



NOTA DE CORRESPONDENCIA

Los ríos en riesgo de Venezuela y la ruta para su conservación

Douglas Rodríguez-Olarte ¹ | **Alexis Araujo Quintero**² |
Guillermo Bianchi Pérez³ | **Salvador Boher**⁴ | **Otto Castillo**² |
Yadira Cordero Perozo² | **Juan Escudero**⁵ | **Ángel Fernández**⁶ |
Juan Elías García² | **Oscar Lasso-Alcalá**⁷ | **Margarita Martínez**⁸ |
Críspulo Julián Marrero² | **José Manuel Mendoza**⁹ | **Vilisa Morón**
Zambrano ¹⁰ | **Pedro Rodríguez Bueno**¹¹ | **Samuel Segnini**³ |
Andrés Eloy Seijas² | **Julio Velásquez**¹²

¹Colección Regional de Peces. Museo de Ciencias Naturales. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.

²Programa de Recursos Naturales. Vicerrectorado de Producción Agrícola. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Venezuela.

³Laboratorio de Ecología de Insectos. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes (ULA). Mérida, Venezuela.

⁴Instituto de Zoología y Ecología Tropical. Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas, Venezuela.

⁵Dirección Regional Yaracuy. Instituto Nacional de Parques (INPARQUES). San Felipe, Venezuela.

⁶Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Los Teques, Venezuela.

⁷Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS), Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLASA). Caracas, Venezuela.

La evolución y combinación de los drenajes con origen en los Andes, el escudo de Guayana y las cordilleras costeras ha modelado a los más de 1.100 ríos de Venezuela que conforman las grandes cuencas del estuario de Maracaibo y lago de Valencia, los ríos Orinoco, Amazonas y Esequibo, así como las vertientes orientadas hacia el mar Caribe y el océano Atlántico. Esta hidrografía continental acumula alrededor de 37.600 m³/s de corrientes (Mora *et al.*, 2017) que surcan una notable variedad de paisajes y de procesos fluviales, albergan una enorme diversidad biológica y ofrecen servicios ecosistémicos fundamentales. Desafortunadamente, al igual que en otros países de Suramérica, en Venezuela son varios los centenares de cauces principales y de tributarios (principalmente en los drenajes provenientes de los sistemas orográficos andino y costero) sometidos a impactos humanos permanentes y asociados con el desarrollo de grandes centros urbanos e industriales; sin embargo, para la mayoría de los ríos se desconoce su caracterización primaria o la misma no está actualizada, menos aún se dispone información sobre sus estados de conservación, salvo algunas aproximaciones regionales (Rodríguez-Olarte, 2017).

Cómo citar este artículo: Rodríguez-Olarte D, Araujo Quintero A, Bianchi Pérez G, Boher S, Castillo O, Cordero Perozo Y, Escudero J, Fernández A, García JE, Lasso-Alcalá O *et al.* 2019. Los ríos en riesgo de Venezuela y la ruta para su conservación. *Ecotrópicos* 31: e0008

⁸Colección Ornitológica Phelps. Fundación William H. Phelps. Caracas, Venezuela.

⁹Biológicas Mendoza C. A. (BIOMECA). Guanare, Venezuela.

¹⁰Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar (USB). Caracas, Venezuela.

¹¹Postgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Yacambú (UNY). Barquisimeto, Venezuela.

¹²Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA). Portuguesa, Venezuela.

Correspondencia

Douglas Rodríguez-Olarte, Colección Regional de Peces. Museo de Ciencias Naturales. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.
Email: douglasrodriguez@ucla.edu.ve

Financiamiento

Red Iberoamericana para la Formulación y Aplicación de Protocolos de Evaluación del Estado Ecológico, Manejo y Restauración de Ríos.

Editor Académico

José Elí Rincón

Palabras clave

Biomonitoreo, conservación, manejo de ecosistemas, recursos hidrobiológicos

A la par, no existe un acceso adecuado a los datos e información gubernamental –incluyendo las empresas públicas y privadas– sobre los ríos del país, principalmente sobre el estado de los hábitats acuáticos y ribereños, la calidad de las aguas y el tamaño de las poblaciones de las faunas asociadas y con interés comercial, así como la existencia de programas de monitoreo y medidas para la conservación.

Todo lo anterior representa una limitación importante para el manejo y conservación de los recursos hidrobiológicos patrimoniales. Este contexto propició la realización, en agosto de 2019, del primer simposio nacional “*Monitoreo y Conservación de Ríos en Venezuela: situación y previsiones*”, el cual se desarrolló en la ciudad de Guanare, estado Portuguesa, con el auspicio de la Red Iberoamericana para la Formulación y Aplicación de Protocolos de Evaluación del Estado Ecológico, Manejo y Restauración de Ríos (IBEPECOR-CYTED), la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) y la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ). Este evento tuvo como objetivo –además de actualizar información sobre las bases y los alcances del monitoreo y conservación de los ríos en el país– el de identificar las necesidades y prioridades de acción para el manejo y la conservación de los recursos hidrobiológicos fluviales. Este documento recoge la esencia de las memorias y principales conclusiones alcanzadas durante este simposio, que contó con la participación de 19 investigadores de 12 instituciones nacionales académicas y/o de investigación, así como de gestores y funcionarios ambientales en representación de entes gubernamentales (Gobernación del estado Portuguesa, Alcaldía del Municipio Guanare, Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo e Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura) y de organizaciones no gubernamentales y la empresa privada.

| La crisis de los ríos y sus evidencias.-

Las experiencias sugieren que la mayoría de los ríos del país demuestran un gradiente de impactos como respuesta a variadas perturbaciones de origen humano (Lasso *et al.*, 2011, 2015; Rodríguez-Olarte, 2017, 2018). Aun cuando los ríos se mantienen entre una permanente auto-organización (estasis relativa) y colapso ecosistémico (Poudevigne *et al.*, 2002), este último puede devenir por la variación continuada en el régi-

men y tipo de perturbaciones. En consecuencia, la integridad de los ríos se ubica dentro de un gradiente entre la condición natural o conservación elevada, pasando por la variación o declinación notoria de los atributos que definen su condición de referencia (ej. tamaño de poblaciones de peces, concentración de sólidos disueltos, diversidad de especies) hasta el colapso del ecosistema acuático y su destrucción.

Este gradiente de conservación se puede detectar a lo largo de Venezuela. Existen ríos y tributarios relativamente conservados al sur del Orinoco, como el brazo Casiquiare, donde los peces y sus poblaciones son más grandes que en ríos con mayor presión pesquera, como el Cinaruco (Humphries & Winemiller, 2009), mientras que al norte del Orinoco o en la vertientes del Lago de Maracaibo son comunes los ríos con depauperación variable, como el río Misoa en la costa oriental del lago, por ejemplo, donde la riqueza disminuye conforme el sustrato pierde su heterogeneidad como consecuencia de la sedimentación (Barrios *et al.*, 2015), o donde la destrucción del ecosistema es evidente, como en el río Turbio, en la cuenca del Orinoco, y el río Guaire, en la cuenca costera del río Tuy. Dado el carácter transversal de los ríos en las cuencas, el efecto de las perturbaciones se puede extender y detectar hasta el término del hidrosistema, lo que permite dimensionar la enorme escala de afectación que tienen los ríos y que usualmente es desapercibida. El consenso entre especialistas sugiere que las principales perturbaciones que afectan a los ecosistemas fluviales en Venezuela se expresan por la siguiente combinación de impactos antropogénicos y situaciones de manejo:

1. Deforestación y prácticas agrícolas, las cuales propician la erosión de suelos, lo que se asocia con el incremento en la concentración de sedimentos en las corrientes, así como la colmatación de cauces y embalses (Rodríguez-Olarte, 2017, 2018). En Venezuela la deforestación se ha extendido de manera variable en las últimas décadas, con una superficie forestal que pasó de 51, 2×10^6 ha en 1990 a 47, 1×10^6 ha en 2010 (Kim *et al.*, 2015). Al norte del Orinoco el 77% de la superficie está intervenida y con un estado de conservación entre regular a pobre (Madi *et al.*, 2011); ahí el remanente de bosques se ubicó en 8,6% del total nacional (Pacheco *et al.*, 2014). El incremento de la erosión es una consecuencia de la deforestación y las prácticas agrícolas, y podría asociarse con la disminución de la red fluvial navegable del país (7.100 km), principalmente

en los drenajes costeros.

2. Transformación de hábitats, lo cual consecuentemente ha incrementado la pérdida de la heterogeneidad del hábitat acuático y las riberas fluviales (Rodríguez-Olarte, 2017, 2018). La construcción de presas, el dragado y la extracción o derivación de aguas ha eliminado o limitado los procesos naturales en los ríos y sus planicies, como son las migraciones e inundaciones. La minería industrial y artesanal de gravas es extendida y tiene efectos deletéreos en los lechos y aguas de los ríos que drenan la cordillera de la Costa (Machado-Allison, 2017). El proyecto gubernamental “Arco Minero del Orinoco” y su cuestionada aplicación en un enorme territorio al sur del país, se ha asociado con la dispersión y diversificación de la minería (legal e ilegal) preexistente, así como con la magnificación y diseminación de los conflictos e impactos ambientales sobre los ríos, incluso dentro de los parques nacionales y monumentos naturales (Teran-Mantovani, 2018). En las zonas mineras al sur del Orinoco la destrucción de los bosques, ríos y suelos, incluyendo la bioacumulación de mercurio es histórica (Machado-Allison, 2017) y la reciente expansión de la minería de oro al norte del Orinoco, como en el caso de las cabeceras del río Pao (Urbani, 2018), e incluso en otros drenajes en la cordillera de la Costa. Los impactos de la industria petrolera sobre los ríos son conocidos, como ha ocurrido en los ríos Catatumbo y Guarapiche, por ejemplo (Machado-Allison, 2017). La mayoría de los impactos ambientales asociados con las diferentes minerías representan pasivos ambientales no resarcidos con justicia ni oportunidad para los ecosistemas fluviales ni los pueblos.

3. Extracción de agua debido al crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y la expansión de la agricultura. Esto debido principalmente a la facilidad para su obtención, distribución y utilización. La actividad agrícola es la que hace un uso mayor del agua superficial, lo cual pone en riesgo la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados con los ríos. En Venezuela, la extracción hídrica de las aguas superficiales para el riego de cultivos alcanzó el 40% de la extracción total para el año 2008 (Food and Agriculture Organization of the UN, 2019). Sin embargo, en los Andes la situación es crítica. Por ejemplo, en la cuenca alta del río Chama se ha detectado que el 70,5% de la oferta anual del agua fluvial es utilizada en riego y dotación doméstica, quedando al resto del caudal

para otros usos, lo que ha traído que el 76% de las subcuencas tengan un déficit hídrico estacional o permanente (Naranjo & Duque, 2004; Segnini & Chacón, 2017).

4. Efluentes urbanos, industriales y agrícolas, los cuales en su mayoría no son tratados apropiadamente antes de ser vertidos en los ríos y lagos, mientras que son pocas las agroindustrias con plantas de tratamiento de aguas activas y a menudo tienen una capacidad limitada o funcionamiento precario (Gabaldón *et al.*, 2015). Es difícil conocer los registros de caracterización físico-química de los efluentes antrópicos. Sin embargo, en el siglo pasado se jerarquizaron varias cuencas y ríos según la contaminación de las aguas por biocidas y fertilizantes (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, 1983). Actualmente, en esa jerarquía destacan las mismas cuencas y ríos: San Diego (cuena Valencia), Turbio (cuena Cojedes) y Guaire (cuena Tuy), entre muchos otros.

5. La explotación pesquera ha sido intensa y en este siglo las cosechas pesqueras fluviales y lacustres han disminuido notoriamente. Sólo en los puertos de Cabruta y Caicara en el río Orinoco las capturas pasaron de 52.110 kg en 2004 a 23.768 kg en 2008 (González *et al.*, 2016), mientras que en todos los puertos del estado Portuguesa se registró igual tendencia a lo largo de este siglo. Esto se asocia claramente con la sobreexplotación de las poblaciones, algunas con declinación importante, como las cachamas (*Colossoma macropomum*), mientras ocurre un incremento en la extracción de otras especies con mayor abundancia y menor calidad. Por otro lado, el monitoreo de grandes vertebrados acuáticos como el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) indica que la recuperación lenta de sus poblaciones puede atribuirse al deterioro del hábitat fluvial (Seijas, 2016).

6. Introducción de especies y diseminación de invertebrados, (ej. *Macrobrachium*, *Thiara*) y peces (ej. *Cichla*, *Colossoma*, *Oreochromis*) (Prypchan & Chorsciechowski, 1992; Rodríguez-Olarte *et al.*, 2011; Lasso-Alcalá *et al.*, 2014). Si bien en algunos ríos las poblaciones son estables y explotadas, como ocurre con *Prochilodus mariae* en el río Yaracuy; en la mayoría de las introducciones se desconoce el efecto producido sobre la biota y hábitats. El impacto de la acuicultura sobre los ambientes fluviales no es supervisado

con pertinencia, así como la movilización de especies de ornato (macrófitas, moluscos y peces) y su introducción en ambientes naturales.

7. Cambio climático, y es que los periodos extremos de sequía y lluvias durante este siglo se expresan directamente sobre los ríos con efectos calamitosos a escala nacional, con caudales disminuidos drásticamente en las sequías y la consiguiente restricción a las ya mermadas providencias de agua para los centros urbanos y agrícolas, así como para la generación de hidroelectricidad. Las cuencas que drenan a la vertiente Caribe tienen una menor resiliencia a las sequías que otras cuencas del país (Paredes-Trejo *et al.*, 2017), lo que sugiere una mayor condición de riesgo para los pequeños ríos que drenan al mar. Las previsiones en diferentes escenarios indican que el aumento de la temperatura será heterogéneo en todo el país, pero impactando más al sur del Lago de Maracaibo, los Andes, la Península de Paraguaná y los llanos occidentales, lo que sin duda se expresará en los caudales y la diversidad biológica de los ríos (Martelo, 2004; Méndez *et al.*, 2017). De igual manera, los escenarios en el norte semiárido del país sugieren menores precipitaciones, lo que sin duda afectará aún más a los ríos locales (ej. Maticora), mientras que a futuro para el río Apure se estiman caudales menores.

8. Acceso, uso, adecuación y manejo de los datos e información ambiental, lo que hoy en día es la más importante limitación para la conservación de los ríos en el país. El uso de los datos e información sobre los ecosistemas fluviales aun es inadecuado, principalmente porque la información disponible a menudo es desactualizada, dispersa y no estandarizada. A lo anterior se añaden las restricciones para el acceso a la información ambiental tanto en el sector gubernamental (ministerios e institutos) como en las empresas (públicas y privadas) y organizaciones relacionadas con la administración, estudio, explotación y conservación de la naturaleza. Aunque en Venezuela existe una legislación avanzada en materia ambiental, la misma aún no cubre lo relacionado con el monitoreo de los ecosistemas fluviales para fines de conservación (Riestra, 2017). Por lo anterior, la ausencia de programas de capacitación y formación para el monitoreo y manejo de ecosistemas fluviales en todas las instancias gerenciales y operativas, quizás explica la carencia de políticas gubernamentales y legislaciones específi-

cas para la conservación y restauración de los ríos y su biodiversidad.

| Una hoja de ruta para la conservación de los ríos.-

Las evidencias regionales indican que los ríos con mayor afectación de Venezuela, además de los muchos asociados directamente con las 23 capitales estatales y sus 335 capitales municipales, se encuentran a lo largo de la vertiente Caribe (desde el golfo de Venezuela hasta la península de Paria), la cordillera de la Costa y el sistema endorreico del Lago de Valencia-Tacarigua, así como los drenajes de la cordillera de Mérida y en las costas oriental y occidental del lago de Maracaibo (Rincón, 2017; Barrios *et al.*, 2018; Rodríguez-Olarte, 2018). Por ejemplo, los ríos que drenan al mar Caribe entre la Península de Paraguaná y la cordillera del Interior acumulan cerca de 200 m³/s, pero en su mayoría son aguas contaminadas y, en el caso de los ríos Tuy y Yaracuy, representan riesgos permanentes a la salud pública. Al sur del Orinoco aún hay varios ríos y tributarios con buen estado de conservación, pero la minería de oro en la región ha transformado notablemente los drenajes en la cuenca Cuyuní-Esequibo, así como a muchos tributarios de los ríos Caroní, Paragua, Caura y Ventuari, entre otros.

La mayoría de las áreas protegidas tienen ríos y quebradas con buen estado de conservación en sus cabeceras e incluso tramos medios (ej. parques nacionales Yurubí y Guatopo), pero lo común es que esta condición no se extienda más allá de sus fronteras, donde la intervención sobre el medio fluvial es habitual (Rodríguez-Olarte *et al.*, 2011). No obstante, varios ríos están afectados dentro de las áreas protegidas, ya sean aquellas asociadas con centros urbanos o agrícolas (ej. monumento natural María Lionza), con la actividad petrolera (parque nacional Turuépano) o con la minería de oro (parques nacionales Canaima y Caura). Así, lo anterior presupone que las necesidades y las prioridades para el manejo y conservación de los ríos son similares y compartidas en gran medida por los países de Suramérica. Estas se pueden resumir en:

1. La integración y actualización de la información.

Es de prioridad reunir, actualizar y estandarizar los datos e información sobre el estado de conservación de los principales

ríos y tributarios de Venezuela, principalmente en cuanto a las variables indicadoras (ej. hábitat, biotas y grupos sociales) susceptibles de ser utilizadas como indicadoras de conservación y gestión, permitiendo así integrar, estudiar y valorar la extensión, intensidad y frecuencia de las perturbaciones, así como para establecer las medidas de manejo adecuado. Esta condición debe ser de compromiso en entidades gubernamentales y otros sectores relacionados con la administración y estudio del patrimonio natural del país. El acceso a la información del patrimonio natural debe tener una condición gratuita, permanente y con garantía legal. La libertad y gratuidad de acceso a los registros, bases de datos y repositorios promoverá la integración de esfuerzos para el estudio y la conservación de los recursos naturales, incrementando, diversificando y fortaleciendo la participación ciudadana e institucional.

2. Innovación y actualización de métodos y protocolos de evaluación.

En este siglo se han diversificado los estudios para evaluar el estado de conservación de los ríos en Venezuela. Las diferentes y consecutivas aplicaciones de protocolos y análisis (ej. índices multimétricos, exploraciones multivariadas) están resolviendo las limitaciones regionales dadas por la información taxonómica y ecológica de las biotas, la cobertura espacio-temporal y la integración de la información ambiental del medio acuático y su entorno. Así, la información sobre el estado de conservación de algunos ríos o sus tributarios (ej. Aroa, Chama, Misoa, Mitare, Tocuyo, Turbio, Yaracuy) es de interés como línea base o registro histórico para nuevas evaluaciones y programas de monitoreo. La cobertura de muestreos y localidades de referencia aún es muy baja respecto al número de cuencas y ríos con interés para la conservación; además, es necesario continuar actualizando métodos y protocolos para adaptar y regionalizar su aplicación según las características biogeográficas de los diferentes drenajes del país.

3. El monitoreo y restauración de ríos.

La principal consecuencia y éxito de la evolución de los métodos y protocolos de evaluación de los ríos es su inclusión en las políticas de manejo y gestión de los recursos hidrobiológicos, principalmente en los programas de monitoreo y restauración. A grandes rasgos, el monitoreo de los ríos consiste en la evaluación periódica de atributos abióticos, bióticos y sociales

(cauces, sustratos, aguas, sedimentos, biotas, grupos humanos, etc.) comparando los valores medidos con valores esperados en condiciones naturales o con la norma legal. Por ejemplo, al contrastar la heterogeneidad del sustrato de un cauce, la temperatura del agua en la corriente o el tamaño de una población de una especie intolerante con sus medias estadísticas históricas se puede inferir sobre las posibles causas de esas desviaciones (ej. deforestación de zonas de ribera, contaminación por efluentes) y, en consecuencia, se pueden valorar las medidas de mitigación, restauración o educación oportunas. Puesto que el objetivo fundamental de un programa de monitoreo de ríos es disponer de datos e información adecuada para el manejo de los recursos hidrobiológicos, este puede ser aplicado con diferentes orientaciones, como son el mantenimiento y restauración del hábitat acuático y ribereño, la cantidad y calidad del agua para el consumo humano o la vigilancia del tamaño de las poblaciones con interés en la pesca deportiva, por ejemplo. Es de fundamento promover y auspiciar la formación y capacitación técnica en diferentes instancias educativas (escuelas, centros de estudio) y gubernamentales, con lo cual sería posible garantizar la continuidad y consolidación de programas de monitoreo y restauración.

4. Gobernanza, legislación, organización y ciencia ciudadana. Una legislación dedicada a la evaluación del estado de conservación en los ríos es una necesidad imperiosa de manejo y conservación de los recursos hidrobiológicos. Los ejemplos son accesibles: La Directiva Marco del Agua rige el monitoreo y restauración de los ecosistemas fluviales en todo el continente europeo (Riley & Tyson, 2006), mientras que en EE.UU. los programas de monitoreo periódico de los ríos y sus aguas generan información de base para su protección y restauración (U. S. Environmental Protection Agency, 2017). Es necesaria una revisión y actualización de la legislación para la inclusión de conceptos y alcances sobre la integridad de los ecosistemas fluviales, el monitoreo de su estado de conservación y las normas para su restauración. Esto último debería incluir la actualización y estandarización de los criterios sobre el uso de zonas de ribera, la clasificación de efluentes urbanos y la concentración límite de elementos nocivos. Las dependencias gubernamentales y los organismos relacionados con el estudio, manejo y conservación de los ecosistemas fluviales deben orientar y promover el desarrollo de la organización y

la ciencia ciudadana como bases necesarias para el monitoreo y conservación de los ríos, lo que también incluye el uso de tecnologías para la divulgación (ej. redes sociales) y la proyección de información, como los grupos de voluntarios para el monitoreo y la investigación participativa.

Este recuento de evidencias, necesidades y prioridades sobre el estado y conservación de los ríos en Venezuela es la expresión de un fenómeno muy extendido. Los principales estresores sobre los ecosistemas fluviales que se han descrito en Venezuela también son reconocidos a escala continental y Neotropical (Encalada *et al.*, 2019; Ríos-Touma & Ramírez, 2019)(Navarro *et al.*, en prensa), donde las amenazas más extendidas y peligrosas también se asocian con los conflictos en los usos de la tierra, como son la deforestación, minería, urbanismo y agricultura, por ejemplo. Los ríos en riesgo y su colapso previsible son el reflejo de una crisis global, donde las causas recaen en el desarrollo desorbitado y desordenado de las sociedades humanas. Por paradoja, la conservación de las aguas fluviales y su biodiversidad asociada también recae en esas mismas sociedades que ahora están sedientas y con recursos hidrobiológicos depauperados y menguados; de ahí la urgente carrera por la conservación del patrimonio natural de los ríos.

AGRADECIMIENTOS

Este reporte es un resultado parcial de los proyectos 000-AG-2015 y 1081-AG-2017, desarrollados por DRO (CDCHT-UCLA), y de las memorias del simposio "Monitoreo y Conservación de Ríos en Venezuela: situación y previsiones", un evento público celebrado en el Centro para el Estudio de la Biodiversidad Tropical (Biocentro) de la UNELLEZ-Guanare (Portuguesa, Venezuela) y auspiciado por la Red Iberoamericana para la Formulación y Aplicación de Protocolos de Evaluación del Estado Ecológico, Manejo y Restauración de Ríos (IBEPECOR-CYTED). Agradecemos la invitación del Editor en Jefe y las labores de los revisores en anonimidad.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declararon no tener ningún conflicto de intereses en cuanto al contenido final y publicación de este documento.

Además, los autores certifican que Samuel Segnini es miembro del equipo editorial de la revista *Ecotrópicos*, donde se desempeña como Editor Académico Asociado, y que esto no alteró ni condicionó el cumplimiento, por parte de todos los autores, de las políticas y criterios editoriales de la revista.

The rivers at risk in Venezuela and the route for their conservation

KEYWORDS: Biomonitoring, conservation, ecosystem management, hydrobiological resources.

REFERENCIAS

- Barrios M, Rodríguez-Olarte D & Rodríguez P. 2018.** Ríos en riesgo en la costa oriental de Lago de Maracaibo. En: **Rodríguez Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 2*, Barquisimeto, Lara. Venezuela, pp. 31–46.
- Barrios MC, Rodríguez-Olarte D & Silva EG. 2015.** Índice de integridad de los ecosistemas fluviales con base a las comunidades de insectos acuáticos en el río Misoa de la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. *Entomotropica* **30**: 69–83.
- Encalada AC, Flecker AS, Poff NL, Suárez E, Herrera-R GA, Ríos-Touma B, Jumani S, Larson EI & Anderson EP. 2019.** A global perspective on tropical montane rivers. *Science* **365**: 1124–1129.
- Food and Agriculture Organization of the UN. 2019.** Aquastat Main Database. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>. Consultado el 12 de septiembre de 2019.
- Gabaldón A, Rosales A, Buroz E, Córdova JR, Uzcátegui G & Iskandar L. 2015.** *Agua en Venezuela: una riqueza escasa*. Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela.
- González Á, Mendoza J, Arocha F & Márquez A. 2016.** Caracterización de la pesca artesanal en el río Orinoco sector Caicara-Cabruta 2004-2008. *Zootecnia Tropical* **34**: 23–35.
- Humphries P & Winemiller KO. 2009.** Historical impacts on river fauna, shifting baselines, and challenges for restoration. *BioScience* **59**: 673–684.
- Kim DH, Sexton JO & Townshend JR. 2015.** Accelerated deforestation in the humid tropics from the 1990s to the 2000s. *Geophysical Research Letters* **42**: 3495–3501.
- Lasso CA, Blanco-Libreros F & Sánchez-Duarte** (Eds.) . 2015. *XII. Cuenas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela Tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia.
- Lasso CA, Rial A, Matallana-Tobón CL, Ramírez W, Señaris JC, Díaz-Pulido A, Corzo G, Pedraza C & Machado-Allison A** (Eds.) . 2011. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia), Bogotá, D.C., Colombia, 304 pp.
- Lasso-Alcalá O, Andrade de Pasquier G, Hoyos C, Bottini B & Hernández M. 2014.** Sobre la introducción de los pavones *Cichla orinocensis* y *C. temesis* (Perciformes, Cichlidae), en la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Anartia* **26**: 31–50.
- Machado-Allison A. 2017.** La conservación de ambientes acuáticos: petróleo y otras actividades mineras en Venezuela. En: **Rodríguez Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela, pp. 189–201.
- Madi Y, Vázquez J, León A & Rodríguez J. 2011.** Estado de conservación de los bosques y otras formaciones vegetales en Venezuela. *Biollania Edición Esp.* **10**: 303–324.
- Martelo M. 2004.** Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/documentos/consecuencias.pdf>. Consultado el 12 de septiembre de 2019.
- Méndez C, Moreno M, Montoya JV, Felicien A, Nikonova N & Buendía C. 2017.** Escenarios de cambio climático y la conservación de los ríos de Venezuela. En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela., pp. 173–188.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. 1983.** *Recursos hidráulicos de Venezuela. Sistemas ambientales venezolanos. Serie II, sección I. Documento N° 3. Código II-1-3. Proyecto VEN/79/001*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, Caracas, Venezuela.
- Mora A, Laraque A & López JL. 2017.** El Bajo Orinoco: aspectos hidrosedimentológicos, geoquímicos e influencia antrópica.

- En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela., pp. 109–126.
- Naranjo ME & Duque R. 2004.** Estimación de la oferta de agua superficial y conflictos de uso en la cuenca alta del río Chama, Mérida, Venezuela. *Interciencia* **29**: 130–137.
- Pacheco CE, Aguado MI & Mollicone D. 2014.** Identification and characterization of deforestation hot spots in Venezuela using MODIS satellite images. *Acta Amazonica* **44**: 185–196.
- Paredes-Trejo F, Barbosa H, Moreno-Pizani M & Fariás-Ramírez A. 2017.** Influencia de las sequías sobre el régimen hídrico de los ríos en Venezuela. Ríos en riesgo de Venezuela. Capítulo 9. En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Barquisimeto, Lara. Venezuela, pp. 171–184.
- Poudevigne I, Alard D, Leuven R & Nienhuis P. 2002.** A systems approach to river restoration: a case study in the lower Seine valley, France. *River Research and Applications* **18**: 239–247.
- Prypchan Sd & Chorsciechowski P. 1992.** Invasión de las aguas dulces del litoral central venezolano (DF) por caracoles del género *Thiara* (Melaniidae). *Bol. Dir. Malariaol. Saneam. Ambient* **32**: 50–8.
- Riestra L. 2017.** El Estado y las leyes en la protección de los ríos en Venezuela. En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela., pp. 203–219.
- Riley C & Tyson J. 2006.** Europe's Water Framework Directive: discovering hidden benefits. *Water science and technology* **53**: 269–276.
- Rincón J. 2017.** Los ríos en la vertiente occidental del Lago de Maracaibo. En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela, pp. 15–28.
- Ríos-Touma B & Ramírez A. 2019.** Multiple Stressors in the Neotropical Region: Environmental Impacts in Biodiversity Hotspots. En: **Sabater S, Elosegí A & R L** (Eds.) *Multiple Stressors in River Ecosystems*, Elsevier, Amsterdam, pp. 205–220.
- Rodríguez-Olarte D** (Ed.) . **2017.** *Ríos en Riesgo de Venezuela (Volumen 1)*. Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela.
- Rodríguez-Olarte D** (Ed.) . **2018.** *Ríos en Riesgo de Venezuela (Volumen 2)*. Colección Recursos hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto, Lara. Venezuela.
- Rodríguez-Olarte D, Taphorn DC & Lobón-Cerviá J. 2011.** Do protected areas conserve neotropical freshwater fishes? A case study of a biogeographic province in Venezuela. *Animal Biodiversity and Conservation* **34**: 273–285.
- Segnini S & Chacón MM. 2017.** El Chama: un río andino en riesgo. En: **Rodríguez-Olarte D** (Ed.) *Ríos en riesgo de Venezuela. Volumen 1*, Barquisimeto, Lara. Venezuela, pp. 28–59.
- Seijas AE. 2016.** Regional differences in growth rates of Orinoco crocodiles (*Crocodylus intermedius*) from the Venezuelan llanos. *The Herpetological Journal* **26**: 263–269.
- Teran-Mantovani E. 2018.** Inside and beyond the Petro-State frontiers: geography of environmental conflicts in Venezuela's Bolivarian Revolution. *Sustainability Science* **13**: 677–691.
- U S Environmental Protection Agency. 2017.** Approved Clean Water Act Chemical Test Methods .
- Urbani F. 2018.** La minería de oro en Carabobo, Venezuela: 1551-2018. *Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat* **41**: 190–219.