

BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 12 · Número 2 · Julio - diciembre de 2011
Especial Simposio Especies Invasoras



Pez león (*Pterois volitans*) - Juan D. González

Cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*)
Pablo E. Florez

Rana toro (*Lithobates catesbeianus*)
Fernando Castro

Rana toro (*Lithobates catesbeianus*)
Fernando Castro

Perna viridis entre otros millones - M. Ahrens

Gecko (*Hemidactylus frenatus*) - Jose Rances Caicedo

Perna viridis - M. Ahrens

Gecko (*Hemidactylus frenatus*) - Jose Rances Caicedo

Escarabajo coprófaga (*Digitonthopaeus gazella*)
Jorge Noriega



Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, arbitrada por evaluadores externos, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye, además, las secciones de Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades Bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indizada en Redalyc, Latindex, Biosis, Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Redalyc, Latindex, Biosis, Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

www.siac.net.co/biota/
biotacol@humboldt.org.co

Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Jaime Aguirre Ceballos	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / Editor

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editora invitada / Guest editor

María Piedad Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------------	--

Editora Asistente / Assistant editor

Ángela M. Suárez M.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------------	--

Comité Científico Editorial / Editorial Board

Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional - Invemar
Cristián Samper	NMNH - Smithsonian Institution
Donald Taphorn	Universidad Experimental de los Llanos (Unellez), Venezuela
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente
Hugo Mantilla	Texas Tech University Department of Biological Sciences
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden

Asistencia Editorial / Editorial Assistance

Diseño y diagramación / Design

Susana Rudas Ll.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
------------------	--

Impreso por ARFO - Arte y Fitolito - Bogotá, Colombia

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
 Teléfono / Phone (+57-1) 320 27 67
 Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Editorial

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en su artículo 8h, insta a los países parte a prevenir, controlar y erradicar las especies invasoras, sean estas de origen exótico (provenientes de otros continentes, países, regiones biogeográficas transnacionales) o trasplantadas (dentro del mismo país).

Colombia como país signatario de dicho Convenio, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -, ha implementado sus primeras acciones para abordar este reto, con la declaratoria oficial de la lista de especies invasoras. De la misma forma, los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) se constituyen en el apoyo técnico del Ministerio, desarrollando investigación sobre ejercicios técnicos y herramientas para el evaluar el impacto de las invasiones biológicas. Prueba de ello es el documento publicado recientemente “Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia (2010)” que representa la hoja de ruta a seguir para los análisis previos y evaluar las introducciones a nivel nacional.

Es así como el Instituto Alexander von Humboldt, en el marco del Tercer Congreso Colombiano de Zoología (Medellín, 21 al 26 de noviembre de 2010), realizó el Simposio “Las invasiones biológicas como actores de cambio y pérdida de biodiversidad”, coordinado con el Instituto de Investigaciones Marinas (Invemar) y la Universidad Jorge Tadeo Lozano. El espacio constituyó un escenario inicial para conocer los investigadores y grupos de trabajo que tienen como uno de sus objetivos la fauna invasora.

Los 29 trabajos presentados evidenciaron que pese a que las plantas son señaladas y asociadas de manera más notoria con los temas sobre invasiones biológicas, la fauna introducida juega un papel importante en la transformación de los procesos ecológicos y pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia y otros países de Suramérica. La investigación en invertebrados, peces (marinos y continentales), anfibios, reptiles, aves y mamíferos, mostró unos esfuerzos importantes en los avances sobre la ecología y taxonomía de las especies y evidenció la necesidad de reforzar otros aspectos orientados hacia la gestión y toma de decisiones.

Es por ello que queremos resaltar y agradecer a todos los investigadores asistentes que manifestaron su interés en las invasiones biológicas, pues refleja la inclusión de este tema emergente en sus programas y líneas de investigación académica. Esto nos lleva a hacer un llamado a presentar y hacer públicos los trabajos e investigaciones, como el objetivo de esta edición especial de Biota Colombiana que trae una muestra seleccionada de seis trabajos presentados en el Congreso Colombiano de Zoología con diferentes aproximaciones tanto biológicas, como sociales y económicas.

Nuevamente el Instituto Humboldt apuesta por la importancia de este motor de pérdida de biodiversidad y en el marco de su Plan Operativo Anual para el 2012, priorizará esta temática a través de estudios de caso piloto sobre el impacto de las tilapias en la cuenca del Magdalena, la publicación del catálogo de la fauna acuática invasora en Colombia y la conformación de la Red Nacional de Especies Invasoras.

Brigitte L. G. Baptiste
Directora general

Carlos A. Lasso
Editor

Maria Piedad Baptiste
Editora invitada

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: estrategias propuestas para su manejo y control

J. Nicolás Urbina-Cardona¹, Javier Nori² y Fernando Castro³

Resumen

La rana toro es una de las especies invasoras más agresivas a nivel global debido a su amplia capacidad de dispersión, de competencia y por sus hábitos alimenticios voraces y plásticos. En Colombia la especie ha sido reportada desde la década de los 80's cuando fue introducida al país como alternativa económica en la ranicultura y su distribución se ha incrementado desde ese entonces. En el presente trabajo se realizó un modelo de distribución potencial de la especie para Colombia basado en la proyección de la distribución actual en el área nativa, en el noreste de los Estados Unidos. Así mismo se comparó la distribución potencial actual con la distribución futura en tres modelos globales de circulación (CCCMA-CGCM31, CSIRO_MK30 y IPSL_CM4) y a lo largo de dos horizontes de tiempo (años 2050 y 2080). Se determinó que los Andes y la región Caribe en Colombia presentan áreas óptimas para el establecimiento de la especie en el presente y en el futuro. Es urgente realizar un plan de manejo y control de la rana toro en Colombia, identificar las áreas invadidas para controlar las poblaciones de esta especie y tomar medidas preventivas en áreas potenciales para la invasión.

Palabras clave. Cambio climático. Distribución geográfica. Especies invasoras. MaxEnt. Planes de monitoreo, vigilancia y control.

Abstract

The bullfrog is one of the most aggressive invasive species globally because of their wide dispersal ability, competence and their voracious eating habits. In Colombia, the species has been reported since the early 80's when entered the country as an economic alternative in the frog breeding and distribution has increased since then. This work has modeled potential distribution of the species in Colombia based upon the projection of the distribution in the native area in the northeastern United States. Likewise, the distribution was compared with the current potential future distribution of three global circulation models (CCCMA-CGCM31, CSIRO_MK30 and IPSL_CM4) and over two time horizons (2050 and 2080 yrs). It was determined that the Andes and the Caribbean Region in Colombia presents optimal areas for the establishment of the species present and the future. It is urgent to design and implement a management and control plan for Bullfrog populations in Colombia, to identify invaded areas and perform control of this species. This article provides some basis for the development of this plan in Colombia.

Key words. Climate change. Geographic distribution. Invasive species management and control plans. MaxEnt.

Introducción

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) es una especie exótica originaria del noreste de los Estados Unidos que ha sido introducida en Suramérica como especie promisoría en la producción de proteína animal y con proyecciones económicas atractivas (Lutz y Avery 1999). Esta especie invasora ha sido reportada en diez de los 13 países de Suramérica continental (Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú, Chile, Guyana, Paraguay, Brasil, Argentina y Uruguay) (Rueda-Almonacid 1999, Borges-Martins *et al.* 2002, Lever 2003, Cisneros-Heredía 2004, Hanselmann *et al.* 2004, Sanabria *et al.* 2005, Ziller *et al.* 2005, Laufer *et al.* 2008, Frost 2009, Morejón 2009, ISSG 2009, IABIN 2011, Sanabria *et al.* 2011), siendo los tres últimos países los principales productores de individuos para exportarlos como alimento a Europa y Estados Unidos (Matthews 2005).

La rana toro se encuentra señalada como una de las especies invasoras más agresiva a nivel global (Lever 2003, Lowe *et al.* 2004). Puede llegar a su madurez sexual entre su primer y segundo año después de la metamorfosis (George 1940, Ryan 1953). Una hembra, según su tamaño, puede llegar a producir de 1000 a 48000 huevos dos veces al año, aún en condiciones de alta contaminación (Bury y Whelan 1984). Cuenta además con una longevidad aproximada de diez años en vida silvestre y puede llegar a vivir hasta 16 años en criaderos (Oliver 1955). El desarrollo del huevo hasta larva dura de 3 a 5 días en rangos de temperatura de 15 a 32 °C (Howard 1978). El renacuajo eclosiona con una longitud de 26 a 32 mm, dependiendo de las condiciones climáticas y ambientales donde se desarrolle; se alimentan de plantas acuáticas, pequeños invertebrados e incluso pequeños peces (Treanor y Nichola 1972). Tanto los huevos como los renacuajos presentan un sabor desagradable para la mayoría de los depredadores potenciales como los peces y sus larvas alteran la composición de algas bentónicas perturbando la estructura de la comunidad acuática (Kiesecker y Blaustein 1998, Matthews 2005). Esta especie ejerce efectos deletéreos en la biodiversidad nativa de los ambientes que coloniza debido a que compete por espacio y alimento con especies nativas y los individuos adultos depredan directamente a otras especies de vertebrados (serpientes, peces, anfibios,

reptiles y aves) (Kiesecker y Blaustein 1998, Rueda-Almonacid 1999, Daza-Vaca y Castro-Herrera 1999, Matthews 2005). Finalmente, se adiciona otro riesgo importante pues se ha demostrado que esta especie tolera y disemina el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, el cual es una de las principales causas de disminuciones y extinciones globales de anfibios (Mazzoni *et al.* 2003, Garner *et al.* 2006, Pearl *et al.* 2004, Schloegel *et al.* 2009, Urbina-Cardona *et al.* en prensa), incluso al interior de los fragmentos de vegetación natural remanente y las áreas naturales protegidas (Bosch *et al.* 2001, Schüttler y Karez 2008, Becker y Zamudio 2011).

Su entrada a Colombia, tiene origen en el atractivo como especie prolífica para la producción de carne y pieles, proceso que floreció en Brasil, y desde entonces 444 individuos (24 hembras y 2 machos adultos, y 78 post-metamórficos) llegaron a Colombia por el departamento de Caldas (Granja Montelindo, vereda Santagueda, Municipio de Palestina; septiembre de 1986) llevada por empresarios del sector agropecuario que buscaban innovar su sistema productivo pero ignorantes de los riesgos de esa introducción (Rueda-Almonacid 1999). Otro foco de invasión fue reportado en junio de 1993 en el Alto de Chinauta (departamento de Cundinamarca) con individuos procedentes del Departamento de Caldas. Hacia 1990 el Inderena emitió una resolución que prohibía su cría en el país y ordenaba la destrucción de las colecciones experimentales (Matthews 2005). Sin embargo, a inicios de 1994 la especie ya había colonizado ambientes en la cuenca del río Cauca, haciendo uso de presas y canales de irrigación, llegando al sector Media Canoa en el Valle del Cauca, y alcanzando rápidamente dispersión hacia el alto y bajo río Cauca y por otro lado el Valle del río Magdalena en el occidente de Cundinamarca y Tolima oriental también era colonizado rápidamente con las introducciones a Chinauta (Rueda Almonacid 1999, Matthews 2005). Lynch (2005) reporta la presencia de esta especie en la cuenca amazónica del oriente de Boyacá, Matthews (2005) reporta las poblaciones más abundantes en La laguna de Sonso del Valle del Cauca y en los alrededores de Buga. Más adelante Mueses-Cisneros y Ballén (2007) reportaron la presencia de esta especie en la ciudad de Bogotá.

Observaciones aun no documentadas en su totalidad, indican que esta especie invasora ha alcanzado una amplia distribución hacia los sectores norte del país (departamentos de Antioquia, Risaralda, Córdoba y sur de Bolívar y el Medio Magdalena), con una gran cantidad de humedales del complejo lagunar de la planicie Caribe.

Recientemente, las herramientas que permiten modelar la distribución de las especies han sido usadas ampliamente para predecir las áreas (potenciales) más adecuadas para el establecimiento de especies invasoras, permitiendo señalar, a manera de alerta temprana, las regiones en las cuales es prioritario tomar acciones de monitoreo y control para evitar las invasiones (Giovanelli *et al.* 2008, Urbina-Cardona y Castro 2010; 2011, Nori *et al.* 2011a,b). Recientemente se ha señalado que la aplicación de dichas herramientas para la determinación de zonas con riesgo de invasión debe hacerse de forma particular ya que dichas áreas están más asociadas al nicho fundamental de la especie que a su nicho realizado (Rodda *et al.* 2011). Haciendo uso de estas herramientas, estudios recientes han descrito la distribución actual de la rana toro en algunas regiones de Suramérica (Giovanelli *et al.* 2008, Nori *et al.* 2011 a,b), demostrado que el cambio climático puede afectar la distribución futura de esta especie en algunos ecosistemas en Colombia y Brasil (Urbina-Cardona y Castro 2011; 2010, Loyola *et al.* *en prensa*). En el presente estudio se modeló la distribución actual y futura (basados en diferentes modelos climáticos) de *Lithobates catesbeianus* en su ámbito nativo y se proyectó los resultados a Colombia bajo diferentes horizontes de tiempo (actual, 2050, 2080). Los objetivos del presente estudio fueron: (a) determinar la distribución potencial de la rana toro en Colombia, y (b) determinar el patrón de cambio en hábitats potencialmente adecuados para la invasión a futuro bajo diferentes escenarios globales de circulación y diferentes horizontes de tiempo.

Material y métodos

Localidades de presencia de la rana toro

Se inició el estudio con una base de datos compuesta por 1431 registros únicos de la rana toro en su

área de distribución nativa, obtenidos de HerpNet (<http://www.herpnet.org>), Conabio (http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html) y GBIF (<http://data.gbif.org>), incluyendo datos de presencia en México, USA y Canadá. Adicionalmente se usaron 210 registros únicos de invasión de la rana toro en Suramérica, obtenidos a partir del I3N IABIN (<http://i3n.iabin.net>), Species Link (<http://splink.cria.org.br>), y colecciones de herpetología (Instituto Hórus, Universidad de Antioquia, Centro de Zoología Aplicada de la Universidad Nacional de Córdoba), así como literatura científica (Ficetola *et al.* 2007, Giovanelli *et al.* 2008, Akmentins y Cardozo 2010, Nori *et al.* 2011a, Sanabria *et al.* 2011). Los registros duplicados fueron eliminados haciendo uso del software ENMTools 1.3 (Warren y Seifert 2011).

Datos climáticos

Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las 19 variables bioclimáticas del WorldClim (<http://www.worldclim.org>) las cuales describen el clima con una serie de variables interpoladas a partir de un conjunto de datos globales (Hijmans *et al.* 2005). A su vez, se incluyó en el análisis la altitud obtenida del U. S. Geological Survey's Hydro-1K (<http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/gtopo30.html>). Se seleccionaron las diez variables que no presentaron colinealidad con otras variables ($r < 0,75$): rango diurno promedio, isothermalidad, temperatura máxima del mes más cálido, rango anual de temperatura, temperatura media del trimestre más húmedo al año, precipitación del mes más húmedo, estacionalidad en la precipitación, precipitación del trimestre más seco del año y altitud. Para estimar la influencia del cambio climático global en la distribución potencial de *L. catesbeianus*, se modeló la distribución de la especie a lo largo de tres horizontes de tiempo (presente, 2050 y 2080) y usando diferentes modelos de circulación global (CCCMA-CGCM31, CSIRO_MK30 y IPSL_CM4; Diniz-Filho *et al.* 2009, 2010) para cada periodo de tiempo.

Modelos de distribución de rana toro

Se realizaron modelos de distribución geográfica de la rana toro haciendo uso del programa MaxEnt (Phillips *et al.* 2006, 2009), el cual hace inferencias robustas a partir solo de datos de presencia de las

especies (Elith *et al.* 2006) y se basa en el principio de encontrar la probabilidad de distribución de una especie mediante la probabilidad de distribución de máxima entropía (Phillips *et al.* 2006). A partir de datos de distribución de la especie y las variables ambientales (capas climáticas y topográficas) ubicados sobre un espacio geográfico, el modelo obtenido es la probabilidad relativa de la distribución de una especie en un espacio geográfico (Elith *et al.* 2011). Expresa las condiciones de cada celda para albergar a una especie como una función de las variables ambientales incluidas en el modelo. Un valor alto en la función de una celda indica la predicción de tener condiciones óptimas para la especie modelada. El modelo resultante es la probabilidad relativa de la distribución de una especie a lo largo del espacio geográfico definido, donde valores probabilísticos mayores indican que la verosimilitud en una celda tiene potencialmente las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la especie modelada (Elith *et al.* 2006, Phillips *et al.* 2006, 2009).

Primero se modeló la distribución potencial de *Lithobates catesbeianus* en su ámbito geográfico nativo, delimitado por un polígono convexo mínimo generado con los 1427 registros recopilados en dicha área. El 75% de dichos registros (1070) fueron destinados al entrenamiento del modelo y el 25 % restantes (357 registros) para la prueba del mismo. El resultado obtenido fue proyectado a toda Suramérica para escenarios actual y futuros. Para correr los modelos en el software MaxEnt, primero se definió el parámetro de regularización a partir de la aplicación de la variación para la corrección de muestras pequeñas del criterio de información de Akaike en ENMTools 1.3 (Warren y Seifert 2011). Para evitar proyecciones débiles y consecuente sub-predicción de las áreas de riesgo en la proyección, producto del algoritmo de modelado implementado, se utilizó el “clamping análisis” (implementado por MaxEnt). Para reclasificar los mapas de la especie a áreas adecuadas (presencia) e inadecuadas (ausencia) para el establecimiento de la especie, se usó el umbral de “minimum training presence” debido a que es idóneo al modelar especies invasoras (Pyrone *et al.* 2010, Rodda *et al.* 2011).

Los resultados de distribución actual se validaron al comparar los modelos de distribución con los reportes de distribución (invasión) de la especie en Suraméri-

ca. Se evaluó la similitud de los diferentes modelos de distribución actual y futuros (modelos de circulación en diferentes horizontes de tiempo) aplicando el estadístico *I* y el rango relativo (RR) en ENMTools (Warren y Seifert 2011).

Una vez evaluada la validez de los modelos de distribución actual y futura de rana toro para Suramérica se procedió a cortar cada modelo geográfico, resultante a un área circunscrita a la extensión de Colombia continental (1.141.962 km²).

Resultados y discusión

Los modelos de distribución presentaron valores de área bajo la curva altos (AUC=0,842 +/- 0,009 para el test; 0,86 +/- 0,011 para entrenamiento del modelo). El umbral de “minimum training presence” fue bajo (0,1) y el mejor valor de regularización, escogido a partir del valor más bajo en el criterio de selección de Akaike fue 1. Los valores del estadístico *I* y el rango relativo reflejaron altos valores de similitud entre los diferentes modelos globales de circulación (CCCMA-CGCM31, CSIRO_MK30 y IPSL_CM4) al comparar el mismo horizonte de tiempo (2050 o 2080).

Todas las poblaciones invasoras reportadas para Colombia coinciden con áreas potencialmente adecuadas para la invasión de la rana toro (Figura 1). Las proyecciones geográficas de distribución de la especie en el futuro muestran un incremento en las áreas adecuadas para el establecimiento de la especie en Colombia principalmente para la Orinoquia y en uno de los modelos (CSIRO_MK30 al año 2080) para la Amazonia (Figura 2).

A pesar de que las diferentes proyecciones a futuro de la distribución de rana toro en el país muestran algunas diferencias (principalmente para la región de la Orinoquia debido a los supuestos y la sensibilidad en demostrar cambios climáticos locales al comparar los diferentes modelos globales de circulación), todos los escenarios muestran una tendencia permanente (actual y futura) de ambientes adecuados para la invasión en las cordilleras y el Caribe colombiano. Este patrón difiere ampliamente con el modelo de

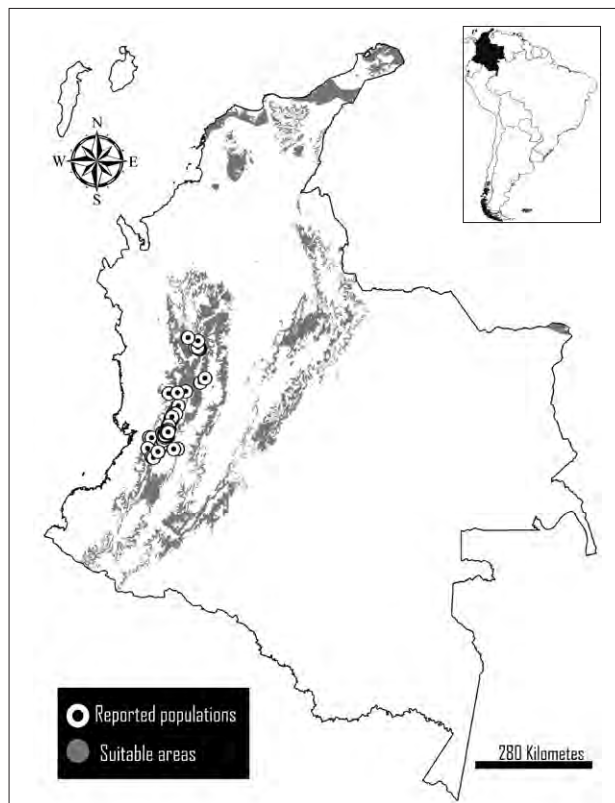


Figura 1. Modelo de distribución actual de rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia. En color gris se indican las áreas (potenciales) adecuadas para el establecimiento de la especie; en círculos blancos con centro negro se indican los reportes de la especie para Colombia.

distribución futura de *L. catesbeianus* propuesto por Urbina-Cardona y Castro (2011), en el cual usando un modelo de circulación CCCMA para el año 2050 subestiman el potencial invasor de la especie hacia la Orinoquia y el Caribe colombiano. Diniz-Filho *et al.* (2009) reportan, a partir del modelado de 3837 especies de aves neotropicales, que el 14% de la variación en los modelos de distribución geográfica se debe al modelo de circulación global usado y un 3% adicional a la interacción entre los modelos de circulación global y los horizontes de tiempo. Esto demuestra la importancia de analizar la distribución futura de las especies invasoras haciendo uso de diversos modelos globales de circulación y a lo largo de diferentes horizontes de tiempo (Nori *et al.* 2011b). Asimismo, resultaron importantes las variaciones metodológicas realizadas en la aplicación de MaxEnt en orden de no sub-predecir el potencial invasor de una especie

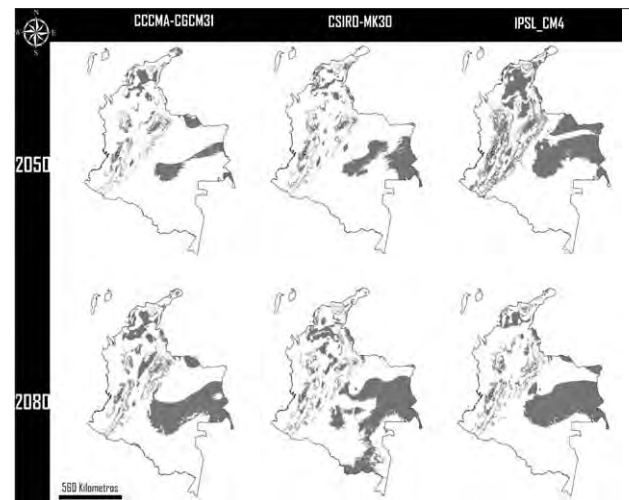


Figura 2. Modelos de distribución futura de rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia bajo diferentes modelos globales de circulación y a dos horizontes de tiempo (2050 y 2080). En color gris se indican las áreas (potenciales) adecuadas para el establecimiento de la especie.

tan agresiva como la rana toro (principalmente la utilización del polígono convexo mínimo para calibrar la proyección, la validación de la prueba de los valores de regularización y la actualización del Maxent con análisis más robustos) y de proyectar la distribución de la especie al área invadida, con modelos basados exclusivamente en las localidades del área nativa. En este sentido, es importante aclarar que las localidades de distribución del área invadida no reflejan siempre poblaciones viables que crecen y sobreviven en el tiempo y colonizan nuevos ambientes (Nori *et al.* 2011b), como se refleja en el reporte de Mueses-Cisneros y Ballén (2007) para algunas áreas verdes de la ciudad de Bogotá. Por lo cual, localidades de distribución del área invadida que no representen poblaciones viables podrían incluir sesgo al momento de construir el modelo de distribución de una especie que use todo el rango geográfico (nativo e invadido) de la especie (según lo sugerido por Broennimann y Guisan 2008).

Distribución de rana toro en Colombia

En el eje de la cuenca hidrográfica del río Cauca, las condiciones de humedales anexos, como madre viejas, ríos lentos y un amplio sector de distritos de riego en la agricultura intensa y extensa de esta región, brinda condiciones idóneas para que individuos adul-

tos y los huevos puestos en masas flotantes de vegetación acuática logren ir colonizando las características locales de nuevos hábitats viables (Matthews 2005). Otro tanto se puede establecer para el eje hídrico en la cuenca del río Magdalena; ambos recorridos convergen en los humedales de los complejos cenagosos y lagunares de la llanura Caribe al norte. En estas áreas indicadas anteriormente, el efecto de dispersión es solamente la migración en esa dirección sur a norte y por medios facilitados por estas cuencas hídricas. El presente estudio documenta un rango actual de distribución geográfica relativamente pequeño (Figura 1), pensando en que hoy día podríamos aceptar un rango más amplio y crítico a lo largo del país. Sin embargo, las áreas adecuadas para el establecimiento de la especie en la actualidad reflejan una buena predicción dado que la alta humedad y presencia de cuerpos de agua, estabilidad de temperaturas anuales y los regímenes de lluvias en el medio Magdalena, brindarían espacios adecuados para implantación de poblaciones de una especie tan agresiva como la rana toro. Con el incremento en las inundaciones causadas por las largas temporadas de lluvias en el país que en los últimos meses asciende a 2.091.871 hectáreas y otras 10 millones de hectáreas en riesgo de inundación (IGAC *et al.* 2011), la conectividad estructural y funcional para la rana toro en las áreas con alta precipitación se ha incrementado en la medida que la especie es capaz de dispersarse largas distancias y prosperar en áreas antropogénicas perturbadas (Matthews 2005).

Pensando en las otras áreas como la Orinoquia y Amazonia, los complejos hídricos conllevan a que actividades de origen antrópico puedan llevar a una rápida colonización. Los modelos generados para los escenarios de cambio climático (Figura 2), dan una idea y predicción robusta, en las cuencas de los ríos Meta, Arauca y sistemas lagunares naturales o “préstamos”. En este caso de la Orinoquia, influye mucho la actividad de reproducción activa desde criaderos en el vecino país (Venezuela) y se agravaría la situación con un cambio de regímenes de lluvias respecto de su intensidad y extensas inundaciones de estas tierras bajas.

Una mirada hacia la Amazonia es casi similar a lo analizado en la Orinoquia. Este sector de la Amazonia tiene amenazas ya existentes desde Ecuador y Perú,

pese a que la cuenca drena en otro sentido a la Orinoquia, estas son tierras bajas y de un impacto de cambios importantes debido a las varzeas, que en periodos de lluvias e inundaciones llenan muchas áreas con extensiones de gran magnitud y para el periodo seco quedan sistemas de lagunas dando lugar a un eficiente medio de dispersión y reclutamiento de poblaciones en ambientes óptimos para su desarrollo. Al igual que la Orinoquia, la Amazonia, no tiene una buena documentación de presencia de la rana toro o el tamaño de sus poblaciones, pero basados en los modelos y con evidencias de la actividad de ranicultura en los países vecinos hay una gran predictibilidad entorno a condiciones óptimas ambientales presentadas allí.

Finalmente, la zona Andina no está en presión actual, pero la especie podría tener condiciones genéticas inhibidas que puedan remontar de nuevo en las poblaciones para adaptarse a condiciones de frío en zonas templadas como lo fueron sus orígenes en las áreas nativas de la especie al nordeste de los Estados Unidos de Norte América. Sin embargo, hay que tener en cuenta que recientemente la rana toro ha sido reportada para áreas verdes de la ciudad de Bogotá (aeropuerto El Dorado y Universidad Nacional de Colombia) (Mueses-Cisneros y Ballén 2007), aunque se discute si las poblaciones se han establecido o simplemente fueron encuentros fortuitos de individuos que escaparon de algún laboratorio o decomiso.

Los presentes modelos de distribución buscan dar una alerta temprana para la toma de decisiones en la prevención de la invasión de esta especie y ayudar en la selección de sitios para realizar monitoreos frecuentes en búsqueda de las poblaciones de la rana toro. De las estrategias de manejo y evaluación del riesgo de especies invasoras (prevención, erradicación y control), la prevención es la más costo-eficiente por cuanto se basa en el desarrollo de normatividad enfocada a prohibir la importación, posesión, transporte o liberación al medio natural de especies exóticas (Pyke *et al.* 2008).

Vacíos normativos y de manejo

En la Política Nacional de Biodiversidad se manifiesta que “en numerosas ocasiones, la introducción de especies foráneas e invasoras es promovida por políticas

estatales de fomento que no tienen en cuenta sus efectos ambientales a mediano y largo plazo”. Así mismo, esta Política asigna funciones de control a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CARs y CDSs); al Ministerio de Ambiente, Vivienda y de Desarrollo Territorial (MAVDT); a la Aduana Nacional y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), con el fin de que definan agendas interministeriales contra el trasplante de especies exóticas introducidas en el país. El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2005), con base en la consulta a expertos, seleccionó un grupo de especies invasoras en Colombia. Más adelante Gutiérrez (2006) realizó, con el apoyo del Instituto Alexander von Humboldt, un análisis sobre el estado de conocimiento de especies invasoras y dio propuestas de lineamientos para el control de los impactos. Para el 2008, la resolución 0848 del 23 de mayo de 2008 determina que “para efectos de adoptar medidas para la prevención, control y manejo de las especies exóticas introducidas, invasoras y trasplantadas presentes en el territorio nacional, las corporaciones autónomas regionales (CARs y CDSs) autorizarán o adelantarán directamente las actividades que en cada caso se estimen pertinentes, tales como el otorgamiento de permisos de caza de control y demás medidas de manejo que resulten aplicables conforme a las disposiciones legales vigentes”. Para 2010, el MAVDT emite la resolución 0207 de 2010 “por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones”. Finalmente, el Instituto Alexander von Humboldt publicó en 2010 el “Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia” (Baptiste *et al.* 2010), realizando el análisis de riesgo para diferentes grupos taxonómicos de vertebrados, invertebrados y plantas y proponiendo algunas herramientas metodológicas.

A pesar de la información disponible y de los desarrollos normativos en materia de especies invasoras con los que cuenta Colombia, las introducciones de especies exóticas en Colombia se han hecho sin contar con estudios científicos previos, ni se han evaluado los riesgos sanitarios inherentes a las introducciones (Rueda-Almonacid 1999). Aún falta mucha investigación científica y monitoreos en campo para poder identificar los ecosistemas naturales y las áreas natu-

rales protegidas más vulnerables a la invasión de la rana toro y poder definir aquellas que ya se encuentran amenazadas por la presencia y expansión geográfica de sus individuos. Schüttler y Karez (2008) dan una alerta sobre la presencia de la rana toro en por lo menos cinco Reservas de la Biosfera en Latinoamérica y el Caribe. Por lo cual, la amenaza de las especies invasoras a la persistencia de la biodiversidad, sus procesos y funciones ecosistémicas, es un hecho y representa un reto en conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

Así mismo, es indispensable articular y armonizar los marcos normativos para promover la articulación entre los instrumentos legales y la cooperación entre diferentes sectores asegurando que los sistemas productivos no vuelvan a usar especies exóticas agresivas y con alto poder de invasión (Giovanelli *et al.* 2008). El caso de la introducción de la rana toro a Colombia fue una situación clara de la desarticulación y la ineficiencia institucional (para conocer en detalle el caso de la introducción de rana toro a Colombia, consultar Rueda-Almonacid 1999).

Específicamente para la rana toro, la investigación sobre su ecología, historia natural y distribución geográfica debe ser prioritaria y su financiación estimulada en el país para contribuir en el fortalecimiento de capacidades técnicas, humanas e institucionales guiando la toma de decisiones acertada y efectiva. Asimismo, es necesario contar con un protocolo de gobierno y un marco legal para el control y manejo de las poblaciones de rana toro en Colombia que provean guías de manejo, procedimientos de bioseguridad respecto a la infección por *B. dendrobatidis* y un control estricto para la importación, uso o trasplante de individuos (huevos, larvas o adultos) en el territorio colombiano.

Es necesario que Colombia, como país signatario de la Convención de Diversidad Biológica cuente con una legislación apropiada para cumplir con los compromisos internacionales desarrollando e implementando estrategias adecuadas y planes de manejo para asegurar el control, manejo y reducción de las poblaciones de especies invasoras en el país (Shine *et al.* 2005, McGeoch *et al.* 2010). El desarrollo de las políticas deben estar basadas en el reconocimiento y

la caracterización de las interacciones o sinergismos entre los impulsores de pérdida de biodiversidad tales como: el cambio climático, cambios en el uso y cobertura del suelo, la sobreexplotación, la contaminación, las enfermedades emergentes y la invasión de especies exóticas. Asimismo se debe asegurar que las acciones de mitigación al cambio climático no potencien los problemas de invasión de especies, que el manejo de especies invasoras debe considerar las condiciones climáticas cambiantes y que las actividades de adaptación al cambio climático deben contribuir a este manejo de poblaciones (Pyke *et al.* 2008). En este sentido es esencial que el gobierno acompañe activamente y haga caso de las recomendaciones emitidas por las Universidades, Institutos de Investigación, y ONGs para realizar monitoreos constantes en busca de poblaciones de rana toro en sitios con alto grado de vulnerabilidad a la invasión (actual y futura). Un sistema de información en línea podría servir como alerta temprana, apoyado por la población civil para tener reportes en tiempo real de la invasión de los ecosistemas naturales. El establecimiento de cacería de control para consumo doméstico (sin zoocría) (Urbina-Cardona y Castro 2011), aunado a campañas de educación ambiental con comunidades locales es una estrategia que maximiza los recursos humanos y económicos en el control de poblaciones invasoras y asegura la participación informada de la sociedad civil.

Estrategias propuestas para el manejo y control de rana toro en Colombia

Monitoreo en humedales y áreas potenciales

Una de las medidas de base para mantener un plan de manejo es el crear un espacio para realizar observaciones periódicas y toma de datos en los humedales ya colonizados, en los de la frontera de dispersión y sondeos esporádicos en las zonas de piedemonte. Los datos obtenidos deberían alimentar la base de datos nacional del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, SiB (<http://www.siac.net.co/web/sib/home>) y específicamente el portal nacional de especies invasoras I3N Colombia (<http://ef.humboldt.org.co/>) para que esta información sea de dominio público y de libre acceso en línea. Así mismo, se deben hacer monitoreos a largo plazo y

desarrollar estudios ecológicos para determinar el efecto de la rana toro en los ecosistemas naturales y las áreas naturales protegidas así como evaluar la efectividad de las medidas de control sobre las poblaciones.

Ensayos de cuantificación que incluya investigación sobre dinámica de la población

Es importante realizar ensayos robustos que permitan conocer de la biología reproductiva de la especie y su proyección a la dinámica de la población. Este trabajo debe realizarse de acuerdo con estaciones reproductivas discretas o diferenciales a lo largo del periodo anual. Entender las dinámica espacio-temporales en la rana toro es fundamental para aplicar estrategias de control en el ámbito poblacional.

Socialización y generación de conciencia sobre la problemática entorno a la presencia de rana toro

Esta actividad es fundamental y debe ser equilibrada para inducir cualquier medida de control aplicable en el tiempo de manera positiva. La sociedad debe entender, que si bien el problema de la rana toro debe manejarse y controlarse localmente, los efectos de las invasiones biológicas resultan en riesgos mayores a la biodiversidad nativa y los servicios ecosistémicos de los cuales dependen las comunidades rurales y en últimas los sistemas productivos del país. La socialización debe tener como meta, que la población humana se familiarice con la especie invasora, la diferencia de las especies nativas de anuros, e interactúe como factor de solución. Implementar campañas que concienticen a la sociedad de los riesgos del transporte de individuos como mascotas o como pie de cría.

Medidas de acción temprana para reducir las poblaciones de colonizaciones tempranas

En las localidades donde se establezca un foco de colonización, se debe proceder a implementar la extracción directa de sitios específicos y monitoreo de zonas aledañas. Como una medida sana, se debe advertir a los proyectos de acuicultura nuevos, el realizar una estrecha vigilancia para evitar el aposentamiento de cohortes parentales. El distrito de riego para el sector agrícola, debe intensificar y tecnificar procesos de mantenimiento de la red de canales y realizar extracción de individuos de rana toro.

Medidas de control para reducir poblaciones de colonización consolidada

Además de la necesidad de realizar estudios de dinámica de población de la rana toro y sus efectos en poblaciones de especies nativas, se requiere mejorar el estado de conocimiento sobre posibles controladores biológicos en ambientes acuáticos y terrestres. Los estudios de controles biológicos a partir de especies nativas permitirán relacionar la intensidad y preferencias de forrajeo, de depredadores potenciales de la rana toro, con respecto a la oferta alimenticia en ambientes naturales con poblaciones consolidadas de esta especie invasora.

Medidas de contingencia para reducir poblaciones de colonización consolidada

En las localidades donde la población ha alcanzado índices relativos de población altos (>0.05 ind/m²), se sugiere estimular prácticas, reguladas por la autoridad ambiental regional (CAR o CDS), de cacería deportiva o de control para consumo local. Estimular la investigación sobre aspectos relacionados con la contaminación, usando esta especie como indicadora de retención de elementos residuales. Estimular la investigación biomédica y biológica, haciendo uso exclusivo de esta especie y no de otras especies nativas (restricciones fuertes para el establecimiento de criaderos controlados para estos fines, preferible su prohibición por fuera del área ya colonizada).

Medidas de restricción para el control biológico con especies exóticas

Por ningún motivo las autoridades ambientales deben implementar o autorizar controles biológicos con trasplante de especies animales de otros rangos de distribución o especies exóticas en los lugares donde ya se han consolidado poblaciones de especies exóticas. Hasta no probar en extenso a otras especies nativas y sus correspondientes etapas del ciclo de vida, la utilización de controles químicos debe ser evitada (en principio no recomendamos el uso de esta práctica). Por ningún motivo se debe autorizar la zootría de rana toro; todo uso que se pretenda con esta especie invasora debe ser basado en la extracción directa de individuos del medio natural.

Agradecimientos

A Carlos A. Lasso, Julián A. Velasco, María Piedad Baptiste y Susana Rudas por sus comentarios constructivos que mejoraron la versión preliminar del manuscrito. A Dan Warren por su asesoría en el desarrollo de análisis espaciales. A la Universidad del Valle, Vicerrectoría de Investigaciones por el valioso apoyo y administración de fondos del proyecto. Al Departamento de Biología (Universidad del Valle), por su ayuda contingente de transporte a los sitios de campo donde se realizó la toma de información.

Literatura citada

- Akmentins, M. S. y D. E. Cardozo. 2010. American bullfrog *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) invasion in Argentina. *Biological Invasions* 12: 735-737.
- Baptiste, M. P., N. Castaño, D. Cárdenas-López, F. de P. Gutiérrez, D. L. Gil y C. Lasso. 2010. Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 200 pp.
- Becker C. G. and K. R. Zamudio. 2011. Tropical amphibian populations experience higher disease risk in natural habitats. *PNAS* 108 (24): 9893-9898.
- Broennimann, O. y A. Guisan. 2008. Predicting current and future biological invasions: both native and invaded ranges matter. *Biology Letters* 4: 585-589.
- Borges-Martins, M., M. Di-Bernardo, G. Vinciprova y J. Measey. 2002. Geographic distribution. *Rana catesbeiana*. *Herpetological Review* 33: 319.
- Bosch, J., I. Martínez-Solano y M. García-París. 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of central Spain. *Biological Conservation* 97: 331-337.
- Bury, R. B. y J. Whelan. 1984. Ecology and Management of the bullfrog, U.S. Fish and Wildlife Service. Resource publication 155. Washington, D. C., E.U.A., 23 pp.
- Cisneros-Heredia, D. F. 2004. Geographic distribution: *Rana catesbeiana*. *Herpetological Review* 35: 406.
- Daza-Vaca, J. D. y F. Castro-Herrera. 1999. Hábitos alimenticios de la rana toro (*Rana catesbeiana*) Anura: Ranidae, en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 23: 265-274.

- Diniz-Filho, J. A., L. M. Bini, T. F. L. B. Rangel, R. D. Loyola, C. Hof, D. Nogués-Bravo y M. B. Araújo. 2009. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate changes. *Ecography* 32: 897-906.
- Diniz-Filho, J. A. F., J. C. Nabout, L. M. Bini R. D. Loyola, T. F. L. B. Rangel D. Nogués-Bravo y M. B. Araújo. 2010. Ensemble forecasting and geographic range of *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae) under climate change. *Insect Conservation and Diversity* 3: 213-221.
- Elith J, C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. y S. Ferrier. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. E. Chee y C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
- Ficetola, G. F., W. Thuiller y C. Miaud. 2007. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species the American bullfrog. *Diversity and Distribution* 13: 476-485.
- Frost, D. R. 2009. Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.3 (12 February 2009). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/>. Accessed: 01. IX. 2009.
- Garner, T. W. J., M. W. Perkins, P. Govindarajulu, D. Seglie, S. Walker, A. A. Cunningham y M. C. Fisher. 2006. The emerging amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* globally infects introduced populations of the North American bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Biology Letters* 2: 455-459.
- George, I. D. 1940. A study of bullfrog, *Rana catesbeiana* Shaw, at Baton Rouge, Louisiana. Tesis doctoral. University of Michigan, Ann Arbor, 96 pp.
- Giovanelli, J. G. R., C. F. B. Haddad and J. Alexandrino. 2008. Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. *Biological Invasions* 10: 585-590.
- Gutiérrez, F. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 156 pp.
- Hanselmann, R., A. Rodríguez, M. Lampo, L. Fajardo-Ramos, A. Aguirre, A. 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.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Howard, R. D. 1978. The influence of male-defended oviposition sites on early embryo mortality in bullfrogs. *Ecology* 59: 789-798.
- Iabin. 2011. Inter-American Biodiversity Information Network. <http://i3n.iabin.net/>
- Igac, Ideam y Dane. 2011. Reporte de áreas afectadas por inundaciones 2010-2011. Resúmenes 1-5. <http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/inicio-home/Noticias6>
- Invasive Species Specialist Group - ISSG. 2009. *Lithobates catesbeianus* (= *Rana catesbeiana*). The Global Invasive Species Database. IUCN Species Survival Commission, Global Invasive Species Programme (GISP).
- Instituto Alexander von Humboldt. 2005. Especies Invasoras de Colombia. Serie especies colombianas 3. Bogotá, D.C., Colombia, 8 pp.
- Kiesecker, J. M. y A. R. Blaustein. 1998. Effects of introduced Bullfrogs and Smallmouth bass on microhabitat use, growth, and survival of native Red-legged frogs (*Rana aurora*). *Conservation Biology* 12 (4): 776-787.
- Laufer, G., A. Canavero, D. Nuñez ay R. Maneyro. 2008. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) invasion in Uruguay. *Biological Invasions* 10: 1183-1189.
- Lever, C. 2003. Naturalized amphibians and reptiles of the world. Oxford University Press, New York, USA, 338 pp.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Primera edición en inglés, Diciembre 2000. Versión traducida y actualizada: noviembre 2004. 11pp.
- Loyola, R. D., J. C. Nabout, J. Trindade-Filho, P. Lemes, J. N. Urbina-Cardona, R. Dobrovolski, M. D. Sagnori y J. A. F. Diniz-Filho. En prensa. Climate change might drive species into reserves: a case study of the American Bullfrog in the Atlantic Forest Biodiversity Hotspot. *Alytes*.
- Lutz, C.G. y J. L. Avery. 1999. Bullfrog culture. Southern Regional Aquaculture Center SRAC publication # 436. <https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/96/>
- Lynch, J. 2005. An alert concerning a possible threat to the amphibian fauna east of the Andes: discovery of the American Bullfrog in eastern Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 29 (113): 589-590.

- Matthews, S. 2005. Sudamérica Invadida. GISP El programa mundial sobre especies invasoras. 81 pp.
- Mazzoni, R., A. A. Cunningham, P. Daszak, A. Apolo, E. Perdomo y G. Speranza. 2003. Emerging Pathogen of Wild Amphibians in Frogs (*Rana catesbeiana*) Farmed for International Trade. *Emerging Infectious Diseases* 9(8): 995-998.
- McGeoch, M.A., S. H. M. Butchart, D. Spear, E. Mairais, E. J. Kleynhans y A. Symes 2010. Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions* 16: 95-108.
- Morejon, F. J. 2009. Predicción de la distribución geográfica potencial de la especie invasora Rana Toro Americana (*Lithobates catesbeianus*) en Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Escuela de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad Técnica Particular de Loja, 37 pp.
- Muses-Cisneros, J. J. y G. Ballén. 2007. Un nuevo caso de alerta sobre posible amenaza a una fauna nativa de anfibios en Colombia: primer reporte de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en la Sabana de Bogotá. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 31 (118): 165-166.
- Nori, J., M. S. Akmentins, R. Ghirardi, N. Frutos y G. C. Leynaud. 2011a. American Bullfrog invasion in Argentina: where should we take urgent measures? *Biodiversity Conservation* 20:1125-1132.
- Nori, J., J. N. Urbina-Cardona, R. D. Loyola, J. N. Lescano y G. C. Leynaud. 2011b. Climate change and American Bullfrog invasion: what could we expect in South America?. *PLoS ONE*: 6 (10): e25718. doi:10.1371/journal.pone.0025718.
- Oliver, J. A. 1955. The natural history of North American amphibians and reptiles. Van Nostrand Co. Princeton, NJ, E.U.A, 359 pp.
- Pearl, C. A., M. J. Adams, R. B. Bury y B. Mc Creary. 2004. Asymmetrical effects of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on native ranid frogs in Oregon. *Copeia* 2004:11-20.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips, S. J., M. Dudík, J. Elith, C. H. Graham y A. Lehmann. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications* 19: 181-197.
- Pyke, C. R., R. Thomas, R. D. Porter, J. J. Hellmann, J. S. Dukes, D. M. Lodge y G. Chavarria. 2008. Current practices and future opportunities for policy on climate change and invasive species. *Conservation Biology* 22 (3): 585-92.
- Pyron, R. A., F. T. Burbrink y T. J. Guiher. 2008. Claims of potential expansion throughout the U.S. by invasive python species are contradicted by ecological niche models. *PLoS ONE* 3: e2931. 10.1371/journal.pone.0002931.
- MAVDT: Resolución Número 0848 del 23 de mayo de 2008. Por el cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT, República de Colombia.
- MAVDT: Resolución Número 0207 del 2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, República de Colombia.
- Rodda, G. H., C. S. Jarnevich y R. N. Reed. 2011. Challenges in Identifying Sites Climatically Matched to the Native Ranges of Animal Invaders. *PLoS ONE* 6(2): e14670.
- Rueda -Almonacid, J. V. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de "rana toro" a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 23: 367-393.
- Ryan, R. A. 1953. Growth rates of the some ranids under natural conditions. *Copeia* 1953: 73-80.
- Sanabria, E. A., L. B. Quiroga y J. C. Acosta. 2005. Introducción de *Rana catesbeiana* (rana toro), en ambientes pre-cordilleranos de la provincia de San Juan, Argentina. *Multequina* 14: 65-68.
- Sanabria, E. A., Y. Ripoll, M. Jordan, L. Quiroga, M. Ariza, M. Guillemain, M. Pérez y H. Chávez. 2011. A new record for American Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in San Juan, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 311-313.
- Schloegel, L. M., A. M. Picco, A. M. Kilpatrick, A. J. Davies, A. D. Hyatt and P. Daszak. 2009. Magnitude of the US trade in amphibians and presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and ranavirus infection in imported North American bullfrogs (*Rana catesbeiana*). *Biological Conservation* 142: 1420-1426.
- Shine, C., N. M. Williams y F. Burnhenn-Guilmin. 2005. Legal and institutional frameworks for invasive alien species. Pp. 233-284. *En*: H. A. Mooney, R. N. Mack, J.A. McNeely, L. E. Neville, P. J. Schei y J. K. Waage. (Eds.). *Invasive alien species: a new synthesis*, Island Press, Washington, D. C.
- Schüttler, E. y C. S. Karez. (Eds). 2008. *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América*

- Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.
- Treanor, R. R. y S. J. Nichola. 1972. A preliminary study of the commercial and sporting utilization of the bullfrog (*Rana Catesbeiana*) Shaw in California. Calif. Dep. Fish Game, Inland Fish. Admin. Rep. 72-4 Sacramento, E.U.A., 23 pp.
- Urbina-Cardona, J. N., P. A. Burrowes, M. Osorno, A. J. Crawford, J. A. Velasco, S.V. Flechas, F. Vargas-Salinas, V. F. Luna-Mora, C. A. Navas, M. Guayara-Barragán, F. Castro-Herrera, W. Bolívar-G y P. D. A. Gutiérrez-Cárdenas. En prensa. Prioridades en la conservación de anfibios ante su crisis global: hacia la construcción del Plan de Acción para la Conservación de los anfibios de Colombia. *En: Asociación Colombiana de Zoología*. 2011. Creando un clima para el cambio: la biodiversidad, servicios para la humanidad. III Congreso Colombiano de Zoología, Memorias. Asociación Colombiana de Zoología.
- Urbina-Cardona, J.N. y F. Castro. 2010. Distribución actual y futura de anfibios y reptiles con potencial invasor en Colombia: una aproximación usando modelos de Nicho Ecológico. Pp 65-72. *En: Varela, A. (ed.) Biodiversidad y Cambio Climático. Ideam, Proyecto INAP, Componente "B" Alta Montana - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.*
- Urbina-Cardona, J. N. y Castro, F. 2011. Distribución del nicho ecológico actual y futuro de anfibios y reptiles invasores: competencias en las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible en Colombia. Pp. 180-188. *En: Vargas-Ríos, O. y S. P. Reyes (Eds). La restauración ecológica en la práctica. Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Colombiano de Experiencias en Restauración Ecológica. Grupo de Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia - Greunal.*
- Warren D. L. y S. N. Seifert. 2011. Environmental niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications* 21: 335-342.
- Ziller, S. R., J. K. Reaser, L. E. Neville y K. Brandt (Eds). 2005. Invasive alien species in South America: National reports & Directory of resources. Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa.

¹ Nicolás Urbina-Cardona
Departamento de Ecología y Territorio, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
nurbina@yahoo.com - urbina-j@javeriana.edu.co

² Javier Nori.
Laboratorio de Herpetología y Animales Venenosos, Centro de Zoología Aplicada, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
javiernori@gmail.com

³ Fernando Castro
Grupo Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
fcastro112000@gmail.com

Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*: Ranidae) en Colombia: Estrategias propuestas para su manejo y control.

Recibido: 17 de junio de 2011
Aceptado: 18 de octubre de 2011

Guía para autores

(ver también: www.siac.co/biota/)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(see also: www.siac.co/biota/)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicates:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40

pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).

- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53''N-56°28'53''O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periods, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Editorial	1
Biodiversidad exótica: presencia de especies marinas no-nativas introducidas por el tráfico marítimo en puertos colombianos - Michael J. Ahrens, John Dorado-Roncancio, Marcela López Sánchez, Camilo A. Rodríguez y Luis A. Vidal	3
Caracterización taxonómica de la población del pez león <i>Pterois volitans</i> (Linnaeus 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe colombiano: merística y morfometría - Juan David González-C., Arturo Acero P., Alba Serrat-LL. y Ricardo Betancur-R.....	15
Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (<i>Lithobates catesbeianus</i> : Ranidae) en Colombia: esreategias propuestas para su manejo y control - J. Nicolás Urbina-Cardona, Javier Nori y Fernando Castro	23
Quince años del arribo del escarabajo coprófago (<i>Digitonthophagus gazella</i>) (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) a Colombia: proceso de invasión y posibles efectos de su establecimiento - Jorge Ari Noriega, Juliana Moreno y Samuel Otavo	35
Distribución del gecko introducido <i>Hemidactylus frenatus</i> (Dumeril y Bribon 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia - Rances Caicedo-Portilla y Claudia Juliana Dulcey-Cala	45
Presencia y dispersión del cangrejo rojo americano (<i>Procambarus clarkii</i> Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia - Pablo Emilio Flórez-Brand y Javier Ovidio Espinosa-Beltrán	57
Guía para autores	64

