

Anfibios de VENEZUELA

ESTADO DEL CONOCIMIENTO
Y RECOMENDACIONES PARA
SU CONSERVACIÓN

César Molina,
Josefa Celsa Señaris,
Margarita Lampo
y Anabel Rial
EDITORES





PRODUCCIÓN EDITORIAL
Ediciones Grupo TEI/ Silvia Beaujon

DISEÑO GRÁFICO
Alexander Cano

IMPRESIÓN
Gráficas Lauki

Hecho el depósito de ley
Depósito legal lF37020096302381

ISBN 978-980-7090-08-7

Anfibios de VENEZUELA

ESTADO DEL CONOCIMIENTO
Y RECOMENDACIONES PARA
SU CONSERVACIÓN

Comité Editor

César Molina

Instituto de Zoología y Ecología Tropical (UCV)

J. Celsa Señaris

Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)

Margarita Lampo

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

Anabel Rial

Conservación Internacional Venezuela (CI)

Autores

Anabel Rial

Conservación Internacional- Venezuela

César L. Barrio-Amorós

Fundación Andígena

J. Celsa Señaris

Fernando Rojas-Runjaic

Fundación La Salle de Ciencias Naturales

Museo de Historia Natural La Salle

Jaime E. Péfaur

Amelia Díaz de Pascual

Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes

César Molina

Mercedes Salazar

Argelia Rodríguez

Instituto de Zoología y Ecología Tropical

Universidad Central de Venezuela

Juan Elías García-Pérez

Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora

Margarita Lampo

Francisco Nava

Dinora Sánchez

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

Andrés E. Chacón

Departamento de Ingeniería Agronómica

Universidad Nacional Experimental del Táchira

Tito Barros

Gilson Rivas

Museo de Biología, Universidad del Zulia

Ramón Rivero

Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente

Franklin Rojas-Suárez

Provita

Salvador Boher

Geoclean EPS

Pilar Alexander Blanco

Fundación Nacional de Parques Zoológicos y Acuarios (FUNPZA)

Agradecimientos

Al finado Dr. Jesús Ramos Oropesa†, por su generosidad y aliento.

A los autores de los capítulos de este documento por su dedicada, valiosa, desinteresada y paciente labor en pro de esta obra.

A los cientos de participantes de las reuniones de consultas en el país, cuyas observaciones y aportes enriquecieron el documento y le dieron un carácter amplio.

A las instituciones y eventos que cedieron sus espacios o sirvieron de marco para la realización de seis talleres de intercambio: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, Fundación Instituto Jardín Botánico de Venezuela, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y VII Congreso Venezolano de Ecología, Puerto Ordaz.

A Ana Liz Flores y Franklin Rojas por su confianza. A Eduardo Szeplaki por compartir sus experiencias durante la elaboración de la Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción. A José Vicente Rodríguez, por su interés y compromiso en la conservación de los anfibios neotropicales. A los autores de las fotos, quienes han cedido generosamente las imágenes que ilustran este documento y a Silvia Beaujon, por su trabajo de edición y amable disposición en todo momento.

A Gold Reserve de Venezuela por apreciar el contenido de este documento y contribuir con su divulgación.

Presentación

Ante las elocuentes cifras publicadas en la última Evaluación Mundial de los anfibios (Global Amphibian Assessment), las cuales indican que cerca de un cuarto de las especies de anfibios de Venezuela están amenazadas y, ante la falta de una visión clara en cuanto a las políticas que deben adoptarse para revertir esta crisis, se evidenció la inminente necesidad de diseñar una estrategia para la conservación de los anfibios de Venezuela. A pesar de que cerca del 5% de las especies de anfibios del mundo están en Venezuela el conocimiento acerca de este grupo es muy limitado; sólo contamos con un pequeño número de expertos, en pocas instituciones desarticuladas de diversas regiones del país, avocados al estudio de aspectos particulares, con la consecuente baja capacidad de respuesta ante esta problemática.

Esta iniciativa se gestó en noviembre de 2004 durante las reuniones entre representantes de la Oficina Nacional de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente (MINAMB) y de Conservación Internacional (CI), realizadas con el fin de tratar el tema de la preocupante declinación de las poblaciones de algunas especies de anfibios en Venezuela. En vista de la dimensión del problema, se propuso de inmediato pasar de las reuniones al diseño y redacción de una estrategia para su conservación, labor a la cual se sumaron el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología (MCT) y la Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN).

Una vez esbozados los objetivos generales de la estrategia y con un esquema de trabajo tentativo se convocó a todos los herpetólogos y especialistas venezolanos a un taller auspiciado por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y Conservación Internacional Venezuela, realizado en febrero de 2005 en las instalaciones de la Fundación La Salle en Caracas, cuyo objetivo fue la definición de los lineamientos generales de la propuesta. En él participaron 18 especialistas pertenecientes a la Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad de los Andes (ULA), Universidad del Zulia (LUZ), Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ), Universidad Experimental Rómulo Gallegos (UNERG), Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Fundación La Salle (FLSCN), Conservación Internacional Venezuela (CI) y Fundación Andígena. En este taller se acordó la elaboración de un documento contentivo del estado actual del conocimiento sobre los anfibios de Venezuela y del conjunto de acciones prioritarias conducentes al incremento del conocimiento, la valoración y conservación de este grupo de vertebrados amenazado.

A través de talleres de consulta pública y jornadas informativas realizadas en Mérida (septiembre 2005), Caracas (diciembre 2005, septiembre 2006) y en el marco del VII Congreso Venezolano de Ecología en Ciudad Guayana (noviembre 2007), se elaboraron varios borradores de este documento, luego de incorporar sugerencias y

recomendaciones del conjunto de personas que asistieron a la convocatoria de consulta. El resultado es un documento que contiene, en su primera parte, un capítulo que describe las bioregiones de Venezuela, 10 capítulos que evalúan el estado actual del conocimiento en sus diversas vertientes, y un capítulo que identifica algunos vacíos de información. En su segunda parte, describe un conjunto de 62 acciones que responden a 13 recomendaciones específicas agrupadas en seis líneas estratégicas, y cinco acciones prioritarias que pueden acometerse a corto plazo.

Este documento es el primer intento orquestado por diversas instituciones para evaluar el estado del conocimiento, e identificar y ordenar las necesidades del país en materia de conservación de sus anfibios. Esperamos que se convierta en un punto de partida para el diseño y consolidación de programas interinstitucionales e interdisciplinarios dirigidos a la preservación de este recurso biológico a largo plazo.

Los editores

Índice

Venezuela: Características generales	09
Bioregiones de Venezuela	16
Estado del conocimiento	21
Introducción	23
Riqueza y endemismo	25
Distribución y biogeografía	41
Bioecología	51
Abundancia	53
Acervo genético	57
Factores de riesgo	65
Colecciones	71
Estado de la conservación	75
Conservación <i>ex situ</i>	83
Marco legal	87
Vacíos de información	91
Recomendaciones para la conservación de los anfibios venezolanos	97
Bibliografía	113

Anfibios de VENEZUELA

VENEZUELA
CARACTERÍSTICAS GENERALES

FOTO J. CELSA SEÑARIS





Figura 1. División político-territorial de la República Bolivariana de Venezuela.

FUENTE CARTOGRÁFICA INSTITUTO GEOGRÁFICO DE VENEZUELA SIMÓN BOLÍVAR IIGV, EDICIÓN 3,2001 ESCALA 1: 2 500 000

ZAMBRANO, S., E. TAPIQUÉN, M. ARMAS Y R. LAZO. 2004. Venezuela Digital. En: Rodríguez J.P., R. Lazo, L.A. Sol órzano y F. Rojas-Suárez (eds.) Centro Internacional de Ecología tropical (CIET). Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). UNESCO. Conservación Intenacional Venezuela. Caracas. Venezuela. Disponible en Internet: <http://ecosig.ivic.ve>



VENEZUELA CARACTERÍSTICAS GENERALES

Anabel Rial y César Molina

La República Bolivariana de Venezuela está ubicada al norte de América del Sur, entre los paralelos 00° 45' y 15° 40' de latitud Norte y los meridianos 59° 45' y 73° 25' de longitud Oeste. Ocupa una superficie territorial continental de 916 325 km² (dividida por el río Orinoco en su parte media), además de un espacio insular de 120 000 km² y una extensión marítima de 860 000 km² (MINAMB *et al.* en preparación). Limita con Colombia, Brasil, Guyana y las islas de República Dominicana, Aruba, Bonaire, Curazao, Puerto Rico, Martinica, Guadalupe e Islas Vírgenes en el mar Caribe. Políticamente, el país ha sido dividido en 23 estados, un Distrito Capital, 72 islas ubicadas en el mar Caribe que conforman las Dependencias Federales y 335 municipios (Figura 1).

Una vasta porción del territorio presenta un basamento geológico precámbrico (Macizo de las Guayanas), mientras que el resto está conformado por depresiones y depósitos cuaternarios continentales y litorales, circundados por las cordilleras Andina, de la Costa y de Perijá, de origen terciario sobre un basamento geológico Paleozoico y Precámbrico.

El territorio se estructura en cuatro grandes paisajes: montañosos, llanuras, mesas y deltas. Los primeros corresponden a los derivados del desmantelamiento del Macizo Guayanés (sur de los estados Bolívar y Amazonas) y la orogénesis andina y orocostense. Las llanuras resultan de la deposición de sedimentos provenientes de las áreas montañosas antes mencionadas, y los restantes corresponden a paisajes de deltas, principalmente del río Orinoco y mesas no erodadas de los llanos orientales.

Debido a su condición tropical, Venezuela presenta un régimen térmico relativamente uniforme a lo largo del año, que sólo es afectado por la altitud. Las temperaturas medias diarias oscilan entre 28 °C en las tierras bajas hasta menos de 0 °C en algunas de las cumbres de los páramos andinos. Con respecto a la precipitación, se observan diferentes condiciones climáticas en función del grado de estacionalidad y volumen anual de lluvia, el cual va desde 300 a 700 mm en las zonas áridas y semiáridas, centrales y coste-

ras, hasta más de 4 000 mm en determinadas zonas al sur del país. Esta variada condición de temperatura y precipitación da origen a las 27 zonas climáticas presentes en el país (MARN 2000).

La acción combinada del clima sobre los elementos litológicos, topográficos y de vegetación dio lugar a una enorme variedad de suelos cubiertos por un mosaico complejo de unidades florístico-fisonómicas (Huber y Alarcón 1988) con influencia de cuatro grandes regiones biogeográficas: la Amazonía, los Andes, el Caribe y la Guayana. Esto ha determinado la existencia en el país de un patrimonio biológico valioso y diverso,

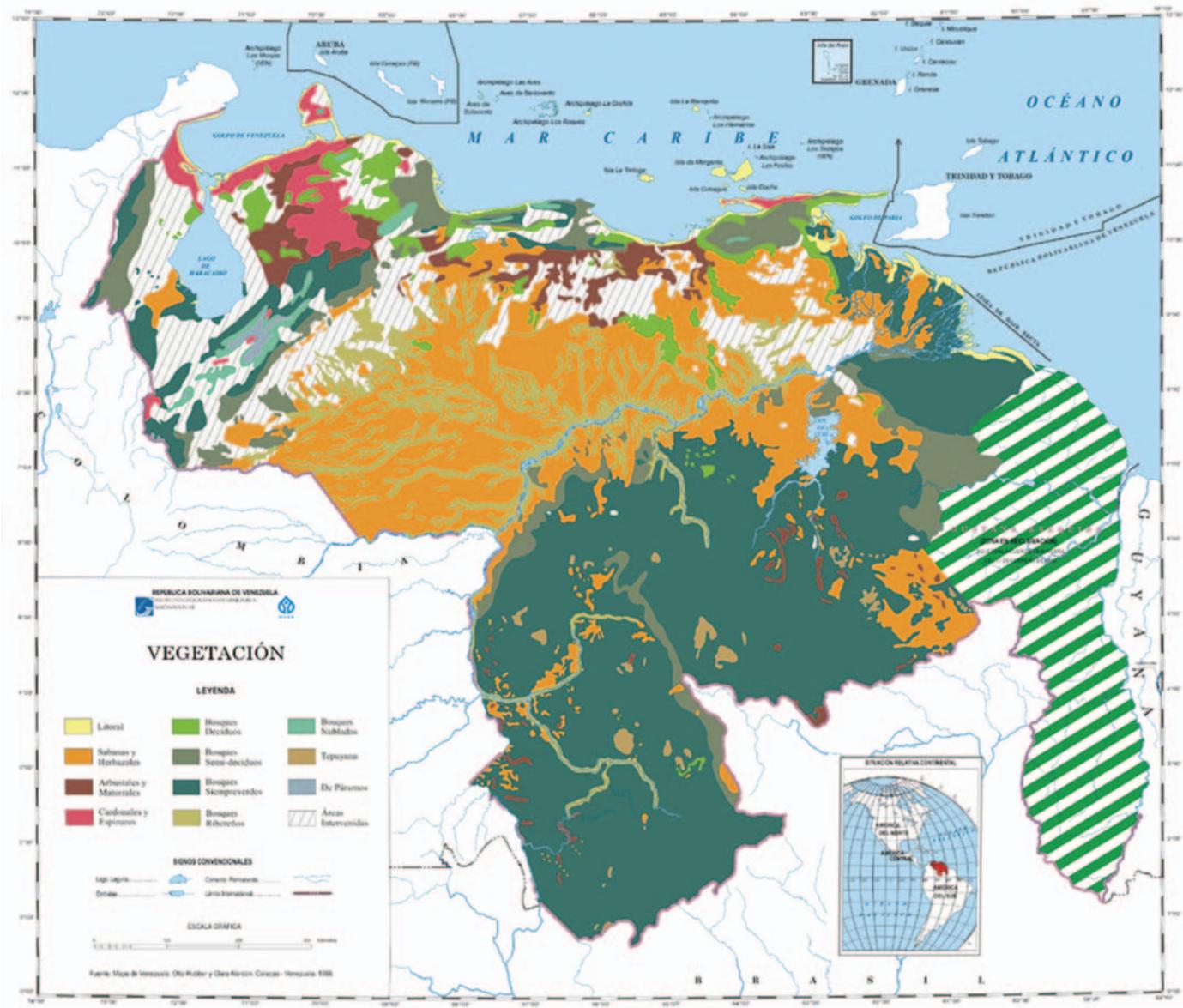


Figura 2. Mapa de vegetación de la República Bolivariana de Venezuela (Huber y Alarcón 1988).

representado por un número importante de especies, comunidades, ecosistemas y paisajes claramente diferenciados en un contexto geográfico (Figura 2). Hasta ahora se han registrado 650 tipos de vegetación y al menos 16 681 especies vegetales, agrupadas en 230 familias y 1 786 géneros (Aguilera *et al.* 2003; MARN 2000; Huber *et al.* 1998), de las cuales 9 411 están presentes en la Guayana (Steyermark *et al.* 1995).

Igualmente sucede con la fauna, lo cual sitúa a Venezuela entre los diez países con mayor diversidad zoológica del planeta y, en particular, el sexto en América. Contamos asimismo con una gran diversidad étnica y cultural.

La diversidad de fauna del país incluye al menos 110 692 artrópodos (99,7% corresponde a insectos), 1 791 peces (aproximadamente 1 000 de agua dulce), 351 mamíferos, 1 361 aves, 336 reptiles y más de 300 anfibios (Aguilera *et al.* 2003, Rodríguez y Rojas 1995; MARN 2000, 2001), con un número importante de taxa cuya distribución se restringe a regiones como los Andes, la cordillera de la Costa y la Guayana (Aguilera *et al.* 2003).

La variabilidad de las características físico-naturales definen la diversidad natural en varias regiones que, a lo largo del tiempo y dependiendo del clasificador, han recibido denominaciones similares. No obstante, a los fines de este documento trabajaremos con las diez bioregiones (Figura 3) definidas en la *Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción* (MARNR 2001), las cuales fueron delimitadas según la topografía, clima, vegetación, flora, altitud, precipitación anual y condición de ambiente continental o marino costero (MARNR 2000, 2001).

Venezuela posee uno de los conjuntos de áreas protegidas para la conservación de la biodiversidad más variados y extensos de América Latina. Estas áreas se rigen por una serie de normas y reglas que tienen por objeto la defensa, conservación y mejoramiento de determinados espacios, cuyas características y condiciones ecológicas difieren de la estructura y composición geográfica, paisajística, topográfica y socio-cultural del resto del territorio nacional, condiciones estas que hacen indispensable la formulación de criterios especiales, de aprovechamiento y preservación de estos espacios. Este conjunto de áreas protegidas cubre una superficie correspondiente a 46% del territorio, incluyendo el solapamiento entre algunas áreas. El sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) está conformado por las siguientes categorías relacionadas directamente con la conservación de la fauna y flora: a) parques nacionales (43 con 19,61% del territorio nacional) destinados a la protección y conservación de ecosistemas de importancia nacional, en donde están permitidas actividades de investigación, educación y recreación; b) monumentos naturales (36 con 4,67%) que contienen al menos un rasgo natural específico sobresaliente, de interés nacional, tales como accidentes geográficos o sitios de belleza excepcional, formaciones geológicas o valores ecológicos que ameritan protección absoluta; c) refugios de fauna silvestre (siete con 0,38%) en cuyos límites se protegen, conservan y propagan algunos elementos de la fauna silvestre, principalmente de aquellas especies que se consideran en peligro de extinción, ya sean residentes o migratorias; d) reservas de fauna silvestre (cuatro con 0,38%) para el desarrollo de programas experimentales o definitivos de ordenación y manejo de poblaciones de animales

Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

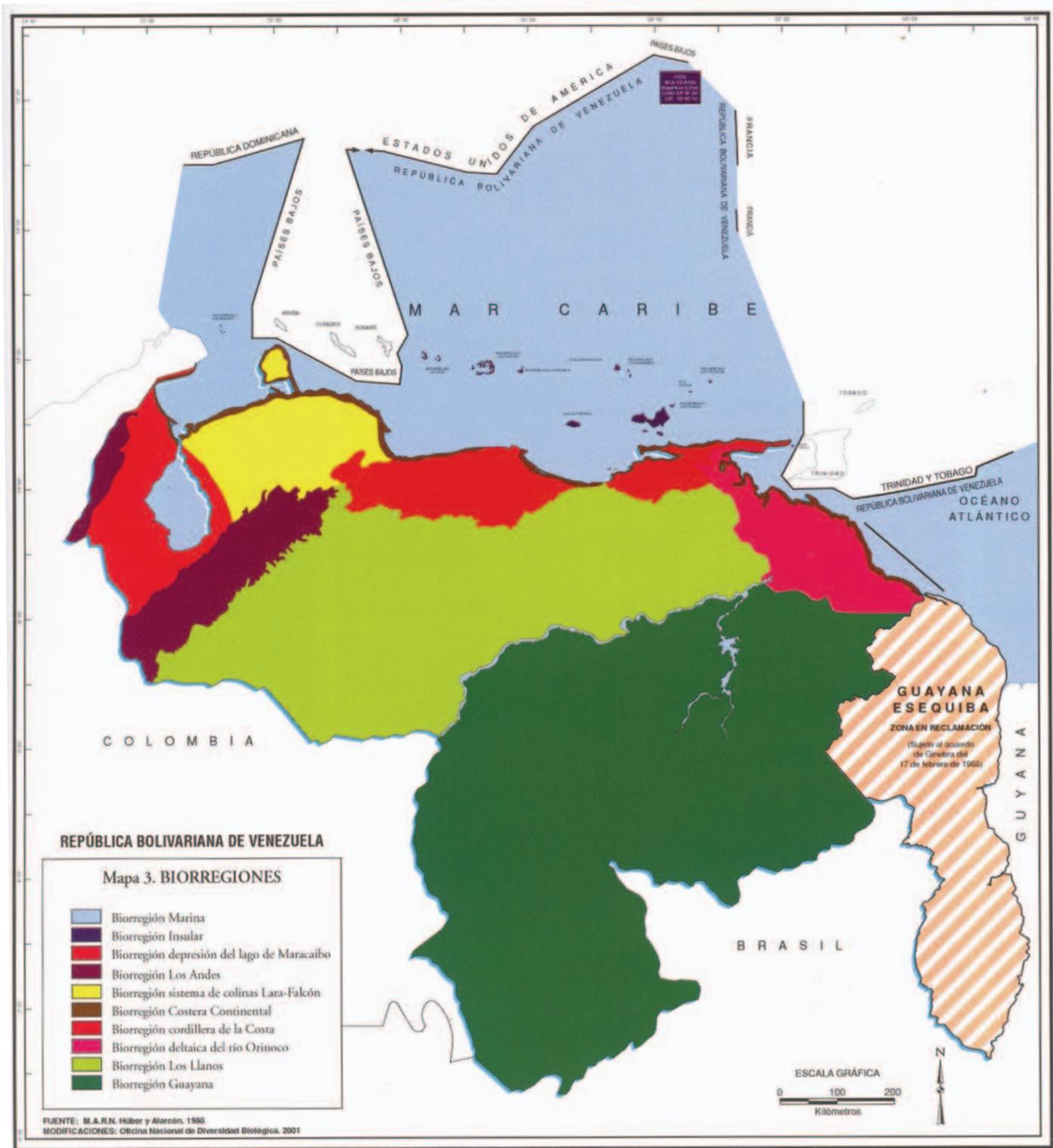


Figura 3. Regiones biogeográficas de la República Bolivariana de Venezuela (MARN, 2001).

silvestres, destinadas a asegurar la reproducción continua de las especies para el ejercicio de la caza o cualquier otra forma de aprovechamiento del recurso, y e) reservas de biosfera (dos con 14,41%) como sistema especial de relación hombre-espacio, en combinación con la presencia de biodiversidad de importancia global que debe ser preservada por su alto valor científico.

Bioregiones de Venezuela

FUENTE: ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SU PLAN DE ACCIÓN

Biorregión Marina

Comprende las áreas marinas y submarinas del mar Caribe y del océano Atlántico; más biodiversa en el área caribeña debido a la transparencia de sus aguas, y más pobre en la fachada atlántica, caracterizada por el dominio de fases fangosas y arenosas, y el aporte sedimentario de grandes ríos como el Orinoco, el Esequibo y el Amazonas.



FOTO J. CELSA SEÑARIS

Biorregión Insular

Conformada por las islas Margarita, Coche y Cubagua y 311 cayos, islotes e islas. Estos espacios insulares presentan una variedad de ecosistemas que van desde el manglar y las zonas xerofíticas, espinosas y de bosque seco tropical hasta el bosque nublado del cerro Copey en Margarita.



FOTO GIUSEPPE COLONELLO

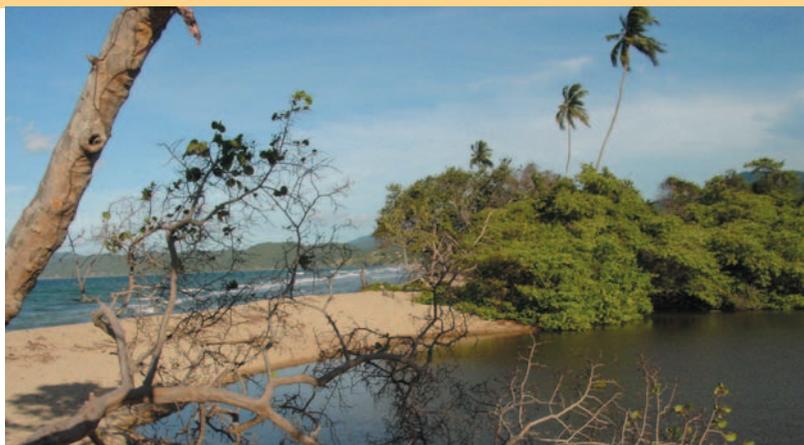


FOTO GIUSEPPE COLONELLO

Biorregión Costera continental

Franja costera desde los 0 metros hasta 100 metros de altitud aproximadamente. Su característica más relevante es la elevada temperatura durante todo el año (más de 28 °C). Los principales tipos de vegetación son los manglares, espinares, cardonales y la vegetación herbácea.



FOTO J. CELSA SEÑARIS

Biorregión Depresión lago de Maracaibo

Ubicada en el sector noroccidental del país. Abarca las llanuras bajas (0-500 m snm) de la cuenca del lago y los cursos inferiores de los ríos nacientes en la sierra de Perijá y los Andes, y que fluyen hacia éste. Los bosques xerófitos y su degradación hasta matorrales, los bosques semidecíduos tropófilos y siempreverdes ombrófilos (la mayoría transformados en pastizales) junto a ambientes cienagosos y sabanas relictuales son los principales ecosistemas de esta biorregión.

Biorregión Sistema de colinas de Lara-Falcón

Se extiende entre las cadenas montañosas de los Andes, la cordillera de la Costa, el mar Caribe y las llanuras orientales de la depresión de Maracaibo. Predominan los bosques arbustales xerófilos parcialmente espinosos.



FOTO CÉSAR MOLINA

Biorregión de los Andes

La cordillera andina alcanza en Venezuela su límite nororiental y está constituida por dos ramales: a) la sierra de Perijá con tres pisos altitudinales hasta los 3 600 m snm, que incluye densas formaciones boscosas hasta páramos, ambos fuertemente intervenidos y b) la cordillera de Mérida, hasta 5 000 m, caracterizada por diversos tipos de bosques, ecosistemas arbustivos y parameros, y un alto grado de endemismo.



FOTO J. CELSA SEÑARIS



FOTO J. CELSA SEÑARIS

Biorregión Cordillera de la Costa

Esta compleja región natural del país está conformada por dos sectores: a) cordillera de la Costa Central, que se extiende a lo largo de la costa septentrional hasta la depresión de Unare, hasta los 2 765 m snm en el pico Naiguatá, b) cordillera de la Costa Oriental, que continúa desde la depresión de Unare hasta el extremo oriental de la península de Paria, alcanzando su máxima altitud a los 2 400 m snm en Turimiquire.



FOTO CÉSAR BARRIO-AMORÓS

Biorregión Planicie deltaica del río Orinoco y costa cenagosa del río San Juan

Comprende los ecosistemas de las planicies aluviales de los ríos Amacuro, Orinoco, Morichal Largo, Guanipa y San Juan. Los manglares en la costa del delta, las planicies cenagosas y costeras del río San Juan y las penillanuras parcialmente inundables del río Amacuro hasta el Cuyuní y la sierra de Imataca. Bosques, palmares y sabanas constituyen las principales unidades de vegetación.

Bioregiones de Venezuela

FUENTE: ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SU PLAN DE ACCIÓN

Biorregión de los Llanos

Esta biorregión pertenece a la provincia llanera y constituye la unidad más meridional de la región fitogeográfica del Caribe (MARN 2000). Se asienta en amplias llanuras sedimentarias y aluviales entre los Andes, la cordillera de la Costa y el macizo Guayanés. Se subdivide en llanos occidentales, centrales y orientales y está caracterizada por ecosistemas de sabana con presencia de bosques de galería, palmares, humedales y bosques caducifolios.



FOTO CÉSAR MOLINA

Biorregión Guayana (Orinoquia/Amazonia)

Esta franja al sur del Orinoco constituye casi la mitad del territorio. Incluye cuatro subregiones:

Penillanura Caura-Paragua

Ocupa las cuencas medias de los ríos Paragua y Caura y está limitada por el cerro Guaiquinima, el valle del río Caroní y la serranía Chaco-tepui, la serie de macizos Ichún, Guanacoco, Sarisariñama y Jaua y las serranías Uasadi, Maigualida y Nichare. Predominan los bosques siempreverdes sobre tierra firme y áreas inundables.



FOTO CÉSAR MOLINA



FOTO CÉSAR MOLINA

Sistema piemontano de colinas del Escudo Guayanés

Se desarrolla sobre el basamento ígneo metamórfico del Escudo Guayanés. Una región heterogénea de extensos bosques que se dispone entre el borde noroccidental del Escudo y el río Orinoco. Comprende las cuencas bajas de los ríos Caura, Paragua, bajo Caroní y Cuyuní, la sierra de Imataca y la altiplanicie de Nuria.



FOTO J. CELSA SEÑARIS

Penillanura Casiquiare-Alto Orinoco

Comprende las tierras bajas de la cuenca del río Ventuari y las penillanuras del alto río Orinoco, río Casiquiare y río Negro. La vegetación predominantemente boscosa de esta unidad pertenece en parte a la provincia Guayana Central y, en parte, a la Guayana Occidental.

Montañas del macizo Guayanés y los tepuyes

Es la subregión montañosa más extensa del país y se extiende, en gran parte, a lo largo de la frontera con Brasil. Uno de sus elementos característicos son las montañas denominadas tepuyes, formadas por areniscas precámbricas de la Formación Roraima. Alcanza su mayor altitud en el extremo sur del Cerro Neblina a 3 014 m snm. La vegetación está constituida por extensos bosques, arbustales y herbazales altotepuyanos y se caracteriza por un alto porcentaje de endemismos de flora y fauna. La flora de esta unidad pertenece a la provincia Guayana Central (pisos altitudinales inferiores y medios) y a la provincia de Pantepui (cumbres tepuyanas).

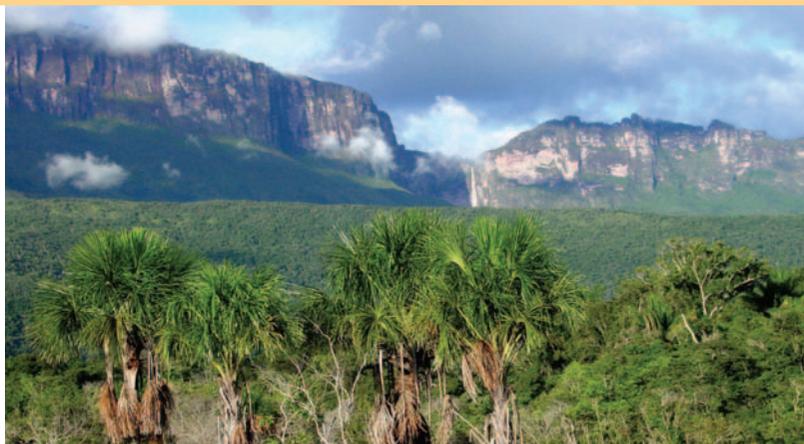


Foto J. CELSA SENARIS

Anfibios de VENEZUELA

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

FOTO J. CELSA SEÑARIS







I N T R O D U C C I Ó N

J. Celsa Señaris

En el contexto mundial, la República Bolivariana de Venezuela es reconocida como uno de los países con mayor diversidad biológica, encontrándose entre los llamados países megadiversos, donde ocupa posiciones privilegiadas en cuanto a la riqueza de especies de algunos grupos de flora y fauna. Poseemos una extraordinaria diversidad de anfibios, con más de 333 especies registradas hasta el momento. Esta cifra representa el 5% del total del planeta y nos ubica en el sexto puesto en diversidad del Neotrópico y en el octavo en el ámbito mundial. Esta elevada riqueza es el resultado de una gran heterogeneidad de hábitats óptimos para los anfibios, dadas las características geográficas, climáticas y orográficas de nuestro territorio, aunadas a la historia evolutiva de los diferentes linajes.

A pesar de ser poco conocidos y en muchos casos hasta anónimos, los anfibios son un componente muy importante de los ecosistemas. Por una parte algunas poblaciones de anfibios, especialmente sapos y ranas, son muy abundantes y aportan una biomasa muy significativa al flujo de energía. Además son una pieza central en estas tramas, por cuanto actúan como depredadores de invertebrados y, a su vez, como presas de otros vertebrados. Por otra parte, los anfibios son considerados indicadores ideales de la calidad ambiental, tanto en el medio acuático como en el terrestre, ya que son muy sensibles a la alteración y pérdida de hábitat natural, introducción de especies exóticas, contaminantes, uso de agroquímicos y cambio climático.

La alarmante y acelerada disminución de las poblaciones y la desaparición de un número significativo de anfibios, ocurrida en los últimos 20 años en todo el planeta, se suma a su invaluable e imprescindible contribución a la trama ecológica, motivo de la urgente necesidad de realizar acciones inmediatas que incrementen y profundicen el conocimiento sobre su biología y ecología, y sobre las causas de estas desapariciones, de cara al diseño de estrategias de conservación. Para el desarrollo de acciones se requiere, como punto de partida, la recopilación y actualización de la información disponible producto de las investigaciones desarrolladas en este grupo, lo cual permitirá guiar las líneas prioritarias a ser abordadas en diferentes escalas de tiempo.

Con este espíritu y como base para un plan integral para la conservación de los anfibios de Venezuela, diferentes investigadores han resumido en los capítulos que se presentan a continuación información resaltante en cuanto a su riqueza y composición, aspectos biológicos, ecológicos y biogeográficos, acervo genético, amenazas y estado de conservación en el contexto nacional. Así mismo, se presenta información general sobre colecciones biológicas nacionales que poseen representación de este grupo animal, aspectos legales para su conservación y notas para su conservación *ex situ*. Resultado del análisis de la información anterior se muestran los principales vacíos de información en los diferentes temas tratados, de los cuales se desprenden las recomendaciones más urgentes y prioritarias a ser abordadas para la conservación de los anfibios de nuestro país.



R I Q U E Z A Y E N D E M I S M O



César L. Barrio-Amorós

Más de la mitad de los anfibios del mundo vive en la región Neotropical, riqueza que se incrementa año tras año como resultado de exploraciones en áreas desconocidas y del desarrollo de estudios taxonómicos y sistemáticos. En este marco Venezuela, situada al norte del continente suramericano, abarca diferentes bioregiones que definen la riqueza y composición de su fauna de anfibios (Barrio-Amorós 1998; este volumen).

Venezuela es uno de los países más diversos del planeta, donde han registrado hasta el momento cerca del 5% del total mundial de anfibios (Barrio-Amorós 2004a). Para enumerar la diversidad de anfibios venezolanos nos hemos remitido a la literatura especializada, partiendo de la última actualización sistemática y de distribución geográfica de este grupo en el país (Barrio-Amorós 2004a), incorporando literatura adicional y reciente que incluye la descripción y nuevos registros de especies (Barrio-Amorós 2006a, b, c; Barrio-Amorós y Brewer-Carías 2008, Barrio-Amorós y Castroviejo-Fischer 2008, Barrio-Amorós y Molina 2006, Barrio-Amorós et al. 2007, Castroviejo-Fisher *et al.* 2007, 2008, 2009; Heyer 2005, Infante *et al.* 2006a, b, 2008; La Marca 2005, La Marca *et al.* 2004, Manzanilla *et al.* 2007 a, b; Myers y Donnelly 2008, Señaris y Ayarzagüena 2006, Schlüter y Rödder 2007, Vargas y La Marca 2007), así como cambios sistemáticos y nomenclaturales (Faivovich *et al.* 2005, Frost *et al.* 2006, Grant *et al.* 2006; Guayasamín *et al.* 2008, 2009).

Actualmente se conocen 333 especies de anfibios en Venezuela correspondientes a 318 anuros (ranas y sapos), diez cecilias y cinco salamandras (Tabla 1.1, Anexo 1). Estas cifras nos sitúan en el sexto lugar en diversidad anfibia del Neotrópico y en el octavo lugar en el ámbito mundial (Young *et al.* 2004). Sin embargo, basándonos en la tasa de descripción de especies y nuevos registros para el país, así como en el escaso conocimiento de áreas que deben ser prospectadas, la riqueza de anfibios venezolanos sin duda sobrepasa las 400 especies. El número de anfibios endémicos de Venezuela asciende a 191, es decir, 57,3% del total de especies presentes en el país. El orden que presenta un mayor índice de exclusividad es Caudata, con el 80% (cuatro

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

Tabla 2.1. Riqueza de anfibios de Venezuela agrupados por familias y géneros (hasta diciembre 2006).

Orden	Familia	Nº especies	Género por familia	Nº especies por género
ANURA	Allophrynidae	1	<i>Allophryne</i>	1
			" <i>Prosterapis</i> "	1
	Aromobatidae	50	<i>Allobates</i>	10
			<i>Anomaloglossus</i>	14
			<i>Aromobates</i>	12
			<i>Mannophryne</i>	13
			<i>Atelopus</i>	9
	Bufonidae	27	<i>Metaphryniscus</i>	1
			<i>Oreophrynella</i>	6
			<i>Rheebo</i>	3
			<i>Rhinella</i>	8
			<i>Centrolene</i>	4
	Centrolenidae	26	<i>Cochranella</i>	7
			<i>Hyalinobatrachium</i>	15
			<i>Ceratophrys</i>	1
	Cerathrophyidae	1	<i>Ameerega</i>	2
			<i>Dendrobates</i>	1
	Dendrobatidae	4	<i>Minyobates</i>	1
			<i>Eletherodactylus</i>	1
	Eleutherodactylidae	2	<i>Adelophryne</i>	1
			<i>Cryptobatrachus</i>	1
	Hemiphractidae	21	<i>Flectonotus</i>	2
			<i>Gastrotheca</i>	6
			<i>Stefania</i>	12
			<i>Aparasphenodon</i>	1
			<i>Dendropsophus</i>	12
			<i>Hyloscirtus</i>	4
			<i>Hypsiboas</i>	22
			<i>Myersiophyla</i>	3
			<i>Osteocephalus</i>	4
			<i>Pseudis</i>	1
	Hylidae	80	<i>Scarthyla</i>	1
			<i>Scinax</i>	13
			<i>Sphaenorhynchus</i>	1
			<i>Tepuihyla</i>	7
			<i>Trachycephalus</i>	2
			<i>Hylomantis</i>	1
			<i>Phyllomedusa</i>	8
			<i>Engystomops</i>	1
			<i>Physalaemus</i>	3
			<i>Pleurodema</i>	1
			<i>Pseudopaludicola</i>	3
			<i>Leptodactylus</i>	24
<i>Adelastes</i>			1	
Microhylidae	12	<i>Chiasmocleis</i>	1	
		<i>Ctenophryne</i>	1	
		<i>Elachistocleis</i>	2	
		<i>Hamptophryne</i>	1	
		<i>Relictivomer</i>	1	
		<i>Synapturanus</i>	2	
		<i>Otophryne</i>	3	
		<i>Pipa</i>	3	
Pipidae	3	<i>Lithobates</i>	2	
Ranidae	2*	<i>Dischidodactylus</i>	2	
		<i>Pristimantis</i>	54	
Strabomantidae		<i>Strabomantis</i>	1	
		<i>Bolitoglossa</i>	5	
CAUDATA	Plethodontidae	5	<i>Caecilia</i>	3
GYMNOPHIONA	Caeciliidae	9	<i>Microcaecilia</i>	1
			<i>Siphonops</i>	1
			<i>Nectocaecilia</i>	1
			<i>Potomotyphlus</i>	1
			<i>Typhlonectes</i>	2
			<i>Epicrionops</i>	1
	Rhinatrematidae	1	TOTAL	333

de las cinco especies de salamandras conocidas son endémicas). Por el contrario, sólo el 20% de las cecilias son endémicas (2 de 10 especies). Por su parte los anuros presentan un caso especial ya que más de la mitad de las ranas y sapos de Venezuela son exclusivos de nuestro territorio: 185 de las 318 especies (58,2%).

Así mismo, Venezuela cuenta con algunos géneros endémicos: los Bufonidae guyaneses *Metaphryniscus* y *Oreophrynella*, habitantes del Pantepui; el dendrobatoide *Aromobates* de los Andes; el Strabomantidae *Dischidodactylus* también de los macizos tepuyanos, y el microhílido *Adelastes*, descrito de la base de la Serranía de la Neblina. También son únicos en la región de la Guayana venezolana los Hylidae del género *Myersiohyla*. Existen otros géneros no estrictamente endémicos venezolanos ya que presentan especies fuera de nuestras fronteras pero que, sin embargo, poseen la mayor diversidad en el país. Este es el caso de los dendrobátidos del género *Mannophryne*, que cuenta con especies en Trinidad y Tobago; de las ranas de los géneros *Stefania* y *Tepuihyla*, con algunos representantes en Guyana, y del microhílido *Otophryne*, que aparte de dos especies propias del Escudo Guayanés en Venezuela y Guyana, presenta una tercera más ampliamente distribuida en las tierras bajas adyacentes de Colombia y Brasil. Un género recientemente creado por Grant *et al.* (2006), *Anomaloglossus*, contiene 20 especies descritas, de las cuales la mayor parte habita los relieves del Escudo Guayanés (18), y de ellas la mayoría (14) sólo se conocen de Venezuela.

En cuanto a la riqueza de anfibios, destaca ampliamente la familia Hylidae con 79 especies distribuidas en 14 géneros, entre los cuales sobresale *Hypsiboas* con 21 especies. Le siguen en importancia numérica las familias Strabomantidae y Aromobatidae, con 57 y 50 especies, respectivamente. El género *Pristimantis* de la familia Strabomantidae es el taxón con mayor riqueza en Venezuela y abarca 54 especies. La recientemente propuesta familia Aromobatidae reúne cuatro géneros (más una especie todavía sin incluir formalmente), de los cuales *Anomaloglossus* es el más representativo con 14 especies, seguido de *Aromobates* con 12; *Mannophryne* con 13 y *Allobates* con diez. Actualmente la familia Leptodactylidae contiene cinco géneros (antes abarcaba también los taxones de Eleutherodactylidae, Leiuperidae y Strabomantidae), donde destaca en número de especies *Leptodactylus* con 24 representantes (después de haber incluido *Adenomera* y *Lithodytes*). Sigue en importancia numérica la familia Bufonidae con seis géneros y con 27 especies, de las cuales nueve corresponden a los sapitos arlequines del género *Atelopus*, todas ellas en peligro crítico de extinción.

Por su parte, para la familia Centrolenidae se conocen 26 especies repartidas en tres géneros, entre los cuales destaca *Hyalinobatrachium* con 15. El género monotípico *Allophryne*, que había sido incluido recientemente en la familia Centrolenidae, vuelve a poseer su propia familia, Allophrynidae, con un sólo representante. Hay 12 representantes de la familia Microhylidae, agrupados en ocho géneros de los cuales los únicos que no cuentan con una sola especie en Venezuela son *Elachistocleis* (2), *Synapturanus* (2) y *Otophryne* (3).

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

Los géneros de ranas Pipidae y Ranidae, y de cecilias de las familias Caecilidae y Rhinatrematidae cuentan con tres o menos representantes cada una. El conocimiento sobre las salamandras venezolanas se ha incrementado desde 1998, al pasar de dos a cinco especies conocidas (Barrio-Amorós 2004).

■ Anexo 1. Listado de los anfibios de Venezuela

(RECOPIADO POR CÉSAR L. BARRIO-AMORÓS, F. ROJAS-RUNJAIC Y J. CELSA-SEÑARIS)

*LAS ESPECIES SEÑALADAS CON UN ASTERISCO SON ENDÉMICAS DE VENEZUELA

CLASE AMPHIBIA Gray 1825

ORDEN ANURA Fischer von Waldheim, 1813

FAMILIA ALLOPHRYNIDAE Goin, Goin et Zug, 1978

■ **Género** *Allophryne* Gaige 1926

Allophryne ruthveni Gaige, 1926

FAMILIA AROMOBATIDAE Grant, Frost, Caldwell, Gagliardo, Haddad, Kok, Means, Noonan, Schargel et Wheeler, 2006.

■ **Género** *Prostherapis* Cope, 1868

"Prostherapis" dunnii Rivero, 1961*

SUBFAMILIA ALLOBATINAE Grant, Frost, Caldwell, Gagliardo, Haddad, Kok, Means, Noonan, Schargel et Wheeler, 2006

■ **Género** *Allobates* Zimmermann et Zimmermann, 1988

Allobates bromelicola (Test, 1956)*

Allobates aff. brunneus (Cope, 1887)

Allobates caribe (Barrio-Amorós, Rivas et Kaiser, 2006)*

Allobates humilis (Rivero, 1980)*

Allobates mandelorum (Schmidt, 1932)*

Allobates aff. marchesianus (Melin, 1941)

Allobates pittieri (La Marca, Manzanilla, et Mijares-Urrutia, 2004)*

Allobates rufulus (Gorzula, 1990)*

Allobates sanmartini (Rivero, Langone, et Prigioni, 1986)*

Allobates undulatus (Myers et Donnelly, 2001)*

SUBFAMILIA ANOMALOGLOSSINAE Grant, Frost, Caldwell, Gagliardo, Haddad, Kok, Means, Noonan, Schargel et Wheeler, 2006

■ **Género** *Anomaloglossus* Grant, Frost, Caldwell, Gagliardo, Haddad, Kok, Means, Noonan, Schargel et Wheeler, 2006

Anomaloglossus ayarzaguenai (La Marca 1997)*

Anomaloglossus breweri (Barrio-Amorós, 2006)*

Anomaloglossus guanayensis (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus moffetti Barrio-Amorós et Brewer-Carías, 2008*

Anomaloglossus murisipanensis (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus parimae (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus parkerae (Meinhardt et Parmalee, 1996)*

Anomaloglossus praderioi (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus roraima (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus shrevei (Rivero, 1961)*

Anomaloglossus tamacuarensis (Myers et Donnelly, 1997)*

Anomaloglossus tepuyensis (La Marca, 1997)*

Anomaloglossus triunfo (Barrio-Amorós, Fuentes et Rivas, 2004)*

Anomaloglossus wothuja (Barrio-Amorós, Fuentes et Rivas, 2004)*

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

SUBFAMILIA AROMOBATINAE Grant, Frost, Caldwell, Gagliardo, Haddad, Kok, Means, Noonan, Schargel, et Wheeler, 2006

■ Género *Aromobates* Myers, Paolillo O., et Daly, 1991

- Aromobates alboguttatus* (Boulenger, 1903)*
- Aromobates capurinensis* (Péfaur, 1993)*
- Aromobates duranti* (Péfaur, 1985)*
- Aromobates haydeae* (Rivero, 1978)*
- Aromobates leopardalis* (Rivero, 1978)*
- Aromobates mayorgai* (Rivero, 1980)*
- Aromobates meridensis* (Dole et Durant, 1973)*
- Aromobates molinarii* (La Marca, 1985)*
- Aromobates nocturnus* Myers, Paolillo O., et Daly, 1991*
- Aromobates orostoma* (Rivero, 1978)*
- Aromobates saltuensis* (Rivero, 1980)*
- Aromobates serranus* (Péfaur, 1985)*

■ Género *Mannophryne* La Marca, 1992

- Mannophryne caquetio* Mijares-Urrutia et Arends-R., 1999*
- Mannophryne collaris* (Boulenger, 1912)*
- Mannophryne cordilleriana* La Marca, 1995*
- Mannophryne herminae* (Boettger, 1893)*
- Mannophryne lamarcai* Mijares-Urrutia et Arends-R., 1999*
- Mannophryne larandina* (Yústiz, 1991)*
- Mannophryne leonardo* Manzanilla, La Marca, Jowers, Sánchez, et García-Paris, 2007*
- Mannophryne neblina* (Test, 1956)*
- Mannophryne oblitterata* (Rivero, 1984)*
- Mannophryne riveroi* (Donoso-Barros, 1965)*
- Mannophryne trujillensis* Vargas et La Marca, 2007*
- Mannophryne venezuelensis* Manzanilla, Jowers, La Marca et García-Paris, 2007*
- Mannophryne yustizi* (La Marca, 1989)*

FAMILIA BUFONIDAE Gray, 1825

■ Género *Atelopus* Duméril et Bribon, 1841

- Atelopus carbonerensis* Rivero, 1972*
- Atelopus chrysocorallus* La Marca, 1996*
- Atelopus cruciger* (Lichtenstein et Martens, 1856)*
- Atelopus mucubajiensis* Rivero, 1974*
- Atelopus oxyrhynchus* Boulenger, 1903*
- Atelopus pinangoi* Rivero, 1980*
- Atelopus soriano* La Marca, 1983*
- Atelopus tamaense* La Marca, García-Perez et Renjifo, 1990
- Atelopus vogli* Müller, 1934*

■ Género *Metaphryniscus* Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1994

- Metaphryniscus sosae* Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1994*

■ Género *Oreophrynella* Boulenger 1895

- Oreophrynella cryptica* Señaris, 1995*
- Oreophrynella huberi* Diego-Aransay et Gorzula, 1988*
- Oreophrynella macconelli* Boulenger in Lankaster, 1900

Oreophrynella nigra Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1994*
Oreophrynella quelchii (Boulenger, 1895)
Oreophrynella vasquezi Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1994*

■ **Género *Rhaebo*** Cope, 1862
Rhaebo glaberrimus (Gunther, 1868)
Rhaebo guttatus Schneider, 1799
Rhaebo haematiticus Cope, 1862

■ **Género *Rhinella*** Fitzinger, 1826
Rhinella beebei (Gallardo, 1965)
Rhinella ceratophrys (Boulenger, 1882)
Rhinella granulosa (Spix, 1824)
Rhinella margaritifera complex (Laurenti, 1758)
Rhinella marina (Linnaeus, 1758)
Rhinella nasica (Werner, 1903)
Rhinella sclerocephala (Mijares-Urrutia et Arends, 2001)*
Rhinella sternosignata (Gunther, 1859)

FAMILIA CENTROLENIDAE Taylor 1951

SubFAMILY CENTROLENINAE Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009

■ **Género *Centrolene*** Jiménez de la Espada, 1872
Centrolene altitudinale (Rivero, 1968)*
Centrolene venezuelense (Rivero, 1968)*

TRIBU COCHRANELLINI Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009

■ **Género "*Cochranella*"** Taylor 1951
"*Cochranella*" *duidaeana* (Ayarzagüena, 1992)*
"*Cochranella*" *riveroi* (Ayarzagüena, 1992)*

■ **Género *Espadarana*** Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009
Espadarana andina (Rivero, 1968)

■ **Género *Vitreorana*** Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009
Vitreorana antisthenesi (Goin, 1963)*
Vitreorana castroviejoi Ayarzagüena et Señaris, 1997 ("1996")*
Vitreorana gorzulai (Ayarzagüena, 1992)
Vitreorana helenae (Ayarzagüena, 1992)

SubFAMILY HYALINOBATRACHINAE Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009

■ **Género *Celsiella*** Guayasamin, Castroviejo-Fischer, Trueb, Ayarzagüena, Rada et Vilá, 2009
Celsiella revocata (Rivero, 1985)*
Celsiella vozmediano Ayarzagüena et Señaris, 1997 ("1996")*

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

- Género *Hyalinobatrachium* Ruiz-Carranza et Lynch, 1991
 - Hyalinobatrachium crurifasciatum* Myers et Donnelly, 1997*
 - Hyalinobatrachium durantei* (Rivero, 1985)*
 - Hyalinobatrachium eccentricum* (Meyer et Donnelly, 2001)*
 - Hyalinobatrachium fragile* (Rivero, 1985)*
 - Hyalinobatrachium guairarepanensis* Señaris, 1999*
 - Hyalinobatrachium iaspidiensis* (Ayarzagüena, 1992)*
 - Hyalinobatrachium ignioculus* (Noonan et Bonet 2003)
 - Hyalinobatrachium ibama* Ruiz-Carranza et Lynch, 1998
 - Hyalinobatrachium mesai* Barrio-Amorós et Brewer-Carías, 2008*
 - Hyalinobatrachium mondolfii* Ayarzagüena et Señaris, 2001*
 - Hyalinobatrachium orientale* (Rivero, 1985)*
 - Hyalinobatrachium orocostale* (Rivero, 1968)*
 - Hyalinobatrachium pallidum* (Rivero, 1985)*
 - Hyalinobatrachium tatayoi* (Castroviejo-Fisher, Ayarzagüena et Vilà, 2007)*
 - Hyalinobatrachium taylori* (Goin, 1968)

FAMILIA CERATOPHRYDAE Tschudi 1838

- Género *Ceratophrys* Wied-Neuwied 1824
 - Ceratophrys calcarata* Boulenger, 1890

FAMILIA DENDROBATIDAE Cope 1865

- Género *Ameerega* Bauer 1986
 - Ameerega picta* (Bibron in Tschudi, 1838)
 - Ameerega trivittata* (Spix, 1824)
- Género *Dendrobates* Wagler 1830
 - Dendrobates leucomelas* Fitzinger in Steindachner, 1864
- Género *Minyobates* Myers 1987
 - Minyobates steyermarki* (Rivero, 1971)*

FAMILIA ELEUTHERODACTYLIDAE Lutz, 1954

SubFAMILIA ELEUTHERODACTYLINAE Lutz, 1954

- Género *Eleutherodactylus* Duméril et Bribon, 1841
 - Eleutherodactylus johnstonei* Barbour, 1914

SubFAMILIA PHYSELAPHRYNINAE Hedges, Duellman, et Heinicke, 2008

- Género *Adelophryne* Hoogmoed et Lescure, 1984
 - Adelophryne gutturosa* Hoogmoed et Lescure, 1984

FAMILIA HEMIPHRACTIDAE Peters, 1862

- **Género *Cryptobatrachus*** Ruthven, 1916
Cryptobatrachus remotus Infante, Rojas-Ruijac et Barrio-Amorós, 2008*

- **Género *Flectonotus*** Miranda-Ribeiro, 1920
Flectonotus fitzgeraldi (Parker, 1933)
Flectonotus pygmaeus (Boettger, 1893)

- **Género *Gastrotheca*** Fitzinger, 1843
Gastrotheca helenae Duna, 1944
Gastrotheca nicefori Gaige, 1933
Gastrotheca ovifera Lichtenstein et Weinland, 1854*
Gastrotheca walkeri Duellman, 1980*
Gastrotheca williamsoni Gaige, 1922*
Gastrotheca yacambuensis Yústiz, 1976*

- **Género *Stefania*** Rivero 1968
Stefania breweri Barrio-Amoros et Fuentes, 2003*
Stefania ginesi Rivero, 1968*
Stefania goini Rivero, 1968*
Stefania marahuaquensis (Rivero, 1961)*
Stefania oculosa Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1997 ("1996")*
Stefania percristata Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1997 ("1996")*
Stefania riae Duellman et Hoogmoed, 1984*
Stefania riveroi Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1997 ("1996")*
Stefania satelles Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1997 ("1996")*
Stefania scalae Rivero, 1970*
Stefania schuberti Señaris, Ayarzagüena et Gorzula, 1997 ("1996")*
Stefania tamacuarina Myers et Donnelly, 1997*

FAMILIA HYLIDAE Rafinesque, 1815

SubFAMILIA HYLINAE Rafinesque, 1815

- **Género *Aparasphenodon*** Miranda-Ribeiro, 1920
Aparasphenodon venezolanus (Mertens, 1950)

- **Género *Dendropsophus***
Dendropsophus amicornum (Mijares-Urrutia, 1998)*
Dendropsophus battersbyi (Rivero, 1961)*
Dendropsophus luteocellatus (Roux, 1927)*
Dendropsophus marmoratus (Laurenti, 1768)
Dendropsophus meridensis (Rivero, 1961)*
Dendropsophus microcephalus (Cope, 1886)
Dendropsophus minusculus (Rivero, 1971)
Dendropsophus minutus (Peters, 1872)
Dendropsophus parviceps (Boulenger, 1882)
Dendropsophus pelidnus (Duellman, 1989)
Dendropsophus sarayacuensis (Shreve, 1935)
Dendropsophus yaracuyanensis (Mijares-Urrutia et Rivero, 2000)*

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

■ Género *Hyloscirtus*

- Hyloscirtus estevesi* (Rivero, 1968)*
- Hyloscirtus jahni* (Rivero, 1961)*
- Hyloscirtus lascinius* (Rivero, 1969)*
- Hyloscirtus platydactylus* (Boulenger, 1905)*

■ Género *Hypsiboas*

- Hypsiboas alemani* (Rivero, 1964)*
- Hypsiboas angelicus* Myers et Donnelly, 2008*
- Hypsiboas benitezi* (Rivero, 1961)*
- Hypsiboas boans* (Linnaeus, 1758)
- Hypsiboas calcaratus* (Troschel, 1848)
- Hypsiboas cinerascens* (Spix, 1824)
- Hypsiboas crepitans* (Wied-Neuwied, 1824)
- Hypsiboas geographicus* (Spix, 1824)
- Hypsiboas hobbsi* (Cochran et Goin, 1970)
- Hypsiboas jimenezi* Señaris et Ayarzagüena, 2006*
- Hypsiboas lanciformis* (Cope, 1870)
- Hypsiboas lemai* (Rivero, 1971)
- Hypsiboas multifasciatus* (Günther, 1859)
- Hypsiboas ornatissimus* (Noble, 1923)
- Hypsiboas pugnax* (Schmidt, 1857)
- Hypsiboas pulidoi* (Rivero, 1968)*
- Hypsiboas punctatus* (Schneider, 1799)
- Hypsiboas rhythmicus* (Señaris et Ayarzagüena, 2002)*
- Hypsiboas rufitelus* (Fouquette, 1961)
- Hypsiboas sibleszi* (Rivero, 1971)
- Hypsiboas tepuianus* Barrio-Amorós et Brewer-Carías, 2008
- Hypsiboas wavrini* (Parker, 1936)

■ Género *Myersiohyla*

- Myersiohyla aromatica* (Ayarzagüena et Señaris, 1994)*
- Myersiohyla inparquesi* (Ayarzagüena et Señaris, 1994)*
- Myersiohyla loveridgei* (Rivero, 1961)*

■ Género *Osteocephalus* Steindachner 1862

- Osteocephalus buckleyi* (Boulenger, 1882)
- Osteocephalus cabrerai* Cochran et Goin, 1970
- Osteocephalus leprieurii* (Duméril et Bribon, 1841)
- Osteocephalus taurinus* Steindachner, 1862

■ Género *Pseudis* Wagler 1830

- Pseudis paradoxa* (Linnaeus, 1758)

■ Género *Scarthyla*

- Scarthyla vigilans* (Solano, 1971)

■ Género *Scinax* Wagler 1830

- Scinax baumgardneri* (Rivero, 1961)*
- Scinax boesemani* (Goin, 1966)
- Scinax danae* (Duellman, 1986)*

Scinax exiguus (Duellman, 1986)*
Scinax garbei (Miaranda-Ribeiro, 1926)
Scinax kennedyi (Pyburn, 1973)
Scinax manriquei Barrio-Amorós, Orellana et Chacón, 2004.2
Scinax nebulosus (Spix, 1824)
Scinax rostratus (Peters, 1863)
Scinax ruber (Laurenti, 1768)
Scinax trilineatus (Hoogmoed et Gorzula, 1979)
Scinax wandae (Pyburn et Fouquette, 1971)
Scinax x-signatus (Spix, 1824)

■ **Género** *Sphaenorhynchus* Tschudi 1838
Sphaenorhynchus lacteus Daudin, 1802

■ **Género** *Tepuihyla* Ayarzagüena, Señaris et Gorzula 1993
Tepuihyla aecii (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*
Tepuihyla celsae Mijares-Urrutia, Manzanilla-Puppo, et La Marca, 1999*
Tepuihyla edelcae (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*
Tepuihyla galani (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*
Tepuihyla luteolabris (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*
Tepuihyla rimarum (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*
Tepuihyla rodriguezii (Ayarzagüena, Señaris et Gorzula, 1992)*

■ **Género** *Trachycephalus* Fitzinger 1843
Trachycephalus resinifictrix (Goeldi, 1907)
Trachycephalus venulosus (Laurenti, 1768)

SUBFAMILIA PHYLLOMEDUSINAE Günther 1859

■ **Género** *Hylomantis*
Hylomantis medinai (Funkhouser, 1962)*

■ **Género** *Phyllomedusa* Wagler 1830
Phyllomedusa bicolor (Boddaert, 1772)
Phyllomedusa hypocondrialis (Daudin, 1802)
Phyllomedusa neildi Barrio-Amorós, 2006*
Phyllomedusa tarsius (Cope, 1868)
Phyllomedusa tomopterna (Cope, 1868)
Phyllomedusa trinitatis Mertens, 1926
Phyllomedusa vaillanti Boulenger, 1882
Phyllomedusa venusta Duellman et Trueb, 1971

FAMILIA LEIUPERIDAE Bonaparte, 1850

■ **Género** *Engystomops* Jiménez de la Espada, 1872
Engystomops pustulosus (Cope, 1864)

■ **Género** *Physalaemus* Fitzinger 1826
Physalaemus cf. cuvieri (Fitzinger, 1826)
Physalaemus ephippifer (Steindachner, 1864)
Physalaemus fisheri (Boulenger 1890)

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

- Género *Pleurodema* Tschudi 1838
Pleurodema brachyops (Cope, 1869)

- Género *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro 1926
Pseudopaludicola boliviana Parker, 1927
Pseudopaludicola llanera Lynch, 1989
Pseudopaludicola pusilla (Ruthven, 1916)

FAMILIA LEPTODACTYLIDAE Werner 1896

- Género *Leptodactylus* Fitzinger 1826
Leptodactylus andreae (Müller, 1923)
Leptodactylus bolivianus Boulenger, 1898
Leptodactylus colombiensis Heyer, 1994
Leptodactylus diedrus Heyer, 1994
Leptodactylus fragilis (Brocchi, 1877)
Leptodactylus fuscus (Schneider, 1799)
Leptodactylus hylaedactylus (Cope, 1868)
Leptodactylus insularum Barbour, 1906
Leptodactylus knudseni Heyer, 1972
Leptodactylus leptodactyloides (Andersson, 1945)
Leptodactylus lineatus (Schneider, 1799)
Leptodactylus lithonaetes Heyer, 1996
Leptodactylus longirostris Boulenger, 1882
Leptodactylus macrosternum Miranda-Ribeiro, 1926
Leptodactylus magistris Mijares-Urrutia, 1997*
Leptodactylus mystaceus (Spix, 1824)
Leptodactylus ocellatus (Linnaeus, 1758)
Leptodactylus petersii (Steindachner, 1864)
Leptodactylus poecilochilus (Cope, 1862)
Leptodactylus riveroi Heyer et Pyburn, 1983
Leptodactylus rugosus Noble, 1923
Leptodactylus sabanensis Heyer, 1994
Leptodactylus turimiquensis Heyer, 2005*
Leptodactylus validus Garman, 1888

FAMILIA MICROHYLIDAE Günther, 1858

- Género *Adelastes* Zweifel 1986
Adelastes hylonomos Zweifel, 1986*
- Género *Synapturanus* Carvalho 1954
Synapturanus mirandaribeiroi Nelson et Lescure, 1975
Synapturanus salseri Pyburn, 1975

SUBFAMILIA GASTROPHRYNINAE Fitzinger, 1843

- Género *Chiasmocleis* Méhely 1904
Chiasmocleis hudsoni Parker, 1940

- **Género *Ctenophryne*** Mocquard 1904
Ctenophryne geayi Mocquard, 1904
- **Género *Elachistocleis*** Parker 1927
Elachistocleis ovalis (Schneider, 1799)
Elachistocleis surinamensis (Daudin, 1802)
- **Género *Hamptophryne*** Carvalho 1954
Hamptophryne boliviana (Parker, 1927)
- **Género *Relictivomer*** Carvalho 1954
Relictivomer pearsei (Ruthven, 1914)

SubFAMILIA OTOPHRYNINAE Wasserssug et Pyburn 1987

- **Género *Otophryne*** Boulenger in Lankaster 1900
Otophryne pyburni Campbell et Clarke, 1998
Otophryne robusta Boulenger in Lankaster, 1900
Otophryne steyermarki Rivero, 1968

FAMILIA PIPIDAE Gray 1825

- **Género *Pipa*** Laurenti 1768
Pipa arrabali Izecksohn, 1976
Pipa parva Ruthven et Gaige, 1923
Pipa pipa (Linnaeus, 1758)

FAMILIA RANIDAE Rafinesque-Schmaltz, 1814

- **Género *Lithobates*** Fitzinger 1843
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)
Lithobates palmipes (Spix, 1824)

FAMILIA STRABOMANTIDAE Hedges, Duellman et Heinicke, 2008

- **Género *Dischidodactylus*** Lynch 1979
Dischidodactylus colonnelloi Ayarzagüena, 1985*
Dischidodactylus duidensis (Rivero, 1968)*
- **Género *Pristimantis*** Jiménez de la Espada, 1871
Pristimantis anolirex (Lynch, 1983)
Pristimantis anotis (Walker et Test, 1955)*
Pristimantis aracamuni (Barrio-Amorós et Molina, 2006)*
Pristimantis auricarens (Myers et Donnelly 2008)*
Pristimantis avius (Myers et Donnelly, 1997)*
Pristimantis bicumulus (Peters, 1864)*
Pristimantis boconoensis (Rivero et Mayorga, 1973)*
Pristimantis briceni (Boulenger, 1903)*
Pristimantis cantitans (Myers et Donnelly, 1996)*

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

Pristimantis cavernibardus (Myers et Donnelly, 1997)
Pristimantis colostichos (La Marca et Smith, 1982)*
Pristimantis culatensis (La Marca 2007)*
Pristimantis fasciatus Barrio-Amorós, Rojas-Runjaic et Infante, 2007*
Pristimantis flabellidiscus (La Marca 2007)*
Pristimantis ginesi (Rivero, 1964)*
Pristimantis guaiquinimensis (Schlüter et Rödder, 2007)*
Pristimantis incertus (Lutz, 1927)*
Pristimantis jabonensis (La Marca 2007)*
Pristimantis kareliae (La Marca, 2005)*
Pristimantis lancinii (Donoso-Barros, 1965)*
Pristimantis lentiginosus (Rivero, 1984)*
Pristimantis marahuaka (Fuentes et Barrio-Amorós, 2004)*
Pristimantis marmoratus (Boulenger, 1900)
Pristimantis melanoproctus (Rivero, 1984)*
Pristimantis memorans (Myers et Donnelly, 1997)*
Pristimantis mondolfii (Rivero, 1984)*
Pristimantis nicefori (Cochran et Goin, 1970)
Pristimantis paramerus (Rivero, 1984)*
Pristimantis pedimontanus (La Marca, 2004)*
Pristimantis pleurostriatus Rivero, 1984*
Pristimantis prolixodiscus Lynch, 1978
Pristimantis pruinatus Myers et Donnelly, 1996*
Pristimantis pulvinatus Rivero, 1984*
Pristimantis reticulatus Walker et Test, 1955*
Pristimantis rhigophilus (La Marca 2007)*
Pristimantis riveroi Lynch et La Marca, 1993*
Pristimantis rozei Rivero, 1961*
Pristimantis sarisarinama Barrio-Amorós et Brewer-Carías, 2008*
Pristimantis stegolepis (Schlüter et Rödder, 2007)*
Pristimantis stenodiscus (Walker et Test, 1955)*
Pristimantis telefericus La Marca, 2005*
Pristimantis tepuiensis (Schlüter et Rödder, 2007)*
Pristimantis terraebolivaris Rivero 1961*
Pristimantis thyellus (La Marca 2007)*
Pristimantis tubernasus Rivero 1984*
Pristimantis turik Barrio-Amorós, Rojas-Runjaic et Infante, 2007*
Pristimantis turumiquirensis Rivero, 1961*
Pristimantis vanadisae La Marca, 1984*
Pristimantis vilarsi Melin, 1941
Pristimantis yaviensis Myers et Donnelly, 1996*
Pristimantis yukpa Barrio-Amorós, Rojas-Runjaic et Infante, 2007*
Pristimantis yuruanensis Rödder et Jungfer, 2008*
Pristimantis yustizi Barrio-Amorós et Chacón, 2004*
Pristimantis zeuctotylus Lynch et Hoogmoed, 1977

■ Género *Strabomantis* Cope, 1862

Strabomantis biporcatus (W. Peters, 1863)*

ORDEN CAUDATA Fischer von Waldheim, 1813

FAMILIA PLETHODONTIDAE Gray, 1850

SubFAMILIA BOLITOGLOSSINAE Hallowell, 1856

- **Género** *Bolitoglossa* Duméril, Bribon et Duméril, 1854
Bolitoglossa altamazonica (Cope, 1874)
Bolitoglossa borburata Trapido, 1942*
Bolitoglossa guaramacalensis Schargel, García-Pérez et Smith, 2002*
Bolitoglossa orestes Brame et Wake, 1962*
Bolitoglossa spongai Barrio-Amorós et Fuentes-Ramos, 1999*

ORDEN GYMOPHIONA Müller, 1831

FAMILIA CAECILIAIDAE Rafinesque 1814

SubFAMILIA CAECILIAINAE Rafinesque 1814

- **Género** *Caecilia* Linnaeus 1758
Caecilia flavopunctata Roze et Solano, 1963*
Caecilia subnigricans Duna, 1942
Caecilia tentaculata Linnaeus, 1758
- **Género** *Microcaecilia* Taylos, 1968
Microcaecilia rabei (Roze et Solano, 1963)*
- **Género** *Siphonops* Wagler, 1830
Siphonops annulatus (Mikan, 1820)

SubFAMILIA TYPHLONECTINAE Taylor 1968

- **Género** *Nectocaecilia* Taylor 1968
Nectocaecilia petersii (Boulenger, 1882)
- **Género** *Potomotyphlus* Taylor 1968
Potomotyphlus kaupii (Berthold, 1858)
- **Género** *Typhlonectes* Peters 1879
Typhlonectes natans (Fisher, 1879)
Typhlonectes compressicaudus Dumeril et Bibron, 1841

FAMILIA RHINATREMATIDAE Nussbaum, 1977

- **Género** *Epicrionops* Boulenger 1883
Epicrionops niger (Dunn, 1942)



DISTRIBUCIÓN Y BIOGEOGRAFÍA

3

J. Celsa Señaris y Fernando Rojas-Runjaic

Desde el punto de vista herpetológico, la primera propuesta biogeográfica general para Venezuela fue presentada por Rivero (1961) quien, tras una exhaustiva revisión de la anurofauna, divide al país en siete regiones faunísticas: Cuenca de Maracaibo, región Falcón, Andes, región Costera, Llanos, región Deltaica y Tierras Altas de Guayana. Posteriormente, Rivero (1963a, b, c; 1964a, b y c) analiza y discute detalladamente cada una de ellas por separado.

En el contexto suramericano, Duellman (1979) hace aportes a la zoogeografía venezolana al analizar los patrones de distribución de la herpetofauna andina, incluyendo los Andes y las montañas del norte del país (cordillera de la Costa, serranía de Paria y cerro Turimiquire) en sus análisis. Este autor distingue las serranías de Paria y Turimiquire como unidades bien separadas, señalando su gran afinidad con el sistema montañoso costero central. Por su parte Rivero-Blanco y Dixon (1979) examinan las relaciones geográficas de la herpetofauna de las zonas bajas y secas del noroccidente de Suramérica. Nuevamente aparecen como regiones bien definidas los llanos del norte del río Orinoco y el área del estado Falcón. Paralelamente, Hoogmoed (1979) hace un análisis de la distribución geográfica de la herpetofauna en la región Guayana de Suramérica. Reconoce diferentes patrones de distribución que incluyen un grupo de endemismos de las tierras altas, restringido a la parte oeste del Escudo Guayanés (tepuyes) en Venezuela, y otra área al este de la depresión del Esequibo-Río Branco, cuyo patrón de distribución es principalmente amazónico.

Barrio-Amorós (1998) hace un recuento de los anfibios venezolanos y la distribución conocida hasta ese momento, presentando un análisis biogeográfico en el que reconoce siete regiones: 1) región andina, 2) región orocostense, 3) región llanera, 4) región amazónica, 5) región guayanesa, 6) región deltana y 7) región de la hoya del lago de Maracaibo. Esta clasificación discrepa de la propuesta por Rivero (1961) en dos aspectos fundamentales. El primero se refiere al reconocimiento del oeste del estado Amazonas de Venezuela (tierras bajas entre la desembocadura del río Sipapo y las cuencas del Alto

Orinoco, Ventuari, Casiquiare y Río Negro) como “región amazónica”, ya que la composición de la herpetofauna presente es una expansión norteña de la encontrada en la Amazonía. Por otra parte, Barrio-Amorós (*op cit*) integra la “región Falcón” de Rivero (1961) a la región orocostense dada, según este autor, la poca significación del estado Falcón como zona de diversidad batracológica.

Nuevamente, en el ámbito suramericano, Duellman (1999) reconoce en nuestro territorio las siguientes regiones naturales, sobre las cuales hace los correspondientes análisis geográficos para anfibios: Andes, Llanos, Costa caribeña, Amazonia-Guayana y tierras altas de la Guayana; quizás lo más notable de la clasificación anterior es la inclusión del sistema costero central venezolano como parte de la región andina y el reconocimiento del Pantepui como una unidad aparte.

Por su parte, Péfaur y Rivero (2000) presentan un estudio de la macrodistribución de anfibios y reptiles venezolanos, repartidos en ocho regiones: 1) Lago de Maracaibo, 2) Andes, 3) Falcón-Lara, 4) Cordillera de la Costa, 5) Llanos, 6) Guayana, 7) Amazonas y 8) Islas. Esta clasificación difiere de Barrio (1998) principalmente en el reconocimiento del sistema de islas venezolano y del área de Lara-Falcón como unidades particulares, además de considerar el delta del Orinoco y las planicies inundables del estado Monagas como parte de la región Guayana. En relación con esta última asignación, Gorzula y Señaris (1999), Señaris (2004) y Señaris y Ayarzagüena (2004) apoyan la idea de incluir el delta del Orinoco y las planicies inundables adyacentes del golfo de Paria como parte de la Guayana venezolana reconociendo, sin embargo, el importante aporte de los taxa de las regiones circundantes.

Recientemente Barrio-Amorós (2004a) actualiza el listado de los anfibios venezolanos, además de señalar su presencia en las siete regiones ya propuestas por él cinco años atrás (Barrio 1998) y anexar el intervalo de distribución altitudinal de cada una de ellas.

En la Tabla 3.1 se resumen las diferentes propuestas de clasificación geográfica basada en anfibios y/o herpetofauna, además de la división general por bioregiones ofrecida por el MARN (2001) para Venezuela. En todas ellas aparecen las regiones andina, hoya de Maracaibo, llanos, cordillera de la Costa y Guayana; las discrepancias fundamentales radican en el reconocimiento de delta del Orinoco, sistema Lara-Falcón y tierras bajas del estado Amazonas como unidades singulares.

Partiendo del listado más reciente de la fauna de anfibios de Venezuela, presentado por Barrio-Amorós (2004a) y actualizado en este documento, se han elaborado matrices de distribución de los anfibios venezolanos según las divisiones propuestas por Barrio-Amorós (2004a), Péfaur y Rivero (2000) y MARN (2001). Para el área del delta del Orinoco y las planicies inundables adyacentes se tomó en cuenta el listado actualizado de Señaris y Ayarzagüena (2004) y Señaris (2004). Con estas matrices básicas se ha contabilizado el número total de taxa y de especies endémicas, lo que nos permite analizar los patrones de distribución de los anfibios venezolanos, y cuyos resultados generales se describen a continuación.

Los anfibios de Venezuela están representados por tres órdenes: orden Anura (ranas y sapos) con 318 especies pertenecientes a doce familias; orden Caudata (salamandras) que

Tabla 3.1. Clasificaciones zoogeográficas y biogeográficas de Venezuela consideradas en este documento.

Regiones	Rivero (1961)	Barrio (1999, 2004)	Péfaur y Rivero (2000)	MARN (2001)
N° de regiones	7	7	8	10
Marina				X
Insular			X	X
Lago de Maracaibo	X	X	X	X
Andes	X	X	X	X
Lara-Falcón	X		X	X
Costera Continental				X
Cordillera de la Costa	X	X	X	X
Deltaica	X	X		X
Llanos	X	X	X	X
Guayana	X	X	X	X
Amazónica		X	X	

agrupa cinco especies de la familia Plethodontidae, y el orden Gymnophiona (cecilias) con diez taxa correspondientes a las familias Caeciliidae y Rhinatrematidae. Ninguna de las familias de anfibios presentes en Venezuela es exclusiva de nuestro territorio. Sin embargo, se encuentran actualmente cinco géneros endémicos concentrados principalmente en las tierras de mayor elevación de la Guayana (*Metaphryniscus*, *Dischidodactylus* y *Myersiohyla*) y en los Andes (*Aromobates*), además del género *Adelastes* que habita en las laderas de la serranía de La Neblina en la Amazonía venezolana. Otros cuatro géneros asociados estrechamente a los sistemas montañosos guayaneses, *Oreophrynella*, *Stefania*, *Tepuihyla* y *Otophryne*, presentan la mayor riqueza de especies y prácticamente restringen su distribución al territorio venezolano, con unos pocos representantes en las cercanas montañas guayanesas de Guyana y Brasil o, en el caso del último género, extendiéndose hasta las Guayanas y norte de Brasil. Igualmente ocurre con el género *Mannophryne*, que cuenta con especies en las vecinas islas de Trinidad y Tobago. En este contexto, nuestro endemismo genérico asciende a cerca del 10% y se concentra principalmente en los ecosistemas por encima de los 1 500 metros de altura en las montañas de la Guayana y los Andes, salvo *Adelastes* que habita en las laderas bajas de la serranía de La Neblina a 140 m snm.

Al analizar el endemismo en el nivel específico, encontramos que algo más de la mitad (169 spp, 54%) de las especies registradas (cuatro salamandras, un cecílido y 164 sapos y ranas) son exclusivas del territorio venezolano. De este total general, el mayor número de exclusividades ocurre en la vasta región Guayana (70 spp, 41% del total de especies endémicas del país), seguido por las regiones Andina con 52 spp (31%) y Cordillera de la Costa con 45 especies (27%); dos anuros venezolanos comparten su distribución entre las regiones Costera y Andina, y otro abarca la Guayana y Amazonía. La región Deltaica, cuando es considerada como unidad biogeográfica, alberga un anuro propio y otro compartido con la Guayana. Si se considera el sistema Lara-Falcón como unidad geográfica

(según Péfaur y Rivero 2000 y MARN 2001), la riqueza de endemismos por regiones permanece igual, salvo por cinco especies anteriormente sumadas a los endemismos de la cordillera de la Costa (Tabla 3.2.). La hoya de Maracaibo, los llanos y la región Insular carecen de endemismos de anfibios.

Tabla 3.2. Riqueza y endemismo de anfibios en las diferentes regiones según clasificación de bioregiones de Barrio-Amorós (2004a), Péfaur y Rivero (2000) y MARN (2001).

Según clasificación de Barrio-Amorós2004							
	Andes	Costa	Llanos	Guayana	Amazonas	Delta Orinoco	Maracaibo
Total por bioregión	83	79	31	172	57	42	27
Porcentaje del total del país (%)	27	26	40	55.6	18	14	9
Número de endémicos por región	52	45	-	70	1	1	-
Porcentaje de endémicos (%)	63	57	-	41	2	2	-

Según clasificación de Péfaur y Rivero 2000								
	Andes	Costa	Falcón-Lara	Llanos	Guayana	Amazonas	Maracaibo	Islas
Total por bioregión	83	70	34	31	172	57	27	8
Porcentaje del total del país (%)	27	23	11	10	56	18	9	3
Número de endémicos por región	52	37	5	-	70	1	-	-
Porcentaje de endémicos (%)	63	51	15	-	41	2	-	-

Según clasificación de MARN 2001									
	Andes	Costa	Falcón-Lara	Llanos	Guayana	Delta	Maracaibo	Costera Continental	Insular
Total por bioregión	83	70	34	31	176	42	27	15	8
Porcentaje del total del país (%)	27	23	11	10	59	14	9	5	3
Número de endémicos por región	52	36	5	-	69	1	-	-	-

Al hacer el análisis de las exclusividades venezolanas desde el punto de vista taxonómico, notamos que la mayor riqueza corresponde a los géneros de ranas *Pristimantis*, *Aromobates*, *Anomaloglossus* y *Mannophryne*, seguidos por *Hypsiboas*, *Stefania*, *Hyalinobatrachium*, *Atelopus* y *Tepuihyla*. Todos estos taxa, salvo quizás los hílidos –*Hypsiboas*, *Stefania* y *Tepuihyla*– que habitan los ecosistemas altotepuyanicos, tienen su hábitat en los bosques prístinos montanos y sus quebradas, y muestran la mayor diversificación en altitudes medias y altas (por encima de los 1 200 m snm). Relativamente pocas de estas especies tienen intervalos altitudinales amplios y ocupan varios ambientes; así mismo, los endemismos de bajas altitudes (menores de 1 000 metros) por lo general están asociados a montañas aisladas (p. j. cerro Santa Ana en Falcón, cerro Azul en Sucre). En términos generales, estos grupos presentan tasas reproductivas relativamente bajas y con cuidado parental total y/o parcial, aspectos que junto con su gran afinidad a ciertos hábitats particulares les confiere gran fragilidad ante perturbaciones y alteración en la calidad ambiental.

Tomando en consideración todas las especies agrupadas por bioregiones en Venezuela, se resume la riqueza para cada una de ellas en la Tabla 3.2. Cualquiera que sea la clasifi-

cación biogeográfica utilizada, la región Guayana alberga la mayor riqueza de anfibios, seguida por la región Andina, Cordillera de la Costa y la Amazonía. El resto de las regiones tiene una representación modesta en relación con las anteriores.

Si se considera el área territorial de cada una de estas regiones y se relaciona con su riqueza de especies, se observa que la mayor “densidad” de anfibios corresponde a la región Insular, seguida por los Andes y las regiones Costera y Lara-Falcón. Al hacer el mismo ejercicio, pero tomando en cuenta el número de endemismos, la región Andina supera ampliamente a las demás, con una relación de 0,11 endemismos/km², seguida por el Sistema Costero con la mitad del valor anterior. Con propósitos de conservación y basándose en la exclusividad de ambientes de gran importancia para los anfibios se consideró al Pantepui –con unos 16 500 km² de área por encima de los 1 500 m snm-, como una unidad particular, encontrándose valores de densidad de anfibios y de endemismos/área, que superan los valores anteriormente señalados (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Relación entre la riqueza y endemismo de anfibios con el área de las bioregiones consideradas para Venezuela. Las áreas de cada bioregión fueron tomadas de Péfaur y Rivero (2000) y de Huber (1995) para el Pantepui.

Región	Área (km ²)	N° especies	Endemismos	Especies/área	Endemismos/área
Maracaibo	35,000	27	0	0.08	0
Andes	42,000	83	52	0.2	0.12
Falcón-Lara	30,000	34	5	0.11	0.02
Costa	68,000	70	37	0.1	0.05
Llanos	270,000	31	0	0.01	0
Guayana	350,000	172	70	0.05	0.02
Amazonas	105,000	57	1	0.05	0
Islas	1,500	8	0	0.53	0
Pantepui	16,500	55	47	0.33	0.28

Además de las diferencias en la riqueza de especies y el porcentaje de endemismos, cada región presenta una composición taxonómica particular (Tabla 3.4). En este sentido, en la región Guayana (incluyendo el estado Amazonas) habitan representantes de todas las familias del orden Anura, salvo Amphignatodontidae, y de las dos familias del orden Gymnophiona. Por otra parte, no está presente el orden Caudata, por estar restringido a los sistemas montañosos andinos y de la costa. En la región Andina están presentes, además, del orden Caudata, todas las familias de anuros, salvo Cryptobatrachidae y Pipidae, y del orden Gymnophiona sólo hay representantes de la familia Caeciliidae. La región Costera se asemeja en composición taxonómica a la Andina; los Llanos carecen de siete de las familias de anuros, de salamandras y de la familia Rhinatrematidae de cecilias, esquema similar al del lago de Maracaibo.

El análisis de similaridad basado en la presencia de las especies de anfibios en las regiones descritas (Figura 3.1), demuestra que los Andes tiene la composición de anfibios más singular de Venezuela. Las tierras del sur del Orinoco presentan una composición de

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

Tabla 3. 4. Distribución de las familias de anfibios en las diferentes bioregiones de Venezuela.

Taxa	Andes	Costa	Falcón-Lara	Llanos	Amazonas	Guayana	Delta	Maracaibo	Costera Continental	Insular
ORDEN ANURA										
Familia Amphignatodontidae	X	X	X							
Familia Brachycephalidae	X	X	X		X	X		X	X	
Familia Bufonidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Centrolenidae	X	X	X		X	X	X	X	X	
Familia Ceratophrynidae			X		X			X		
Familia Cryptobatrachidae					X	X				
Familia Dendrobatidae	X	X	X		X	X	X	X	X	
Familia Hylidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Leptodactylidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Familia Microhylidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Pipidae					X	X	X	X		
Familia Ranidae	X	X	X		X	X	X	X	X	
ORDEN CAUDATA										
Familia Plethodontidae	X	X	X							
ORDEN GYMNOPIHONA										
Familia Caeciliidae	X		X	X	X	X	X	X		
Familia Rhinatrematidae						X				

taxa diferentes a la región andina y conforman un bloque relativamente semejante entre sí (Amazonas, Delta y Guayana) y, al norte del país, los llanos y el lago de Maracaibo comparten las mayores semejanzas. Estas últimas regiones están enlazadas con el sistema Lara-Falcón, cordillera de la Costa, y finalmente, las islas del Caribe.

Reconociendo el elevado grado de endemismo genérico y específico de las tierras altas de la región Guayana, en la Figura 3.2 se presenta el diagrama resultante cuan-

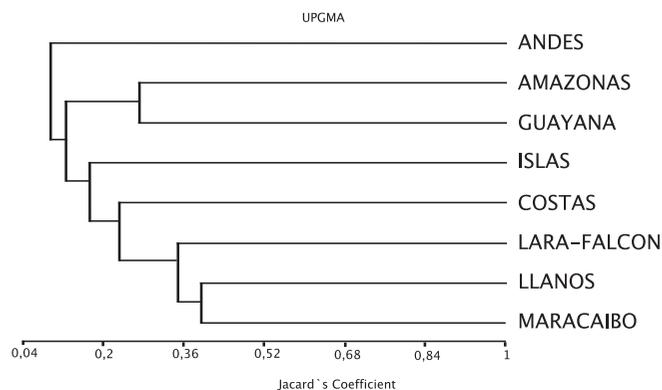


Figura 3.1. Análisis cluster de la composición de anfibios en las diferentes regiones consideradas.

do se considera el Pantepui como una unidad particular. Así, los resultados anteriores permanecen iguales pero aparecen claramente las tierras altas guayanesas como una unidad de composición totalmente diferentes al resto de las regiones. Este resultado bien podría justificar el reconocimiento de estas formaciones guayanesas como una bioregión particular.

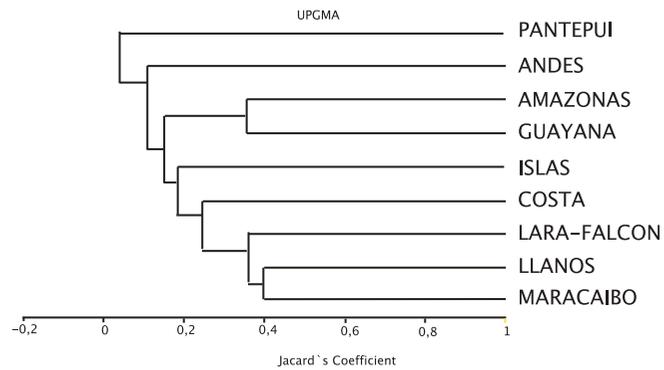


Figura 3.2. Análisis cluster de la composición de anfibios en las diferentes regiones consideradas, incluyendo Pantepui como una región aparte.

FOTO CÉSAR MOLINA



B I O E C O L O G Í A

4

Jaime E. Péfaur y César Molina

A pesar de la gran riqueza de anfibios presentes en Venezuela, no se ha desarrollado una producción relevante de estudios de biología y ecología acerca de este grupo taxonómico (Péfaur y Sierra 1996). El conocimiento de las especies se restringe, por lo general, a notas sobre su historia natural y estudios sobre su distribución geográfica y taxonomía (Cannatella y Lamar, 1986, Rivero, 1961; Hoogmoed y Gorzula, 1979), todos ellos dispersos en la bibliografía herpetológica (Péfaur, 1992). La mayor parte de los escasos estudios bioecológicos versan sobre los anuros (ranas y sapos). No existen estudios de este tipo sobre las salamandras (Apoda) y aquellos relacionados con los cecílicos (Gymnophiona) se refieren a aspectos anatómicos (Cánepa *et al.* 2003a y b, Herrera *et al.* 2002). Sólo conocemos dos publicaciones que tratan sobre tamaños poblacionales y aspectos de la biología cromosómica de cecílicos, en particular, con la especie *Caecilia subnigricans* (Péfaur *et al.* 1987, 1989).

El conocimiento bioecológico sobre los anuros es más amplio. Así, por ejemplo, Mijares-Urrutia (1998) ha descrito la morfología externa y elaborado una clave para algunos de los renacuajos de anuros de la región andina venezolana. Por otra parte, el desarrollo embrionario ha sido estudiado en *Flectonotus* sp (Duellman y Gray 1983), *Hypsiboas crepitans* (Donoso-Barros y León 1972), *Hypsiboas pugnax* Chacón-Ortiz *et al.* 2004) y *Pleurodema brachyops* (León y Donoso-Barros 1970). La ecología de la etapa larvaria de algunas especies ha sido registrada en diversas regiones de Venezuela (Rada de Martínez 1981, 1990; Wassersug y Pyburn 1987), e igualmente han sido estudiados los efectos de los factores ambientales naturales sobre el desarrollo de los renacuajos de *Rhinella marina*, en condiciones naturales y de laboratorio (Cadenas y Péfaur, 2002).

El estudio del crecimiento en anuros jóvenes y subadultos apenas ha sido abordado por investigadores nacionales (Dole y Durant 1974, Molina 2003) y la alimentación, como factor de importancia ecológica, sólo ha sido tratada de manera individual en algunas especies: *Atelopus oxyrhyncus* (Durant y Dole 1974b), *R. marina* (Evans y Lampo 1996, Lampo y Medialdea 1996), *Aromobates alboguttatus* (Bonilla 1995), *Mannophryne*

herminae (Pradeiro 1985) y *Pipa parva* (Measey y Royero 2005), y en otros casos con un enfoque comunitario (Piñero y Durant 1993, Suárez 1999). Sin embargo, un sólo trabajo ha abordado la depredación, a saber, sobre *Mannophryne herminae* (Sexton 1957).

El reconocimiento del sexo de los anfibios no es fácil, sin embargo, el dimorfismo sexual asociado al tamaño (*A. oxyrhynchus*, Dole y Durant 1974), la presencia de caracteres secundarios como una almohadilla y/o espinas tanto en las manos como en el pecho para algunas especies de la familia Leptodactylidae (*Leptodactylus bolivianus*, Péfaur y Díaz de Pascual 1987; *L. turimiquerensis*, Péfaur y Sierra 1995; *L. lithonaetes*, Heyer y Heyer 2001, y *L. rugosus*, Heyer y Thompson 2000) o de la familia Centrolenidae (Señaris y Ayarzagüena, 2005), o las vocalizaciones sólo en machos, brindan información relevante. En tal sentido, se ha abordado el tema de la repartición de recursos espaciales y acústicos en una comunidad de anuros en los llanos inundables (Duque 2003), así como las interacciones acústicas entre machos en *Eleutherodactylus johnstonei* (Fuenmayor 2002), además de diversos aspectos relacionados con la vocalización de *Phyllotriton eneseñae* (Tárano 2001, 2002, Tárano y Ryan 2002).

Por su parte, el fenómeno de la reproducción ha sido abordado desde el estudio del comportamiento, como en el caso del comportamiento agresivo de *Mannophryne collaris* (Durant y Dole 1975), *M. herminae* (Sexton 1960) y *Centrolene andinum* (Guayasamín y Barrio-Amorós 2005). Otros trabajos se han enfocado en la fenología reproductiva y aspectos cuantitativos de la misma *Atelopus oxyrhynchus* (Dole y Durant, 1974), *Rhinella sclerocephala* (Mijares-Urrutia y Arends, 2001), *Hypsiboas pugnax* (Chacón-Ortiz *et al.* 2004), *Leptodactylus fuscus* (Solano 1987), *Mannophryne herminae* (Molina 2003, Molina y Péfaur 2001, Pradeiro 1985, Pradeiro y Robinson 1990), *Oreophrynella* (McDiarmid y Gorzula 1989) y *Pleurodema brachyops* (Molina 2004) y algunos trabajos se han enfocado en la selección de los sitios de reproducción: *M. herminae* (Molina 2003) y *R. marina* (Evans *et al.* 1996).

Un aspecto importante y de gran interés es el cuidado parental de los nidos o los renacuajos. En todas las especies de ranas dendrobátidas, uno de los sexos lleva en sus espaldas los renacuajos hacia los cuerpos de agua donde las larvas completan su desarrollo, ejerciendo una especie de selección de hábitat para ellos (La Marca 1995, Molina 2003). En particular, este comportamiento ha sido señalado para *Mannophryne herminae* (Pradeiro 1985, Pradeiro y Robinson 1990, Molina 2003), *M. collaris* (Dole y Durant 1974, Péfaur y Díaz de Pascual 1987) y *Anomaloglossus tepuyensis* (César Molina, observación personal). Igualmente, los machos de *Flectonotus pygmaeus* (Duellman y Gray 1983), *Pipa* (Péfaur y Rivero 2000) y *Gastrotheca* (Duellman 1980) llevan los huevos en las espaldas, donde se desarrollan. Por su parte las especies de *Stefania* presentan cuidado materno (Gorzula *et al.* 1983, Señaris *et al.* 1997).

La ocupación del hábitat es otro aspecto que interesa a los estudiosos de la ecología de los anfibios. Prácticamente los primeros trabajos ecológicos sobre anuros venezolanos abordan este aspecto, y es así como Dole y Durant (1974), Durant (1977), Durant y Dole (1977), Péfaur y Díaz de Pascual (1982) y Cadenas *et al.* (2003) revisan la distribu-

ción ecológica de los anfibios en los Andes venezolanos. Por su parte Fouquette (1968), Dixon y Staton (1976), Staton y Dixon (1977), Rivero-Blanco y Dixon (1979) y Péfaur y Díaz de Pascual (1987) muestran diversos aspectos de su biología y la ocupación del hábitat en los llanos venezolanos. Manzanilla *et al.* (1995) y Señaris y Ayarzagüena (2004) hacen lo mismo para el tramo central de la cordillera de la Costa y el Delta del Orinoco respectivamente. Duellman (1997) presenta un estudio de segregación de hábitat para una comunidad de anfibios en la región de La Escalera, en la Gran Sabana. Suárez *et al.* (2000) abordaron el efecto de las plantaciones de *Pinus caribaea* sobre la anurofauna de Uverito. Señaris (2001), Señaris y Ayarzagüena (2005) y Nava *et al.* (2003) han estudiado la segregación vertical de los sitios de canto y ovoposición en ranas de la familia Centrolenidae. Estudios más detallados sobre uso y selección del hábitat han sido realizados en *R. marina* (Evans *et al.* 1996) y *M. herminae* (Molina 1999, 2003, Molina y Péfaur 2000, 2003).

Aspectos del comportamiento han sido abordados escasamente en el país, destacan los trabajos realizados sobre diferentes aspectos del comportamiento de *Mannophryne herminae* (Test 1954, 1963, Sexton 1960, Molina 2003), así como aquellos aspectos relacionados con el comportamiento vocal de *Physalaemus "enesefae"* (Tárano 2002, Tárano y Ryan 2002) y sobre el combate entre machos de *Centrolene andinum* (Guayasamín y Barrio-Amorós 2005).

Diferentes aspectos de la historia natural de varias especies han sido publicadas por Gorzula y Señaris (1999), Heatwole (1962, 1963a, b), Señaris (2004), Señaris y Ayarzagüena (2004) y Señaris *et al.* (1994, 1996). Así mismo, información adicional sobre secreciones de la piel en *Dendrobates leucomelas*, *Pseudis paradoxa* y *Aromobates nocturnus* son tratadas por Rada y Bello (1990a, b), Camero (2003) y Myers *et al.* (1991), o sobre el rol de los anfibios como indicadores de la calidad ambiental (Péfaur 1993), especialmente en el caso de *R. marina* por Bello y Solano (1990) y Camero (2003).

En resumen, son pocos los aspectos de la bioecología de los anfibios que han sido abordados por la comunidad científica nacional y extranjera, lo cual deja una puerta abierta de enormes posibilidades para el trabajo innovativo, cuyos resultados deberán ser la base fundamental para el diseño e implementación de cualquier estrategia de manejo y conservación enfocada hacia este grupo de vertebrados.



A B U N D A N C I A



César Molina y Juan Elías García-Pérez ■

En el trópico son escasos los estudios detallados sobre la ecología poblacional de anuros postmetamórficos (Zug y Zug 1979, Lampo y Bayliss 1996, Kluge 1981). La mayoría de los estudios se han concentrado en aspectos de tamaño y/o densidad poblacional y tasas de crecimiento (Dixon y Staton 1976, Basso y Kerr 1990, Toft *et al.* 1985, Galatti 1992).

La comprensión de la dinámica poblacional de una especie va más allá del conocimiento del tamaño poblacional y su estructura etaria y de sexo, siendo necesaria la evaluación de parámetros poblacionales clave, tales como la tasa de nacimientos, muerte, inmigración, emigración y crecimiento (Caughley 1977), además de la evaluación del efecto y la interacción de fenómenos de competencia, depredación, parasitismo y condiciones abióticas. Es el conjunto de esta información la que permite estimar las tendencias en la dinámica poblacional de una especie, a corto o a mediano plazo.

Por diversas razones, en Venezuela son más frecuentes los estudios de corta duración, a pesar de la reconocida importancia de los estudios de monitoreo a largo plazo. Las investigaciones de varios años aportan información única para el conocimiento de la ecología, conservación y manejo de los anfibios, al permitir detectar cambios ocurridos en las poblaciones naturales y comprender sus dinámicas temporales y espaciales, y sus causas, sean estas bióticas, abióticas, naturales o de origen antrópico (Duellman y Trueb 1986). Del mismo modo, sus resultados sirven para evaluar la eficacia de los manejos aplicados al control o aumento poblaciones de especies focales (Lampo y De Leo 1996).

El estudio de la dinámica poblacional de las especies de anfibios es particularmente relevante en el marco de las declinaciones de poblaciones observadas en Venezuela y el resto del mundo. En los últimos veinte años, inesperadamente, numerosas poblaciones de anfibios han disminuido o sufrido restricciones severas de sus áreas de distribución (Houlahan *et al.* 2002). Se han propuesto múltiples causas e hipótesis para explicar este fenómeno (cambio climático, pérdida y/o fragmentación del hábitat,

introducción de especies exóticas, aumento de la radiación UV-B, contaminantes químicos, patógenos y comercio) (Lips *et al.* 2001). Recientemente se ha reportado un incremento marcado en la frecuencia de aparición de deformidades en los individuos de varias especies de anfibios anuros, entre poblaciones y/o dentro de poblaciones (Blaustein y Johnson 2003).

A pesar de esta alarmante problemática y, como hemos dicho al comienzo, hay una carencia casi total de estudios poblacionales a mediano y largo plazo que permitan sentar líneas base para la evaluación de las variaciones poblacionales naturales en este grupo de vertebrados y, más particularmente, del fenómeno de declinación de algunas especies de anfibios venezolanos. En nuestro país hay un desconocimiento general de las abundancias y sus variaciones geográficas y por hábitat de la casi totalidad de anfibios. Entre los escasos trabajos poblacionales destacan aquellos realizados con individuos postmetamórficos de *Rhinella marina* (Lampo y Bayliss 1996), *Leptodactylus macrosternum* (Dixon y Staton 1976) y *Mannophryne herminae* (Molina 2003, Pradeiro 1985) y con individuos premetamórficos de *M. herminae* (Molina 2003), especies no amenazadas. Pocos han sido los trabajos con un enfoque comunitario, destacándose el realizado en una comunidad de selvas nubladas en los Andes venezolanos (Villa *et al.* 2003).

A la par de estos estudios y abordando la drástica desaparición de varias especies del género *Atelopus* (La Marca y Reinthaler, 1991), otrora muy abundantes, se ha realizado una serie de investigaciones que han aportado información diversa, desde datos relativos de abundancia de *A. oxyrhynchus* en el bosque nublado de San Eusebio, estado Mérida (Durant y Dole 1974a), en La Azulita y en la localidad tipo (Rivero 1972), hasta los reportes de los últimos avistamientos en estudios de monitoreos sistemáticos para algunas de las especies de este género en los Andes venezolanos: 1987 para una especie no descrita (García-Pérez, 2005); 1988 para *A. pinangoi* (Lötters 1996, La Marca y Lötters 1997); 1990 para *A. sorianoi* (La Marca y Reinthaler 1991, Rueda *et al.* 2005); 1994 para *A. oxyrhynchus* (Rueda *et al.* 2005) y *A. chrysocorallus* (La Marca y Lötters 1997) y 1995 para *A. carbonerensis* (Rueda *et al.* 2005). El estatus poblacional de *A. tamaense* se desconoce en la actualidad, ya que sus áreas de distribución no han sido exploradas desde 1987 (La Marca y Lötters 1997).

Se ha señalado que pueden existir grandes fluctuaciones poblacionales en muchas especies de anfibios, algunos de esos casos han sido citados en Pechmann y Wilbur (1994), e incluso podemos encontrar casos muy ilustrativos dentro de la familia Bufonidae a la cual pertenece el género *Atelopus*. Así, por ejemplo, en un estudio de monitoreo poblacional de 18 años para *Bufo americanus* y *B. woodhousei*, en Cleveland, USA, se reportó una disminución poblacional drástica con algunas desapariciones locales y una recuperación rápida de sus tamaños poblacionales a los niveles previos en tan sólo siete años (Bragg 1960, en Pechmann y Wilbur 1994).

En Venezuela, la especie *Atelopus mucubajiensis* se había reportado desaparecida de su área de distribución (La Marca y Reinthaler 1991), sin embargo, varios individuos fueron avistados durante la temporada reproductiva de 1993 (García-Pérez 1997) y un

individuo en el año 2004 (Rueda *et al.* 2005, Barrio-Amorós 2004). Actualmente se están realizando prospecciones de esta especie y otras andinas en el marco de la Iniciativa de Especies Amenazadas (IEA) de Provita. Igualmente ha ocurrido con *A. cruciger*, que luego de no ser avistada desde 1986 (Manzanilla y La Marca 2004), a partir del 2003 se han descubierto tres poblaciones relictas pero viables, dentro de su área de distribución histórica (Eliot 2003, Rueda *et al.* 2005, Rodríguez-Contreras *et al.* 2008). En la actualidad se está trabajando en la dinámica poblacional, ecología y el comportamiento de esta especie bajo el marco de la IEA.

La extinción de los sapitos arlequines andinos venezolanos parece estar vinculada a la declinación global de las poblaciones de anfibios, asociada con la infección por hongos quitridos, conjuntamente con otros factores tales como el calentamiento global y las sequías prolongadas (Bonaccorso *et al.* 2003, GAA 2004, Rodríguez 2004, La Marca *et al.* 2005, Rueda *et al.* 2005, Lampo *et al.* 2006). Entre las especies venezolanas infectadas están varias especies del género *Atelopus*, *Mannophryne* y las especies *Aromobates meridensis*, *Dendropsophus meridensis*, *Engystomops pustulosus*, *Gastrotheca nicefori*, *Hylocirtus platydactylus*, *Hypsiboas crepitans*, *Lithobates catesbeianus* (exótica), *Pseudis paradoxa*, *Rhinella marina* y *Scarthyla vigilans* (Bonaccorso *et al.* 2003, Lampo *et al.* 2007, Lampo *et al.* 2008, Rodríguez-Contreras *et al.* 2008).

Aunque el esfuerzo de investigación ha sido mayor en las ranas del género *Atelopus*, hay evidencia de la desaparición aparente de otras especies de ranas; por ejemplo, *Mannophryne neblina* no ha sido vista desde su descripción original en 1956, aunque hay un reporte dudoso de la hacienda La Guáquira (estado Yaracuy), al igual que *Hylomantis medinai* (Barrio-Amorós 2001), esta última recientemente fue reportada en la hacienda La Guáquira (Carlos Rivero Blanco, comunicación personal). Otro caso que llama la atención es la desaparición del único dendrobátido nocturno *Aromobates nocturnus* de su localidad típica (Barrio-Amorós 2001).

De manera general, carecemos de estudios de monitoreo de corto, mediano y largo plazo de nuestras poblaciones de anfibios, a pesar de que este tipo de investigación es de suma importancia para los estudios de ecología, conservación y manejo de especies y comunidades, al permitirnos detectar cambios en las poblaciones estos estudios resultan clave para la comprensión de sus causas y de las dinámicas temporales-espaciales, así como para evaluar la eficiencia de cualquier tipo de manejo que se haya aplicado para controlar (*i.e.* rana toro en Venezuela) o aumentar poblaciones de especies focales (Molina *et al.* 2006).

FOTO CÉSAR MOJANA



A C E R V O G E N É T I C O



Margarita Lampo, Andrés E. Chacón y Francisco Nava

La conservación de la biodiversidad tiene como último propósito preservar el acervo genético de los organismos vivos. Esto requiere, en primera instancia, la delimitación de entidades taxonómicas que preserven la funcionalidad de los procesos evolutivos. En los últimos años, sin embargo, muchas de estas entidades han sido redefinidas con base en la información genética recabada en estudios de sistemática y taxonomía molecular. Uno de los resultados más frecuentes de estas investigaciones ha sido el aumento en el número de especies, debido a la posibilidad de diferenciar grupos evolutivamente independientes dentro de complejos crípticos de especies. Este ha sido el caso para los anfibios (Bogart y Tandy 1976, Glaw y Köhler 1998, Hanken 1999, Stuart *et al.* 2006, Fouquet *et al.* 2007). Debido a una evolución morfológica muy conservada (Cherry *et al.* 1978), la taxonomía clásica basada en caracteres morfológicos y osteológicos ha tendido a subestimar la diversidad de los anfibios y muchas especies crípticas esperan por ser identificadas (Fouquet *et al.* 2007).

A pesar del notable incremento en los estudios genéticos, se desconoce casi totalmente el acervo genético de las poblaciones de anfibios venezolanos. La razón fundamental de este vacío de información estriba, principalmente, en la reciente incorporación de herramientas moleculares en la ecología, filogenética, sistemática y taxonomía, y a que muy pocos grupos venezolanos de investigación en herpetología disponen de la infraestructura y el adiestramiento necesarios para acometer estudios en genética molecular. Las pocas investigaciones en este campo se han llevado a cabo a través de colaboraciones con laboratorios en otros países. Hasta la fecha, se han publicado un total de 157 secuencias de ADN de anfibios recolectados en Venezuela pertenecientes a 26 especies de cinco familias de anuros (Tabla 6.1). La mayor parte de ellas (144) se encuentran registradas en el *GenBank* (www.ncbi.nlm.nih.gov). También se han descrito seis loci isoenzimáticos de dos especies de anuros (Nava 2004).

En Venezuela se han llevado a cabo tres estudios genéticos que han contribuido a la delimitación de especies en posibles complejos crípticos. Uno de ellos, publicado

pero sin registro en el GenBank (Slade y Moritz 1998), sugiere que el sapo común *Rhinella marina* es un complejo de al menos dos especies crípticas, una al este y otra al oeste de la cordillera de los Andes; el porcentaje de divergencia en una sección de ADN mitocondrial que contiene el gen hD3 entre individuos al oeste y este de esta cordillera es mayor que entre estos últimos e individuos de *C. paracnemis*, otra especie perteneciente al grupo *marinus*. Otro estudio, basado en diferencias fijas en tres loci isoenzimáticos, también detectó dos grupos evolutivamente independientes, aislados por esta cordillera, en lo que hoy denominamos *Hypsiboas pugnax* (Nava 2004). Más recientemente, dos trabajos han permitido delimitar especies dentro de complejos crípticos distribuidos en las islas de Trinidad y Tobago y la costa de Venezuela. Por una parte, con base en secuencias parciales del 16S-ARN se identificaron tres grupos con monofiléticos dentro del complejo críptico de *Hyalinobatrachium orientale*, uno de los cuales los autores propusieron elevar a especie, *H. orocostale* (Castroviejo-Fisher *et al.* 2008). Por otra parte, diferencias en secuencias parciales de la subunidad I del gen citocromo oxidasa y de 16S-rARN permitieron redefinir a lo que se conocía como *Mannophryne trinitatis* en Venezuela, como una nueva especie, *M. venezuelensis* (Manzanilla *et al.* 2007). Debido a la incertidumbre taxonómica que existe todavía para algunos grupos anfibios donde se sospecha la existencia de complejos crípticos, es probable que las cifras de riqueza de especies que hoy conocemos en Venezuela sean una subestimación de la diversidad real de nuestros anfibios.

Otro problema que ha sido abordado a través del estudio genético es el de las relaciones filogenéticas entre especies o grupos de especies de anfibios. Con la publicación en 2005 y 2006 de tres estudios filogenéticos basados en secuencias de cinco genes mitocondriales (12S-rARN, valina-tRNA, 16S-rARN, citocromo b, subunidad I del citocromo oxidasa c) y seis nucleares (histona H3, rodopsina, tirosina, RAG-1, precursor tirosina y 28S-rARN) de 276 especies de la familia Hylidae (Faivovich 2005), 156 de la familia Dendrobatidae (Grant *et al.* 2006) y 522 representativas de toda la diversidad de anfibios (Frost *et al.* 2006) se definió una nueva clasificación taxonómica para todos los anfibios vivos, que ha traído como consecuencia el reordenamiento y descripción de numerosos taxos (desde subórdenes hasta géneros). En estos tres estudios están contenidas secuencias de 111 ejemplares provenientes de Venezuela, 53 de ellos corresponden a especies endémicas.

También se han reportado numerosas secuencias de genes mitocondriales de ranas aromobátides recolectadas en Venezuela en una serie de estudios, tres de ellos publicados (Tabla 6.1). El primero, basado en secuencias, sugirió que la especie andina *Allobates humilis* está más estrechamente relacionada a taxa amazónicas del mismo género que a otros aromobátides andinos de los géneros *Aromobates* y *Mannophryne* (La Marca *et al.* 2002). El segundo sugiere que la coloración aposemática en esta familia es el resultado de la evolución convergente (Vences *et al.* 2003).

Recientemente, en un estudio filogenético basado en secuencias parciales de los genes 16S-rARN y COI, se propuso una hipótesis sobre la evolución de este género, de acuerdo a la cual la diversificación de *Mannophryne* ocurriría en eventos biogeográficos bien defi-

nidos asociados a los cambios de curso del río Orinoco (Manzanilla *et al.* 2009). Todos estos trabajos coinciden en que *Aromobates* y *Mannophryne* son géneros monofiléticos. Otras especies como, por ejemplo, *Leptodactylus fuscus* y *Pipa parva* han sido analizadas como grupos externos para análisis que no necesariamente enfocan relaciones filogenéticas en especies de anfibios de Venezuela (Evans *et al.* 2004) o para el estudio de tasas de evolución en genes particulares (Hoegg *et al.* 2004). Otras secuencias registradas en el GenBank no tienen una publicación asociada (siete especies).

Además de su importancia en la taxonomía, la sistemática y la filogenética, el conocimiento del acervo genético es fundamental para la conservación de las especies, especialmente aquellas en alguna categoría de amenaza. Existen factores genéticos que inciden sobre la probabilidad de extinción de los taxa. Así, por ejemplo, la pérdida de variabilidad genética debido a la fragmentación de poblaciones silvestres o la selección artificial a las cuales están sujetas las poblaciones cautivas, puede tener efectos deletéreos sobre la viabilidad de las poblaciones al afectar su capacidad de respuesta a cambios ambientales. Por esta razón, cualquier plan de conservación cuya finalidad sea el de minimizar los riesgos de extinción de las especies requiere del conocimiento de la estructura genética de las poblaciones que se desean manejar.

Desconocemos estudios que aborden preguntas específicas sobre la conservación de las especies de anfibios de Venezuela. Tampoco sabemos si las secuencias publicadas hasta el momento son útiles para abordar problemas filogeográficos relevantes para la conservación. De las 144 secuencias de ADN registradas en el GenBank, 77 pertenecen a genes mitocondriales. Si bien el ADN mitocondrial ha sido el marcador genético más frecuentemente utilizado para esclarecer problemas de filogeografía, debido a que se hereda a través de la línea materna y contiene regiones con tasas altas de evolución (Avice 1989, Avice 1995), los genes 12s-rARN, 16s-rARN y 28s-rARN, el citocromo b, valinatARN son las regiones más conservadas del genoma mitocondrial. Es decir, en general, estos genes difieren entre especies pero tienen poca variabilidad intraespecífica. Esta característica limita la utilidad de los resultados para evaluar procesos de diferenciación reciente o problemas de estructura poblacional. No obstante, en anfibios esta no parece ser la norma; estos genes pueden presentar divergencias intraespecíficas (entre regiones geográficas y entre subpoblaciones) cuyos valores se sobreponen con los observados entre especies diferentes (Vences *et al.* 2005). Se ha reportado 6% de divergencia en el 16s-rRNA, hasta un 18% en el gen *cox1* y hasta 40% en los genes *cob* y *hD4* en anfibios de otras regiones (James y Moritz 2000, Vences *et al.* 2005). También se han encontrado divergencias biogeográficas entre poblaciones de *Engystomops pustulosus* al norte y el sur del istmo de Panamá (incluyendo un ejemplar de Venezuela) en el gen mitocondrial *COI* (Weigt *et al.* 2005).

Por otra parte, la región control del ARN de transferencia de la mitocondria y los microsatélites son los más comúnmente utilizados para abordar preguntas filogeográficas debido a su variabilidad intraespecífica. Sin embargo, los esfuerzos para desarrollar de librerías de microsatélites que permitan abordar preguntas relevantes para la conservación de anfibios (*i.e.* tamaños efectivos poblacionales, estructura poblacional, híbridi-

zación y filogeografía) han sido todavía limitados (Beebe 2005).

Una de las limitaciones más evidentes para el diseño de estrategias de conservación de las especies amenazadas de anfibios de Venezuela es la carencia de información genética de estos taxa. Por ejemplo, *Atelopus* es el género más amenazado en el país y el resto del Neotrópico. No hay disponible en el GenBank secuencias de microsátélites que pudieran ser útiles para el estudio de la estructura genética de las poblaciones de *Atelopus*. De este género sólo se publicaron recientemente secuencias de los genes mitocondriales citocromo b, subunidad I del citocromo oxidasa y ND2 para esclarecer relaciones evolutivas entre cuatro taxa de la Guayana (Noonan y Gaucher 2005) e identificar unidades evolutivas significantes en especies del sapo dorado en Panamá (Richards y Knowles 2007). Otras secuencias, 12S-rARN y 16S-rARN, también fueron publicadas como parte de un estudio filogenético en ranas hiloides (Darst y Canatella 2004). Por tanto, desconocemos si la variabilidad genética presente en las poblaciones remanentes es suficiente para el mantenimiento de la viabilidad poblacional, e incluso existe incertidumbre acerca del estatus específico de algunas especies en peligro de extinción. Dado el enorme vacío existente en lo que se refiere al acervo genético de nuestros anfibios, es prioritario tomar las iniciativas necesarias para iniciar estudios genéticos a escala poblacional, sobre todo en aquellas especies más amenazadas.

Tabla 6.1. Número de acceso de secuencias de genes de anfibios de Venezuela registradas en el *GenBank* (www.ncbi.nlm.nih.gov).

Familia	Especie	N° de acceso	Genes
Aromobatidae	<i>Allobates pittieri</i>	EU380801-EU380806, EU380853-EU380858	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Allobates undulatus</i>	DQ282656, DQ283044, DQ283773, DQ284073, DQ502028, DQ502029, DQ502458-DQ502460, DQ502755-DQ502757, DQ503308	12S-rARN; 16S-rARN; valina-tARN, citocromo b; subunidad I del citocromo oxidasa; histona H3; RAG-1; rodopsina; sina
Aromobatidae	<i>Aromobates molinari</i>	AJ430678, AY263216, AY263263, DQ502996, DQ502998	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN
Aromobatidae	<i>Aromobates nocturnus</i>	DQ502154, DQ502156, DQ502357, DQ502359, DQ502590, DQ502592, DQ502859-DQ502860, DQ503107, DQ503109, DQ503243	citocromo b; subunidad I del citocromo oxidasa; histona H3; rodopsina; sina
Aromobatidae	<i>Aromobates</i> sp.	AJ430677, AY263299, DQ502242, DQ502379, DQ502674, DQ503023, DQ503127, DQ503381, EU380850-EU380852, EU380798-EU380800	16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; histona H3; RAG-1; sina; subunidad I del citocromo oxidasa; valina-tARN
Aromobatidae	<i>Colostethus fraterdanieli</i>	DQ502882	subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Colostethus</i> sp.	DQ502074, DQ502317, DQ502505, DQ502795, DQ502970, DQ503069, DQ503149, DQ503207, DQ503321	12S-rRNA; 16S-rRNA; 28S-rARN; histona H3; citocromo b; histona H3; subunidad I del citocromo oxidasa; sina; precursor tirosinasa; rodopsina; valina-tARN
Aromobatidae	<i>Colostethus undulatus</i>	DQ283464	28S-rARN
Aromobatidae	<i>Mannophryne caquetio</i>	EU380835-EU380838, EU380887-EU380890	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne collaris</i>	AJ430675, EU380833, EU380834, EU380885, EU380886	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne cordilleriana</i>	EU380828-EU380830, EU380880-EU380882	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne herminae</i>	AJ430676, AY263219, AY263269, DQ502160, DQ502595, EU380847-EU380849, EU380899-EU380901	12S-rARN; 16S-rARN; citocromo b; mitocondrial H-stand transcription; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne lamarcai</i>	EU380845, EU380846, EU380897, EU380898	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne larandina</i>	EU380839-EU380841, EU380891-EU380893	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne leonardoi</i>	EU380816, EU380817, EU380868, EU380869	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne obliterata</i>	EU380831-EU380884	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne riveroi</i>	EU342503, EU380826, EU380827, EU380878, EU380879	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tRNA; subunidad I del citocromo oxidasa; valina-tRNA
Aromobatidae	<i>Mannophryne</i> sp.	AY263221-AY263224, DQ502243-DQ502245, DQ502380-DQ502382, DQ502675-DQ502677, DQ502913-DQ502915, DQ503024-DQ503026, DQ503128-DQ503130, DQ503263, DQ503382-DQ503384	16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; histona H3; RAG-1; rodopsina; sina; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne</i> sp. 1	EU380818-EU380823, EU380870-EU380875	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa

■ Anfibios de Venezuela: estado del conocimiento y recomendaciones para su conservación

Familia	Especie	N° de acceso	Genes
Aromobatidae	<i>Mannophryne venezuelensis</i>	DQ084067-DQ084070, DQ343161-DQ343165, EU380812-EU380815, EU380864-EU380867	16S-rARN; Región control rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Aromobatidae	<i>Mannophryne yustizi</i>	EU380842-EU380844, EU380894-EU380896	16S-rARN; subunidad I del citocromo oxidasa
Bufo	<i>Chaunus marinus</i>	sr	ND3
Caeciliidae	<i>Typhlonectes natans</i>	DQ283085, DQ283486, DQ284136	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; Histona H3; valina-tARN
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium antisthenesi</i>	EU447287	16S-rARN
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium fragile</i>	EU447285, EU447286	16S-rARN
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium orientale</i>	EU447283, EU447289, EU447291	16S-rARN
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium orocostale</i>	EU447284, EU447288	16S-rARN
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium</i> sp.	EU447290	16S-rARN
Dendrobatidae	<i>Colostethus</i> sp.	DQ502075, DQ502506, DQ502796	12S-rARN; 16Sr-ARN; citocromo b; subunidad I del citocromo oxidasa; valina-tARN
Dendrobatidae	<i>Dendrobates leucomelas</i>	AJ430674, EU342647, EU342648	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tARN; valina-tARN
Dendrobatidae	<i>Minyobates steyermarki</i>	DQ371310, DQ371321, DQ371329, DQ371340	12S-rARN; 16S-rARN; citocromo b; subunidad I del citocromo oxidasa
Hemiphractidae	<i>Stefania ginesi</i>	DQ679266, DQ679338, DQ679373, DQ679417	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tARN; Leucina-tARN; ND1; POMC; RAG-1; POMC
Hemiphractidae	<i>Stefania scalae</i>	DQ679267; DQ679309, DQ679339, DQ679374, DQ679418	12S-rARN; 16S-rARN, Leucina-tARN; ND1; POMC; RAG-1; valina-tARN
Hemiphractidae	<i>Stefania schuberti</i>	AY843768, AY844013, AY844354, AY844528, AY844951	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; RAG-1; sina; valina-tARN
Hylidae	<i>Dendropsophus pelidna</i>	AY819434	12S-rARN; fenilalanina-tARN; 12S-rARN
Hylidae	<i>Flectonotus pygmaeus</i>	DQ679232, DQ679275, DQ679310, DQ679341, DQ679382	12S-rARN; 16S-rARN; leucina-tARN; ND1; POMC; RAG-1; valina-tARN
Hylidae	<i>Gastrotheca helenae</i>	DQ679246, DQ679286, DQ679322, DQ679354, DQ679394	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tARN; leucina-tARN; ND1; RAG-1; POMC; valina-tARN
Hylidae	<i>Gastrotheca nicefori</i>	DQ679249, DQ679291, DQ679325, DQ679357, DQ679399	16S-rARN; fenilalanina-tARN; leucina-tARN; ND1; RAG-1; POMC
Hylidae	<i>Gastrotheca ovifera</i>	DQ679252, DQ679360	12S-rARN; 16S-rARN; leucina-tARN; ND1
Hylidae	<i>Gastrotheca walkeri</i>	DQ679260, DQ679300, DQ679332, DQ679368, DQ679409	12S-rARN; 16S-rARN; leucina-tARN; ND1; POMC; RAG-1
Hylidae	<i>Hyla</i> sp.	AY844290, AY843915, AY844113	28S-rARN; citocromo b; precursor tirosinasa
Hylidae	<i>Hyloscirtus lascinius</i>	DQ380359	12S-rARN
Hylidae	<i>Hypsiboas benitezi</i>	AY843606, AY843830, AY844227, AY844396, DQ380349	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; RAG-1; valina-tARN
Hylidae	<i>Hypsiboas boans</i>	AY843610, AY843835, AY844055, AY844231, AY844809, DQ284086	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; Histona H3; precursor tirosinasa; sina; valina-tARN
Hylidae	<i>Hypsiboas</i> sp.	AY843671	12S-rARN; 16S-rARN; valina-tARN
Hylidae	<i>Myersiophyla inparquesi</i>	AY843672, AY844114, AY844291, AY844876	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; precursor tirosinasa; sina; valina-tARN
Hylidae	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	AY549361, AY549414, AY843707, AY843952, AY844138, AY844312, AY844483, AY844904	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; precursor tirosinasa; RAG-1; sina; valina-tARN

Familia	Especie	N° de acceso	Genes
		AY844140, AY844313, AY844485, AY844905, DQ284075	b; precursor tirosinasa; RAG-1; sina; valina-tRNA
Hylidae	<i>Physalaemus pustulosus</i>	DQ120038-DQ120040	subunidad I del citocromo oxidasa
Hylidae	<i>Tepuihyla edelcae</i>	AY843770, AY844530	12S-rARN; 16S-rARN; RAG-1; valina-tRNA
Hylidae	<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	AY843719, AY843964, AY844148, AY844321, AY844492, AY844911	12S-rARN; 16S-rARN; 28S-rARN; citocromo b; precursor tirosinasa; RAG-1; sina; valina-tRNA
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	AY323746, AY323770, AY323791	RAG-1; RAG-2; Rodopsina
Pipidae	<i>Pipa parva</i>	AY581622	12S-rARN; 16S-rARN; valina-tRNA
Pipidae	<i>Pipa pipa</i>	DQ282660, DQ283053, DQ283781	12S-rARN; 16S-rARN; rodopsina; sina; valina-tRNA
Strabomantidae	<i>Craugastor biporcatus</i>	EU186691, EU186754, EU186775	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tARN; precursor tirosinasa; RAG-1; valina-tARN
Strabomantidae	<i>Pristimantis pulvinatus</i>	EU186723, EU186741	12S-rARN; 16S-rARN; fenilalanina-tARN
Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.	EU186721, EU186739	12S-rARN; 16S-rARN



FACTORES DE RIESGO



Margarita Lampo, Andrés E. Chacón,
Argelia Rodríguez y Dinora Sánchez

En las últimas dos décadas un gran número de investigadores se ha dedicado a estudiar las alarmantes disminuciones poblacionales y las extinciones de anfibios ocurridas en diversas partes del mundo. Entre las causas identificadas que explican estos fenómenos globales la más citada es la destrucción de los hábitats (Young *et al.* 2000, Stuart *et al.* 2004, Lips *et al.* 2005), seguida por los cambios climáticos (Pounds *et al.* 1999, Pounds y Crump 2004, Pounds y Puschendorf 2004), las enfermedades (Laurance *et al.* 1996, Laurance *et al.* 1997, Berger *et al.* 1998, Daszak *et al.* 2000), la contaminación (Hecnar 1995, Blaustein *et al.* 2003, Rohr *et al.* 2004), el incremento en la incidencia de rayos ultravioleta (Kiesecker *et al.* 2001, Blaustein *et al.* 2003) y la introducción de especies exóticas (Kupferberg 1997, Kiesecker *et al.* 2001). La evaluación más reciente del estatus mundial de los anfibios, llevada a cabo por un grupo de 520 expertos de 60 países, indicó que la degradación del hábitat es una de las mayores amenazas que encaran los anfibios, la cual afecta casi cuatro veces más la riqueza específica que la contaminación del ambiente (<www.globalamphibians.org>) (Figura 7.1).

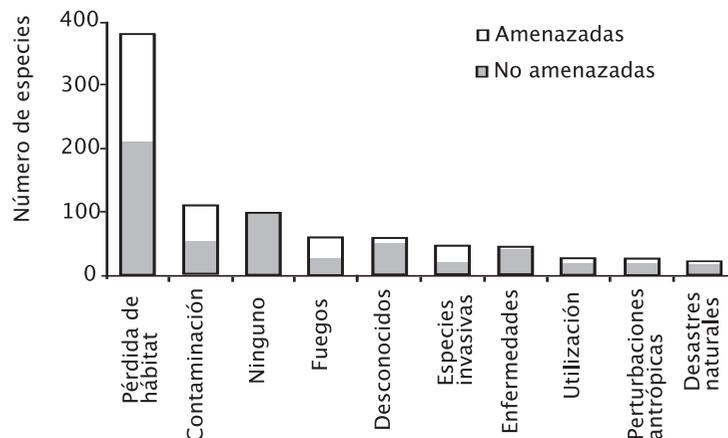


Figura 7.1. Principales amenazas de los anfibios a nivel mundial. Datos tomados del Global Amphibian Assessment (2004). <http://www.globalamphibians.org/threats.htm>.

Aun cuando las enfermedades parecen tener un impacto menor sobre la pérdida de la diversidad de anfibios, cada día aumentan las evidencias que sugieren que las disminuciones más drásticas y las extinciones más recientes están asociadas a la presencia del patógeno fúngico *Batrachochytrium dendrobatidis*, causante de la quitridiomycosis cutánea (Berger *et al.* 1998). Actualmente existen reportes de *B. dendrobatidis* en África, América Central, América del Norte, América del Sur, Europa, Asia y Australia (ver Olson y Ronnenberg 2008).

Para identificar las principales amenazas que ponen en riesgo a los anfibios de Venezuela es fundamental conocer las causas de sus disminuciones en el pasado. Según la Unión Internacional para la Conservación de las Especies (UICN) en Venezuela existen 18 especies de anuros que están en “peligro crítico” de extinción; nueve de ellas son del género *Atelopus* (<http://www.iucnredlist.org/>). Aun cuando se ha especulado sobre las posibles causas de las desapariciones locales de muchas de estas especies, el origen de la mayor parte de ellas es aún desconocido. En Venezuela, pocos estudios abordan este problema y la evidencia recabada en la mayoría es circunstancial.

Si bien la pérdida o modificación de los hábitats ha sido la amenaza más importante para los anfibios a escala global, no parece ser la causa principal en las disminuciones ocurridas en las últimas décadas en los anfibios venezolanos y, muy particularmente, en las especies de ranas arlequines (*Atelopus*), todas ellas consideradas en las máximas categorías de peligro. A pesar de que algunos de los hábitats de estas ranas han sido intervenidos en las últimas décadas, la mayoría de las disminuciones registradas en este grupo han ocurrido en áreas protegidas y ambientes aparentemente prístinos (La Marca *et al.* 2005). En la cordillera de la Costa, *Atelopus cruciger* ha sido reportada sólo en dos de las 33 localidades de donde se tienen registros históricos de la especie (Rodríguez-Contreras *et al.* 2008), a pesar de que el 80% de estas localidades muestran niveles de perturbación o modificación muy leves o inexistentes (Manzanilla y La Marca 2004). Así mismo, en la cordillera de Mérida, la mayor parte de las áreas que solían ocupar las ranas arlequines andinas son zonas de alta montaña que han sufrido poca o ninguna intervención (Rodríguez 2004), aun cuando algunos hábitat de *A. carbonerensis* y *A. sorianoi* se han visto reducidos al ser destinados a actividades agrícolas (La Marca y Reinthaler 1991). Esto indica que no existen evidencias suficientes que demuestren que la destrucción del hábitat ha sido la causa más importante en la pérdida de anfibios de Venezuela, tal como se reporta en otros países. Existen, sin embargo, algunas excepciones a esta tendencia general. Por ejemplo, *Atelopus vogli* es una especie posiblemente extinta cuya única localidad de procedencia en la cordillera de la Costa (cerca de la ciudad de Maracay) ha sufrido cambios drásticos en la cobertura vegetal como resultado de la intervención antrópica. Es probable que la escasez de datos recabados sistemáticamente impida llegar a conclusiones inequívocas acerca de cómo la destrucción y la modificación del hábitat han afectado a los anfibios de Venezuela.

Tampoco existe información local adecuada para evaluar cuán importante ha sido la contaminación de los cuerpos de agua en la disminución de los anfibios venezolanos, a pesar de que es la segunda amenaza a escala mundial (<www.globalamphibians.org>). La

Marca y Reinthaler (1991) sugirieron que el uso excesivo de DDT y Parathion® en los Andes venezolanos podría haber afectado las especies que se reproducen en ríos, charcas y lagunas, ya que estos biocidas pueden contaminar los cuerpos de agua al ser lavados por las lluvias. No obstante, desconocemos estudios o evidencias circunstanciales que sugieran que las concentraciones de estos elementos tóxicos en los cuerpos de agua de la zona tienen algún efecto sobre las especies afectadas, o que exista alguna asociación entre el biocida y la desaparición de poblaciones en lugares específicos. Dado que el uso agrícola parece ser la presión más importante que tienen muchas de las áreas de alta diversidad de anfibios, el impacto de la contaminación de aguas sobre los anfibios de Venezuela debe ser evaluado.

La presencia del hongo patógeno *Batrachochytrium dendrobatidis* en algunos de los anfibios más afectados en las últimas décadas es quizás la evidencia más sólida sobre la posible causa de las disminuciones reportadas en Venezuela y, en general, del neotrópico. En América del Sur, este patógeno ha sido detectado en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela (ver Olson y Ronnenberg 2008) y ha sido asociado a disminuciones drásticas de nueve especies de *Atelopus*, uno de los géneros más amenazados a nivel mundial (La Marca *et al.* 2005). *B. dendrobatidis* fue identificado por primera vez en el país en muestras histológicas de uno de los últimos ejemplares del sapito rayado *Atelopus cruciger* recolectado en la cordillera de la Costa en 1986, antes de que desapareciera por casi dos décadas (Bonaccorso *et al.* 2003). Posteriormente, también fue detectado en individuos de *A. carbonerensis*, *A. sorianoi* y *A. mucubajiensis* recolectados durante 1988 en la cordillera de Mérida (Lampo *et al.* 2006). La presencia de zoosporangios de este patógeno en muestras histológicas de piel de siete de los últimos 12 ejemplares depositados en las colecciones herpetológicas más importantes del país, sugiere que las desapariciones de estas ranas andinas sucedieron a posibles epidemias de quitridiomycosis (Lampo *et al.* 2006).

Estudios más recientes, sin embargo, sugieren que este patógeno tiene una distribución muy amplia que incluye también especies cuyas poblaciones no han mostrado signos de disminución en los últimos años (Lampo *et al.* 2008); en la cordillera de Mérida, por ejemplo, *B. dendrobatidis* está presente en 65% de las especies de anfibios (Sánchez *et al.* 2008). Muchos de los registros de presencia de este patógeno en el neotrópico, y de las características climáticas de sus lugares de procedencia, señalan a los hábitats por encima de los 1 000 metros en la cordillera de los Andes y la cordillera de la Costa como los más adecuados para el crecimiento de este hongo (Ron 2005).

Si bien la evidencia que señala a *B. dendrobatidis* como causante de muchas de las disminuciones drásticas de anfibios ha sido la más convincente, la simple presencia del patógeno en poblaciones afectadas no explica algunos de los patrones observados en tales eventos. La sincronización entre ciertos episodios de mortandad masiva o disminuciones de anfibios registradas en diferentes países, difícilmente se justifica sin la intervención de cambios climáticos a gran escala. Pounds *et al.* (1999, 2006) han desarrollado dos hipótesis que vinculan estas disminuciones con los cambios climáticos y la vulnerabilidad de las especies frente a enfermedades. Estos autores demostraron que existe

una asociación entre los descensos registrados en las abundancias de anfibios en Costa Rica y los períodos de sequía posteriores al fenómeno de El Niño. Inicialmente propusieron que sequías severas pudieron haber aumentado la susceptibilidad de las especies frente a los patógenos, aun cuando no presentaron evidencias de su presencia en estas poblaciones (Pounds *et al.* 1999). Posteriormente demostraron que, si bien en las últimas décadas ha habido un aumento sostenido en la temperatura promedio, el intervalo de variación entre máximas y mínimas ha disminuido (Pounds *et al.* 2006), siendo este estrechamiento lo que ha generado las condiciones ideales para el rápido crecimiento del hongo y el desarrollo de la enfermedad en algunas especies de *Atelopus*. Se ha postulado también otra hipótesis que intenta explicar el patrón espacio-temporal de las epidemias de quitridiomycosis en América Central y América del Sur. Lips y sus colaboradores (2006 y 2008) sostienen que, en esta región, las disminuciones han ocurrido como consecuencia de la introducción y posterior dispersión del patógeno hacia localidades sin previa exposición. Sin embargo, algunas de las premisas de este modelo no tienen sustento en las evidencias existentes en Venezuela (Lampo *et al.* 2009).

En Venezuela, los registros de fechas y localidades de recolección de ejemplares infectados indican que en 1988, durante una de las sequías más severas de la década, ocurrieron brotes epidémicos sincronizados en tres sitios aislados geográficamente (Lampo *et al.* 2006). Estos autores sugirieron que la reducción significativa en la disponibilidad de agua podría haber generado un hacinamiento de los individuos en pocos cuerpos de agua, propiciando un aumento en las tasas de transmisión del hongo. Además de las disminuciones mencionadas anteriormente en los Andes, también se registraron mortandades inusuales de *Tepuihyla edelcae*, entre 1986 y 1988, una especie que habita las cimas del macizo de Chimantá y Auyántepeui (Ayarzagüena *et al.* 1992, Gorzula 1992). No obstante, la ausencia de evidencias de *B. dendrobatidis* en muestras de museo recolectadas en esas localidades durante ese período sugirió que algunos de los eventos climáticos registrados en las últimas décadas pudieron también haber afectado directamente las poblaciones anfibias, en ausencia del patógeno (Lampo y Señaris 2006). Es decir que, además de propiciar epidemias de quitridiomycosis, existen mecanismos que no hemos dilucidado mediante los cuales algunos cambios recientes en el clima han incidido sobre las poblaciones de anfibios.

Otra de las hipótesis que trata de explicar las disminuciones o desapariciones locales de las ranas arlequines andinas es la introducción de especies exóticas. La Marca y Reinthaler (1991) sugirieron que la introducción de truchas (de los géneros *Salmo* y *Onchorhynchus*) en los Andes venezolanos a partir de 1938 (Rodríguez 2004), pudo haber producido disminuciones en las poblaciones de anuros, pues estos peces pueden actuar como depredadores de los renacuajos y los juveniles de algunas especies de anfibios. La introducción de truchas ha incidido negativamente en la fauna nativa en otras regiones, sin embargo, en Venezuela no se ha investigado al respecto. Otra especie exótica presente en los Andes venezolanos es la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), catalogada por la UICN como una de las 100 peores especies invasoras, debido a su habilidad competitiva y su carácter depredador de otros vertebrados. La rana toro fue señalada como causante de la contracción de la distribución geográfica de *Rana boyilii* (Moyle 1973) y la recién-

te desaparición local de *Rana aurora* en el oeste de Estados Unidos (Kiesecker *et al.* 2001, Blaustein y Kiesecker 2002). No obstante, no existe conexión alguna entre las disminuciones drásticas de anfibios en los Andes venezolanos durante finales de la década de los 80 y comienzo de los 90 y la introducción de esta especie exótica. Aun cuando se desconoce la fecha precisa de su introducción —en 1993 se negaron permisos para su importación y establecimiento de granjas (Babarro y Trejo 2001)—, la rana toro fue reportada por primera vez en los Andes venezolanos en el año 2000, casi dos décadas después de las desapariciones locales de *Atelopus*.

Si bien los riesgos y amenazas más inminentes que encaran los anfibios tienen su origen en actividades antrópicas (i.e dispersión de patógenos, cambios climáticos globales, modificación y contaminación de hábitat), es la autoecología de las especies la que determina su vulnerabilidad ante estas amenazas. Por ejemplo, la distribución restringida de muchas ranas (i.e. *Atelopus*, *Aromobates* y *Mannophryne*) las hace más vulnerables a las perturbaciones locales, ya que su probabilidad de extinción es mayor en ausencia de fuentes alternas de colonización. Así mismo, la distribución altitudinal de muchas de las especies en las categorías de peligro abarca intervalos geográficos donde la temperatura (4-22 °C) es la ideal para el crecimiento de *B. dendrobatidis* (Woodhams *et al.* 2003) y, por tanto, para el desarrollo de la quitridiomycosis cutánea.

Existen otros factores intrínsecos que aún no comprendemos que parecen determinar la vulnerabilidad de los anfibios ante este patógeno. Por ejemplo, *B. dendrobatidis* alcanza niveles elevados de infección en algunas especies de ránidos (i.e. *Lithobates catesbeianus*) sin que aparezcan signos clínicos de la enfermedad (Daszak *et al.* 2004, Hanselmann *et al.* 2004), mientras que ciertos ensayos experimentales han demostrado que algunos bufónidos son muy susceptibles a este hongo (i.e. *Bufo boreas*). Por otra parte, el comportamiento reproductivo y la selección del microhábitat son características que podrían afectar las frecuencias de contacto entre individuos infectados y, por tanto, incidir en las tasas de transmisión del patógeno. Cuando las tasas de transmisión sobrepasan un umbral específico ocurren las epidemias, de modo que cualquier factor, bien sea ecológico o conductual, que aumente las tasas de transmisión aumentará también las probabilidades de epidemias (Anderson y May 1992). Ante todas estas posibilidades, es fundamental ampliar el conocimiento sobre la autoecología de las especies.

La quitridiomycosis cutánea continúa siendo uno de los factores de riesgo más importantes para los anfibios de Venezuela. *Batrachochytrium dendrobatidis* tiene una distribución amplia en la cordillera de Mérida y la cordillera de La Costa (Lampo *et al.* 2008). En la cordillera de Mérida persiste hoy en 80% de los adultos de rana toro presentes en La Carbonera, estado Mérida (Sánchez *et al.* 2008). La presencia de este patógeno en rana toro y en otras nueve especies endémicas es de gran preocupación, debido a que esta especie invasora y portadora asintomática del patógeno podría convertirse en el reservorio y vehículo de dispersión más importante en los Andes venezolanos (Sánchez *et al.* 2008). La hipótesis que asocia la quitridiomycosis con los cambios climáticos y las disminuciones drásticas de anfibios predice que, de no revertirse la tendencia actual del clima, es muy probable que ocurran nuevas epidemias de esta enfermedad en lugares donde el

patógeno persiste. Actualmente desconocemos cómo los diversos componentes del clima y la autoecología de los anfibios pudieran favorecer el desarrollo de epidemias de quitridiomycosis en poblaciones donde *B. dendrobatidis* está presente en niveles endémicos.

Los recientes redescubrimientos de dos poblaciones de *A. cruciger* en la cordillera de la Costa (Eliot 2003), un individuo de *A. mucubajiensis* en la cordillera de Mérida (Barrio-Amorós 2004) y unos renacuajos de una especie de *Atelopus* aún no descrita (La Marca *et al.* 2005), sugieren que algunas de estas poblaciones pudieran estar recuperándose. Es decir, después de haber desaparecido por más de dos décadas las densidades en algunas poblaciones han comenzado a sobrepasar el umbral de detección.

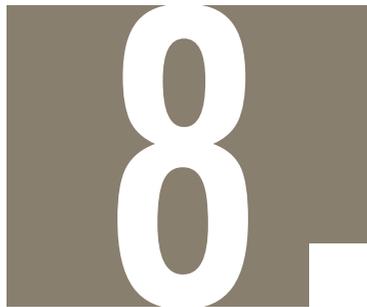
La capacidad de recuperación de una población después de una epidemia depende de que las tasas de transmisión del patógeno se mantengan por debajo de umbrales específicos. Para la quitridiomycosis, además, la vulnerabilidad de los anfibios pareciera estar ligada a la temperatura (Woodhams *et al.* 2003, Pounds *et al.* 2006) o al estrés fisiológico (Alford *et al.* 2007, Di Rosa *et al.* 2007). En la cordillera de la Costa, por ejemplo, las únicas tres poblaciones de *A. cruciger* conocidas se encuentran por debajo de los 350 m de altitud, a pesar de que en el pasado su distribución altitudinal llegaba hasta los 2 400 m. Es probable que las altas temperaturas de estas tierras bajas favorezcan las poblaciones de *A. cruciger* limitando el crecimiento del *B. dendrobatidis* (Rodríguez-Contreras *et al.* 2008). Es decir, las variaciones climáticas que se produzcan en el futuro parecen ser determinantes en la capacidad de recuperación de las poblaciones remanentes de ranas arlequines.

También la distribución espacial de las poblaciones remanentes influye sobre la capacidad de recuperación de estas especies. En los últimos años, la presión que genera el crecimiento de áreas rurales sobre las zonas de distribución de algunas de las especies amenazadas ha aumentado considerablemente. Los bosques húmedos premontanos y montanos están entre los hábitats más afectados por las actividades humanas y con mayor tasa de deforestación en los Andes venezolanos (Bisbal 1988), una de las regiones con mayor diversidad y endemismos de anfibios. *Atelopus mucubajiensis* y otras especies andinas en peligro crítico de extinción pudieran verse afectadas, no sólo por los eventos climáticos que se registren en el futuro sino también por los cambios de uso de la tierra que ocurran en la cordillera de Mérida. En la cordillera de la Costa, sin embargo, *A. cruciger* se encuentra relativamente protegida ante esta presión, debido a que las poblaciones remanentes están dentro del parque nacional Henri Pittier.

Es necesario conocer la distribución de las especies amenazadas y sus hábitats y localizar espacialmente, mediante sensores remotos, los cambios fisiográficos más importantes, para poder estimar las áreas de sobreposición de estas distribuciones y evaluar todos los factores de riesgo. ¿Está el patógeno presente en niveles endémicos en estas poblaciones?; ¿qué probabilidad existe de que surjan nuevas epidemias?; ¿qué otros factores inciden directamente sobre los anfibios?; ¿cuál es la probabilidad de que las poblaciones se recuperen ante los cambios en el uso de la tierra que se vislumbran a corto y mediano plazo? Son algunas de las preguntas fundamentales que debemos abordar para delinear las estrategias de conservación para los anfibios de Venezuela.



C O L E C C I O N E S



Amelia Díaz de Pascual, Gilson Rivas, Tito Barros
Mercedes Salazar y Ramón Rivero

Las colecciones biológicas son una importante fuente de información científica, académica y didáctica, constituyéndose en una herramienta de investigación clave en una gran variedad de disciplinas que incluye la sistemática, taxonomía, biogeografía, ecología y conservación, entre otras. Principalmente contienen información base para inventariar el acervo biológico de un país, además de permitir el diseño y la implementación de políticas para su manejo sustentable y establecer lineamientos para el ordenamiento territorial. Mediante los registros se pueden seleccionar y priorizar áreas para la conservación de ambientes amenazados, detectar diferencias en la distribución de las especies en el tiempo y en el espacio, y relacionar estos con cambios climáticos y actividades antrópicas (Navarro y Llorente 1994, Sánchez y Bisbal 2003). Las colecciones son indispensables como fuentes de conocimiento para proponer políticas bien fundadas para el manejo y conservación de los recursos naturales de un país.

Una colección es importante si presenta tres características fundamentales, a saber: la representatividad geográfica de la misma, el material tipo (paratipos y holotipos) que en ella se encuentren depositados, y la riqueza de especies y muestras con respecto a la diversidad global del país.

En Venezuela, la historia de los museos y colecciones se inicia a finales del siglo XIX cuando Adolfo Ernst adoptó un proyecto decretado en 1869 por el presidente Guillermo Tell Villegas, el cual consistió en la creación de un museo nacional, inaugurado en 1875. Este museo se convertiría después en el actual Museo de Ciencias Naturales de Caracas (Sánchez y Bisbal 2003). Posteriormente se crean un número significativo de colecciones, la mayoría asociadas a las universidades del país. Es así como en el año 1949 se funda el Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela, que después fue adscrito a la Facultad de Ciencias en 1958 y fue una base sólida para la creación del Instituto de Zoología Tropical en 1965 (Pérez-Hernández 1993). En 1945 fueron iniciadas las colecciones que luego conformaron el Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS). En el año

1950 fue fundado el Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG) —en la actualidad perteneciente al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente— con la finalidad de realizar el inventario nacional de fauna silvestre, dirigido en sus inicios por el Ministerio de Agricultura y Cría (Sánchez y Bisbal 2003). La colección de vertebrados de la Universidad de los Andes (CVULA) se inició en el año 1970 como una colección de referencia para los investigadores del departamento de Biología de la facultad de Ciencias de dicha universidad. Por su parte, la colección del Museo de Ciencias Naturales de Guanare (MCNG), adscrita a la Universidad de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), se crea en 1978. La colección de anfibios del Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ) se consolida en 1984. En 1992 se funda una colección de anfibios y reptiles en el laboratorio de Biogeografía (ULABG) de la facultad de Geografía de la Universidad de los Andes.

Actualmente, en el país existen 21 colecciones zoológicas que albergan muestras herpetológicas y de éstas sólo unas 15 contienen anfibios (Sánchez y Bisbal 2003). Sin embargo, el análisis que sigue se basa en la información de ocho instituciones: Museo de Historia Natural La Salle, Caracas (MHNLS), Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela, Caracas (MBUCV), Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande, Maracay (EBRG), Colección de Vertebrados, Universidad de los Andes, Mérida (CVULA), Museo de Biología de la Universidad del Zulia, Maracaibo (MBLUZ), Colección de Anfibios y Reptiles, Laboratorio de Biogeografía, Universidad de los Andes, Mérida (ULABG), Colección Herpetológica de referencia regional, Universidad Francisco de Miranda, Falcón (CIEZAH) y Museo de Ciencias Naturales de Guanare, Universidad de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Guanare (MCNG) (Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Registros de anfibios en los museos y colecciones científicas más importantes de Venezuela para 2007

Colección	N° de ejemplares	Regiones representadas
Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS)	11,500	Todo el país, con mayor representación de la cordillera de la Costa (Central y Oriental), la Guayana venezolana, los llanos y las islas
Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV)	4,600	Guayana venezolana, cordillera de la Costa y los llanos
Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG)	5,220	Todo el país, especialmente están bien representadas la cordillera de la Costa y la región de Guayana
Colección de Vertebrados de la Universidad de Los Andes (CVULA)	5,690	Región Andina (estados Mérida y Táchira), así como el piedemonte de Barinas y Portuguesa, los llanos y la Guayana venezolana
Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ)	250	Buena representación del occidente del país (sierra de Perijá y cuenca del lago de Maracaibo)
Colección de Anfibios y Reptiles, Laboratorio de Biogeografía (ULABG)	4.100 (anfibios y reptiles)	Región andina principalmente, seguida de los llanos (estado Apure) y parte del Zulia
Colección Herpetológica de referencia regional Universidad Francisco de Miranda (CIEZAH)	176	Principalmente el estado Falcón, seguido de Zulia (Guajira) y Lara
Museo de Ciencias Naturales de Guanare (MCNG)	5,000	Llanos altos occidentales

La colección que aloja el mayor número de especies es el Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS) y sus registros de anfibios provienen de todas las bioregiones de

Venezuela. Alberga 44 holotipos (44 especies) y 363 paratipos (45 especies). El MHNLS ha contado con una infraestructura adecuada y un manejo continuo de las colecciones zoológicas que, conjuntamente con un plantel estable de personal destacado en labores de recolección, conservación e investigación, ha permitido desarrollar sistemáticamente inventarios y trabajos de ecología en muchas áreas del país (Tabla 8.2).

La segunda colección de anfibios, por el número de ejemplares que contiene, es la colección de vertebrados de la Universidad de los Andes (CVULA), la cual cuenta con una buena representación de la región andina. De seguida está el Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG) del Ministerio del Ambiente, con una buena cantidad de material tipo y representatividad de todo el país. Las colecciones de la EBRG se encuentran adscritas al Estado venezolano, por lo tanto es considerado el museo nacional.

La colección de anfibios contenida en el Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV) alberga 18 holotipos y 55 paratipos de 30 especies, y su representatividad geográfica incluye la Guayana venezolana, la cordillera de la Costa central y los llanos. Aunque la colección del Museo de Ciencias Naturales de Guanare (MCNG) y la colección de anfibios y reptiles del Laboratorio de Biogeografía (ULABG) mantienen un considerable número de ejemplares, su representatividad geográfica es limitada.

Las colecciones del Museo de Biología de la Universidad del Zulia (MBLUZ) y la del Centro de Investigaciones en Ecología y Zonas Áridas (CIEZAH) son colecciones más recientes que albergan pocos ejemplares con una escasa representatividad geográfica, ya que corresponden a localidades dentro del área de influencia de estos centros académicos.

Finalmente, la colección personal de Manuel González-Sponga incluye un pequeño pero interesante número de muestras provenientes de los bosques de la cordillera de la Costa y de la cordillera de Mérida. De esta colección proviene la serie tipo de una nueva salamandra para el país (*Bolitoglossa spongai*), sin embargo, estos ejemplares finalmente fueron reubicados en otras colecciones (EBRG, MBUCV y MCNC).

Las colecciones analizadas reúnen más de 36 000 ejemplares de anfibios, pertenecientes a unas 225 especies que conforman el 75% del total de especies conocidas en el ámbito nacional. Todas las familias y la casi totalidad de géneros de anfibios conocidas para el país están representadas en las tres principales colecciones (MBUCV, MHNLS y EBRG), con la excepción de los géneros *Ctenophryne* y *Hamptophryne*. Noventa y seis de las especies son endémicas, de las cuales 14 son incluidas bajo la denominación de “vulnerables” por la Unión Mundial para la Naturaleza, debido principalmente a su restringida distribución geográfica y a la disminución de sus poblaciones. Otras seis especies, pertenecientes al género *Atelopus*, han sido consideradas en peligro crítico en el libro rojo de la fauna venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995, 2008).

Un número importante de ejemplares no son contabilizados en el total de especies de cada colección debido a que se encuentran identificados sólo a nivel genérico, especialmente anfibios anuros de los géneros *Leptodactylus* (Leptodactylidae), *Pristimantis* (Brachycephalidae) y *Rhinella* (Bufonidae). Los *Pristimantis* en su mayoría podrían

Tabla 8.2. Número de órdenes, familias, especies y material tipo de las principales colecciones de museos venezolanos que albergan anfibios.

Colección	Órdenes	Familias	Especies	Material tipo
MHNLS	3	17	191	44 holotipos y 363 paratipos (45 especies)
MBUCV	3	15	110	18 holotipos y 55 paratipos (30 especies)
EBRG	3	16	124	14 holotipos y 124 paratipos (124 especies)
CVULA	3		5 690	¿?
MBLUZ	2	10	250	No contiene material tipo de anfibios
ULABG	3	¿?	4 100	
			(anfibios y reptiles)	
CIEZAH	2	¿?	176	No contiene material tipo de anfibios
MCNG	3	¿?	5 000	¿?

corresponder a nuevas entidades taxonómicas, en tanto que los *Leptodactylus* podrían tratarse en su mayoría de especies conocidas pero difíciles de identificar, ya sea por imprecisión en su diagnóstico, por su plasticidad fenotípica o incluso por su similitud con otras especies cogenéricas. En el caso del género *Rhinella*, los ejemplares no identificados corresponden en gran medida a las antiguamente consideradas subespecies de *Bufo granulatus*, la mayoría de distribución geográfica pobremente definida, algunas actualmente pasadas a sinonimia y otras elevadas a estatus de especies plenas.

Adicionalmente, un número importante de nuevas especies del género *Mannophryne* (familia Aromobatidae), en su mayoría provenientes del sistema montañoso de la cordillera de la Costa, esperan por ser descritas. Durante mucho tiempo fueron consideradas como *M. trinitatis*, especie endémica de la isla de Trinidad (Barrio-Amorós *et al.* 2006a). Lo mismo ocurre, pero en menor grado, con otros dos géneros de la misma familia: *Aromobates* y *Anomaloglossus*, así como las ranas microhílicas del género *Elachistocleis*, las cuales necesitan una revisión.

Las regiones del país mejor muestreadas corresponden a la región de los Andes, cordillera de la Costa, llanos y Guayana venezolana. Sin embargo, la región oriental de la cordillera de la Costa (penínsulas de Araya y Paria y serranía del Turimiquire), sierra de Perijá y las islas necesitan de mayor atención.

Hay que señalar la necesidad de construir una alianza institucional que permita el fortalecimiento de las colecciones de anfibios nacionales y regionales, así como de los grupos de investigación en cada región del país. Por otra parte, se requiere la sistematización de las colecciones en el ámbito nacional a los fines de que se pueda disponer de la data de manera estandarizada tanto para los investigadores como para los tomadores de decisiones. Es necesario recalcar que las bases de datos biológicos no sólo tienen la capacidad de almacenar y organizar un cúmulo de información, sino que además difunden el conocimiento de una manera ágil y segura.

Finalmente, la realización de un sistema integrado de información de las colecciones de vertebrados de Venezuela, entre ellas las de anfibios, ha sido un paso importante. Este sistema se aplicó en principio entre los museos de MHNLS, EBRG y MBUCV, con el objeto de tener un manejo global y uniforme de la información. Actualmente, se quiere implementar el sistema en las demás colecciones nacionales, a fin de lograr la unificación de todas éstas.



E S T A D O D E C O N S E R V A C I Ó N

9

Franklin Rojas-Suárez, J. Celsa Señaris,
César Molina y César Barrio-Amorós

La dramática disminución observada en varias especies de anfibios, a partir de la década de los ochenta, motivó la evaluación más completa de la situación global de todas las especies de esta clase de vertebrados. La Evaluación Mundial de Anfibios, o más conocida por sus siglas en inglés como GAA (Global Amphibian Assessment), logró la participación de unos 500 científicos de más de 60 naciones, liderados por la Unión Mundial para la Naturaleza, NatureServe y Conservación Internacional (Young *et al.* 2004, IUCN *et al.* 2004). Este esfuerzo obtuvo un impactante resultado: “los anfibios del planeta están desapareciendo a tasas mil veces más altas que lo normal” (IUCN *et al.* 2004).

De las 5 743 especies de anfibios conocidas a nivel mundial (incluyendo ranas y sapos, salamandras y cecilias) evaluadas por la GAA, al menos 1 856 –un alarmante 32%– está en peligro de extinción, siendo el grupo de vertebrados con mayor número de especies amenazadas (12% de aves y 23% de mamíferos). Del total de anfibios amenazados, 427 especies están bajo la categoría *En Peligro Crítico* (CR), 761 están *En Peligro* (EN) y 668 son *Vulnerables* (VU). Se considera que sólo 27% de las especies de anfibios se encuentra estable, y menos del 1% está en crecimiento. De la mayoría de las especies no se tiene suficiente información para determinar su situación.

Aún más alarmante es la extinción de al menos 34 especies, y la alta probabilidad de extinción en otras 168 especies que no han sido reportadas en vida silvestre en los últimos años (IUCN *et al.* 2004). En el ámbito de los países destaca Colombia con el mayor número de especies en peligro (208), seguido por México (191), Ecuador (163), Brasil (110) y China (86). Proporcionalmente, las islas son las áreas más afectadas, siendo Haití el país insular más amenazado, con el 92% de sus especies en peligro de extinción, seguido por República Dominicana (86%), Cuba y Jamaica (81%), y Puerto Rico 72%. En general, con leves variantes, estos resultados son compatibles con la última versión de la lista roja de la UICN (IUCN 2004). Según el GAA, en Venezuela casi un cuarto de las 293 especies evaluadas (24%) está amenazado y una de ellas se considera extinta. La especie reportada como desaparecida es *Atelopus vogli*, y se consideran en peligro crítico o posiblemente

extintas (especies desaparecidas pero sin suficiente esfuerzo de búsqueda para poder declararlas como tales) los otros sapitos arlequines *Atelopus carbonerensis*, *A. chrysocorallus*, *A. cruciger*, *A. mucubajiensis*, *A. oxyrhynchus*, *A. pinangoi*, *A. soriano* y la ranita *Mannophryne neblina* (Lötters 1996, Lötters *et al.* 2004, IUCN 2004) (Tabla 9.1).

Tradicionalmente en Venezuela los anfibios no habían recibido atención en cuanto a su situación de conservación. En los noventa, las listas rojas de datos internacionales no incluían especies venezolanas. Sin embargo, algunas publicaciones (Vial y Saylor 1993, La Marca 1995b) ya alertaban sobre las posibles amenazas a ciertas especies. El proceso de evaluación y consulta para la edición original del Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995) permitió identificar varios anfibios que estaban amenazados e incluso probablemente extintos. De las 12 especies incluidas en la primera edición de dicha publicación (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995) una especie fue clasificada *En Peligro Crítico* (9,1%), seis *En Peligro* (54,54%), cuatro en *Menor Riesgo* (36,36%) y una especie de salamandra se consideró *Fuera de Peligro*. Si bien resultó una evaluación incompleta, permitió evidenciar la preocupante situación de las ranas arlequines del género *Atelopus*.

Tabla 9.1. Anfibios venezolanos clasificados por categoría según IUCN *et al.* (2006).

Categorías	Número de especies
Extinto	1
En Peligro Crítico	18
En Peligro	24
Vulnerable	26
Casi Amenazado	7
Datos Insuficientes	75
Total	151

Recientemente, del 2004 al 2006, estos resultados fueron revisados y actualizados por especialistas nacionales para ser incluidos en la tercera edición del Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 2008). En lo concerniente a anfibios se evaluaron todas las especies venezolanas, obteniéndose resultados similares al GAA, con algunas variaciones. La clasificación se basó en las categorías y criterios de las listas rojas de la UICN (IUCN 2004), reconocidos como un sistema de fácil comprensión para la clasificación de los taxa en alto riesgo de extinción, y el cual resulta un sistema objetivo y estándar que puede ser ampliamente aplicado, al permitir comparaciones entre especies y una mejor comprensión de la clasificación (IUCN 2004). Sin embargo, los criterios utilizados requieren gran cantidad de información básica sobre reducciones o fluctuaciones de los tamaños poblacionales, distribuciones geográficas, áreas de ocupación estimadas, historia natural de las especies y amenazas pasadas, actuales y potenciales. Considerando que la mayoría de las especies de nuestro país carecen de tal información, si se sigue estrictamente este sistema, todas deberían ser incluidas en la categoría de *Datos Insuficientes* (DD).

En el caso concreto de los anfibios venezolanos, una buena parte de ellos son conocidos exclusivamente por las series con las que fueron originalmente descritos y, en el mejor de los casos, unos pocos taxa cuentan con información básica sobre su historia natural, aspectos ecológicos y poblacionales. A pesar de ello, y en conocimiento de las disminuciones poblacionales de anfibios en el mundo, resulta imprescindible detectar aquellos taxa

que puedan ser más susceptibles a experimentar disminuciones o extinciones en el futuro cercano. Reconociendo estas limitaciones sobre el estado actual del conocimiento de los anfibios de Venezuela, se dio prioridad a dos criterios básicos: la disminución poblacional y la distribución conocida y potencial. Estos criterios fueron reforzados con otros adicionales como el potencial reproductivo (expresado como el número de huevos), y la existencia pasada, actual o proyectada de alteraciones o amenazas sobre el hábitat de la especie.

Después de analizar las especies de anfibios venezolanos con base en los criterios señalados anteriormente y, después de llevar a cabo consultas de validación con los especialistas, se elaboró el listado de las especies que califican para las categorías *En Peligro Crítico*, *En Peligro*, *Vulnerable*, *Casi Amenazado* y *Datos Insuficientes* (Tabla 9.2). El resto de las especies no incluidas deberá ser considerado en la categoría de *Preocupación Menor*.

Algunas taxa requieren ciertas consideraciones adicionales, especialmente por discrepar de los análisis de GAA y UICN. Por ejemplo, en el caso de las especies consideradas inequívocamente endemismos altotepuyananos (i.e. especies en los géneros *Oreophrynella*, y parte de *Stefania* y *Tepuihyla*) se asignó una distribución potencial que corresponde al área de la cima del tepuy donde habitan, siempre y cuando los registros estén por encima de los 1 700-1 800 metros de altura, y por tanto califican como distribución restringida. Sin embargo, cuando existen registros para las tierras medias (1 600 m snm o menos altitud), se ha considerado que la distribución potencial puede ser mayor que el área de ladera del complejo tepuyano y se toma en cuenta la continuidad de hábitat con otras tierras vecinas de altitud media. Por ello, algunas de estas especies no necesariamente han sido incluidas en alguna de las categorías de amenaza, ya que se considera que su distribución potencial puede ser mucho mayor. Este es el caso de especies como *Centrolene gorzulai*, *Cochranella helenae*, *Hyalinobatrachium iaspidiensis*, *Anomaloglossus ayarza-guenai*, *A. parkerae*, *A. tamacuarensis*, *A. tepuyensis*, *Stefania breweri*, *S. marahuaquensis*, *S. percristata*, *S. riae*, *S. scalae*, *S. tamacuarina*, *Tepuihyla galani*, *T. rodriguezi*, *Eleutherodactylus avius*, *E. cantitans*, *E. cavernibardus*, *E. memorans* y *Otophryne steyermarki*, entre otros endemismos guayanenses.

Igual criterio fue aplicado a los taxa andinos y de la cordillera de la Costa, sólo conocidos por la serie tipo con la cual fueron descritos. Para los Andes de Venezuela se consideraron en esta situación las especies ubicadas en selvas húmedas por debajo de 2 400 m snm como *Allobates humilis*, *Aromobates saltuensis*, *A. orostoma*, *A. serranus*, *Mannophryne yustizi*, *E. lentiginosus*, *E. melanoproctus*, *E. mondolfi*, *E. vanadisae*, *E. pulidoi*, e *Hyloscirtus lascinia*.

Tabla 9.2. Anfibios venezolanos clasificados por categoría según Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 2008).

Categorías	Número de especies
Extinto	1
En Peligro Crítico	9
En Peligro	5
Vulnerable	10
Casi Amenazado	39
Datos Insuficientes	31
Total	95

Finalmente no se consideró oportuno incluir especie alguna de cecilido (orden Gymnophiona) en categorías de amenaza pues, si bien hasta el momento poseen distribuciones puntuales basadas en pocos ejemplares, se estima que los hábitats potenciales tienen una distribución geográfica mayor.

Los resultados obtenidos ratifican que el género *Atelopus* es el grupo más amenazado (Tabla 9.3). Las nueve especies reconocidas en Venezuela (existe una nueva especie

Tabla 9.3. Anfibios amenazados según Libro Rojo de la Fauna Venezolana (en prensa).
EX= Extinta, CR= En peligro crítico, EN= En peligro y VU= Vulnerable

Especie	Categoría
<i>Atelopus vogli</i>	EX
<i>Atelopus carbonerensis</i>	CR
<i>Atelopus chrysocorallus</i>	CR
<i>Atelopus cruciger</i>	CR
<i>Atelopus mucubajensis</i>	CR
<i>Atelopus oxyrhynchus</i>	CR
<i>Atelopus pinangoi</i>	CR
<i>Atelopus soriano</i>	CR
<i>Atelopus tamaense</i>	CR
<i>Mannophryne neblina</i>	CR
<i>Aromobates nocturnus</i>	EN
<i>Hyalinobatrachium guairarepanensis</i>	EN
<i>Hyla amicum</i>	EN
<i>Leptodactylus magistris</i>	EN
<i>Myniobates steyermarki</i>	EN
<i>Bolitoglossa spongai</i>	VU
<i>Colostethus murisipanensis</i>	VU
<i>Mannophryne caquetio</i>	VU
<i>Mannophryne lamarcai</i>	VU
<i>Oreophrynella huberi</i>	VU
<i>Oreophrynella nigra</i>	VU
<i>Oreophrynella quelchii</i>	VU
<i>Oreophrynella vasquezii</i>	VU
<i>Stefania riveroi</i>	VU
<i>Tepuihyla rimarum</i>	VU

del parque nacional Guaramacal, aún no descrita, cuya situación es similar al resto del género) presentan probabilidades muy altas de extinción en el futuro cercano (Rueda *et al.* 2005).

La situación del sapito amarillo de Maracay (*Atelopus vogli*) es la más alarmante; es probable que ya esté extinto ya que no ha sido registrado desde la fecha de su descripción original en 1933. Por otra parte, su hábitat original, en las cascadas superiores del río Güey en Las Peñas, cerca de la hacienda La Trinidad, Maracay, en la cordillera de la Costa de Venezuela, ha sido seriamente alterado (Müller 1934, 1935; Lötters 1996, Lötters *et al.* 2004). Algunos autores dudan de su validez taxonómica y hasta hace poco era considerado como una variación o subespecie del sapito rayado *A. cruciger* (Rueda *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008).

El sapito rayado, *A. cruciger*, es la única especie venezolana de este género que todavía sobrevive en la cordillera de la Costa con tres poblaciones recientemente descubiertas (Rodríguez *et al.* 2008). Hasta los años 80 era uno de los anfibios más abundantes y conspicuos de los bosques montanos y las quebradas de la región (Müller 1934, Rivero 1961). Los últimos ejemplares colectados datan de junio de 1986, fecha a partir de la cual no se había registrado de nuevo (Manzanilla y La Marca 2004), hasta enero del 2003 cuando se observaron y fotografiaron varios ejemplares en una pequeña quebrada en la vertiente norte del parque nacional Henri Pittier. Este descubrimiento estimuló una investigación exhaustiva que en 2004 y 2005 logró identificar relictos poblacionales de la especie (Rueda *et al.* 2005, Rodríguez *et al.* 2008). La disminución de los niveles poblacionales del sapito rayado ha sido entendida como un ejemplo más de la declinación de las poblacio-

nes de anfibios en el mundo. De hecho, se ha detectado la presencia de hongos quitridos (*Batrachochytrium dendrobatidis*) en uno de los últimos ejemplares colectados en mayo de 1986 (Bonaccorso *et al.* 2003), infección que ha sido interpretada como uno de los factores responsables de las disminuciones poblacionales de anfibios a nivel mundial.

Con relación a las especies andinas de *Atelopus*, todas calificarían en la categoría *En Peligro Crítico*. El caso más conocido y publicitado ha sido el del sapito amarillo de La Carbonera, *A. carbonerensis*, especie restringida al bosque nublado y las quebradas de San Eusebio, a 2 330 metros, en la cordillera de Mérida (La Marca y Lötters 1997, Barrios 1998). Originalmente era considerada una especie abundante, de la que se podía capturar hasta un centenar de ejemplares en una hora (La Marca y Reinthaler 1999). A principios de la década de los 70, su estudio propició la captura, marcaje y liberación de 750 individuos (Dole y Durant 1974), de los cuales dos fueron recapturados ocho y diez años más tarde (La Marca 1984). A principios de los años 90 se inició un estudio de monitoreo y sólo fueron observados dos ejemplares en enero y octubre de 1990, además de otro avistamiento posterior en enero de 1995 (La Marca y Lötters 1997). Aparentemente, el último registro se obtuvo en 1998, un ejemplar fotografiado en el páramo El Tambor, cerca de la localidad tipo. En los últimos años se han realizado varias expediciones y búsquedas exhaustivas pero no se ha vuelto a observar (Torres y Barrio 2001, IUCN *et al.* 2004). Su situación es en extremo crítica e incluso podría estar extinto en la actualidad.

La situación del resto de *Atelopus* andinos es similar. *A. oxyrhynchus*, de los bosques húmedos cercanos a la ciudad de Mérida y de La Carbonera, era abundante hasta finales de los setenta, pero no ha sido reportado desde 1994 (La Marca 1992, La Marca y Lötters 1997, Rivero 1972, La Marca 1994). De *A. sorianoi*, endémico de los bosques nublados al sureste de Tovar, estado Mérida, se han registrado dos ejemplares desde 1990 (La Marca y Lötters 1997). Oriundo de La Aguada, un afluente de la quebrada El Molino, cercana a Niquitao (Boconó, estado Trujillo), *A. chrysocorallus* fue conocida para la ciencia en 1987 mediante una colección de 10 ejemplares que permitió su descripción científica; en una exploración en julio de 1990 no se observaron ejemplares (La Marca 1994). Situación similar presenta *A. pinangoi*, descrito en 1980, y sólo conocido del bosque de Piñango, estado Mérida; desde 1988 no ha vuelto a ser observado (La Marca 1992, Lötters 1996, La Marca y Lötters 1997). Aún menos conocido es el caso de *A. tamaense*, especie sólo conocida por la descripción original basada en recolecciones de 1987 en las cercanías del Boquerón del río Oirá, páramo de Tamá en el estado Apure (La Marca y Lötters 1997). En el caso de *A. mucubajiensis*, endémica de la región de Mucubají en el parque nacional Sierra Nevada, a pesar de ser considerada una especie muy abundante en la localidad tipo, sólo se observó un ejemplar después de 300 horas de muestreo en 1990. Durante 1994 se dedicaron 51 horas de muestreo con el hallazgo de seis renacuajos y un macho muerto (Lötters 1996, La Marca y Reinthaler 1991). No se había observado nuevamente hasta octubre del 2004, cuando un lugareño capturó un ejemplar hembra en el valle del río Santo Domingo, muy cerca de la carretera principal que une Barinas y Mérida (Barrio-Amorós 2004b).

La única especie de otro género clasificada como *En Peligro Crítico* es el sapito acollarado de Rancho Grande (*Mannophryne neblina*), conocida del Paso de Portachuelo y en los alrededores de la Estación Biológica de Rancho Grande en el parque nacional Henri Pittier, estado Aragua, entre los 900 y 1000 msnm. Aunque se desconoce con precisión su estatus poblacional, su distribución habría sido muy restringida (menos de 100 km² y área de presencia menor a 10 km²), e incluso podría estar extinta, ya que no ha sido vista desde su descripción original en el año 1956, aun cuando se distribuye en una localidad ampliamente muestreada desde el punto de vista herpetológico (Manzanilla *et al.* 1995, IUCN *et al.* 2004, Rodríguez *et al.* 2006).

Otro anfibio que amerita atención urgente es la rana mapurite (*Aromobates nocturnus*), la cual ha sido clasificada *En Peligro* pero es probable que su situación sea aún más alarmante. Este caso es particularmente importante pues se trata de un género endémico de nuestros Andes. La rana mapurite sólo se conoce de los bosques nublados a 2 250 m snm, en las cercanías de Agua de Obispos (estado Trujillo) y fue reportada como una especie común en el momento de su descripción. A pesar de los repetidos intentos de búsqueda por parte de técnicos de la ULA y la UNELLEZ no ha sido encontrada nuevamente. Algunas de las quebradas en la localidad tipo de esta especie han sido desprovistas de su cobertura boscosa original para dar paso a potreros de vegetación herbácea-arbustiva mixta (Myers *et al.* 1991).

El Cerro Socopó en el estado Falcón podría representar una localidad crítica en cuanto a especies amenazadas. La presencia de tres especies exclusivas –*Mannophryne lamarcai*, *Dendropsophus amicornum* y *Leptodactylus magistris*– refleja un alto grado de endemismo, con una distribución estimada menor a 100 km² y donde el hábitat original de bosques nublados ha sido transformado en área de pastoreo para ganado vacuno. *Dendropsophus amicornum*, descrita en 1998, sólo es conocida por un ejemplar; califica como especie *En Peligro* con posibles extinciones en el futuro cercano. Una situación similar presenta *Leptodactylus magistris*, conocida por los dos ejemplares con base en los cuales se describió la especie en 1997. La tercera especie, *Mannophryne lamarcai*, es considerada *Vulnerable* (Mijares-Urrutia 1998, Barrio y Fuentes 1999a).

La ranita de cristal del Ávila (*Hyalinobatrachium guairarepanensis*), considerada *En Peligro* es una especie endémica restringida al sector central de la cordillera de la Costa, cuyo estatus poblacional se desconoce ya que sólo ha sido encontrado un macho adulto durante varias exploraciones al parque nacional El Ávila, llevadas a cabo en la década de los 90. La mayor parte de los registros de esta hermosa ranita provienen de 1937-38 en localidades actualmente muy alteradas (Señaris 2001).

Los sapitos rugosos del género *Oreophrynella* ameritan atención, dado su carácter endémico de las cimas tepuyanas del sur del Orinoco y su distribución geográfica muy restringida, que las califica como *Vulnerables*. Tal es el caso de *O. huberi* uno de los vertebrados con la menor distribución de todo el planeta, tan sólo 0,6 km²; de *O. vasquezi* de la cima del Ilú-tepui, con una distribución potencial de unos 6 km², y de *O. nigra*, endémica de las cumbres de los tepuyes Kukenán y Yuruaní, con una distribución

potencial máxima de 25 km². *O. quelchii*, de las cumbres del Monte Roraima y del Wei-Assipu-tepui, presenta una distribución potencial máxima que no se extiende más allá de los 40 km² (Señaris *et al.* 2005).

Las mismas consideraciones planteadas para *Oreophrynella* son aplicables a otras especies tepuyanas que son consideradas comunes y con poblaciones estables en sus restringidas distribuciones. Sin embargo, son clasificadas como *Vulnerables* para reflejar consistencia global en la aplicación de las categorías y criterios de las listas rojas, con base en sus distribuciones extremadamente restringidas. Tal es el caso de *Stefania riveroi* del Yuruani-tepui, con una distribución potencial de cinco km², *Tepuihyla rimarum*, endémica de la cima del Ptari-tepui, con una distribución reducida a unos dos km², y *Anomaloglossus murisipanensis*, de la cima del Murisipán-tepui, con distribución potencial limitada a unos cinco km² (Señaris *et al.* 1997, Barrio 2001, Ayarzagüena *et al.* 1992). Situación similar la presenta *Stefania breweri*, categorizada como *Datos Insuficientes*, al ser conocida por un sólo ejemplar de la cima del cerro Autana, aunque todo indica que sólo se encuentra en una superficie de este tepuy de no más de 1,88 km² de extensión (Barrio-Amorós y Fuentes 2003).

Otras especies consideradas *Vulnerables* son el sapito rojo del Yacapana (*Minyobates steyermarki*), afectado por la minería y el tráfico ilegal de especies; el sapito acollarado de Churugüara (*Mannophryne caquetio*), y la salamandra de La Carbonera (*Bolitoglossa spongai*), estas últimas dos especies de distribución restringida y amenazada (Gorzula y Señaris 1999, La Marca 1995, Barrio y Fuentes 1999a, Mijares-Urrutia y Arends 1999).

El estado de conservación de los anfibios venezolanos no implica sólo las especies amenazadas (categorías *En Peligro Crítico*, *En Peligro* y *Vulnerable*), sino al resto de especies incluidas en las categorías de *Casi Amenazadas* y, muy especialmente, aquellas con *Datos Insuficientes*, que indican que la información existente no permite una evaluación completa y que su condición podría ser desde muy crítica o incluso extinta hasta en *Preocupación Menor*. La rana lémur *Hylomantis medinai*, endémica de nuestro país, es un buen ejemplo de lo anterior. Barrio-Amorós (2001) la menciona como una especie en alto riesgo mientras que el GAA sólo dice que los datos son insuficientes, categoría que por los momentos mantiene el *Libro Rojo de la Fauna Venezolana* (2008). Por su parte, *Aromobates leopardalis*, *Rhinella sclerocephala*, *Pristimantis boconoensis* y *Gastroteca williamsoni*, actualmente en la categoría de *Datos Insuficientes* (IUCN *et al.* 2004) deberían ser evaluadas a la brevedad posible.

Es importante resaltar que la mayoría de las especies consideradas en alguna categoría de riesgo habita en áreas protegidas (parques nacionales, monumentos naturales), lo que debería representar una garantía para su conservación y, en principio, la ausencia o atenuación de las amenazas debidas a factores antrópicos directos. Sin embargo, amenazas globales como el cambio climático y las epidemias pueden afectar seriamente estas poblaciones.

Por todo lo anterior, es imprescindible ampliar nuestro conocimiento a la brevedad posible para entender y enfrentar la situación de amenaza de los anfibios de nuestro país, especialmente aquellos que son exclusividades venezolanas.



C O N S E R V A C I Ó N E X S I T U



Franklin Rojas-Suárez, César Molina,
Salvador Boher, Pilar y Alexander Blanco

Numerosas poblaciones de anfibios alrededor del mundo están disminuyendo y algunas están al borde de la extinción; en algunos casos extremos se debe mantener los últimos individuos en cautividad a fin de salvarlos de esta crisis de extinción, aunque esta opción es vista por los investigadores y manejadores como la última acción de conservación a tomar. La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) propone la cría en cautiverio como una medida de conservación proactiva cuando aún es posible. En particular, el Plan de Acción de Conservación de Anfibios de la UICN (ACAP por sus siglas en inglés) concluye que algunas especies requerirán esfuerzos de cría y manejo en cautiverio (ACAP 2005) pese a los enormes gastos y riesgos que ello implica y, muy especialmente, que ningún esfuerzo —por meritorio que sea— será decisivo si no se traduce en la sobrevivencia de poblaciones silvestres de estas especies capaces de desarrollarse y evolucionar (WAZA 2005).

| 83

Para atender los componentes *ex situ* del ACAP la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA), el Grupo de Especialistas en Conservación y Cría (CBSG) y el Grupo de Especialista de Anfibios (ASG) de la UICN crearon en 2006 una iniciativa global llamada Arca Amphibia (AARK). La misión del AARK es el manejo *ex situ* de especies de anfibios amenazados a los fines de asegurar su supervivencia a largo plazo en la naturaleza (WAZA *et al.* 2007). Por su parte, la Estrategia Mundial de los Zoológicos y Acuarios para la Conservación (WAZA 2005) resalta la importancia de la conservación en cautiverio como un reservorio genético de especies amenazadas y la posibilidad de promover una conciencia conservacionista a través de programas de educación ambiental.

Aunque relativamente poco conocida, la historia de los anfibios y su manejo en cautiverio es bastante extensa. Aparte de las colecciones privadas, de instituciones de investigación científica, y de cría para la producción de proteínas, los zoológicos a través de los llamados ‘terrarium’ o ‘vivarium’ mantienen con frecuencia ejemplares de algunas especies llamativas de anfibios.

Zippel (2006) hace un recuento de las colecciones zoológicas con programas especí-

ficos para los anfibios y recoge un total de 37 casos que ilustran cómo los parques zoológicos contribuyen a la ciencia y conservación de los anfibios. Sin embargo, es en el zoológico de Detroit donde en el año 2000 se abre el Centro Nacional de Conservación de Anfibios, considerado el primero en su tipo, diseñado y construido específicamente para anfibios (Snider y Zippel 2000).

En el ámbito de Centro y Suramérica vale la pena destacar dos casos de especies del amenazado género *Atelopus*, por su potencial uso como proyectos pilotos para la conservación de las especies del mismo género presentes en Venezuela. El primero de ellos es el programa de conservación de la rana dorada panameña (*Atelopus zeteki*), iniciado en 1999 como un esfuerzo conjunto entre instituciones panameñas y estadounidenses (incluyendo los zoológicos de Baltimore y Detroit). Si bien este programa abarca varios componentes *in situ*, la cría en cautiverio es una parte de éste y ha resultado muy exitosa, aunque no existe un plan de reintroducción a corto plazo (Zippel 2002).

Más recientemente, en el 2003, se inició un programa de conservación del sapito arlequín de Costa Rica (*Atelopus varius*) con el apoyo de la Universidad de Costa Rica, el Gobierno de Costa Rica, dueños de tierras, el Jardín Botánico de Atlanta y el zoológico de Detroit. Luego de ocho años sin registros y de considerar esta especie posiblemente extinta, se ha logrado localizar al menos 72 poblaciones y se ha ampliado su distribución a la vecina Panamá. Adicionalmente, se ha establecido una población cautiva de la especie como salvaguarda (varios individuos silvestres han dado positivo a la quitriomicosis) y para potenciales reintroducciones (Bolaños *et al.* 2005).

Por otra parte, la Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia, y Conservación Internacional-Colombia adelantan desde el 2005 un programa de cría en cautiverio de una especie recién descrita, *Atelopus mittermyeri*, que se conoce de una sola población infectada por el hongo quitrido.

En relación con programas específicos de conservación *ex situ* de anfibios en Venezuela, el año pasado la Oficina Nacional de Diversidad Biológica del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (ONDB-MINAMB) firmó un convenio con el Instituto Nacional de Parques, con el apoyo de Conservación Internacional Venezuela, para establecer un centro de conservación *ex situ* para el sapito rayado (*Atelopus cruciger*) en el Zoológico de Caricuao (Caracas). El centro también estaría disponible para mantener y criar otras especies del género si se llegara a reencontrar poblaciones (en Venezuela se reportan al menos otras nueve especies de *Atelopus* las cuales están consideradas *En Peligro* de extinción o *Posiblemente Extintas*). Este centro sería el primero de su índole en Venezuela y estaría basado en las experiencias obtenidas en Colombia y Atlanta.

Condiciones para la conservación *ex situ*

Mantener y criar anfibios en cautiverio para, eventualmente, aportar a su conservación no es una tarea sencilla. La mayoría de los sitios tradicionales de cautiverio son los zoológicos y acuarios, los cuales pueden arrastrar fuertes prejuicios en su contra debido a las

deficientes instalaciones, la falta de protocolos de manejo adecuados, planes de colección mal concebidos, entre otros aspectos. Sin embargo, desde las primeras colecciones de fauna de los siglos xv al xvii, pasando por la historia de los zoológicos modernos —desde hace unos 200 años con los primeros *menageries* abiertos al público a los parques zoológicos de siglo xx- hasta llegar a los centros de conservación *ex situ* propuestos en la actualidad, la tendencia ha sido superar viejos conceptos y aumentar el valor para la conservación de los zoológicos (Rabb 1994).

Los centros de conservación *ex situ* deben servir como áreas de integración de las comunidades científica y conservacionista que participan en la promoción de una mayor conciencia ambientalista y la comprensión pública de la ciencia y, como tales, deben ser reconocidas como instituciones serias y respetadas que generan contribuciones significativas en favor de la diversidad biológica, local, regional y mundial.

Para iniciar un programa de conservación *ex situ* el primer paso, aunque parezca obvio, es determinar si una especie califica para un programa de esa índole. Algunos criterios propuestos por los especialistas incluyen (Sarmiento-Parra 2007):

- especies amenazadas
- especies endémicas
- especies “modelo”
- especies afectadas por quitridiomycosis cutánea
- especies afectadas por cambios ambientales u otras amenazas: cambio climático, poblaciones aisladas, destrucción del hábitat, entre otros factores.

Por otra parte, los programas de conservación *ex situ* deben contar con detallados protocolos de mantenimiento elaborados bajo la consideración de aspectos tales como la historia natural, taxonomía, espacio, instalaciones, alojamientos, registro e identificación, nutrición y alimentación, comportamiento, fisiología animal, cuidados de salud animal, enfermedades y patologías, manipulación en cautiverio, manejo genético y demográfico, y educación conservacionista.

En el tema de los recursos humanos es de especial importancia contar con el aporte de médicos veterinarios y otros profesionales especializados en los trabajos de laboratorio y en las tareas de reintroducción, que involucran el tratamiento y evaluación de enfermedades, además de un eficiente control de parásitos y patógenos en los especímenes criados en cautiverio. Todo esto contribuye a garantizar la salud y mitigar el estrés o las factibles lesiones durante el traslado para las liberaciones. En este aspecto, es importante la captación y entrenamiento de auxiliares y parabiólogos (técnicos superiores) que estén o puedan ser capacitados para el trabajo en el laboratorio y en el campo. La formación del recurso humano se facilitaría en la medida en que se creen y promueven cursos nacionales, a la vez que se logra la vinculación con otros países con mayor desarrollo y éxitos en esta materia, para intercambio de asistencia técnica.

Se debe contar con una base de datos que incluya toda la información posible sobre los individuos mantenidos en cautiverio y las manipulaciones de las cuales son objeto. Por otra parte, un buen banco de información permitirá a los investigadores y manejadores de animales acceder a los conocimientos existentes sobre el tema dentro y fuera del país.

Desde el inicio del programa de cría y manejo en cautiverio se deben considerar los eventuales proyectos de reintroducción o repoblamiento. En este sentido, la Estrategia Mundial para la Conservación en Zoológicos y Acuarios (WAZA 2005), así como numerosos especialistas, advierten sobre la importancia de tomar en consideración cuáles animales califican para ser reintroducidos siguiendo estrictos protocolos de seguridad animal (salud, riesgo de enfermedades, comportamiento), además de otros aspectos ecológicos, sociales, económicos y políticos que deben ser tomados en cuenta para que una reintroducción tenga éxito. Si no se consideran estos aspectos socioeconómicos y se integran en el manejo adaptativo del proyecto, el resultado en el largo plazo puede ser la frustración y el fracaso.

Una de las condicionantes más determinantes será si las amenazas a la especie están suficientemente controladas, o si se mantienen activas. Igualmente, toda tarea de reintroducción deberá contar con un programa de monitoreo post-liberación que permita verificar el desarrollo del programa y que además brinde información científica sólida que será útil en futuras acciones de liberación (Seigel y Dodd 2002).

Por último y no menos importante, para garantizar el éxito de un programa de conservación *ex situ* de anfibios, es básico unir esfuerzos y contar con la participación y asesoría de profesionales y técnicos de diversas disciplinas y especialidades (biología y ecología, salud, manejo en cautiverio, reintroducción, educación ambiental) de instituciones nacionales, regionales e internacionales, de carácter gubernamental, académicas y de investigación, así como de organizaciones no gubernamentales.

La decisión de iniciar un programa de conservación en cautiverio debe ser evaluada con mucho cuidado, profesionalismo y seriedad, garantizándose que se cuente con los recursos económicos y humanos necesarios, buscando mantener en cautiverio tamaños poblacionales viables, de tal manera que se evite una extracción frecuente de especímenes silvestres, y tomando todas las precauciones para minimizar riesgos de salud e hibridación. En cualquier caso, se advierte que la cría en cautiverio no debe convertirse nunca en una excusa para no priorizar la preservación del hábitat y la conservación de las especies en su medio natural.



M A R C O L E G A L



César Molina

Venezuela cuenta, tanto en el ámbito regional como en el nacional, de un conjunto de instrumentos o normas, vinculantes o no, que sustentan y apuntalan a todas aquellas actividades relacionadas directa o indirectamente con la conservación de los anfibios en el país. Por otra parte, contamos con suficiente institucionalidad para asegurar la puesta en marcha de cualquier estrategia de conservación dirigida a este grupo taxonómico, ya sea que estas partan de instituciones gubernamentales o no gubernamentales, o de una alianza entre ellas.

En el ámbito regional, nuestro primer marco de referencia es la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523 de la Comunidad Andina de Naciones del 7 de julio de 2002-<http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D523.htm>), que incluye entre sus objetivos específicos la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas, las especies y los recursos genéticos *in situ*, con acciones complementarias *ex situ*.

En el ámbito nacional, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999 establece la obligatoriedad de proteger el ambiente y la diversidad biológica con todos sus componentes, especificándose en el artículo 127 lo siguiente: “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la Ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia”. Este mandato se ve reflejado en detalle en nuestra Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (G.O.R.B.V. N° 39.970 del 01 de diciembre de 2008), la cual establece los principios rectores para la gestión de la diversidad biológica en nuestro país. En su contenido expresa la necesidad de la conservación y regulación del manejo, *in situ* y *ex situ* de la biodiversidad, mediante el establecimiento de políticas de conservación y aprovechamiento sustentable.

Esta ley considera la conservación *in situ* de las especies animales, plantas o poblaciones raras, endémicas o particularmente vulnerables o que se encuentren amenazadas o en peligro de extinción, así como aquellas que posean algún valor científico, cultural o económico. Paralelamente, señala que el Estado auspiciará la conservación *ex situ* de la diversidad biológica y sus componentes, como complemento indispensable para la conservación *in situ*.

Como una forma de orientar la forma de operativizar los lineamientos señalados por los anteriores instrumentos regionales y nacionales, el país cuenta con una Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción (MARN 2001), donde se enfocan las políticas para la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica en el país. En el marco estratégico de este documento, entre los objetivos generales destaca la necesidad de incrementar el conocimiento sobre la diversidad biológica nacional, así como el establecimiento de las acciones necesarias para asegurar su conservación, no sólo por vía de la acción del Estado sino permitiendo la participación de la sociedad en la gestión de la conservación.

Recientemente se sancionó la Ley Orgánica del Ambiente (G.O.R.B.V N° 5.833 Extraordinario del 22 de diciembre de 2006) en la cual se establecen las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable, como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad. En particular, se establecen las disposiciones que regirán el manejo, la conservación de los ecosistemas y sus funciones, de los recursos naturales y de la diversidad biológica que garanticen su permanencia en el tiempo, lo cual enmarca esta estrategia en una normativa legal de orden mayor que la Ley de Gestión de la Diversidad Biológica, la cual da más detalle al respecto.

Finalmente el Estado venezolano cuenta con el reglamento interno del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (Resolución 129, del 28 de septiembre 2004; G.O.R.B.V. No. 38.033 del 29 de septiembre de 2004), que señala explícitamente al Viceministerio de Conservación Ambiental como la instancia interna de este ministerio encargada de diseñar la planificación estratégica en el sector de conservación ambiental, mediante la promoción y desarrollo de planes, programas y proyectos de investigación, conservación, educación, divulgación y capacitación ambiental.

Por su parte, la Oficina Nacional de Diversidad Biológica, adscrita al Viceministerio de Conservación Ambiental, debe dar cumplimiento a lo establecido y acordado en la Estrategia Regional de Biodiversidad (Comunidad Andina de Naciones), en la Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción, así como en la Ley de Gestión de la Diversidad Biológica. Debe participar, además, en la formulación de políticas y estrategias en materia de conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización.

Todo este panorama legal nos da como sociedad la posibilidad de implementar un conjunto de acciones estratégicas para la conservación de los anfibios de nuestro país, de una manera conjunta entre el Estado venezolano y algunos socios estratégicos con compe-

tencia en la materia y, lo que es más importante, establece claramente el marco legal e institucional responsable del cumplimiento de un conjunto de lineamientos de conservación hacia este grupo y en general hacia la diversidad biológica en su sentido amplio, ya sea en el corto, mediano y largo plazo.



V A C Í O S D E I N F O R M A C I Ó N



J. Celsa Señaris, Margarita Lampo y César Molina

La Marca (1997, 2003) presenta dos breves recuentos históricos sobre los estudios taxonómicos y los inventarios de la riqueza de anfibios en Venezuela en los cuales se refleja, en gran medida, el grado de conocimiento que tenemos sobre este grupo de vertebrados y, a la par, gran parte de los vacíos de información. Hasta finales del siglo XIX los registros sobre la diversidad anfibia del país estuvieron restringidos a unas pocas ranas recolectadas en la cordillera de la Costa y depositadas en museos alemanes; los listados de Ernst (1877, 1891) constituyeron el punto de partida. Durante las dos primeras décadas del siglo XX, el herpetólogo belga George Boulenger dominó la escena, al describir varios anfibios de la Guayana venezolana y de la región andina. Posteriormente surgió un creciente interés por la herpetología neotropical que se tradujo en esfuerzos modestos de investigadores norteamericanos, amén de la contribución del brasileño Adolpho Lutz, quien produjo una lista de 51 anfibios para Venezuela (Lutz 1927). Siguió algunas descripciones de nuevas especies y discretos estudios sobre la biología de pocas taxa de la cordillera de la Costa, hasta que Ginés (1959) presentó un primer tratado sinóptico de los anfibios de Venezuela que incluyó nueve cecilidos, tres salamandras y 79 anuros.

Después de este primer período, el conocimiento de los anfibios de Venezuela tuvo un repunte considerable cuando el Dr. Juan Rivero, “enamorado de esta tierra” según sus propias palabras, recorrió todo el país. En 1961 publicó una monografía donde detalló 98 anuros para Venezuela, a la cual siguieron numerosas publicaciones sucesivas sobre taxonomía y biogeografía. En los trabajos de Rivero, no sólo se describieron más de 40 especies aceptadas actualmente como válidas, sino que se evidenció el carácter megadiverso de Venezuela y se delinearon algunos de los grandes retos para la herpetología en el país, que motivarían las exploraciones subsiguientes. A partir de la década de los ochenta aumenta significativamente el número de las contribuciones al conocimiento de la riqueza de los anfibios venezolanos; la tasa de descripción de especies es la más alta de la historia (La Marca 2003). Grupos de investigadores venezolanos, principalmente de la Universidad de Los Andes, de la Fundación La Salle de

Ciencias Naturales y de museos norteamericanos inician paralelamente prospecciones en dos áreas reconocidas por su alta diversidad y endemismo –Los Andes y la región Guayana–, que conllevan a la cuasi duplicación del número de especies de sapos y ranas descritas para el país. La Marca (1992) publicó una lista de 202 anuros, cifra que elevó a 263 cinco años después (La Marca 1997) y luego a 273 (La Marca 2003). Para finales del 2006 se conocían 298 especies de anuros, que sumados a los cecilidos y las salamandras totalizan 311 especies de anfibios conocidos. La Figura 12.1 ilustra este crecimiento en el conocimiento de la riqueza de los anfibios de Venezuela, particularmente acelerado en las dos últimas décadas, pero incompleto si se toma en cuenta la progresión en ascenso de las descripciones y/o nuevos registros para el país. Con base en la información anterior, así como en los avances y resultados de los novedosos análisis de genética molecular, se han estimado unos 450 anfibios para Venezuela, cifra que de ser cierta significaría que aún nos falta por caracterizar casi un tercio de nuestra riqueza anfibia.

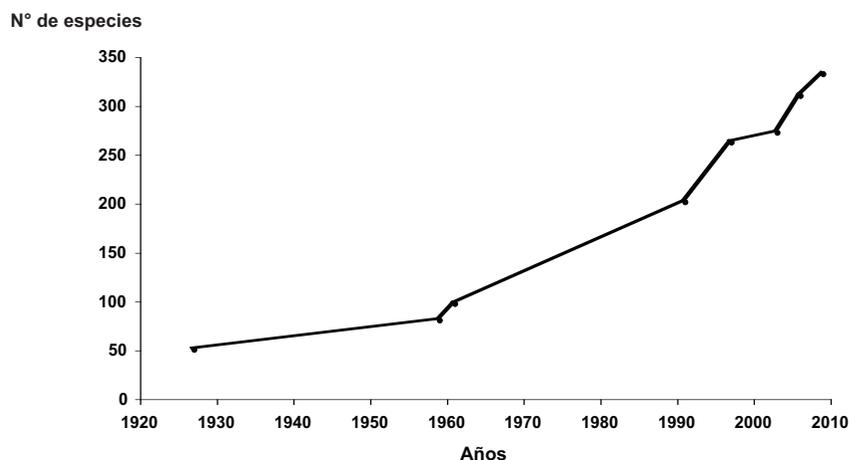


Figura 12.1. Número acumulado de especies de anfibios de Venezuela desde 1927 hasta 2006.

El aumento en el número de nuevos registros de especies a la fauna de anfibios del país ocurrido en los últimos años pudiera atribuirse a una mayor cobertura e intensidad de las áreas exploradas como resultado del incremento en el número de investigadores nacionales con interés en la herpetología. A pesar de la mayor cobertura geográfica de las exploraciones, una revisión preliminar de los registros de museos y de la bibliografía nos muestra que las áreas prospectadas están asociadas a carreteras, vías de penetración y ríos navegables. Este sesgo ya ha sido notado en otros grupos biológicos como, por ejemplo, la flora y la vegetación (Huber 1995). En el caso de las exploraciones a las tierras medias y altas de la Guayana venezolana, el uso de helicópteros ha jugado un papel preponderante, por cuanto el acceso a estas áreas remotas es sumamente difícil, sino imposible; en estos casos los recursos económicos parecen ser el factor limitante.

Aun cuando ninguna región del país se considera muy bien explorada herpetológicamente, es posible ordenarlas partiendo del grado de conocimiento que se tiene de su fauna de anfibios, basados en la curva acumulativa de sus registros y su riqueza. La diversidad de anfibios de los llanos, de la cuenca del lago de Maracaibo (tierras bajas) y de la cordillera de la Costa central parece estar relativamente bien conocida, al igual que la del delta del Orinoco tras exploraciones intensivas en los últimos 10 años. Los Andes parecen estar medianamente conocidos, sin embargo, existen grandes áreas no exploradas que, en conjunto con su reconocida alta diversidad y endemismo, podrían elevar sustancialmente su riqueza. El ramal oriental de la cordillera de la Costa (sistemas montañosos de la península de Paria) no había sido considerado como un área de especial relevancia para los anfibios. Sin embargo, exploraciones recientes han mostrado un alto nivel de endemismo y una composición de especies peculiar que denotan un conocimiento subvaluado en su diversidad.

La inmensa región Guayana tiene áreas relativamente bien prospectadas (Señaris y Ávila-Pires 2003), aun cuando se estima que se carece de información herpetológica en más de 60% de su territorio. Así, por ejemplo, de los 60 tepuyes de esta región, sólo 14 han tenido al menos una visita de un herpetólogo (McDiarmid y Donnelly 2005). Finalmente, la sierra de Perijá merece especial atención, por cuanto se considera el área con el menor grado de conocimiento; aspectos logísticos, económicos y, principalmente, de orden social han limitado su prospección.

A pesar de los grandes vacíos de información que todavía existen en relación con la riqueza y distribución de anfibios de Venezuela, son estos los temas en los cuales contamos con la mayor cantidad de información. Desconocemos casi totalmente la biología, ecología y la sistemática de la mayoría de los grupos de anfibios del país. Aun cuando algunas de las descripciones taxonómicas originales incluyen información sobre algunos aspectos biológicos y ecológicos particulares –hábitat o microhábitat de recolección, actividad observada, algún aspecto reproductivo, demografía, entre otros- existen muy pocos trabajos publicados que aborden estos aspectos de manera sistemática para alguna especie o comunidad de anfibios en particular.

El sapo común, *Chaunus marinus*, es una de las dos especies en Venezuela que cuenta con material publicado sobre diversos aspectos de su bioecología (Evans y Lampo 1996; Lampo y Bayliss 1996; Lampo y Medialdea 1996; Evans *et al.* 1996; Zupanovic *et al.* 1998a; Zupanovic *et al.* 1998b; Lampo 2002), como resultado de un proyecto de colaboración entre investigadores australianos y venezolanos cuyo objetivo giraba en torno al control de esta especie en Australia (Lampo 2002). La otra es *Mannophryne herminae*, sobre la cual se han reportado datos poblacionales, reproductivos y sobre el uso del microhábitat de sus renacuajos y postmetamórficos (Molina 2003).

En el marco de lo anterior, resulta obvio que no existe una línea base de información que nos permita detectar cambios en la ecología de las especies, y en consecuencia poder detectar riesgos a la supervivencia a mediano y largo plazo de casi ninguno de los anfibios del país. Por ejemplo, no tenemos conocimiento de series de tiempo que

documenten los cambios demográficos que han ocurrido en ninguna de las poblaciones ni las contracciones en la distribución, salvo en aquellos casos donde los cambios han sido muy evidentes e incluso catastróficos. Por tanto, en las evaluaciones globales de los anfibios del planeta la asignación a categorías de riesgo de las especies del país se ha llevado a cabo fundamentalmente con base en criterios cualitativos. Sólo recientemente se ha comenzado a recabar información de base sobre la demografía y epidemiología de una especie en peligro crítico de extinción (*Atelopus cruciger*), además de aspectos de su biología y comportamiento en campo, para el diseño e implementación de estrategias para su conservación (Rodríguez-Contreras *et al.* 2008). Tampoco tenemos criterios técnicos adecuados para delimitar las poblaciones, unidades de hábitat o tamaño de áreas que deben ser protegidas, en caso de requerir la aplicación de estrategias de manejo para asegurar la supervivencia de especies en riesgo; desconocemos la dieta, los lugares o períodos de reproducción, o la capacidad de movimiento de la mayoría de las especies.

Uno de los vacíos de información más grandes que tenemos en torno a los anfibios está en el conocimiento de su acervo genético. A pesar de su importancia en la definición de las unidades taxonómicas o entidades genéticas que deben ser protegidas para preservar la diversidad biológica de este grupo de vertebrados, la incorporación de esta información en el estudio de la herpetología en Venezuela ha comenzado muy tardíamente, por las causas esgrimidas en el capítulo 5. En consecuencia, la identidad específica de muchos grupos taxonómicos (*i.e.* *Pristimantis*, *Aromobates* y *Mannophyne*) todavía no es clara y las relaciones filogenéticas entre muchos de los taxa es confusa (*i.e.* *Tepuihyla*, *Stefania* y *Oreoprynella*). Por ejemplo, una revisión reciente de las relaciones filogenéticas de ranas arborícolas (Faivovich *et al.* 2005) y la publicación del árbol de la vida de los anfibios del mundo (Frost *et al.* 2006) donde se incluyeron algunas especies venezolanas, significaron un cambio gigantesco en la taxonomía y sistemática de los anfibios del mundo.

Desconocemos la diversidad o la estructura genética de casi todas las especies del país. Sin esa información es difícil diseñar estrategias de conservación que no sólo garanticen la supervivencia a largo plazo de las especies, sino que también preserven la diversidad genética que les confiere la capacidad de evolucionar ante presiones selectivas. Por tanto, es esencial incorporar herramientas moleculares y la estructura genética de los anfibios en el estudio de la diversidad y, en particular, en aquellas especies en riesgo que requieren de manejo inmediato.

Por último, el diseño e implementación de estrategias para la preservación a largo plazo de la biodiversidad de los anfibios requiere de la coordinación entre los entes gubernamentales con competencia en materia de manejo de fauna, los centros de investigación, los museos y todas aquellas organizaciones en donde se genera el conocimiento. Para un manejo eficiente de esta información es esencial contar con una plataforma estándar de almacenamiento e integración de datos. Actualmente, sólo el Museo de Historia Natural La Salle, el Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande y el Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela mantienen sus datos sobre listados y distribución de anfibios en una plataforma digital georeferen-

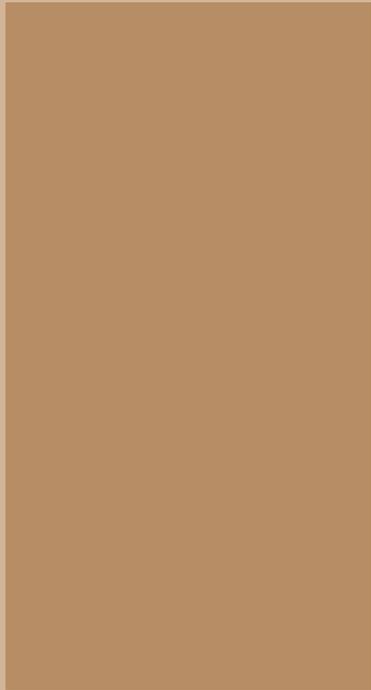
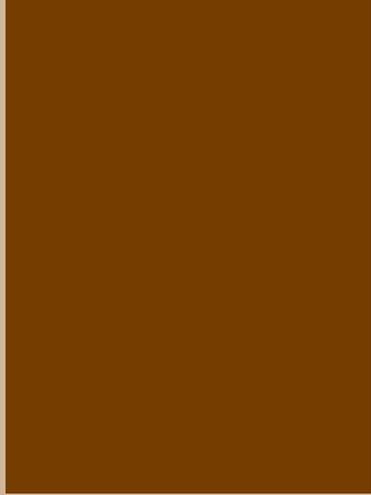
ciada (<http://www.simcoz.org.ve>). Por otro lado, los tejidos criopreservados también constituyen una fuente de información biológica valiosa que muchos países mantienen en sus museos o colecciones. En estos tejidos se puede preservar información biológica y genética que ya no está disponible en poblaciones silvestres, pero que pudiera ser crítica para resolver problemas de conservación, sistemática, biogeografía y de índole forense.

Anfibios de VENEZUELA

RECOMENDACIONES PARA LA
CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS
DE VENEZUELA

FOTO CÉSAR MOLINA







RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS DE VENEZUELA

Con base en el estado del conocimiento sobre los anfibios de Venezuela, resumido en los capítulos anteriores, a continuación se presenta una serie de recomendaciones y acciones prioritarias que pudieran servir como lineamientos para el diseño de estrategias para la conservación de los anfibios de Venezuela.

1. Incrementar el conocimiento de la diversidad de anfibios

| 99

Para incrementar el conocimiento sobre la diversidad de los anfibios del país, deben llevarse a cabo programas de investigación en el ámbito ecosistémico, poblacional, específico y de recursos genéticos en las distintas biorregiones. La valoración ecosistémica de los anfibios, de las funciones ecológicas que aportan y los recursos genéticos y sus derivados, son fundamentales para promover mecanismos eficientes para su conservación como grupo taxonómico.

Recomendación

1.1. Conocer las tendencias poblacionales y los cambios en los patrones de distribución geográfica de las especies de anfibios en Venezuela.

Acciones

- 1.1.1. Diseñar o adaptar protocolos estandarizados de seguimiento a largo plazo de especies y poblaciones.
- 1.1.2. Evaluar la efectividad de los protocolos estándar de seguimiento de especies y poblaciones, mediante ensayos piloto.
- 1.1.3. Implementar los protocolos estándar de seguimiento de especies y poblaciones en las distintas bioregiones del país, especialmente sobre aquellas amenazadas y endémicas.

Recomendación

1.2. Incrementar los estudios taxonómicos, sistemáticos, biológicos y ecológicos de los anfibios en Venezuela.

Acciones

- 1.2.1. Determinar los vacíos de información y/o prioridades de conservación de las especies de anfibios y de las bioregiones.
- 1.2.2. Definir e implementar programas de inventario en las diferentes bioregiones del país.
- 1.2.3. Definir y desarrollar programas de investigación sobre morfología, taxonomía y sistemática de las especies de anfibios.
- 1.2.4. Definir y desarrollar programas de investigación sobre la estructura genética de las poblaciones de anfibios amenazados y/o endémicos.
- 1.2.5. Definir y desarrollar programas de investigación sobre la biología y ecología de los anfibios amenazados y/o endémicos.
- 1.2.6. Desarrollar programas de investigación tendientes a determinar el papel de los anfibios en los ecosistemas, así como su utilización y valoración por comunidades humanas.
- 1.2.7. Elaborar y promover bases de datos sobre taxonomía, diversidad, amenazas, distribución, biología y ecología de las especies de anfibios.

Intensificación de inventarios y estudios de la bioecología de los anfibios venezolanos	
<p>PROPUESTA DE ACCIÓN PRIORITARIA</p>	<p>La generación constante de conocimiento sobre la diversidad de los anfibios de nuestro país, tanto a nivel de comunidades, poblaciones, especies y riqueza genética, así como su valoración ecosistémica, es fundamental para desarrollar exitosamente actividades para su conservación tanto <i>in situ</i> como <i>ex situ</i>.</p> <p>Se propone:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Promover e incentivar activamente la realización de tesis a diferentes niveles académicos que versen sobre la riqueza, biología y ecología de los anfibios venezolanos.2) Creación de un fondo y/o becas particular y específico para el financiamiento de trabajos académicos, científicos y de investigación sobre este grupo de vertebrados y sus amenazas.

Recomendación

1.3. Conocer el estado de conservación de las especies de anfibios de Venezuela.

Acciones

- 1.3.1. Definir o adoptar categorías existentes de clasificación de especies de anfibios bajo diferentes grados de amenazas.
- 1.3.2. Evaluar a cada especie de anfibio mediante la aplicación de los criterios de clasificación.
- 1.3.3. Editar un libro rojo de las especies de anfibios amenazados de Venezuela.
- 1.3.4. Identificar prioridades para la conservación de los anfibios, por especies y bioregiones.

Recomendación

1.4. Reconocer las funciones ecológicas y culturales que cumplen los anfibios en las diferentes bioregiones y ecosistemas de Venezuela.

Acciones

- 1.4.1. Desarrollar programas para el reconocimiento de los recursos biológicos y genéticos asociados a los anfibios.
- 1.4.2. Desarrollar programas para el reconocimiento de la función de los anfibios en los ecosistemas.
- 1.4.3. Desarrollar sistemas de cuantificación de activos y pasivos ambientales en los que estén involucrados los anfibios como un componente de los ecosistemas.

| 101

Recomendación

1.5. Conocer los riesgos más importantes que encaran las poblaciones de anfibios amenazados en Venezuela.

Acciones

- 1.5.1. Identificar las enfermedades más frecuentes y de mayor impacto para las especies, poblaciones y comunidades de anfibios.
- 1.5.2. Identificar los factores que actualmente conducen a la degradación y disminución del hábitat y microhábitat de los anfibios.

- 1.5.3. Identificar las variables y los cambios del macro y micro clima que pueden incidir en la biología y ecología de las especies de anfibios y sus patógenos.
- 1.5.4. Identificar a los biocidas utilizados en el país que pueden impactar de manera negativa a las especies de anfibios y restringir su uso.
- 1.5.5. Identificar las especies exóticas y/o introducidas de mayor impacto para las especies, poblaciones y comunidades de anfibios.
- 1.5.6. Identificar los patrones de cambio en el uso de la tierra asociados a los diferentes proyectos de desarrollo que afectan a las poblaciones y patrones de distribución espacial de las especies de anfibios en cada una de las bioregiones.

Consolidación de un laboratorio para el estudio de enfermedades en anfibios vinculadas al cambio climático	
PROPUESTA DE ACCIÓN PRIORITARIA	<p>La quitridiomycosis cutánea es la amenaza más importante que enfrentan la mayor parte de las especies de anfibios venezolanos en peligro de extinción. Su reciente aparición está vinculada a cambios climáticos ocurridos durante los últimos 25 años. Venezuela cuenta con un laboratorio incipiente para el despistaje de infecciones con patógenos, diagnóstico y seguimiento epidemiológico de enfermedades de los anfibios vinculadas al cambio climático que requiere su consolidación para abordar esta problemática.</p> <p>Se propone:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Inversión para contratación de personal técnico capacitado fijo, actualización de equipos y dotación de reactivos para la consolidación del laboratorio que actualmente existe en Venezuela. 2) Mantenimiento del laboratorio a través de financiamiento estable que permita seguir los cambios epidemiológicos en áreas sensibles, implementar protocolos de control de enfermedades en especies en cautiverio, y, con la colaboración de instituciones encargadas del registro y seguimiento de los cambios climáticos, predecir epidemias a corto plazo.

Recomendación

- 1.6. *Implementar programas de seguimiento de los riesgos más importantes para los anfibios en las bioregiones de Venezuela.*

Acciones

- 1.6.1. Desarrollar programas de seguimiento de la incidencia de enfermedades y localización de los focos epidémicos más importantes asociados a los anfibios.

- 1.6.2. Desarrollar programas de seguimiento sobre los factores que degradan, fragmentan y disminuyen el hábitat y microhábitat de los anfibios.
- 1.6.3. Desarrollar programas de seguimiento para la determinación de cambios en el micro y el macro hábitat de los anfibios.
- 1.6.4. Desarrollar programas de seguimiento y predicción de cambios climáticos a diferentes escalas espaciales y temporales.
- 1.6.5. Evaluar los posibles escenarios climáticos y sus consecuencias en los patrones de distribución de las especies de anfibios y en la incidencia de las enfermedades que afectan a este grupo de vertebrados.
- 1.6.6. Determinar los impactos que las especies exóticas ocasionan sobre las especies de anfibios nativos.
- 1.6.7. Desarrollar programas de seguimiento y control de especies exóticas, con énfasis en la rana toro.
- 1.6.8. Implementar protocolos estándar de bioseguridad para el estudio, transporte y manejo de anfibios.
- 1.6.9. Caracterizar el grado de vulnerabilidad e identificar las amenazas para las especies de anfibios en cada bioregión.

2. Promover la conservación *in situ*

| 103

La conservación *in situ* tiene como propósito preservar la máxima variabilidad genética, capacidad evolutiva y de adaptación de los anfibios, especialmente aquellas especies raras, endémicas y amenazadas. Su carácter integral permite la conservación de ecosistemas y hábitat únicos o frágiles, de alta riqueza de especies o que albergan una fauna de anfibios de carácter singular.

La República Bolivariana de Venezuela posee un extenso sistema nacional de áreas protegidas, Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), las cuales son espacios que permiten la conservación *in situ*. Además de estas áreas protegidas, la conservación de los anfibios y sus ambientes pueden requerir la incorporación de otros espacios públicos y privados donde habiten anfibios endémicos o amenazados.

Recomendación

- 2.1. *Desarrollar políticas y estrategias que completen y consoliden el sistema nacional de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial para la conservación in situ de la diversidad de anfibios en Venezuela.*

Acciones

- 2.1.1. Analizar patrones de sobreposición entre las áreas protegidas y las áreas de distribución de especies de anfibios a los fines de conocer el grado de protección que las primeras les proveen.
- 2.1.2. Promover programas de investigación y seguimiento de anfibios endémicos, amenazados y representativos de cada ABRAE.
- 2.1.3 Revisar y adecuar la reglamentación y ordenamiento territorial en las ABRAE para la conservación *in situ* de la diversidad de anfibios, especialmente de aquellas especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico de extinción, sobre la base de sus distribuciones espaciales y sus necesidades de conservación.
- 2.1.4 Crear y reforzar los planes de manejo de los hábitat y microhábitat de los anfibios con énfasis en las especies amenazadas o de distribución restringida.
- 2.1.5. Incorporar a los habitantes de los poblados periféricos a las áreas naturales protegidas en la planificación y ejecución de medidas que disminuyan el impacto de las actividades antrópicas sobre estos espacios y la fauna anfibia que los habita.

Recomendación

- 2.2. *Desarrollar y promover programas de conservación en áreas no protegidas con alta diversidad de especies, de endemismos o de especies de anfibios amenazados en el país.*

Acciones

- 2.2.1. Analizar los patrones de distribución de especies de anfibios endémicos o amenazados y de las áreas de alta riqueza en relación con áreas no protegidas.
- 2.2.2. Promover programas de investigación y seguimiento de anfibios endémicos, amenazados o representativos de cada bioregión del país en tierras de propiedad privada.
- 2.2.3. Evaluar la creación de zonas de amortiguamiento de las ABRAE, con fines de conservar la diversidad de anfibios.

3. Promover la conservación *ex situ*

Dado el alarmante aumento en el número de anfibios en peligro de extinción en hábitats prístinos o sin alteraciones evidentes, la conservación *ex situ* es un com-

plemento indispensable de la conservación *in situ*, como fundamento para el diseño e implementación de programas de reintroducción y repoblamiento. Igualmente importante es la creación o reforzamiento de genotecas, bancos de germoplasma y colecciones de material genético de anfibios del país.

Recomendación

3.1. *Diseñar políticas e implementar acciones para la conservación ex situ de los anfibios amenazados de Venezuela.*

Acciones

- 3.1.1. Identificar centros especializados en técnicas de conservación *ex situ* y establecer los mecanismos necesarios para la transferencia e intercambio de tecnologías y saberes.
- 3.1.2. Diseñar y desarrollar centros de conservación *ex situ* para poblaciones vivas de anfibios con alta probabilidad de extinción en vida silvestre, con el fin de implementar programas de reintroducciones o repoblamientos poblacionales.
- 3.1.3. Desarrollar o reforzar bancos de germoplasma y colecciones de ADN de las especies de anfibios, especialmente de aquellas en peligro de extinción, raras o endémicas.
- 3.1.4. Desarrollar una base de datos que recopile el conocimiento existente sobre los recursos genéticos de los anfibios venezolanos.

Creación de un laboratorio de conservación <i>ex situ</i> de anfibios	
PROPUESTA DE ACCIÓN PRIORITARIA	<p>Con el fin de mantener poblaciones viables de algunas especies de anfibios amenazados (diversidad genética), son necesarios otros enfoques. La conservación <i>ex situ</i> puede ser una forma de salvaguardar la supervivencia de una población silvestre en grave peligro de extinción o formar parte de un plan de recuperación, de especies cuyas poblaciones hayan disminuido notablemente o hayan sufrido extinciones locales en su área de distribución histórica.</p> <p>Se propone:</p> <p>1) La creación de un laboratorio de cría de especies de anfibios amenazados con las especificaciones técnicas necesarias para la cría exitosa en Venezuela, manejado por personal calificado y fondos necesarios para su funcionamiento a mediano y largo plazo.</p>

4. Divulgar los conocimientos sobre la diversidad, conservación, valor ambiental y cultural de los anfibios

Venezuela, con al menos 333 especies, de las cuales la mitad son endémicas, está ubicada entre los 10 países con mayor número de especies de anfibios en el mundo. En los últimos veinte años, han ocurrido alarmantes disminuciones en las poblaciones, que han resultado en la desaparición de un importante porcentaje de especies. La divulgación del conocimiento y de las amenazas a las que se enfrentan los anfibios son actividades fundamentales que deben desarrollarse para que la sociedad, de manera activa y participativa, tenga plena conciencia de su importancia y promueva su conservación. Divulgar el conocimiento y el valor de la diversidad de los anfibios existente en el país es una tarea indispensable para crear conciencia sobre la importancia del uso sustentable y conservación de este acervo biológico y genético.

Recomendación

4.1. Intensificar las actividades de extensión, educación y publicación de información divulgativa sobre la diversidad y estado de conservación de los anfibios en Venezuela.

Acciones

- 4.1.1. Actualizar periódicamente el estado del conocimiento, amenazas y conservación de los anfibios venezolanos.
- 4.1.2. Fomentar la divulgación por diferentes medios, hacia el público en general, acerca de la diversidad, distribución geográfica, potencialidad biológica, ecológica y económica, así como las amenazas que enfrentan los anfibios.
- 4.1.3. Fomentar el desarrollo de exposiciones, exhibiciones, visitas guiadas u otro tipo de actividades de extensión que versen sobre los anfibios en parques de recreación, zoológicos, museos, centros educativos, entre otros, particularmente en aquellas localidades asociadas a la presencia de especies endémicas o amenazadas.
- 4.1.4. Elaborar y mantener un sitio web divulgativo sobre los anfibios venezolanos.

5. Promover la participación de la sociedad en la gestión y divulgación de la conservación.

Es indispensable contar con el apoyo y participación coordinada de todos los sectores que conforman la sociedad venezolana. El Estado debe establecer los linea-

mientos políticos de la acción sobre la base de las necesidades detectadas tanto por la sociedad organizada como por la comunidad científica, siendo las universidades las encargadas de preparar el recurso humano para el análisis, estudio, investigación, conservación y uso perdurable de la diversidad de anfibios de Venezuela.

La participación de la sociedad civil, a la luz de las nuevas formas de organización social, en temas de diversidad biológica y su conservación comporta un proceso a corto, mediano y largo plazo, que conduce al cambio progresivo del modo de vida de la sociedad y sus individuos, a través de modificaciones paulatinas de las políticas, lineamientos e instituciones. La promoción de la participación activa de la ciudadanía en la gestión de los recursos biológicos en sus respectivas comunidades permitirá la concienciación para la defensa, conservación y uso perdurable de estos invaluable recursos.

Recomendación

5.1. Diseñar e implementar las políticas y los mecanismos de participación, consulta, diálogo y toma de decisiones entre actores vinculados a la gestión de la conservación de los anfibios en el país.

Acciones

- 5.1.1. Desarrollar e implementar programas de vigilancia y control para el cumplimiento de las normas ambientales y en particular aquellas asociadas a los anfibios, que sean llevadas a cabo por las comunidades que habiten áreas naturales protegidas y no protegidas, sean estas privadas o públicas, con el apoyo de los entes gubernamentales competentes en la materia.
- 5.1.2. Formar vigilantes voluntarios en las comunidades para desarrollar actividades que ayuden a la conservación de los anfibios en los ámbitos locales.
- 5.1.3. Promover y fomentar iniciativas comunitarias que contribuyan a la conservación de los anfibios.

Recomendación

5.2. Diseñar, impulsar e implementar políticas de intercambio de información, así como de apoyo a la educación no formal, relacionadas con los anfibios de Venezuela.

Acciones

- 5.2.1. Promover el vínculo entre los actores científicos, académicos y las comunidades a los fines de propiciar el intercambio directo de conocimientos relacionados con los anfibios.
- 5.2.2. Establecer programas de educación no formal sobre la conservación de los anfibios, a través de medios de divulgación comunitarios, especialmente las radios y las televisoras regionales y locales.
- 5.2.3. Promover mecanismos de apoyo técnico y financiero para las comunidades interesadas en implementar programas educativos sobre el uso y la conservación de la diversidad de los anfibios.
- 5.2.4. Crear un Grupo Nacional de Especialistas en Anfibios, asesor del Estado en temas relacionados con la diversidad, uso y conservación de los anfibios, y promover su asociación con grupos internacionales similares.
- 5.2.5. Crear una red transdisciplinaria que implemente los mecanismos de ejecución, seguimiento y evaluación continua de los avances en el conocimiento y conservación de los anfibios venezolanos.

6. Incorporar el conocimiento de la diversidad de los anfibios a los procesos educativos y a la capacitación de los recursos humanos.

Se debe propiciar la conformación de una cultura y una conciencia sobre la diversidad biológica que haga posible, la conservación y el uso sustentable de este recurso por parte de la población.

La formación de taxónomos y parabiólogos y parataxónomos es una prioridad nacional y mundial.

Recomendación

- 6.1. *Fortalecer los recursos humanos y financieros de las instituciones académicas del país dedicadas al estudio de los anfibios.*

Acciones

- 6.1.1. Crear programas de ingreso de académicos asociados a la rama de la herpetología en las distintas facultades de ciencias de las universidades nacionales, para así incorporar cursos sobre anfibios en los programas de estudio de la carrera de biología y afines.

- 6.1.2. Fomentar programas de ayuda financiera para los estudiantes de pregrado y postgrado cuyo objetivos de tesis estén asociados a los anfibios.
- 6.1.3. Desarrollar la cooperación interinstitucional de carácter técnico-científico bajo programas que permitan la formación de capacidades para dar asesoría técnica dirigida al personal de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, así como al de las distintas formas de organización social, con intereses o competencia en el estudio, uso y conservación de los anfibios.
- 6.1.4. Desarrollar actividades e instrumentos educativos específicos para los segmentos de la educación formal, básica, media y diversificada.

Desarrollo de cursos para la formación de parabiólogos especializados en el monitoreo de anfibios	
PROPUESTA DE ACCIÓN PRIORITARIA	<p>El recurso humano dedicado al estudio y monitoreo de poblaciones de anfibios en Venezuela es muy limitado. Se requiere un número mayor de personas dedicadas a labores de campo, toma de datos biológicos y ecológicos, monitoreo de poblaciones y comunidades, evaluación de amenazas, localización de especies amenazadas, entre otros.</p> <p>Se propone:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Dictar cursos para la formación de parabiólogos especializados en el estudio y monitoreo de poblaciones de anfibios, prioritariamente en áreas con alta concentración de especies en peligro o donde hay evidencia de sus principales amenazas: destrucción de hábitat y enfermedades.

Desarrollo de una campaña de divulgación masiva sobre la riqueza de anfibios de Venezuela y su problemática actual	
PROPUESTA DE ACCIÓN PRIORITARIA	<p>Como punto de partida para cualquier actividad de conservación, la población venezolana debe estar informada sobre nuestra extraordinaria riqueza de anfibios y su papel dentro de los ecosistemas, así como sobre la alarmante crisis y amenazas que sufren actualmente estos vertebrados. En este sentido se propone el desarrollo de campañas divulgativas para la difusión de este conocimiento y la creación de conciencia sobre la responsabilidad que todos tenemos en su conservación.</p> <p>Se propone:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Elaborar en una guía de campo sobre los anfibios de Venezuela que ofrezca detalles sobre su diversidad, distribución, ecología y amenazas, y cuya distribución sea gratuita y masiva especialmente en regiones del país con alta riqueza de especies y/o concentración de anfibios amenazados. 2) Elaborar en trípticos y afiches con información resumida sobre el tema para ser ampliamente distribuida al público, especialmente a escolares, niños y adolescentes.

Recomendación

6.2. *Apoyar actividades que consoliden la formación académica y la divulgación al público de conocimientos generales sobre los anfibios venezolanos.*

Acciones

- 6.2.1. Promover la realización de congresos, talleres, pasantías, charlas u otras actividades sobre anfibios, enfocados a los distintos actores que conforman la sociedad venezolana.
- 6.2.2. Diseñar e implementar programas para la formación de parabiólogos en zonas con alta diversidad de anfibios, de especies endémicas y amenazadas.

Anfibios de VENEZUELA

BIBLIOGRAFÍA

FOTO J. CELSA SEÑARIS







B I B L I O G R A F Í A

- AGUILERA, M., A. AZÓCAR y E. GONZÁLEZ J. (Eds.). 2003. Biodiversidad en Venezuela. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Caracas. 1074 pp.
- ALFORD, R. A., K. S. BRADFIELD y S. J. RICHARDS. 2007. Global warming and amphibian losses. *Nature* 447: E3-E4.
- ANDERSON, R. M. y R. M. MAY. 1992. *Infectious Diseases of Humans. Dynamics and Control*. Oxford University Press, Oxford. 757 pp.
- AVISE, J. C. 1989. Gene trees and organismal histories: A phylogenetic approach to population biology. *Evolution* 9: 1192-1208.
- AVISE, J. C. 1995. Mitochondrial DNA polymorphism and a connection between genetics and demography of relevance to conservation. *Conservation Biology* 9: 686-690.
- AYARZAGÜENA, J., J. C. SEÑARIS y S. GORZULA. 1992. El grupo *Osteocephalus rodriguezi* de las tierras altas de la Guayana Venezolana: Descripción de cinco nuevas especies. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 137: 113-142.
- BABARRO, R. y V. TREJO. 2001. Informe relativo al presunto establecimiento de *Rana catesbeiana* en cuerpos de agua del Estado Mérida (Diciembre 2001). Informe de Dirección General de Fauna, Dirección de Fauna Silvestre, Ministerio del Ambiente 1-8.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 1998. Sistemática y Biogeografía de los anfibios (Amphibia) de Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 18: 1-93.
- BARRIO AMORÓS, C. L. 2001a. State of knowledge on the declination of amphibians in Venezuela. *Froglog* 47: 2-4.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2001b. Some aspects of Dendrobatids in Venezuela: declines and nomenclature. *British Dendrobatid Group Newsletter* 44:1-5.
(<http://www.thebdg.org/library/Conservation/venezuela.htm>).
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2004a. Amphibians of Venezuela, Systematic list, Distribution and References; an Update. *Revista de Ecología Latino Americana* 9: 1-48.

- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2004b. *Atelopus mucubajiensis* still survives in the Andes of Venezuela. *Froglog* 66: 2-3.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2006a. A new dendrobatid frog (Anura: Dendrobatidae: *Colostethus*) from Aprada-tepui, southern Venezuela. *Zootaxa* 1110: 59-68.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2006b. A new species of *Phyllomedusa* (Anura: Hylidae: Phyllomedusinae) from northwestern Venezuela. *Zootaxa* 1309: 55-68.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. 2006c. Geographic distribution: *Hyalinobatrachium ibama*. *Herpetological Review* 37: 238.
- BARRIO, C. L., y O. FUENTES. 1999a.- Sinopsis de la familia Dendrobatidae (Amphibia: Anura) de Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 19: 1-10.
- BARRIO, C. L., y O. FUENTES. 1999b. *Bolitoglossa spongai*. Una nueva especie de salamandra (Caudata: Plethodontidae) de los Andes venezolanos, con comentarios sobre el género en Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 19: 9-19.
- BARRIO-AMORÓS, C. L., y FUENTES, O. 2003. A new species of *Stefania* (Anura: Hylidae: Hemiphractinae) from the summit of the Cerro Autana, Estado Amazonas, Venezuela. *Herpetologica* 59: 506-514.
- BARRIO-AMORÓS, C. L., y C. MOLINA. 2006. A new *Eleutherodactylus* (Anura: Brachycephalidae) from the Venezuelan Guayana, and redescription of *Eleutherodactylus vilarsi*. *Zootaxa* 1302: 1-20.1-18.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. y CH. BREWER-CARÍAS. 2008. Herpetological report of the 2002 Expedition to Sarisariñama, a tepui in Venezuelan Guayana, with description of five new species. *Zootaxa* 1942: 1-68.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. y S. CASTROVIEJO-FISHER. 2008. Comments on the distribution, taxonomy and advertisement call of the Guyanan glass frog *Hyalinobatrachium igniocolus* (Anura: Centrolenidae). *Salamandra* 44(4): 235-240.
- BARRIO-AMORÓS, C., G. RIVAS, C. MOLINA y H. KAISER. 2006. *Mannophryne trinitatis* (Anura: Dendrobatidae) is a Trinidadian single-island endemic. *Herpetological Review* 37: 298-299.
- BARRIO-AMORÓS, C. L., A. DÍAZ DE PASCUAL, J. J. MUESES-CISNEROS, E. INFANTE y A. CHACÓN. 2006. *Hyla vigilans*, a second species for the genus *Scartyla*, redescription and distribution in Venezuela and Colombia. *Zootaxa* 1349: 1-18.
- BARRIO-AMORÓS, C. L., F. ROJAS-RUNJAIC y E. F. INFANTE-RIVERO. 2007. Tres nuevos *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae) de la sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Revista Española de Herpetología* 21: 71-94.
- BASSO, N. G. y KEHR, A. I. 1990. Estructura poblacional y crecimiento de *Hyla pulchella pulchella* (Anura: Hylidae). *Acta Zoologica Lilloana* 41:143-148.
- BELLO, R. y H. SOLANO. 1990. Efecto del cloruro de mercurio sobre células renales y pulmonares "in vitro" de *Bufo marinus* (Amphibia: Bufonidae). Resúmenes II Congreso Latinoamericano de Herpetología 78. Mérida, Venezuela.
- BERGER, L., R. SPEARE, P. DASZAK, D. E. GREEN, A. A. CUNNINGHAM, C. L. GOGGIN, R. SLO-COMBE, M. A. RAGAN, A. D. HYATT, K. R. MCDONALD, H. B. HINES, K. R. LIPS, G. MARANTELLI y H. PARKES. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 95: 9031-9036.

- BISBAL, F. 1988. Impacto humano sobre los hábitat de Venezuela. *Interciencia* 13: 226-232.
- BLAUSTEIN, A. R. y J. M. KIESECKER. 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters* 5: 597-608.
- BLAUSTEIN, A. R. y P. T. J. JOHNSON. 2003. The complexity of deformed amphians. *Frontiers in Ecology and Environment* 1:87-94.
- BLAUSTEIN, A. R., P. D. HOFFMAN, D. G. HOKIT, J. M. KIESECKER, S. C. WALLS y J. B. HAYS. 1994. UV repair and resistance to solar UV-B in amphibian eggs: A link to population declines? *Proceedings of the Natural Academy of Sciences, USA* 91: 1971-1975.
- BLAUSTEIN, A. R., J. M. ROMANSIC, J. M. KIESECKER y A. C. HATCH. 2003. Ultraviolet radiation, toxic chemical and amphibian population declines. *Diversity and Distributions* 9: 123-140.
- BOGART, J. P. y M. TANDY. 1976. Polyploid amphibians-3 more diploid-tetraploid cryptic species of frogs. *Science* 193: 334-335.
- BOLAÑOS, F., R. GAGLIARDO, R. PUSCHENDORF, J. YEAGER, y K. ZIPPEL. 2005. Rediscovery of the Costa Rican harlequin toad (*Atelopus varius*).
- BONACCORSO, E., J. M. GUAYASAMIN, D. MÉNDEZ y R. SPEARE. 2003. Chytridiomycosis as a possible cause of population declines in *Atelopus cruciger* (Anura: Bufonidae). *Herpetological Review* 34: 331-334.
- CADENAS, D. A. y J. E. PÉFAUR. 2002. Determinación de límites de tolerancia y óptimo térmico en el desarrollo embrionario de *Hyla crepitans* (Hylidae: Anura) bajo condiciones de laboratorio. *Acta Científica Venezolana* 53 (Supl. 1): 83.
- CADENAS, D., PÉREZ, A., NAVA, F. PELALLO, R., BARRIOS, G. VILLA, P. y URRUTIA, A. 2003. Utilización del hábitat en la comunidad de anuros de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida, Venezuela. *Resúmenes V Congreso Venezolano de Ecología*. 57 pp.
- CAMERO, L. 2003. Efectos de toxicidad del cromo y mercurio en renacuajos de *Bufo marinus* (Salientia: Bufonidae). *Resúmenes V Congreso Venezolano de Ecología*. Pág. 58.
- CÁNEPA, G., M. A. GONZÁLEZ-ELORRIAGA, y T. MARTÍNEZ. 2003a. Diferencias histológicas en la vascularización de la piel de anfibios Gymnophiona de la familia Typhlonectidae. *Resúmenes VI Congreso Latinoamericano de Herpetología*: 40. Lima, Perú.
- CÁNEPA, G., M. A. GONZÁLEZ-ELORRIAGA, L. A. ERRICO y T. MARTÍNEZ. 2003b. Dientes fetales en estadios larvales de *Typhlonectes cir natans* (Amphibia: Gymnophiona). Observaciones preliminares con microscopía electrónica de barrido (MEB). *Resúmenes VI Congreso Latinoamericano de Herpetología*: 39. Lima, Perú.
- CANNATELLA, D. C. y W. LAMAR. 1986. Synonymy and distribution of *Centrolenella orientalis* with notes on its life history (Anura: Centrolenidae). *Journal of Herpetology* 20:307-317.
- CASTROVIEJO-FISHER, S., J. AYARZAGÜENA y C. VILÀ. 2007. A new species of *Hyalinobatrachium* (Centrolenidae: Anura) from Serranía de Perijá, Venezuela. *Zootaxa* 1441: 51-62.
- CASTROVIEJO-FISHER, S., J. C. SEÑARIS, J. AYARZAGÜENA y C. VILÀ. 2008. Resurrection of *Hyalinobatrachium orcostale* and notes on the *Hyalinobatrachium orientale* species complex (Anura: Centrolenidae). *Herpetologica* 64: 472-484.
- CASTROVIEJO-FISHER, S., J. M. GUAYASAMIN y P. J. R. KOK. 2009. Species status of *Centrolene lema* Duellman and Señaris, 2003 (Amphibia: Centrolenidae) revealed by Integrative Taxonomy. *Zootaxa* 1980: 16-28.

- CAUGHLEY, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. Chichester, John Wiley y Sons. 234 pp.
- COVER JR., J. F., S. L. BARNETT, y R. L. SAUNDERS. 1994. Captive management and breeding of dendrobatid and Neotropical hylid frogs at the National Aquarium in Baltimore, p. 267-273. En: J. B. Murphy, K. Adler, and J.T. Collins (eds.), Captive Management and Conservation of Amphibians and Reptiles. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Contributions to Herpetology, volume 11, Ithaca NY.
- CRAWFORD, A. J. y E. N. SMITH. 2005. Cenozoic biogeography and evolution in direct-developing frogs of Central America (Leptodactylidae: *Eleutherodactylus*) as inferred from a phylogenetic analysis of nuclear and mitochondrial genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35: 536-555.
- CHACÓN-ORTÍZ, A., A. DÍAZ DE PASCUAL y F. GODOY. 2004. Aspectos reproductivos y desarrollo larval de *Hyla pugnax* (Anura: Hylidae) en el piedemonte andino de Venezuela. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 28: 39-402.
- CHERRY, L. M., S. M. CASE y A. C. WILSON, 1978. Frog perspective on morphological differences between humans and chimpanzees. *Science* 200: 209-211.
- DASZAK, P., A. A. CUNNINGHAM y A. D. HYATT. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife threats to biodiversity and human health. *Science* 287: 443-449.
- DASZAK, P., A. STRIEBY, A. A. CUNNINGHAM, J. E. LONGCORE, C. C. BROWN y D. PORTER. 2004. Experimental evidence that the bullfrog (*Rana catesbeiana*) is a potential carrier of chytridiomycosis, an emerging fungal disease of amphibians. *Herpetological Journal* 14: 201-207.
- DI ROSA, I., F. SIMONCELLI, A. FAGOTTI y R. PASCOLINI. 2007. The proximate cause of frog declines? *Nature* 447: E4-E5.
- DIXON, J. R. y M. A. STATON. 1976. Some aspects of the biology of *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribero (Anura, Leptodactylidae) of the Venezuelan llanos. *Herpetologica* 32: 227-232.
- DODD, C. K., Jr y R. A. SEIGEL. 1991. Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work? *Herpetologica* 47:336-350.
- DOLE, J. W. y P. DURANT. 1974. Movements and seasonal activity of *Atelopus oxyrhynchus* (Anura: Atelopodidae) in a Venezuelan cloud forest. *Copeia* 1974: 230-235.
- DONOSO-BARROS, R., y J. LEÓN. 1972. Desarrollo y evolución larval de *Hyla crepitans* (Amphibia, Salientia). *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción* 44: 117-127.
- DUELLMAN, W. E. 1979. The Herpetofauna of the Andes: patterns of distribution, origin, differentiation, and present communities. Pp. 371-459 En: W. E. Duellman (Ed.), The South American herpetofauna: its origin, evolution and dispersal. pp. 281-298. Lawrence, Kansas: Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas N° 7.
- DUELLMAN, W. E. 1980. A new species of marsupial frog (Hylidae: *Gastrotheca*) from Venezuela. *Occasional Papers Museum of Zoology of University of Michigan* 690: 1-7.
- DUELLMAN, W. E. 1997. Amphibians of La Escalera region, southeastern Venezuela: taxonomy, ecology and biogeography. *Scientific Papers University of Kansas* 2: 1-57.
- DUELLMAN, W. E. 1999. Distribution Patterns of Amphibians in South America. Pp. 255-328. En: W. E. Duellman (ed.), Patterns of Distribution of Amphibians. A Global Perspective. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- DUELLMAN, W. E. y P. GRAY. 1983. Developmental biology and systematics of the egg-brooding hylid frogs, genera *Flectonotus* and *Fritziana*. *Herpetologica* 39: 333-359.
- DUELLMAN, W. E. y L. TRUEB. 1986. Biology of amphibians. McGraw-Hill, New York. 670 pp.

- DUQUE, D. 2003. Composición taxonómica y repartición de recursos espaciales y acústicos de las comunidades de anuros del Hato El Frío, llanos inundables del estado Apure, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela
- DURANT, P. y J. W. DOLE. 1974a. Informaciones sobre la ecología de *Atelopus oxyrhynchus* (Salientia: Atelopodidae) en el bosque nublado de San Eusebio, Estado Mérida. Revista Forestal Venezolana 24: 83-91.
- DURANT, P. y J. W. DOLE. 1974b. Food of *Atelopus oxyrhynchus* (Anura: Atelopodidae) in a Venezuelan cloud forest. Herpetologica 30: 183-187.
- DURANT, P. y J. DOLE. 1975. Aggressive behavior in *Colostethus (=Prostherapis) collaris* (Anura: Dendrobatidae). Herpetologica 31: 23-26.
- DURANT, P. y J. DOLE. 1977. Amphibian ecology of The Venezuelan Andes. Herpetological Review 8: 7.
- ELIOT, J. 2003. This toad didn't croak. National Geographic 204.
- ERNST, A. 1877. Idea general de la fauna de Venezuela. Primer Anuario estadístico de Venezuela. Imprenta Nacional, Caracas: 274-292.
- ERNST, A. 1891. Idea general de la fauna de Venezuela. Boletín del Ministerio de Obras Públicas, Caracas 81-100:22-74.
- EVANS, M. y M. LAMPO. 1996. Diet of *Bufo marinus* in Venezuela. Journal of Herpetology 30: 73-76.
- EVANS, M., C. YABER y J. HERO. 1996. Factors influencing choice breeding site by *Bufo marinus* in its natural habitat. Copeia 1996: 904-912.
- EVANS, B. J., D. B. KELLEY, R. C. TINSLEY, D. J. MELNICK y D. C. CANNATELLA. 2004. A mitochondrial DNA phylogeny of African clawed frogs: phylogeography and implications for polyploidy evolution. Molecular Phylogenetics and Evolution 33: 197-213.
- FAIVOVICH, J., C. F. B. HADDAD, P. C. A. GARCIA, D. R. FROST, J. A. CAMPBELL y W. C. WHEELER. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History 294: 1-240.
- FOUQUETTE, M. J. JR. 1968. Some frog frogs from the Venezuelan Llanos and the status of *Hyla misera* Werner. Herpetologica 24: 321-325.
- FOUQUET, A., A. GILLES, M. VENCES, C. MARTY, M. BLANC y N. J. GEMMELL. 2007. Underestimation of species richness in neotropical frogs revealed by mtDNA analyses. PLoS ONE 2: e1109. doi: 10.1371/journal.pone.0001109.
- FROST, D. R., T. GRANT, J. FAIVOVICH, R. H. BAIN, A. HAAS, C. F. B. HADDAD, R. O. DE SÁ, A. CHANNING, M. WILKINSON, S. C. DONNELLAN, C. J. RAXWORTHY, J. A. CAMPBELL, B. L. BLOTTO, P. MOLER, R. C. DREWES, R. A. NUSSBAUM, J. D. LYNCH, D. M. GREEN y W. C. WHEELER 2006. The amphibian tree of life. Bulletin of the American Museum of Natural History 297: 1-370.
- FUENMAYOR, E. 2002. Análisis experimental de las interacciones acústicas entre los machos y de las preferencias de apareamiento de las hembras en la rana *Eleutherodactylus johnstonei*. Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- GALATTI, U. 1992. Population biology of the frog *Lectodactylus pentadactylus* in a central Amazonian rainforest. Journal of Herpetology 26:23-31.
- GARCÍA-PÉREZ, J. E. 1997. Evaluación del estado poblacional de dos especies de sapitos amena-

- zados de extinción: *Atelopus mucubajiensis* y *Atelopus* sp. (Anura: Bufonidae), Parque Nacional Sierra Nevada y Parque Nacional Guaramacal "General Cruz Carrillo", en los Andes Venezolanos: Resultados preliminares. Pp. 211-216 En I. Novo (Ed.), Ciencia y Conservación del Sistema de Parques Nacionales de Venezuela. Inparques-Econatura-Comisión Europea-Wildlife Conservation Society, Caracas.
- GARCÍA-PÉREZ, J. E. 2005. Survival of an undescribed *Atelopus* from the Venezuelan Andes. *Froglog* 68: 2-3.
- GINES, HERMANO. 1959. Familias y géneros de anfibios Amphibia de Venezuela. *Memoria de Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 19(53): 85-146.
- GLAW, F. y J. KÖHLER. 1998. Amphibian species diversity exceeds that of mammals. *Herpetological Review* 29: 11-12.
- GORZULA, S. 1992. La Herpetofauna del Macizo de Chimantá. Pp. 167-180. En: O. Huber (Ed.). *La Herpetofauna del Macizo de Chimantá*. Oscar Todtmann Editores, C. A., Caracas.
- GORZULA, S. y J. C. SEÑARIS. 1999 "1998". Contribution to the herpetofauna of the Venezuelan Guayana. Part I. A Data Base. *Scientia Guaianae* N° 8 XVIII+270+32 pp.
- GORZULA, E., J. MORALES y L. HERNÁNDEZ. 1983. Cuido materno en la rana *Stefania scalae*. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 119:127-128.
- GOWER, D. J., M. M. BAHIR, Y. MAPATUNA, R. PETHIYAGODA, D. RAHEEM Y M. WILKINSON. 2005. Molecular phylogenetics of Sri Lankan *Ichthyophis* (Amphibia: Gymnophiona: Ichthyophiidae), with discovery of a cryptic species. *Raffles Bulletin of Zoology* 153-161.
- GRANT, T., D. R. FROST, J. P. CALDWELL, R. GAGLIARDO, C. F. B. HADDAD, P. J. R. KOK, D. B. MEANS, B. P. NOONAN, W. E. SCHARGEL y W. C. WHEELER. 2006. Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatodae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 299: 1-262.
- GUAYASAMIN, J. M. y C. BARRIO-AMORÓS. 2005. Combat behaviour in *Centrolene andinum* (Rivero, 1968) (Anura: Centrolenidae). *Salamandra* 41:153-155.
- GUAYASAMIN, J.M., S. CASTROVIEJO-FISHER, J. AYARZAGÜENA, L. TRUEB y C. VILÁ. 2008. Phylogenetic relationships of glassfrogs (Centrolenidae) based on mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 574-595.
- GUAYASAMIN, J.M., S. CASTROVIEJO-FISHER, L. TRUEB, J. AYARZAGÜENA, M. RADA y C. VILÁ. 2009. Phylogenetic systematics of Glassfrogs (Amphibia: Centrolenidae) and their sister taxon *Allophryne ruthveni*. *Zootaxa* 2100: 1-97.
- HALFFTER, G. 1980. "Los museos de historia natural: Alternativas de nuestros días". *Folia Entomologica Mexicana* 54: 7-18.
- HANKEN, J. 1999. Why are there so many amphibian species when amphibians are declining? *Trends in Ecology and Evolution* 14: 7-8.
- HANSELMANN, R., A. RODRÍGUEZ, M. LAMPO, L. FAJARDO-RAMOS, A. A. AGUIRRE, A. M. KILPATRICK, J. P. RODRÍGUEZ y P. DASZAK. 2004. Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. *Biological Conservation* 120: 115-119.
- HEATWOLE, H. 1962. Contributions to the natural history of *Eleutherodactylus cornutus maussi*. *Stahlia, Miscelan Papers* 2: 1-11.

- HEATWOLE, H. 1963a. Contribución a la historia natural de *Eleuthrodactylus terraebolivaris* (Anura). *Acta Biologica Venezuelica* 3: 301-313.
- HEATWOLE, H. 1963b. Ecology Segregation of two species of tropical frogs of the genus *Eleuthrodactylus*. *Caribbean Journal of Science* 3: 17-23.
- HECNAR, S. 1995. Acute and chronic toxicity of ammonium-nitrate fertilizer to amphibians from southern Ontario. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14: 2137-
- HERRERA, E., T. MARTÍNEZ y M. VILORIA. 2002. Análisis preliminar de la histología de los testículos del *Typhlonectes venezuelensis* (Fuhrmann, 1912) (Amphibia: Gymnophiona; Typhlonectidae). *Acta Científica Venezolana* 53 (Supl. 1): 93.
- HEYER, R. 2005. Variation and Taxonomic clarification of the large species of the *Leptodactylus pentadactylus* species group (Amphibia: Leptodactylidae) from Middle America, South America and Amazonia. *Arquivos de Zoologia* 37(3): 269-348.
- HEYER, W. R. y A. S. THOMPSON. 2000. *Leptodactylus rugosus*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 708: 1-5.
- HEYER, W. R. y M. M. HEYER. 2001. *Leptodactylus lithonaetes*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 723: 1-3.
- HILER, B. I. 1985. An overview of the amphibian collection at the Steinhart Aquarium as an introduction to amphibian care. Pp. 145-152 En R.L. Gray (ed.) *Captive Propagation and Husbandry of Reptiles and Amphibians*. Northern California Herpetological Society & Bay Area Amphibian and Reptile Society.
- HOEGG, S., M. VENCES, H. BRINKMANN y A. MEYER. 2004. Phylogeny and comparative substitution rates of frogs inferred from sequences of three nuclear genes. *Molecular Biology and Evolution* 21: 1188-1200.
- HOOGMOED, M. 1979. The Herpetofauna of the Guianan Region. Pp. 241-279. En: W. E. Duellman (Ed.), *The South American herpetofauna: its origin, evolution and dispersal*. pp. 281-298. Lawrence, Kansas: Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas N° 7.
- HOOGMOED M. S. 1990. Biosystematics of South American Bufonidae, with special reference to the *Bufo margaritifera* group. Pp. 113-123. En: Peters G, Hutterer R (eds). *Vertebrates in the tropics*. Bonn: Museum Alexander Koenig.
- HOOGMOED, M. S. y S. F. GORZULA. 1979. Checklist of the savanna inhabiting frogs of the El Manteco region with notes on their ecology and the description of a new species of tree-frog (Hylidae, Anura). *Zoologische Mededeling* 54: 183-216.
- HOULAHAN, J. E., C. S. FINDLAY, B. R. SCHMIDT, A. H. MEYER y S. L. KUZMIN. 2002. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* 404:752-755.
- HUBER O. 1995. Geographical and Physical Features. Pp. 1-61. En: J. Steyermark, P. E. Berry y B. K. Holst (Eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana*. Volume 1: Introduction. Timber Press, Inc, Oregon.
- HUBER, O. y C. ALARCÓN. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. Escala 1: 2.000.000. MARNR-TNC-BIOMA, Caracas.
- HUBER, O., R. DUNO, R. RIINA, F. STAUFFER, L. PAPPATERRA, A. JIMÉNEZ, S. LLAMOZAS y G. ORSINI. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Fundación Instituto Botánico de Venezuela y PNUD. Caracas, Venezuela. 153 pp.

- INFANTE, E., C. L. BARRIO-AMORÓS y F. ROJAS. 2006a. Geographic Distribution: Anura: *Phyllomedusa venusta*. *Herpetological Review* 37: 101.
- INFANTE, E., F. ROJAS y C. L. BARRIO-AMORÓS. 2006b. Geographic Distribution: Anura: *Relictivomer pearsei*. *Herpetological Review* 37: 102.
- INFANTE-RIVERO, E., F. ROJAS-RUNJAIC y C. L. BARRIO-AMORÓS. 2008. Un nuevo *Cryptobatrachus* Ruthven, 1916 (Anura, Cryptobatrachidae) de la vertiente venezolana de la sierra de Perijá. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 169: 45-63
- IUCN 2004. Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. (Revisado el 24 de Abril de 2006).
- IUCN, CONSERVATION INTERNATIONAL y NATURESERVE. 2004. Global Amphibian Assessment. www.globalamphibians.org. (Revisado el 15 de octubre de 2004).
- JAMES, C. H. y C. MORITZ. 2000. Intraespecific phylogeography in the sedge frog *Litoria fallax* (Hylidae) indicates pre-Pleistocene vicariance of an open forest species from eastern Australia. *Molecular Ecology* 9: 349-358.
- JOHNSON, R. R. 1994. Model programs for reproduction and management: *ex situ* and *in situ* conservation of toads of the family Bufonidae. pp. 243-254 in J. B. Murphy, K. Adler and J. T. Collins (eds.) *Captive Management and Conservation of Amphibians and Reptiles*. Ithaca: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- KIESECKER, J. M., A. R. BLAUSTEIN y L. BELDEN. 2001a. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 410: 681-683.
- KIESECKER, J. M., A. R. BLAUSTEIN y C. L. MILLER. 2001b. Potential mechanisms underlying the displacement of native red-legged frogs by introduced bullfrogs. *Ecology* 82: 1964-1970.
- KLUGE, A. G. 1981. The life history, social organization, and parental behavior of *Hyla rosenbergi* Boulenger, a nest-building gladiator frog. *Miscellaneous Publications of Museum of Zoology of the University of Michigan* 60:1-170.
- KUPFERBERG, S. J. 1997. Bullfrog (*Rana catesbeiana*) invasion of California river: the role of larval competition. *Ecology* 78: 1736-1751.
- KUWABARA, K., N. SUZUKI, F. WAKABAYASHI, H. ASHIKAGA, T. INOUE, y J. KOBARA. 1989. Breeding the Japanese giant salamander *Andrias japonicus* at Asa Zoological Park. *International Zoo Yearbook* 28:22-31.
- LA MARCA, E. 1984. Longevity in the Venezuelan Yellow Frog *Atelopus oxyrhynchus carbonerensis* (Anura: Bufonidae). *Transaction of the Kansas Academy of Science* 87: 66-67.
- LA MARCA, E. 1991. "1994". Descripción de un género nuevo de ranas (Amphibia: Dendrobatidae) de la cordillera de Mérida, Venezuela. *Anuario de Investigación del Instituto de Geografía de la ULA*: 39-41.
- LA MARCA, E. 1992. Catálogo Taxonómico, biogeográfico y bibliográfico de las ranas de Venezuela. *Cuadernos Geográficos (Mérida)* 9:1-197.
- LA MARCA, E. 1994. Taxonomy of the frogs of the genus *Mannophryne* (Amphibia; Anura: Dendrobatidae). *Publicación de la Asociación Amigos de Doñana* 4:1-75.
- LA MARCA, E. 1995a. Biological and systematic synopsis of a genus of frogs from northern mountains of South America (Anura: Dendrobatidae: *Mannophryne*). *Bulletin Maryland Herpetology Society* 31: 40-77.
- LA MARCA, E. 1995b. Crisis de biodiversidad en anfibios de Venezuela: estudio de casos. La

- Biodiversidad Neotropical y la Amenaza de las Extinciones. Alonso-Amelot, M. E. (ed.). 47-69. Universidad de Los Andes. Mérida.
- LA MARCA, E. 1996. First record of *Hyla pugnax* (Amphibia: Anura: Hylidae) in Venezuela. *Bulletin Maryland Herpetology Society* 32: 35-42.
- LA MARCA, E. 1997. Lista actualizada de los anfibios de Venezuela. Pp: 103-120. En: La Marca (ed.). *Vertebrados Actuales y Fósiles de Venezuela*. Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, Venezuela: 300 pp.
- LA MARCA, E. 2003. Anfibios. Pp. 582-595. En: Aguilera, M., A. Azocar y E. González. (Eds.). *Biodiversidad en Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Caracas.
- LA MARCA, E. 2005. Dos nuevas especies de ranas (Amphibia: Leptodactylidae) de páramo del Parque Nacional Sierra Nevada, Venezuela. *Herpetotropicos* 2: 47-55.
- LA MARCA, E. 2007. Sinopsis taxonómica de dos géneros nuevos de anfibios (Anura: Leptodactylidae) de los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos* 3(2): 67-87.
- LA MARCA, E. y S. LÖTTTERS. 1997. Monitoring of declines in Venezuelan *Atelopus* (Amphibia: Anura: Bufonidae), pp. 207-213. En: Böhme, W. Bischoff y T. Ziegler (eds.), *Herpetología Bonnensis*. Bonn, Germany.
- LA MARCA, E. y H. P. REINTHALER. 1991. Population changes in *Atelopus* species of the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Herpetological Review* 22: 125-128.
- LA MARCA, E., M. VENCES y S. LÖTTTERS. 2002. Rediscovery and mitochondrial relationships of the Dendrobatid frog *Colostethus humilis* suggest parallel colonization of the Venezuelan by poison frogs. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37: 233-240.
- LA MARCA, E., J. MANZANILLA, y A. MIJARES-URRUTIA. "2004". Revisión taxonómica del *Colostethus* del Norte de Venezuela confundido durante largo tiempo con *C. brunneus*. *Herpetotropicos* 1: 40-50.
- LA MARCA, E., K. R. LIPS, S. LÖTTTERS, R. PUSCHENDORF, R. IBAÑEZ, S. RON, J. V. RUEDA ALMONACID, R. SCHULTE, C. MARTY, F. CASTRO, J. MANZANILLA-PUPO, J. E. GARCÍAPEREZ, M. R. BUSTAMANTE, L. A. COLOMA, A. MERINO-VITERI, E. TORAL, F. BOLAÑOS, G. CHAVES, A. POUNDS y B. A. YOUNG. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in neotropical harlequin frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica* 37: 190-201.
- LAMPO, M. 2002. La introducción de *Bufo marinus* en Australia: patrones, consecuencias y perspectivas de control. *Acta Biológica Venezuelica* 22:35-44.
- LAMPO M. y P. BAYLISS. 1996. The impact of ticks on *Bufo marinus* from native habitats. *Parasitology* 113:199-206.
- LAMPO, M. y P. BAYLISS. 1996. Density estimates of cane toads from native populations based on mark-recapture data. *Wildlife Research* 23:305-315.
- LAMPO, M. y V. MEDIALDEA. 1996. Energy allocation pattern in *Bufo marinus* from two habitats in Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 12:321-331.
- LAMPO, M. y J. C. SEÑARIS. 2006. Unexplained amphibian mortalities at the secluded mountains of the Venezuelan Guayana: is there evidence of chytridiomycosis? *Herpetological Review* 37: 47-49.
- LAMPO, M., D. TORGERSON, L. M. MÁRQUEZ, M. RINALDI, C. Z. GARCÍA y A. ARAB. 1999. Occurrence of sibling species of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Venezuela:

- first evidence from reproductively isolated sympatric populations. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 61: 1004-1009.
- LAMPO, M., A. RODRIGUEZ-CONTRERAS, E. LA MARCA y P. DASZAK. 2006. A chytridiomycosis epidemic and a severe dry season precede the disappearance of *Atelopus* species from the Venezuelan Andes. *Herpetological Journal*. 16 (4): 395-402.
- LAMPO, M., D. SÁNCHEZ, A. NICOLÁS, M. MÁRQUEZ, F. NAVA-GONZÁLEZ, C. Z. GARCÍA, M. RINALDI, A. RODRÍGUEZ-CONTRERAS, F. LEÓN, B. A. HAN y A. CHACÓN-ORTIZ. 2008. *Batrachochytrium dendrobatidis* in Venezuela. *Herpetological Review*, 2008, 39(4), 449-454.
- LAMPO, M., D. SÁNCHEZ, F. NAVA-GONZÁLEZ, C. Z. GARCÍA y A. ACEVEDO. 2009. Lips et al. 2009 reply: Wavelike epidemics in Venezuela? *PloS Biology* comments, <http://www.plosbiology.org/article/comments/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0060072>
- LAURANCE, W. F., K. R. MCDONALD y R. SPEARE. 1996. Epidemic disease and the catastrophic decline of Australian rain forest frogs. *Conservation Biology* 2: 406-423.
- LAURANCE, W. F., K. R. MCDONALD y R. SPEARE. 1997. In defense of the epidemic disease hypothesis. *Conservation Biology* 11: 1030-1034.
- LEIRS, H., STENSETH, N. C., NICHOLS, J. D., HINES, J. E., VERHAGEN, R. y VERHEYEN, W. 1997. Stochastic seasonality and nonlinear density-dependent factors regulate population size in an african rodent. *Nature* 389: 176-180.
- LIMA, M. y F. M. JAKSIC. 1999. Population rate of change in the leaf-eared mouse: The role of density-dependence, seasonality and rainfall. *Journal Australian Ecology* 24: 110-116.
- LIPS, K. R., J. K. REASER, B. E. YOUNG y R. IBÁÑEZ. 2001. *Amphibian Monitoring in Latin America: A Protocol Manual*. Society for the Study of Amphibian and Reptiles. Circular N° 30: 1-115.
- LIPS, K. R., P. A. BURROWES, J. R. MENDELSON III y G. PARRA-OLEA. 2005. Amphibian declines in Latin America: widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica* 37: 163-165.
- LIPS, K. R., F. BREM, R. BRENES, J. D. REEVE, R. A. ALFORD, J. VOYLES, C. CAREY, L. LIVO, A. P. PESSIER y J. P. COLLINS. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 103: 3165-3170.
- LIPS, K. R., J. DIFFENDORFEN, J. R. MENDELSON III y M. W. SEARS. 2008. Riding the wave: Reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PLOS Biology* 6: 441-454.
- LÖTTTERS, S. 1996. *The Neotropical Toad Genus Atelopus*. Checklist-Biology-Distribution. Vences, M. and Glaw, F. Verlags GbR. Köln, Germany. 1-129.
- LÖTTTERS, S., E. LA MARCA y M. VENCES. 2004. Redescriptions of two toad species of the genus *Atelopus* from coastal Venezuela. *Copeia* 2004: 222-234.
- LUTZ, A. 1927. Notas sobre batracios da Venezuela e da Iha de Trinidad. Notes on batrachians from Venezuela na Trinidad. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz* 20: 35-65.
- MANZANILLA, J. y E. LA MARCA. 2004. Museum records and field samplings as sources of data indicating population crashes for *Atelopus cruciger*, a proposed critically endangered species from the Venezuelan coastal range. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 157: 5-30.

- MANZANILLA, J., A. FERNÁNDEZ-BADILLO, E. LA MARCA y R. VISBAL, R. 1995. Fauna del Parque Nacional Henri Pittier, Venezuela: Composición y distribución de los anfibios. *Acta Científica Venezolana* 46: 294-302.
- MANZANILLA, J., E. LA MARCA, M. JOWERS, D. SÁNCHEZ, y M. GARCÍA-PARÍS. 2005. Un nuevo *Mannophryne* (Amphibia: Anura: Dendrobatidae) del Macizo del Turimiquire, noreste de Venezuela. *Herpetotropicos* 2(2): 105-113.
- MANZANILLA, J., JOWLERS, M. J., LA MARCA, E. y M. GARCÍA-PARÍS. 2007. Taxonomic reassessment of *Mannophryne trinitatis* (Anura: Dendrobatidae) with description of a new species in Venezuela. *Herpetological Journal* 17: 31-42.
- MANZANILLA, J., LA MARCA, E. y M. GARCÍA-PARÍS. 2009. Phylogenetic patterns of diversification in a clade of neotropical frogs (Anura: Aromobatidae: *Mannophryne*). *Biological Journal of the Linnean Society* 97: 185-199.
- MARN. 2000. Primer Informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela. 227 pp.
- MARN. 2001. Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y de los Recursos Naturales, Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela. 135 pp.
- McDIARMID, R. W. y M. A. DONNELLY. 2005. The Herpetofauna of the Guayana Highlands: Amphibians and Reptiles of the Lost World. Pp. 461-560. In M. A. Donnelly, B. I. Crother, C. Guyer, M. H. Wake and M. E. White (Eds), *Ecology and Evolution in the Tropics: A Herpetological Perspective*. University of Chicago Press, Chicago.
- McDIARMID, R. W. y S. GORZULA. 1989. Aspects of the reproductive ecology and behavior of the Tepui toads, genus *Oreophrynella* (Anura, Bufonidae). *Copeia* 1989: 445-451.
- MINAMB, IFLA y PNUMA. (en preparación). Proyecto Geo-Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Instituto Forestal Latinoamericano y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Caracas, Venezuela. s/p.
- MARUSKA, E. J. 1986. Amphibians: review of zoo breeding programmes. *International Zoo Yearbook* 24/25: 56-65.
- MEASEY, G. J. y R. ROYERO. 2005. An examination of *Pipa parva* (Anura: Pipidae) from native and invasive populations in Venezuela. *Herpetological Journal* 15: 291-294.
- MIJARES-URRUTIA, A. 1998. Los renacuajos de los anuros (Amphibia) altoandinos de Venezuela: morfología externa y claves. *Revista de Biología Tropical* 46: 119-143.
- MIJARES-URRUTIA, A. y A. ARENDS. 2001. A new toad of the *Bufo margaritifera* complex (Amphibia: Bufonidae) from Northwestern Venezuela. *Herpetologica* 57: 523-531.
- MOLINA, C. 1999. Uso de microhábitat de *Mannophryne herminae* Boettger 1893 (Anura: Dendrobatidae) en una quebrada de montaña del Área de Reserva del Parque Zoológico Caricuao, Venezuela. I. Resultados Preliminares. Memoria del III Congreso Venezolano de Ecología. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela.
- MOLINA, C. 2003. Ecología de *Mannophryne herminae* (Boettger 1893) (Anura: Dendrobatidae) en la Cordillera de la Costa, Venezuela. Tesis Doctoral. Postgrado en Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. 223 pp.
- MOLINA, C. 2004. Algunos aspectos de la reproducción de *Pleurodema brachiops* (Anura: Leptodactylidae) en los llanos de Venezuela. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 158:117-125.

- MOLINA, C. y J. PÉFAUR. 2000. Uso de charcas por renacuajos de *Mannophryne herminae* (Anura: Dendrobatidae) en una quebrada de montaña de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Resúmenes del V Simposio de Zoología de Cuba.
- MOLINA, C. y J. E. PÉFAUR. 2001. Aspectos reproductivos de machos de *Mannophryne herminae* (Anura: Dendrobatidae) en una quebrada de montaña de la Cordillera de la Costa de Venezuela. Resúmenes IV Congreso Venezolano de Ecología. Pág. 75.
- MOLINA, C. y J. E. PÉFAUR. 2003. Uso y selección de microhabitat de los renacuajos de *Mannophryne herminae* (Boettger 1893) (Anura: Dendrobatidae) en la Cordillera de la Costa, Venezuela. Resúmenes V Congreso Venezolano de Ecología. Pág. 119.
- MOLINA, C., A. ACOSTA, C. J. J. MUESES y S. ARROYO. 2006. Monitoreo de anfibios. Pp. 221-264. En: Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (Eds). Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá D. C. 298 pp.
- MOYLE, P. 1973. Effects of introduced bullfrogs, *Rana catesbeiana*, on the native frogs of the San Joaquin valley, California. *Copeia* 1973: 18-22.
- MÜLLER, L. 1934. Über eine neue Rasse von *Atelopus cruciger* (Licht. u. Marts.) von Venezuela. *Zoologische Anzeiger* 108:145-155.
- MÜLLER, L. 1935. Sobre una nueva raza de "*Atelopus cruciger*" (Licht. and Marts.) en Venezuela. *Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales*, Febrero 1935: 1-10.
- MYERS, C. y M. DONNELLY. 2008. The summit herpetofauna of Auyantepui, Venezuela: report from the Robert G. Goelet American Museum-Terramar Expedition. *American Museum Novitates* 308:1-147.
- MYERS, C. W., A. PAOLILLO y J. W. DALY. 1991. Discovery of a defensively malodorous and nocturnal frog in the family Dendrobatidae: phylogenetic significance of a new genus and species from the Venezuelan Andes. *American Museum Novitates* 3002:1-33.
- NAVA, F. 2004. Estudio filogeográfico de las ranas plataneras (Anura: Hylidae) en el occidente venezolano a través de electroforesis de isoenzimas. Trabajo especial para optar al título de Licenciado. Universidad de Los Andes, Mérida.
- NAVA, F. A. PÉREZ, D. CADENAS, R. PELALLO, G. BARRIOS, P. VILLA y A. URRUTIA. 2003. Patrones espaciotemporales en la actividad reproductiva de *Hyalinobatrachium durantei* (Anura: Centrolenidae) en una selva nublada andina venezolana. Resúmenes V Congreso Venezolano de Ecología. Pág. 122-123.
- NAVARRO, S. A. y B. J. LLORENTE. 1994. Museos y la Conservación de la Biodiversidad. Pp. 229-257. En: Llorente, A y Luna, I. (eds.) *Taxonomía Biológica*. UNAM, México.
- NOONAN, B. P. y P. GAUCHER. 2005. Phylogeography and demography of Guianan harlequin toads (*Atelopus*): diversification within a refuge. *Molecular Ecology* 14: 3017-3031.
- OLSON, D. y K. Ronnenberg. 2008. Global Bd mapping project. <http://www.parcplace.org/bdmap2008update.html> (Revisado 28 abril, 2009).
- PECHMANN, J. H. K y H. M. WILBUR. 1994. Putting declining amphibian populations in perspective: Natural fluctuations and human impacts. *Herpetologica* 50: 65-84.
- PÉFAUR, J. E. 1992. List and Bibliography (1960-85) of the Venezuelan herpetofauna. *Smithsonian Herpetological Information Service* 89: 1-54.

- PÉFAUR, J. E. 1993. Educación Ambiental: Anfibios, una herramienta pedagógica para detectar el deterioro ambiental. Boletín de Educación Ambiental-Extensión. Universitaria (Mérida) 1: 27-37.
- PÉFAUR, J. E. y DÍAZ DE PASCUAL. 1982. Aspectos biogeográficos de las comunidades de anfibios y saurios de los Andes venezolanos. Pp 239-261. En P. J. Salinas (ed.) Zoología Neotropical. Actas VIII Congreso Latinoamericano de Zoología, Mérida, Venezuela.
- PÉFAUR, J. E. y DÍAZ DE PASCUAL. 1987. Distribución ecológica y variación temporal de los anfibios del estado Barinas, Venezuela. Revista de Ecología Latinoamericana 1: 9-20.
- PÉFAUR, J. E. y J. A. RIVERO. 1989. Biogeografía de la herpetofauna venezolana. Resúmenes I Congreso Latino Americano de Ecología, 7 pp.
- PÉFAUR, J. y J. RIVERO. 2000. Distribution, species-richness, endemism, and conservation of Venezuelan amphibians and reptiles. Amphibian and Reptile Conservation 2: 42-70.
- PÉFAUR, J. E. y N. M. SIERRA. 1995. Status of *Leptodactylus laberinthicus* (Calf Frog, rana ternero) in Venezuela. Herpetological Review 26:124-127.
- PÉFAUR, J. E. y N. M. SIERRA. 1996. Análisis bibliográfico herpetológico para Venezuela (1960-1985). Pp: 431-451. En: Péfaur, J. E. (recopilador). Herpetología Neotropical. Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones del CDCHT, Mérida.
- PÉFAUR, J. E., R. PÉREZ, N. M. SIERRA y F. GODOY. 1987. Density reappraisal of caecilians in the Andes of Venezuela. Journal of Herpetology 21: 414-419.
- PÉFAUR, J. E., N. M. SIERRA, R. PEREZ y F. GODOY. 1992. Aspectos biológicos de una población de cecilidos de los Andes Venezolanos. Acta Zoologica Lilloana, 41: 67-74.
- PÉREZ-HÉRNANDEZ, R. 1993. Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV). Simposio Internacional y Primer Congreso Mundial sobre preservación y conservación de colecciones de Historia Natural. Madrid, España 2: 17-23.
- PIÑERO, J. 1985. Ecología trófica de una comunidad de anuros (Amphibia) de selva nublada en los Andes Venezolanos. Tesis de Grado. Universidad de los Andes (Mérida). 106 pp.
- PIÑERO, J. P. 1995. Hábitos alimentarios de *Nephelobates alboguttatus* (Amphibia: Anura: Dendrobatidae) en una selva nublada andina de Venezuela. Libro de Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Ecología. Pág.: 20-15. Mérida, Venezuela.
- PIÑERO, B. J. y P. DURANT. 1993. Dieta y hábitat de una comunidad de anuros de selva nublada en los Andes merideños. Ecotropicos 6:1-9.
- POUNDS, J. A. y M. L. CRUMP. 2004. Amphibian declines and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog. Conservation Biology 8: 72-85.
- POUNDS, A. y R. PUSCHENDORF. 2004. Clouded futures. Nature 427: 107-109.
- POUNDS, J. A., M. P. L. FOGDEN y J. H. CAMPBELL. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. Nature 398: 611-615.
- POUNDS, J. A., M. R. BUSTAMANTE, L. A. COLOMA, A. J. CONSUEGRA, M. P. L. FOGDEN, P. N. FOSTER, E. LA MARCA, K. L. MASTERS, A. MERINO-VITERI, R. PUSCHENDORF, S. R. RON, G. A. SÁNCHEZ-AZOFEIFA, C. J. STILL y B. E. YOUNG. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. Nature 439: 161-167.
- PRADERIO, M. J. 1985. Aspectos ecológicos de una población de *Colostethus herminae* (Dendrobatidae) en la quebrada de La Guairita, Estado Miranda. Trabajo Especial de Grado. Universidad Simón Bolívar. 151 pp.

- PRADERIO, M. J. y M. D. ROBINSON. 1990. Reproduction in the toad *Colostethus trinitatus* (Anura: Dendrobatidae) in a northern Venezuela seasonal environment. *Journal of Tropical Ecology* 6:333-341.
- PRAMUK J. B. 2006. Phylogeny of South American *Bufo* (Anura: Bufonidae) inferred from combined evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society* 146: 407-452.
- RABB, G. B. 1994. The changing roles of zoological parks in conserving biological diversity. *American Zoologist* 34:159-164.
- RADA DE MARTÍNEZ, D. 1972. Variación inter e intrapoblacional de *Colostethus trinitatus* (Amphibia: Dendrobatidae). Trabajo de Ascenso Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- RADA DE MARTÍNEZ, D. 1981. Renacuajos de algunos anfibios de Clarines (Edo. Anzoátegui, Venezuela). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 41: 57-75.
- RADA DE MARTÍNEZ, D. 1990. Contribución al conocimiento de las larvas de anfibios de Venezuela. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 49-50: 391-403.
- RADA, D. y R. BELLO. 1990. Estudio de la piel y escudetes dérmicos de *Dendrobates leucomelas* (Amphibia: Dendrobatidae). *Resúmenes II Congreso Latinoamericano de Herpetología*: 76. Mérida, Venezuela.
- RAHBK, C. 1993. Captive breeding, a useful tool in the preservation of biodiversity? *Journal Biodiversity and Conservation* 2: 426-437.
- RICHTER, S. C. y R. E. BROUGHTON 2005. Development and characterization of polymorphic microsatellite DNA loci for the endangered dusky gopher frog, *Rana sevosa*, and two closely related species, *Rana capito* and *Rana areolata*. *Molecular Ecology Notes* 5: 436-438.
- RIVERO, J. A. 1961. Salientia of Venezuela. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 126: 1-207.
- RIVERO, J. A. 1963a. The distribution of Venezuelan frogs. I. The Maracaibo Basin. *Caribbean Journal of Science* 3: 7-13.
- RIVERO, J. A. 1963b. The distribution of Venezuelan frogs. II. The Venezuelan Andes. *Caribbean Journal of Science* 3: 87-102.
- RIVERO, J. A. 1963c. The distribution of Venezuelan frogs. III. The Sierra de Perijá and the Falcón Region. *Caribbean Journal of Science* 3: 197-199.
- RIVERO, J. A. 1964a. The distribution of Venezuelan frogs. IV. The Coastal Range. *Caribbean Journal of Science* 41: 307-317.
- RIVERO, J. A. 1964b. The distribution of Venezuelan frogs. V. The Venezuelan Guayana. *Caribbean Journal of Science* 4: 411-420.
- RIVERO, J. A. 1964c. The distribution of Venezuelan frogs. VI. The llanos and The Delta Region. *Caribbean Journal of Science* 4: 491-495.
- RIVERO, J. A. 1972. On the *Atelopus oxyrhynchus* Boulenger (Amphibia, Salientia), with the description of a new race and a related new species from Venezuela paramos. *Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales* 29: 600-612.
- RIVERO, J. A. 1982. Los *Eleutherodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) de los Andes Venezolanos. *Especies del Páramo*. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 42: 17-56.
- RIVERO-BLANCO, C. y J. R. DIXON. 1979. Origin and distribution of the herpetofauna of northern South America. En: W. E. Duellman (Ed.), *The South American herpetofauna: its origin, evolu-*

- tion and dispersal. pp. 281-298. Lawrence, Kansas: Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas N° 7.
- RODRÍGUEZ, A. 2004. Quitridiomycosis y cambios climáticos sobre algunas poblaciones de anfibios de los Andes Venezolanos. Tesis de Licenciatura. Universidad de Los Andes, Mérida. 68 pp.
- RODRÍGUEZ, J. P. y F. ROJAS S. 1995. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Primera edición. Provita, Fundación Polar, Wildlife Conservation Society, Profauna (MARNR) y UICN. Caracas, Venezuela. 444 pp.
- RODRÍGUEZ J. P. y F. ROJAS SUÁREZ (Eds.). 2008. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S. A., Caracas, Venezuela. 364 pp.
- RODRÍGUEZ-CONTRERAS, A., J. C. SEÑARIS, M. LAMPO y R. RIVERO. 2008. Rediscovery of *Atelopus cruciger* (Anura: Bufonidae): current status in the Cordillera de La Costa, Venezuela. *Oryx* 42: 301-304.
- ROHR, J., A. ELSKUS, B. SHEPERD, P. CROWLEY, T. MCCARTHY, J. NIEDZWIECKI, T. SAGER, A. SIH y B. PALMER. 2004. Multiple stressors and salamanders: effects of an herbicide, food limitation, and hydroperiod. *Ecological Applications* 14: 1028-1040.
- RON, S. R. 2005. Predicting the distribution of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the new world. *Biotropica* 37: 209-221.
- RON, S. R. y A. MERINO-VITERI. 2000. Amphibians declines in Ecuador: overview and first report of chytridiomycosis from south America. *Froglog* 42: 1-2.
- ROTH, T. L. y A. R. OBRINGER. 2003. The role of reproductive research in addressing the worldwide amphibian extinction crisis. pp.359-374 in W.V. Holt, A.R. Pickard, J.C. Rodger, and D.E. Wildt (eds.). *Reproductive Science and Integrated Conservation*. Cambridge, UK :Cambridge University Press
- RUEDA J. V., J. V. RODRÍGUEZ, E. LA MARCA, S. LÖTTTERS, T. KAHN, y A. ANGULO (Eds.). 2005. Ranas Arlequines. Conservación Internacional. Serie Libretas de Campo. Bogota, Colombia. 158 pp.
- RYAN, M. J. y A. S. RAND. 1993. Phylogenetic patterns of behavioral mate recognition systems in the *Physalaemus pustulosus* species group (Anura: Leptodactylidae). The role of ancestral and derived characters and sensory exploitation. En *Evolutionary patterns and processes*. Linnean Society of London (ed.). Chapter 15. Pág. 252-267.
- SÁNCHEZ, J. y F. BISBAL. 2003. Museos y colecciones zoológicas, pp. 958-980. En: Aguilera, M., A. Azócar y E. González Jiménez, (eds.). *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Caracas.
- SÁNCHEZ, D., A. CHACÓN-ORTIZ, F. LEÓN, B. A. HAN y M. LAMPO. 2008. Widespread occurrence of an emerging pathogen in amphibian communities of the Venezuelan Andes. *Biological Conservation*. 141: 2898-2905.
- SCHLÜTER, A. y D. RÖDDER. 2007. Three new frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Guaiquinima table Mountain, Bolivar, Venezuela. *Herpetotropicos* 3(2): 88-99
- SEIGEL, R. A., y C. K. DODD. 2002. Translocations of amphibians: proven management method or experimental technique? *Conservation Biology* 16:552-554.
- SEÑARIS, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura: Centrolenidae) en Venezuela. Resúmenes IV Congreso Venezolano de Ecología. Pág. 124.
- SEÑARIS, J. C. 2004. Herpetofauna of the Paria Gulf and Orinoco Delta, Venezuela. Pp. 103-113.

- En: Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment-Conservation Internacional, Washington D.C. N°37.
- SEÑARIS J. C. y T. ÁVILA-PIRES. 2003. Anfibios y reptiles. Pp. 11-13. En: Prioridades de Conservación para el Escudo de Guayana. Consenso 2002. Conservación Internacional, Washington D.C.
- SEÑARIS J. C. y J. AYARZAGÜENA. 2004. Contribución al conocimiento de la Anurofauna del Delta del Orinoco, Venezuela: Diversidad, Ecología y Biogeografía. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 157: 129-152.
- SEÑARIS, J. C. y J. AYARZAGÜENA. 2005. Revisión taxonómica de la Familia Centrolenidae (Amphibia; Anura) de Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa MaB-Red IberoMaB de la UNESCO, Sevilla, España. N° 7. 337 pp.
- SEÑARIS, J. C. Y J. AYARZAGÜENA. 2006. A new species of *Hypsiboas* (Amphibia; Anura; Hylidae) from the Venezuelan Guayana, with notes on *Hypsiboas sibleszi* (Rivero 1972). *Herpetologica* 62(3): 309-319.
- SEÑARIS J. C., J. AYARZAGÜENA Y S. GORZULA. 1994. Los sapos de la Familia Bufonidae (Amphibia; Anura) de las tierras altas de la Guayana Venezolana: Descripción de un nuevo género y tres especies. Publicaciones de la Asociación Amigos de Doñana 3: 1-37.
- SEÑARIS, J. C., J. AYARZAGÜENA y S. GORZULA. 1997. Revisión taxonómica del género *Stefania* (Anura; Hylidae) en Venezuela con la descripción de cinco nuevas especies. Publicaciones de la Asociación Amigos de Doñana 7:1-56.
- SEÑARIS, J. C., C. DONASCIMENTO y O. VILLAREAL 2005. A new species of the genus *Oreophrynella* (Anura: Bufonidae) from the Guiana Highlands. *Papeis Avulsos de Zoologia, Museu de Sao Paulo* 45(4): 61-67.
- SEXTON, O. 1957. The distribution of *Bothrops atrox* in relation to food supply. *Boletín del Museo de Ciencias Naturales de Caracas* 1957-1958:47-54.
- SEXTON, O. J. 1960. Some aspects of behavior and of the territory of a dendrobatid frog, *Prostherapis trinitatis*. *Ecology* 41:107-115.
- SLADE, R. W. y C. MORITZ. 1998. Phylogeography of *Bufo marinus* from its natural and introduced ranges. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 265: 769-777.
- SNIDER, A. y K. ZIPPEL. 2000. Amphibian conservation at the Detroit Zoological Institute. *Froglog* 40.
- SOLANO, M. 1987. Algunos aspectos de la biología reproductiva del sapito silbador *Leptodactylus fuscus* (Schneider) (Amphibia: Leptodactylidae). *Amphibia-Reptilia* 8: 111-128.
- SPEARE, R. y L. BERGER. 2000. Chytridiomycosis in amphibians in Australia. www.jcu.edu.au/school/phtm/PHTM/frogs/chyspec.htm.
- STATON, M. A. y R. J. DIXON. 1977. The herpetofauna of the Central Llanos of Venezuela: noteworthy records, a tentative checklist and ecological notes. *Journal of Herpetology* 11:17-24.
- STEYERMARK, J. A., P. E. BERRY y B. K. HOLST. 1995. Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. I. Missouri Botanical Garden y Timber Press. San Luis y Oregon, USA. 320 pp.
- STUART, S. N., J. S. CHANSON, N. A. COX, B. E. YOUNG, A. S. L. RODRIGUES, D. L. FISCHMAN y R. W. WALLER. 2004. Status and trends os amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.

- SUÁREZ, V. L. M. 1999. Caracterización de la composición taxonómica y dieta de la herpetofauna colectada en trampas de caída, ubicadas en algunas sabanas de *Trachypogon* sp. y bosques de *Pinus caribaea* en Uverito, Estado Monagas. Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 80 pp.
- SUÁREZ, L., M., MOLINA, C. R., BULLA, L. A., y F. VANESSA. 2000. Efecto de plantaciones de *Pinus caribaea* sobre la herpetocenosis en Uverito, Venezuela. *Ecotropicos* 13: 21-29.
- TÁRANO, Z. 2001. Cantores de la noche: diversidad acústica en una comunidad de anuros en los Llanos Centrales de Venezuela. Resúmenes IV Congreso Venezolano de Ecología: 123. Mérida.
- TÁRANO, Z. 2001. Variation in male advertisement calls in the Neotropical frog *Physalaemus eneseftae*. *Copeia* 2001: 1064-1072.
- TÁRANO, Z. 2002. Vocal responses to variation in male advertisement call in the Neotropical frog *Physalaemus eneseftae*. *Journal of Herpetology* 36: 615-620.
- TÁRANO, Z., y M.J. RYAN. 2002. No pre-existing biases for heretospecific acoustic traits in the Neotropical frog *Physalaemus eneseftae*. *Animal Behaviour* 64: 599-607.
- TEST, F. H. 1954. Social aggressiveness in an amphibian. *Science* 120:140-141.
- TEST, F. H. 1963. A protective behavior pattern in a Venezuelan frog of mountain stream. *Caribbean Journal of Science* 3:125-128.
- TOFT, C. A., A. S. RAND y M. CLARK. 1985. Population dynamics and seasonal recruitment in *Bufo typhonius* and *Colostethus nubicola* (Anura). Pp.: 397-403. En Leigh, E. G. Jr., Rand, A. S. y Windsor, D. M. (eds.) *The Ecology of a Tropical Forest. Seasonal Rhythms and Longterm Changes*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- TORRES, D. y C. L. BARRIO. 2001. Conservation: Anura: *Atelopus carbonerensis* *Herpetological Review*. 32 (3): 179.
- TURCHIN, P. y R. S. OSTFELD. 1997. Effects of density and season on the population rate of change in the meadow vole. *Oikos* 78: 355-361.
- VARGAS J., y E. LA MARCA. 2006. A new species of collared frog (Amphibia; Anura; Aromobatidae; *Mannophryne*) from the Andes of Trujillo state, Venezuela. *Herpetotropicos* 3(1): 51-57.
- VENCES, M., J. KOSUCH, R. BOISTEL, C. F. B. HADDAD, E. LA MARCA, S. LÖTTTERS y M. VEITH. 2003. Convergent evolution of aposematic coloration in neotropical poison frogs: a molecular phylogenetic perspective. *Organism Diversity y Evolution* 3: 215-226.
- VENCES, M., M. THOMAS, R. M. BONETT y D. R. VIEITES. 2005. Deciphering amphibian diversity through DNA barcoding: chances and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 360: 1859-1868.
- VIAL, J. L. y L. Y. SAYLOR .1993. The status of amphibians populations. A compilation and analysis. IUCN/SSC Declining Amphibian Populations Task Force. Working Document N° 1.
- VILLA, P., A. PÉREZ, R. PELALLO, D. CADENAS, A. URRUTIA, F. NAVA y G. BARRIOS. 2003. Cambios de la abundancia de una comunidad de anuros asociado a variables climáticas en una selva nublada andina venezolana. Resúmenes V Congreso Venezolano de Ecología. Pág. 159.
- WASSERSUG, R. J. y W. F. PYBURN. 1987. The biology of the Pe-ret' toad *Otophryne robusta* (Microhylidae) with special consideration of its fossorial larvae and systematic relationships. *Zoological Journal of Linnean Society* 91: 137-169.
- WAUGH, D. 1988. Training in zoo biology. Captive breeding, and conservation. *Zoo Biology* 7: 269-280.

- WAZA. 2005. Building a Future for Wildlife-The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy.
- WAZA, CBSG y ASG. 2007. Amphibian Ark: Keeping threatened amphibian species afloat (draft).
- WEIGT, L. A., A. J. CRAWFORD, A. S. RAND y M. J. RYAN 2005. Biogeography of the tungara frog, *Physalaemus pustulosus*: a molecular perspective. *Molecular Ecology* 14: 3857-3876.
- WEMMER, C., C. PICKETT, y J. A. TEARE. 1990. Training zoo biology in tropical countries: A report on the method and progress. *Zoo Biology* 9:461-470.
- WIESE, R. J. y M. HUTCHINS. 1994. The role of zoos and aquariums in amphibian and reptile conservation, p. 37-45. En J.B. Murphy, K. Adler, and J.T. Collins (eds.), *Captive Management and Conservation of Amphibians and Reptiles. Contributions to Herpetology*, vol. 11. Ithaca: SSAR.
- WOLFF, J. O. 1997. Population regulation in mammals: an evolutionary perspective. *Journal Animal Ecology* 66:1-13.
- WOODHAMS, D. C., R. A. ALFORD y G. MARANTELLI. 2003. Emerging disease of amphibians cured by elevated body temperature. *Diseases of Aquatic Organisms* 55: 65-67.
- WRIGHT, K. y B. WHITAKER. 2001. *Amphibian Medicine and Captive Husbandry*. Melbourne, FL. Krieger Publishing.
- YOUNG, B. E., S. N. STUART, J. S. CHANSON., N. A. COX., T. M. BOUCHER. 2004. Joyas que están desapareciendo: el Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo. NatureServe, Arlington, Virginia.
- YOUNG, B. E., K. R. LIPS, J. K. REASER, R. IBAÑEZ, A. W. SALAS, J. R. CEDEÑO, L. A. COLOMA, S. R. RON, E. LA MARCA, J. R. MEYER, A. MUÑOZ, F. BOLAÑOS, G. CHAVES y D. ROMO. 2000. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15: 1213-1223.
- ZIPPEL, K. C. 2002. Conserving the Panamanian Golden Frog: Proyecto Rana Dorada. *Herpetological Review* 33:11-12.
- ZIPPEL, K. 2006. Zoos play a vital role in amphibian conservation. En: *AmphibiaWeb, Information on amphibian biology and conservation*. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>. (Revisado: Apr 9, 2007).
- ZUG, G. R. y P. B. ZUG. 1979. The marine toad, *Bufo marinus*: A natural history resumé of native populations. *Smithsonian Contribution of Zoology* 284:1-58.