez-Azofeifa, G.A., Quesada, M., Rodríguez, J.P., Nassar, J.M., Stoner, K.E., Castillo, A., Garvin, T., Zent, E.L., Calvo-Alvarado, J.C., Kalacska, M.E.R., Fajardo, L., Gamon, J.A., Cuevas-Reyes, P. (2005): Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37: 477–485.
- Schloegel, L.M., Picco, A.M., Kilpatrick, A.M., Davies, A.J., Hyatt, A.D., Daszak, P. (2009): Magnitude of the US trade in amphibians and presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and *ranavirus* infection in imported North American bullfrogs (*Rana catesbeiana*). *Biological Conservation* 142: 1420–1426.
- Seigel, R.A., Dodd, C.K. (2002): Translocations of amphibians: Proven management method or experimental technique? *Conservation Biology* 16: 552–554.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fischman, D.L., Waller, R.W. (2004): Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783–1786.
- Thurman, L.L., Garcia, T.S. (2017): Differential plasticity in response to simulated climate warming in a high-elevation amphibian assemblage. *Journal of Herpetology* 51: 232–239.
- Urbina-Cardona, J.N., Nori, J., Castro, F. (2011): Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: Estrategias propuestas para su manejo y control. *Biota Colombiana* 12: 23–34.
- Urbina-Cardona, J.N., Navas, C.A., González, I., Gómez-Martínez, M.J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G.F., Blanco-Torres, A.

- (2014): Determinantes de la distribución de los anfibios en el bosque seco tropical de Colombia: herramientas para su conservación. Págs. 166-193. En: Pizano, C., García H. (Eds). El Bosque Seco Tropical de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Velásquez, T., Montes R.C., Bernal B.M. (2013): Efectos letales y subletales del glifosato (Roundup® Activo) en embriones de anuros colombianos. *Acta Biológica Colombiana* 18: 271-278.
- Voyles, J., Young, S., Berger, L., Campbell, C., Voyles, W.F., Dinodum, A., Cook, D., Webb, R., Alford, R.A., Skerratt, L.F., Speare, R. (2009): Pathogenesis of chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science* 326: 582-585.
- Waza (2005): Building a Future for Wildlife-The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. World Association of Zoos and Aquariums. Bern, Switzerland.
- Zippel, K., Buley, K., Gibson, R., Gillespie, G.R., Johnson, R., Lacy, R.C., Marantelli, G., Mendelson, J.R. (2008): On the role of *ex situ* management in the conservation of amphibians. Págs. 128-129. En: Stuart, S.N., Hoffman, M., Chanson, J.S., Cox, N.A., Berridge, R.J., Ramani, P., and Young, B.E. (Eds). *Threatened Amphibians of the World*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Zippel, K., Johnson, K., Gagliardo, R., Gibson, R., Mcfadden, M., Browne, R., Martinez, C., Townsend, E. (2011): The amphibian ark: A global community for *ex situ* conservation of amphibians. *Herpetology Conservation and Biology* 6: 340-352.