ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/312576785

La familia Potamotrygonidae en Argentina, Paraguay y Uruguay

Chapter · January 2017

CITATIONS
0

READS
86

5 authors, including:

Luis Lucifora
National Scientific and Technical Research C…
51 PUBLICATIONS **1,239** CITATIONS
SEE PROFILE

Agustin Solari
Instituto de Biología Subtropical
13 PUBLICATIONS **26** CITATIONS
SEE PROFILE

Franco Teixeira de Mello
Universidad de la República de Uruguay
66 PUBLICATIONS **1,069** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project
ANII_FCE_2_2016_1_126780: Interaction between the invasive mussel Limnoperna fortunei and native fish communities: effects from individuals to ecosystems View project

Project
What chemical pollutants are in the plastics ingested by Kelp Gulls? View project

All content following this page was uploaded by Luis Lucifora on 20 January 2017.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

SERIE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
Y PESQUEROS CONTINENTALES
DE COLOMBIA

XV. RAYAS DE AGUA DULCE (POTAMOTRYGONIDAE) DE SURAMÉRICA

Parte II
Colombia, Brasil, Perú, Bolivia,
Paraguay, Uruguay y Argentina

Carlos A. Lasso, Ricardo Rosa,
Mónica A. Morales-Betancourt,
Domingos Garrone-Neto y Marcelo R. de Carvalho
(Editores)

©Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2016.

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

SERIE EDITORIAL RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS Y PESQUEROS CONTINENTALES DE COLOMBIA – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Editor: Carlos A. Lasso.

Revisión científica: Donald Taphorn (Universidad Experimental de los Llanos–Unellez, Venezuela), Ramiro Barriga (Instituto Politécnico de Quito, Ecuador).

Revisión de textos: Carlos A. Lasso, Mónica A. Morales-Betancourt, Ricardo Rosa.

Fotos portada: Cris Burmester, Hugo Castello, Mónica A. Morales-Betancourt.

Foto contraportada: Cris Burmester.

Foto portada interior: Fernando Trujillo.

Elaboración de mapas del catalogo de especies: Diego Córdoba (IAvH).

Diseño y diagramación: zOOm diseño S.A.S. - Luisa F. Cuervo G.

Impresión: JAVEGRAF - Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas.
1.000 ejemplares.

CITACIÓN SUGERIDA:

Obra completa: Lasso, C. A., R. S. Rosa, M. A. Morales-Betancourt, D. Garrone-Neto y M. Carvalho (Eds.). 2016. XV. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 435 pp.

Capítulos o fichas: Castello, H. y M. Jones. 2016. La raya gigante o raya boba, *Potamotrygon brachyura* (Günther 1880) del río Paraná medio y otros ríos del Cono Sur. Pp. 200-227. *En:* Lasso, C. A., R. S. Rosa, M. A. Morales-Betancourt, Domingos Garrone-Neto y Marcelo Carvalho (Eds.). 2016. XV. Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina / editado por Carlos A. Lasso, Ricardo Rosa, Mónica A. Morales-Betancourt, Domingos Garrone-Neto y Marcelo Carvalho; Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, XV. -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.

435 p.: il., col.; 21.59 cm. X 27.94 cm
Incluye bibliografía, ilustraciones, fotos a color, tablas y mapas
ISBN impreso: 978-958-8889-98-6
ISBN digital: 978-958-8889-99-3

1. Ictiología 2. Conservación 3. Rayas de agua dulce--ecofisiología 4. Potamotrygonidae 5. Rayas -- estado del conocimiento 6. Taxonomía 7. América del Sur I. Lasso Carlos A. (Ed) II. Rosa, Ricardo (Ed) III. Morales-Betancourt, Mónica A. (Ed) IV. Garrone-Neto, Domingos (Ed) V. Carvalho, Marcelo (Ed) VI. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 597.176 Ed. 23
Número de contribución: 549
Registro en el catálogo Humboldt: 14988

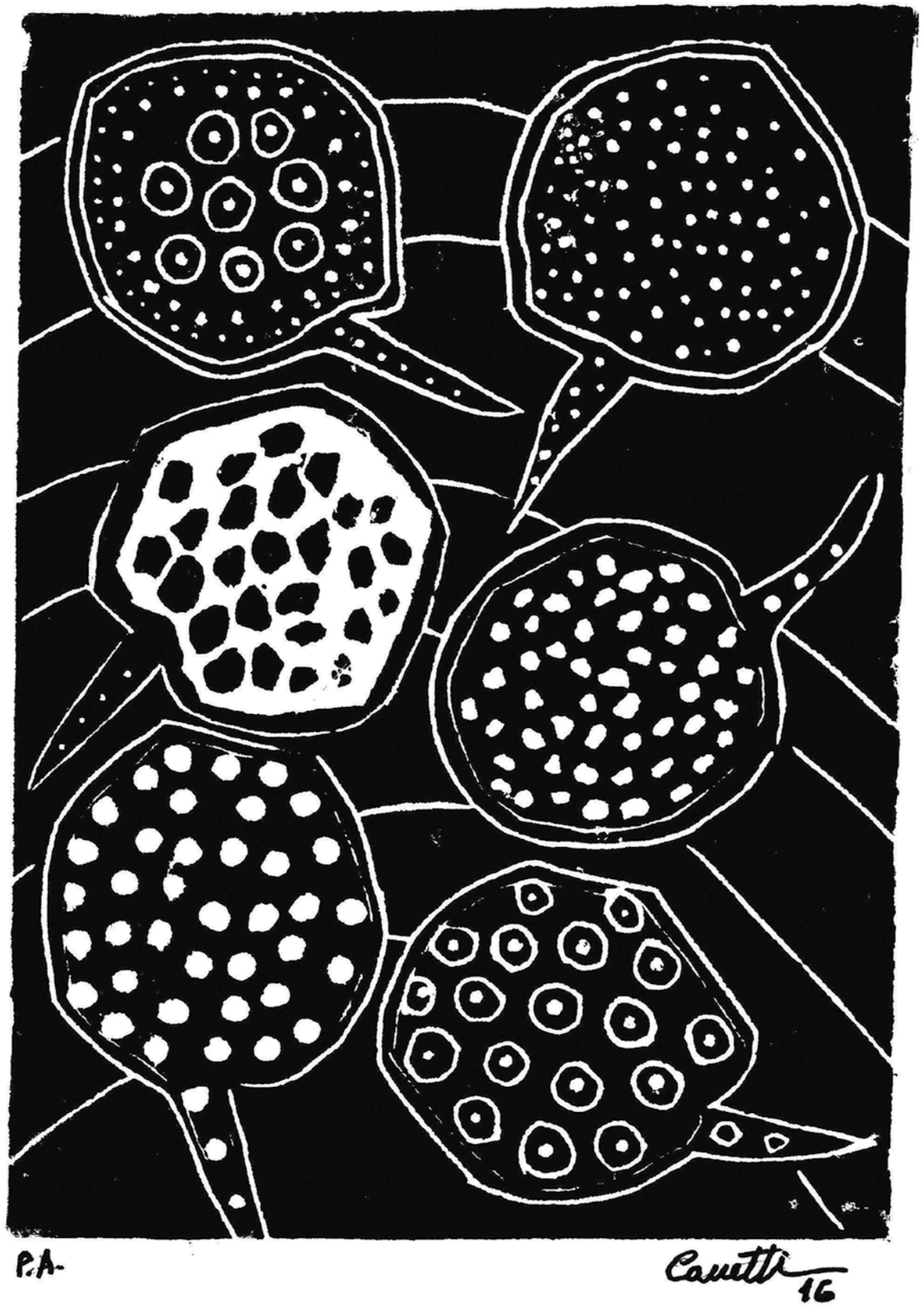
Catalogación en la publicación – Biblioteca Instituto Humboldt – Nohora Alvarado

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

D. Garrone-Neto

COMITÉ CIENTÍFICO

- **Anabel Rial Bouzas** (BioHábitat A. C. Venezuela y consultora independiente)
- **Aniello Barbarino** (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias–INIA, Venezuela)
- **Antonio Machado-Allison** (Universidad Central de Venezuela)
- **Carlos Barreto-Reyes** (Fundación Humedales, Colombia)
- **Carlos A. Rodríguez Fernández** (Fundación Tropenbos, Colombia)
- **Célio Magalhães** (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia INPA/CPBA, Brasil)
- **Donald Taphorn** (Universidad Experimental de los Llanos–Unellez, Venezuela)
- **Edwin Agudelo-Córdoba** (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas–Sinchi, Colombia)
- **Fernando Trujillo** (Fundación Omacha, Colombia)
- **Francisco de Paula Gutiérrez** (Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia)
- **Germán Galvis Vergara** (Universidad Nacional de Colombia)
- **Hernando Ramírez-Gil** (Universidad de los Llanos–Unillanos, Colombia)
- **Hernán Ortega** (Universidad Nacional Mayor de San Marcos–UNMSM, Perú)
- **Jaime De La Ossa** (Universidad de Sucre, Colombia)
- **John Valbo Jørgensen** (Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO)
- **Josefa C. Señaris** (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela)
- **Luz F. Jiménez-Segura** (Universidad de Antioquia, Colombia)
- **Mauricio Valderrama Barco** (Fundación Humedales, Colombia)
- **Myriam Lugo Rugeles** (Universidad Nacional de Colombia)
- **Ramiro Barriga** (Instituto Politécnico de Quito, Ecuador)
- **Ricardo Restrepo M.** (Universidad Santo Tomas de Aquino–USTA, Colombia)
- **Rosa E. Ajiaco-Martínez** (Universidad de los Llanos–Unillanos, Colombia)
- **Susana Caballero-Gaitán** (Universidad de los Andes, Colombia)



A. Gambarini

TABLA DE CONTENIDO

Presentaciones 9

Prólogo 13

Autores e instituciones 15

Agradecimientos 21

Resumen ejecutivo 25

Excutive summary 31

Sumario executivo 35

Introducción 39

1. Ecofisiologia das raias de água doce (Potamotrygonidae): mecanismos de interação organismo-ambiente
Ecofisiología de las rayas de agua dulce (Potamotrygonidae): mecanismos de interacción organismo-ambiente 45

2. Alimentação e comportamento predatório em raias (Potamotrygonidae)
Alimentación y comportamiento depredatorio de las rayas (Potamotrygonidae) 67

3. Parasitas de raias de água doce (Potamotrygonidae): estado atual do conhecimento e lista de espécies
Parásitos de rayas de agua dulce (Potamotrygonidae): estado actual del conocimiento y lista de especies 83

TABLA DE CONTENIDO

M. A. Morales-B.

ESPECIES 104

4. Claves para la identificación de las rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) 105

5. Catálogo de especies 129

- *Potamotrygon albimaculata* Carvalho, 2016 131
- *Potamotrygon amandae* Loboda & Carvalho, 2013 134
- *Potamotrygon brachyura* (Günther, 1880) 137
- *Potamotrygon falkneri* Castex y Maciel, 1963 142
- *Potamotrygon histrix* (Müller & Henle, 1834) 145
- *Potamotrygon jabuti* Carvalho, 2016 147
- *Potamotrygon limai* Fontenelle, Silva y Carvalho, 2014 150
- *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle, 1841) 152
- *Potamotrygon pantanensis* Loboda & Carvalho, 2013 156
- *Potamotygon rex* Carvalho, 2016 159
- *Potamotrygon schuhmacheri* Castex, 1964 161
- *Potamotrygon signata* Garman, 1913 163
- *Potamotrygon wallacei* Carvalho, Rosa y Araujo, 2016 167

CASOS DE ESTUDIO 178

ARGENTINA, URUGUAY Y PARAGUAY 180

6. La familia Potamotrygonidae en Argentina, Paraguay y Uruguay 181

7. La raya gigante o raya boba, *Potamotrygon brachyura* (Günther 1880) del río Paraná medio, Argentina 201

BOLIVIA 228

8. Diversidad, uso y conservación de las rayas (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) en Bolivia 229

BRASIL 248

9. Raias do alto Paraná, Brasil: histórico de ocorrência, distribuição atual e consequências do processo de colonização da bacia
Rayas del alto Paraná, Brasil: distribución histórica y actual, y consecuencias de los procesos de colonización de la cuenca 249

10. Feeding biology, human perceptions and uses of *Potamotrygon signata* Garman, 1913 in the Parnaíba river basin, northeastern Brazil
Alimentación, percepción humana y usos de Potamotrygon signata Garman, 1913 en la cuenca del río Parnaíba, noreste de Brasil 271

11. Biologia e história natural de *Potamotrygon wallacei* (Carvalho, Rosa e Araújo, 2016) na bacia do Rio Negro, Amazônia Central, Brasil
Biología e historia natural de Potamotrygon wallacei (Carvalho, Rosa e Araújo, 2016) en la cuenca de Rio Negro, Amazonia central, Brasil 289

COLOMBIA 304

12. Avances en el conocimiento de *Potamotrygon magdalenae* (Duméril, 1865), raya dulceacuícola endémica de Colombia 305

13. Aspetos sobre la historia natural de las rayas de agua dulce en el área de influencia de los municipios de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía), Orinoquia colombiana 325

14. Diversidad de rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) en el río Amazonas colombiano: resultados preliminares 361

15. Estructura poblacional y diversidad genética de la raya de agua dulce *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle, 1841) (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) en las cuencas del Orinoco y Amazonas (Colombia) 377

16. Ensayos de producción en cautiverio de la raya motoro (*Potamotrygon motoro* Müller y Henle, 1841) (Potamotrygonidae) en la Fundacion Orinoquía, Puerto Carreño-Vichada, Colombia 391

PERÚ 400

17. Diversidad y conservación de las rayas (Potamotrygonidae) en Loreto - Perú: aspectos taxonómicos, ecológicos y pesqueros 401

CONSERVACIÓN 414

18. Marco normativo y comercio de las rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) en Argentina, Paraguay y Uruguay, y nuevas consideraciones sobre CITES 415

19. Conclusiones y recomendaciones para la conservación 431

PRÓLOGO

y peso; hábitat; alimentación; aspectos reproductivos; usos; aspectos pesqueros; comercialización, marco normativo, estatus de conservación y amenazas. La tercera parte se refiere a casos de estudios discriminados por países: las especies presentes, sus usos y estado de conservación, la "raya gigante" o "raya boba" *Potamotrygon brachyura* del río Paraná medio e información acompañante. Sigue con una síntesis del conocimiento actual sobre la composición, distribución y principales aspectos de la ecología de las rayas de Bolivia. Para Brasil, se ilustran aspectos de la distribución, impactos por la construcción de represas y la importancia de especies endémicas amenazadas. Un aspecto de suma importancia presentado en esta parte es lo referente a los avances del conocimiento de la ecología, pesquerías y el manejo *ex situ* de la raya endémica de Colombia, *Potamotrygon magdalenae*, así como la nueva información taxonómica y bioecológica de las especies que se distribuyen en las cuencas del Orinoco y del Amazonas. Para finalizar esta tercera parte se incluye estudios sobre la estructura poblacional y diversidad genética de *Potamotrygon motoro* en las cuencas del Orinoco y Amazonas, sobre ensayos en cautiverio que aporta elementos para su manejo, alimentación y reproducción en confinamiento y un panorama sobre la bioecología y aspectos pesqueros de las rayas de Loreto (Perú). La cuarta parte está referida principalmente a los aspectos legales del manejo y protección de este recurso biológico: incluye un capítulo que ilustra la legislación vigente en Argentina, Paraguay y Uruguay, así como la evolución que ha tenido la propuesta de uso comercial de las especies de rayas de agua dulce en el marco de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-Cites.

El libro así, cumple el objetivo propuesto y nos presenta una pléyade de conclusiones y recomendaciones muy útiles para los tomadores de decisiones en aspectos relacionados con el conocimiento, la conservación y uso sostenible de las especies, derivadas éstas del análisis y discusiones profundas de toda la información compilada.

Prologar esta obra es un gran honor y me llena de satisfacción ver generaciones crecientes de investigadores con alta sensibilidad y compromiso social, al igual que con su compromiso histórico de conservación y uso adecuado de nuestra diversidad biológica.

No me queda sino felicitar al Instituto Alexander von Humboldt, su programa dedicado a los Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales, a los editores y autores de esta gran obra, con la seguridad de que la misma será un referente obligado para la formación de capital humano y el desarrollo de programas de uso sostenible y conservación de nuestros recursos naturales en cada uno de nuestros países.

Antonio Machado-Allison
Diciembre 2016

M. A. Moarles-B.

AUTORES Y AFILIACIONES

Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República Maldonado, Uruguay

Franco Teixeira de Mello
frantei@fcien.edu.uy

FAUNAGUA, Cochabamba, Bolivia

América Zeballos Fernández
america_jazmin@yahoo.com

Leslie Córdova
leslie.cordova@gmail.com

FAUNAGUA, Universidad Mayor de San Simón-UMSS, Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT)- **ECOSINTEGRALES SRL, Bolivia**

Fernando M. Carvajal-Vallejos
fmcvalle@yahoo.com

Fundación colombiana para la investigación y conservación de tiburones y rayas, SQUALUS, Colombia

Andrés F. Navia
anavia@gmail.com

Daniela Gómez-Martínez
dgomez@squalus.org

Esteban Galindo
egalindo@squalus.org

Gina Fernández
ginafernandez14@gmail.com

José Gabriel Pérez-Rojas
jgperez@qualus.org

Juliana López-García
jlopez@squalus.org

Luis A. Muñoz-Osorio
lmunoz@squalus.org

Paola A. Mejía-Falla
pmejia@squalus.org

Tania del Mar Pedreros
taniadelmarp@gmail.com

Fundación de Historia Natural "Félix de Azara", Universidad Maimónides, Argentina

Hugo Patricio Castello
hucastel@yahoo.com.ar

AUTORES Y AFILIACIONES

M. A. Moarles-B.

Fundación Omacha, Colombia

Beyker Castañeda
beykerandrescasta@gmail.com

Fundación Orinoquía, Puerto Carreño, Colombia

Jairo Fidel Novoa-Serna
jaironovoaserna@gmail.com

Lina Ortiz-A.
linaortiza@gmail.com

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Colombia

Astrid A. Acosta-Santos
astridacostasantos@gmail.com

Edwin Agudelo-Córdoba
eagudelo@sinchi.org.co

Instituto de Biología Subtropical, Universidad Nacional de Misiones, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina

Luis O. Lucifora
luis.lucifora@conicet.gov.ar

Instituto de Biología Subtropical, Universidad Nacional de Misiones, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET) -Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Agustín Solari
kevianus@gmail.com

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH, Colombia

Carlos A. Lasso
classo@humboldt.org.co

María P. Baptiste E.
mpbaptiste@humboldt.org.co

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

Paula Sánchez-Duarte
psanchez@humboldt.org.co

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, Loreto, Perú
Programa de Ecosistemas Acuáticos

Homero Sánchez
hsanchez@iiap.org.pe

Instituto de Pesquisas Cientificas e Tecnológicas do Amapá-IEPA, Brasil

Cecile de Souza Gama
cecilegama@hotmail.com

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA, Brasil

Akemi Shibuya
ashibuya.1@gmail.com

Jansen Zuanon
jzuanon3@gmail.com

Museo Nacional de Historia Natural, Colección Boliviana de Fauna, Bolivia

Jaime Sarmiento
jsarmientotavel@gmail.com
jsarmientotavel@mnhn.gob.bo

Soraya Barrera
sorayabarrera@gmail.com
sbarreramaure@mnhn.gob.bo

Museum of New Zealand, Te Papa Tongarewa, Wellington, New Zealand

Mark Jones
mfcabalone@hotmail.com

Parques Nacionales Naturales de Colombia

María T. Sierra-Quintero
mtsqursa@gmail.com

Universidad Amazónica de Pando, Cobija, Bolivia

Hailin Calderón Vaca
hailinictio@hotmail.com

Univesidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Trinidad, Bolivia
Centro de Investigación de Recursos Acuáticos del Beni-CIRA

Dennis Lizarro Zapata
dennis_frk@hotmail.com

Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia
Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado

Karina Osinaga
kosinaga@gmail.com

Universidad de los Andes, Colombia
Laboratorio de Ecología Molecular de Vertebrados Acuáticos - LEMVA
Departamento de Ciencias Biológicas

Mariana Renza-Millán
marianarenza@gmail.com

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

Universidad de los Llanos, Colombia
Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Programa de Biología
- **Fundación Orinoquía, Puerto Carreño, Colombia**

Natalia Álvarez-Perdomo
natalia.alvarez@unillanos.edu.co

Universidad de los Llanos, Programa Doctorado en Ciencias Agrarias, Instituto de Acuicultura de los Llanos- **Fundación Orinoquía, Puerto Carreño, Colombia**

Pedro René Eslava-Mocha
pedro.eslava@unillanos.edu.co

Universidad del Tolima, Colombia

Francisco Villa-Navarro
favilla@ut.edu.co

Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú
Museo de Historia Natural (UNMSM)

Hernán Ortega
hortega.musm@gmail.com

Jessica Espino
jessespino@gmail.com

Max Hidalgo
mhidalgod@unmsm.edu.pe

Nicol Faustino
niky.faustini@yahoo.com

Silvia Valenzuela
silviavalenzuelar@gmail.com

AUTORES Y AFILIACIONES

Universidade de São Paulo, Brasil
Departamento de Zoología, Instituto de Biociencias

João Paulo Capretz Batista da Silva
jpcbs@ib.usp.br

Marcelo R. de Carvalho
mrcarvalho@ib.usp.br

Thiago Loboda
loboda_bio@yahoo.com.br

Universidade Estadual Paulista-UNESP, Brasil
Câmpus do Litoral Paulista, Laboratório de Pesquisa de Elasmobrânquios

Otto Bismarck Fazzano Gadig
gadig@clp.unesp.br

Câmpus Experimental de Registro, Curso de Engenharia de Pesca,
Câmpus do Litoral Paulista,
Laboratório de Pesquisa de Elasmobrânquios

Domingos Garrone-Neto
garroneneto@registro.unesp.br

Faculdade de Medicina, Câmpus de Botucatu

Vidal Haddad Jr.
haddadjr@fmb.unesp.br

Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu

Virgínia Sanches Uieda
vsuieda@ibb.unesp.br.

Universidade Federal da Paraíba -UFPB, Brasil
Departamento de Sistemática e Ecologia

Katherine P. Viana
katherineviana_94@hotmail.com

Ricardo de Souza Rosa
rsrosa@dse.ufpb.br

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

Cristiane A. Wanderley
criswanderley@gmail.com

Guilherme Moro
g-moro@uol.com.br

Viviana Márquez Velásque
viviomar@gmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS, Brasil
Departamento de Ciências Naturais

Maria José Alencar Vilela
mjvilela@ceul.ufms.br

Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Setor de Morfologia
Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

María Cristina Oddone
mcoddone@gmail.com

Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil
Laboratório de Morfologia Funcional,
Instituto de Ciências Biológicas

Wallice Paxiúba Duncan
wduncan@ufam.edu.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Brasil
Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas – DIMAR.

M. A. Moarles-B.

Maria Lúcia Góes de Araújo
malugaraujo@gmail.com

Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia

Santiago Duque
srduquee@unal.edu.co

University of Toronto Scarborough
Department of Biological Science

João Pedro Fontenelle
jp.fontenelle@mail.utoronto.ca

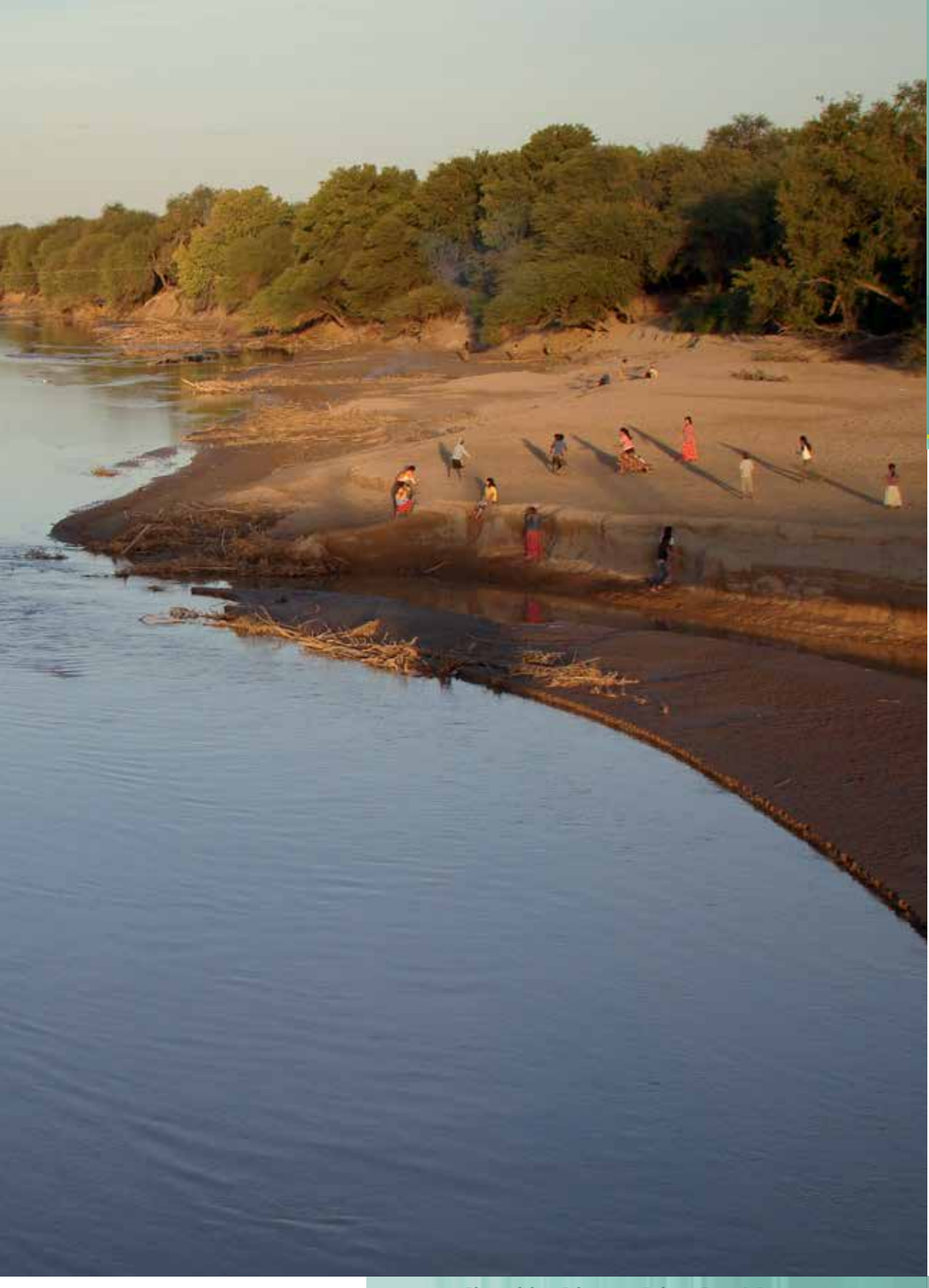
Wildlife Conservation Society, Bolivia

Guido Miranda Chumacero
gmiranda@wcs.org

Gustavo Álvarez
galvarez@wcs.org

Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad, Secretaría del Ambiente, Asunción, Paraguay

Dario Mandelburger
dariomandel@gmail.com



Playas del río Pilcomayo, Bolivia. Foto: S. Barrera.

M. A. Morales-B.

AGRADECIMIENTOS

Los editores agradecen al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y a los copatrocinadores de esta publicación, Defenders of WildLife (DoW) y Humane Society International (HSI), por el apoyo brindado para la realización y publicación de este libro, especialmente a Alejandra Goyenechea (DoW) y Rebecca Regnery (HSI). A la Directora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Brigitte L. G. Baptiste, así como a la Junta Directiva del IAvH, por haber respaldado la elaboración de este proyecto en el marco del Plan Operativo Anual 2016 del Programa de Ciencias de la Biodiversidad.

A los investigadores y amigos que nos permitieron usar sus fotografias: Adriano Gambarini, Fernando Trujillo, Sergio Bogan, Julie Larsen Maher, Mileniusz Spanowics, Lina María Córdoba Giraldo, María Alejandra Orozco Guarín, Cris Burmester, Victor Flores y Willy A. Montaño. Un reconocimiento especial a la artista Eliane Canetti por las ilustraciones de las rayas. A Viviana Márquez Velásquez, por ayudar a traducir los textos del portugués al español y por supuesto a Donald Taphorn por la elaboración del resumen y revisiones de los capítulos en inglés.

Marcelo R. de Carvalho agradece al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Gobierno Federal de Brasil) y Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) por el apoyo financiero.

Luis Lucifora (**Capítulo 6**) agradece por el financiamiento a los subsidios del PIP 11220120100054CO de CONICET y PICT 2014-0660 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, ambos de Argentina. Franco Teixeira de Mello a Sistema Nacional de Investigadores-SNI (ANII) y al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas-PEDECIBA.

Hugo Castello y Mark Jones (**Capítulo 7**) agradecen a Mariano Castex por facilitar información y datos para su inclusión en este trabajo, también por su lectura crítica del manuscrito y sugerencias realizadas. A Heraldo Britski por facilitar información sobre la colección del MZSP y a Roberto Esser dos Reis por sus comentarios sobre los Saltos del Moconá. A María Cristina Oddone y J. P. Castello por facilitar bibliografía. A Sergio Bogan por corregir este manuscrito y sugerir nuevas citas bibliográficas.

AGRADECIMIENTOS

La información sobre las especies de Bolivia se obtuvo gracias a las siguientes instituciones: American Museum of Natural History, New York; Auburn University Museum of Natural History; Centro de Investigación de Recursos Acuáticos del Beni-CIRA; Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Trinidad, Bolivia; Colección Boliviana de Fauna (Convenio Museo Nacional de Historia Natural - Instituto de Ecología) La Paz, Bolivia; FAUNAGUA, Cochabamba, Bolivia; Field Museum of Natural History; Museo de Historia Natural Pedro Villalobos-Universidad Amazónica de Pando, Cobija, Bolivia; Museo Nacional de Historia Natural, Francia; Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia; National Museum of Natural History, Smithsonian Institution; Texas A. & M. University Biodiversity Research and Teaching Collection; Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), UMSS, Cochabamba, Bolivia; University of Michigan Museum of Zoology; Wildlife Conservation Society, Bolivia.

Domingos Garrone Neto (**Capítulo 9**) agradece a los investigadores y pescadores que colaboraron con la información sobre las rayas del Alto Paraná o que participaron en las salidas campo, especialmente a Domingo Rodriguez Fernandez, Ivan Sazima, Ricardo de Souza Rosa, João Luiz Costa Cardoso y Marcos Silveira da Teixeira. El apoyo financiero fue del Consejo Nacional de Desarrollo Científico Tecnológico (DGN grant#142985/2005-8 y OBFG grant#307192/2009-1) y de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; grant#2010/10583-1 e grant#2011/18513-9).

Guillermo Moro (**Capítulo 10**) agradece a Cristiane Wanderley, Patricia Charvet, Telton Ramos y Anderson Feijó por el apoyo en campo en la recolección, preparación y fotografía de especímenes.

Paola Mejía (**Capítulo 12**) agradece a los pescadores, tecnólogos pesqueros y profesionales que apoyaron el trabajo a lo largo de la cuenca del Magdalena. A. D. Amariles, M. A. Orozco, D. Córdoba Flórez, J. H. Pérez Restrepo y E. Giraldo Velasco por su colaboración en campo y/o laboratorio. Al Parque Explora por la información suministrada sobre el mantenimiento de crías en cautiverio. Los resultados presentados han sido desarrollados a través de proyectos co-financiados por la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Conservación Internacional-Colombia, Colciencias, Iniciativa de Especies Amenazadas (Becas IEA-Fundación Omacha) e Idea Wild.

Los autores del **Capítulo 13** agradecen a los pescadores de Puerto Carreño Clímaco Unda, Rodamir Unda, Homar, Wilson Aya y Ester Marín y María Marín, por apoyarnos y compartir todo su conocimiento con nosotros. Igualmente a la Fundación Omacha (Fernando Trujillo).

Astrid Acosta (**Capítulo 14**) agradece a Ricardo S. Rosa y Carlos A. Lasso por la buena disposición y colaboración durante la identificación de algunos de los ejemplares colectados, a Fernando Trujillo por el apoyo logístico de la Fundación Omacha en Puerto Nariño y a Tatiana Meneses, de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP.

Mariana Renza y colaboradores (**Capítulo 15**) agradecen por el financiamiento al fondo de investigaciones de la Universidad del Tolima, al fondo de becas Colombia Biodiversa de la Fundación Alejandro Ángel Escobar, al Laboratorio de Ecología Molecular de Vertebrados Acuáticos de la Universidad de los Andes y al Instituto Alexander von Humboldt.

Jairo Novoa Serna **(Capítulo 16)**, agradece a Steven Jensen y Cristian (padre e hijo), fundadores del la Fundación Orinoquía. A la familia Novoa Serna, por su compromiso y colaboración en estos proyectos que buscan la conservación de nuestra biodiversidad; contar con los conocimientos y experiencias del reconocido pescador Álvaro Novoa Serna ha sido un honor.

Los autores del **Capítulo 17** y el IAvH, agradecen a todas las personas que participaron e hicieron posible el "Taller de rayas de agua dulce, octubre 2014", entre ellas: Adriana Rivera del Programa Regional Amazonia (BMZ/DGIS/GIZ) – PARA; Alejandra Goyenechea - Defenders of Wildlife; Rebecca Regnery - Humane Society International; Marcel Calvar - Representante Regional de Centro, Sur América y el Caribe del Comité de Fauna; David Morgan - Secretaría Cites; Gustavo E. Chiaramonte de la División de Ictiología, Estación Hidrobiológica de Puerto Quequén – Argentina; Henrique Anatole- IBAMA, Brasil; Marcelo Bassols - Instituto Chico Mendes de Conservacao da Biodiversidade, Brasil; Ricardo Rosa - Universidade Federal da Paraíba, Brasil; Soraya Barrera - Colección Boliviana de Fauna (MNHN-IE), Bolivia; Dennis Lizarro-Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Bolivia; Jonathan Valdivieso-Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Ecuador; Pablo Arguello-Escuela Politécnica Nacional, Ecuador; Darío Mandelburger-Dirección de Pesca y Acuicultura, Paraguay; Iván Vásquez-Natura Vita, Paraguay; Hernán Ortega-Universidad Mayor de San Marcos, Perú; Antonio Machado-Allison-Universidad Central de Venezuela, quien además lideró el Taller y organizó las memorias respectivas, que son base parcial del capítulo; Aniello Barbarino - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela. En Colombia a: Carlos A. Lasso y Mónica A. Morales-Betancourt-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; José Iván Mojica-Universidad Nacional de Colombia; Jaime González-Acolpeces; Paola Mejía y Luis Muñoz- Fundación Squalus; Tatiana Meneses-AUNAP; Claudia Sánchez - Ministerio de Agricultura; Natalia Garcés y Antonio Gómez - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Melissa Laverde - Ministerio de Relaciones Exteriores.

M. A. Morales-B.

ARGENTINA
URUGUAY
PARAGUAY

F. Teixeira

6. LA FAMILIA POTAMOTRYGONIDAE EN ARGENTINA, PARAGUAY Y URUGUAY

Luis O. Lucifora, Agustín Solari, María Cristina Oddone, Franco Teixeira de Mello y Darío Mandelburger

Resumen

La cuenca del Río de la Plata incluye siete especies de *Potamotrygon*, cinco de ellas endémicas. Seis de estas especies (cuatro endémicas) habitan la baja cuenca del Plata, excluyendo las subcuencas del alto Paraná y del alto Paraguay. La investigación científica sobre las rayas rioplatenses ha sido desatendida desde la década de 1970. Aún quedan interrogantes taxonómicos por resolver y el conocimiento ecológico es prácticamente nulo. Las rayas han tenido importancia socio-cultural en la cuenca del Plata desde hace siglos. En esta cuenca, las rayas son explotadas comercialmente en forma incipiente y suelen estar involucradas en accidentes por "picaduras". El estado de conservación de todas las especies de la cuenca es desconocido, aunque es posible que varíe interespecíficamente por sus diferencias biológicas. *Potamotrygon brachyura* y *P. schuhmacheri* (en caso de ser una especie válida) pueden ser de las más vulnerables por su gran tamaño y su rareza, respectivamente. Por el contrario, *P. motoro* de muy amplia distribución y alta invasión podría ser poco vulnerable a amenazas antropogénicas. En el futuro cercano, la investigación científica debería focalizarse en taxonomía, historia de vida y biología poblacional, movimientos, determinar el estado de conservación y planear estrategias de conservación.

Palabras clave. Conservación. Estado del conocimiento. *Potamotrygon*. Río de la Plata. Uso.

Introducción

A pesar de haber recibido un importante esfuerzo de investigación entre 1960 y 1970, el conocimiento de la biología de las rayas de la cuenca del Plata aún es rudimentario. La mayor parte de la investigación dedicada al grupo en aquellos años estuvo dedicada a la taxonomía y sistemática (p. e. Castex 1963a, 1964, 1965, 1967a-b, Castello y Yagolkowski 1969). Menos

M. Jones

esfuerzo se dedicó a la ecología, fisiología y otros aspectos de las especies parano-platenses. La única información ecológica sobre las rayas de la cuenca del Plata proviene de observaciones circunstanciales. Por ejemplo, Martínez Achenbach y Valentinis de Martínez Achenbach (1976) proponen una edad de madurez sexual de tres años para *Potamotrygon motoro* en el Paraná medio (Argentina) sin mostrar ninguna evidencia; también mencionan observaciones propias y de pescadores como evidencia de un supuesto cuidado parental post-natal. Además, en muchos casos, los datos no son totalmente asignables a una especie por confusiones taxonómicas no resueltas en los trabajos de esa época.

La única información sobre reproducción de las especies de la cuenca del Plata proviene de la región del alto Paraná brasileño. Allí, Garrone Neto (2010) estimó el tamaño de madurez sexual y la fecundidad de *P. falkneri* y *P. motoro*. En esa región, los machos maduran a los 27 y 26 cm de ancho de disco, en *P. motoro* y *P. falkneri*, respectivamente, mientras que las hembras lo hacen a los 33 (*P. motoro*) y 32,5 cm de ancho de disco (*P. falkneri*). En ambas especies la fecundidad media fue de 1,3 crías por gestación y se observaron hembras gestantes sólo en diciembre, enero y febrero. Si bien estos datos son valiosos por ser los más detallados sobre la biología reproductiva de estas especies en la cuenca del Plata, cabe aclarar que provienen de una región recientemente invadida por las rayas, por lo que las poblaciones pueden estar aún en su fase expansiva, lo que se reflejará en sus parámetros reproductivos. Además, el trabajo fue realizado antes de la descripción de *P. amandae* y algunos ejemplares asignados a *P. motoro* podrían corresponder a *P. amandae*.

También han habido algunas investigaciones de uso de hábitat y ecología trófica de especies de *Potamotrygon* que invadieron la alta cuenca del río Paraná (Lonardoni *et al*. 2006, Silva y Uieda 2007). Sin embargo, esta región se tratará en otro capítulo.

El objetivo de este capítulo es hacer una síntesis del conocimiento existente de las rayas de agua dulce de la parte baja de la cuenca del Plata e identificar líneas de investigación prioritarias para el futuro cercano.

La cuenca baja del Plata

La cuenca del Río de la Plata o cuenca del Plata (Figura 1), es la segunda más grande de América del Sur. Incluye algunos de los ríos tropicales y subtropicales más caudalosos del mundo, como el Paraná, Paraguay y Uruguay y en su desembocadura en el Río de la Plata tiene un caudal medio de 22.000 m^3/s. Esta cuenca abarca un área de poco más de 3 millones de km^2 y ocupa territorio de cinco países: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay.

La cuenca del Plata presenta una gran variedad de ambientes, producto de su variedad climática y topográfica así como de su amplia extensión latitudinal. El extremo norte de la cuenca se localiza en el Pantanal brasileño, a casi 13° de latitud sur (S), y el extremo sur en la Bahía Samborombón, en la costa argentina del Río de la Plata, a los 37°S. El límite oriental de la cuenca lo forma el sistema de sierras costeras del sudeste y sur de Brasil (la Sierra del Mar y los cordones serranos de Rio Grande do Sul) y la Cuchilla Grande en Uruguay; el límite occidental lo forma la Cordillera de los Andes en Bolivia y Argentina y, más al sur, las Sierras Pampeanas del centro de Argentina; el límite norte está dado por el Planalto brasileño. La desembocadura de

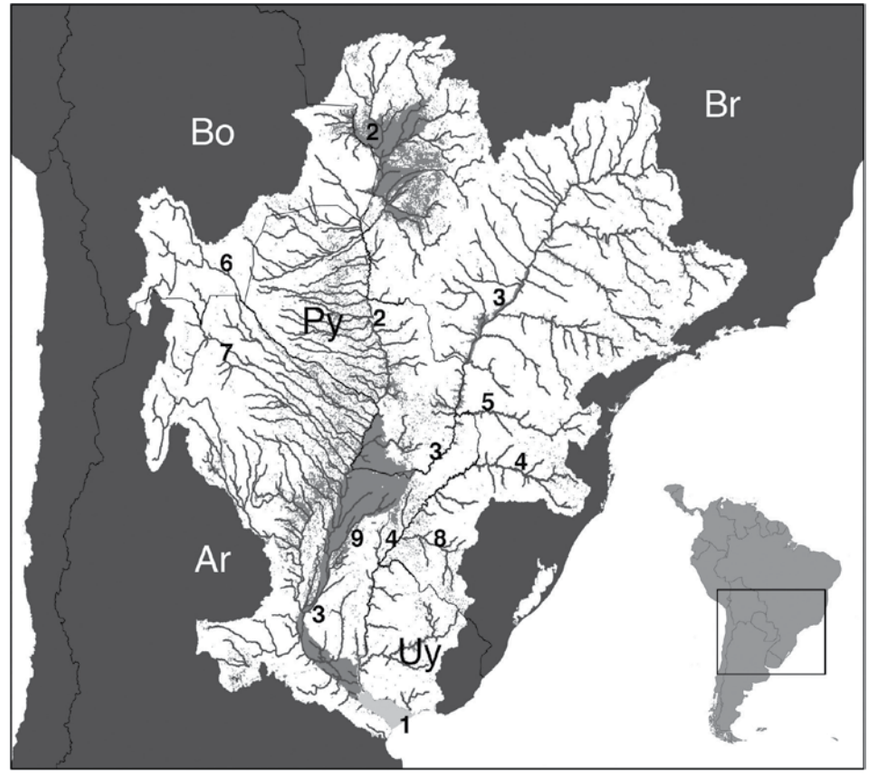


Figura 1. Mapa de la cuenca del Plata mostrando sus principales ríos y sus áreas de humedales (gris oscuro). Los ríos son 1: Río de la Plata (el área gris clara corresponde a la zona interna), 2: Paraguay, 3: Paraná, 4: Uruguay, 5: Iguazú, 6: Pilcomayo, 7: Bermejo, 8: Ibicuí, 9: Corrientes. Países: Ar: Argentina, Bo: Bolivia, Br: Brasil, Py: Paraguay, Uy: Uruguay. El recuadro indica la ubicación del mapa en América del Sur.

la cuenca se encuentra en el extremo sur, en el Río de la Plata, formando una gran bahía ubicada entre Argentina y Uruguay. La mitad interior del Río de la Plata está cubierta de agua dulce, mientras que la mitad exterior (la más ancha) forma un gran estuario cuya salinidad varía de acuerdo al volumen de descarga de los ríos Paraná y Uruguay, entre otros factores. Esta variedad topográfica y amplitud latitudinal originan un gradiente de clima tropical a templado cálido en el eje norte-sur. Al mismo tiempo, la dirección predominante de los vientos de este a oeste establece un gradiente de humedad, que va disminuyendo hacia el oeste.

RAYAS DE LA CUENCA DEL PLATA

M. Jones

La biodiversidad de la cuenca del Plata se encuentra entre las más ricas del mundo debido a la heterogeneidad estacional y espacial del ambiente (Figura 2). Esta cuenca incluye algunos de los ecosistemas acuáticos más complejos, como el mayor corredor de humedales fluviales tropicales y subtropicales del mundo, que corre desde el Pantanal, en la alta cuenca del río Paraguay, hasta las planicies aluviales del Paraná medio y bajo (Peteán 2009). Otras áreas de gran complejidad ecológica son los

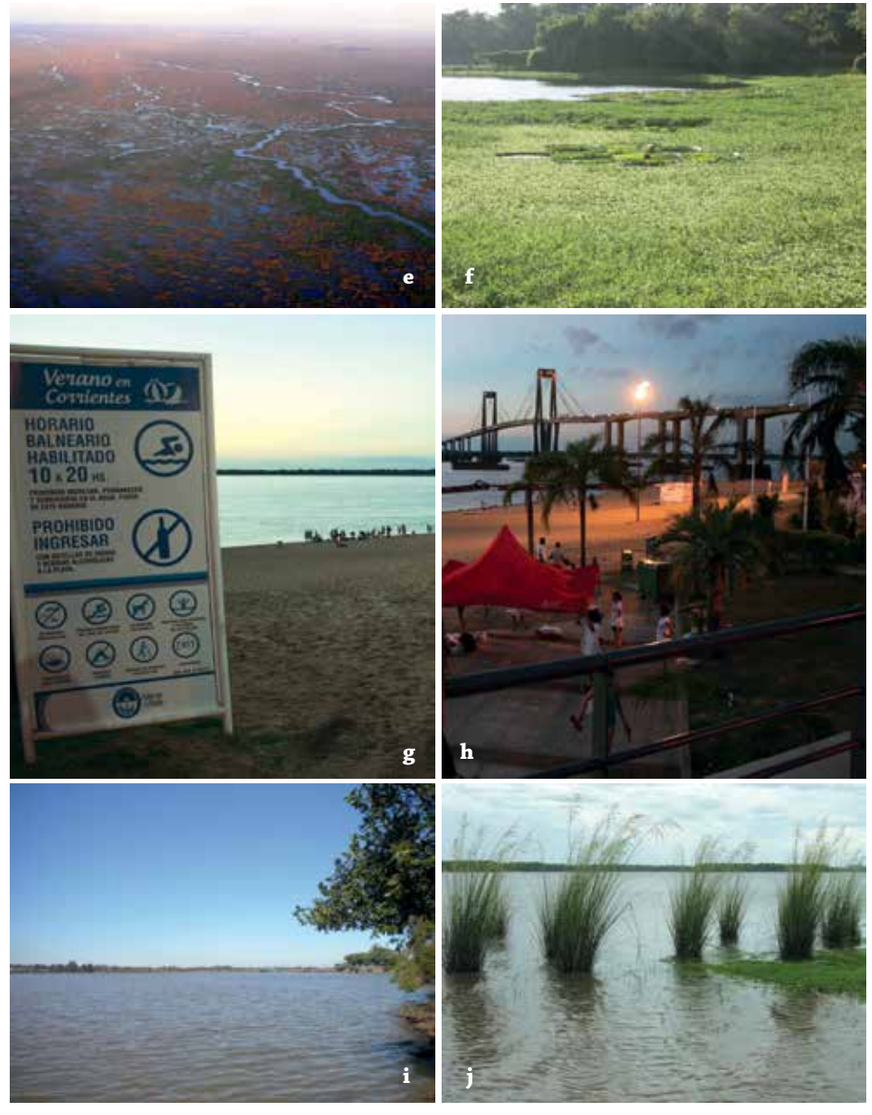


Figura 2. Ambientes de la cuenca del Plata. Cataratas del Iguazú, río Iguazú. Estas cataratas forman una barrera natural poco permeable, tanto con aguas bajas (a), como con aguas altas (b), permitiendo la diferenciación de la fauna acuática aguas arriba y abajo de ellas. Abajo de las cataratas la fauna es típicamente paranaense; arriba, faltan numerosas especies paranaenses, entre ellas, la familia Potamotrygonidae. Las flechas marcan un punto de referencia para comparar las situaciones de aguas bajas y aguas altas. c-e) Los Esteros del Iberá forman un mosaico de humedales, lagunas, ríos, pastizales y bosques, con ictiofauna paranaense. Los esteros ocupan un paleocauce del río Paraná y sus aguas drenan lentamente hacia este río. f-h) El río Paraná es el mayor río de la cuenca del Plata. Posee una extensa llanura de inundación, en la que se desarrollan ambientes de aguas lénticas, como lagunas, con vegetación flotante (f). Sobre el Paraná se asientan numerosos centros urbanos, que cuentan con balnearios (g, h), en los que ocasionalmente ocurren accidentes por "picaduras" de rayas. i) Los ríos de la cuenca del Plata han sido modificados por medio de obras de infraestructura, con represas hidroeléctricas, que embalsan las aguas y afectan el pulso de inundación de los ríos. En la ilustración, detalle del lago de la represa de Salto Grande, sobre el río Uruguay. j) Llanura de inundación del río Uruguay, a la altura de Paysandú, Uruguay. Fotos: L. O. Lucifora (a, b, f-i); C. D. de Angelo (c-e), M. C. Oddone (J).

M. Jones

Esteros del Iberá (Argentina), que muestra grandes similitudes con el Pantanal, y la planicie de inundación del Paraná superior (Brasil). Este capítulo se focalizará en la parte baja de la cuenca, lo que excluye al tramo brasileño del alto río Paraguay, a la mayor parte del Pantanal (que se da en Brasil) y al río Paraná superior, aguas arriba de la represa de Itaipú.

Especies de rayas de la cuenca baja del Río de la Plata

En la cuenca del Plata se ha registrado la presencia de siete especies de la familia Potamotrygonidae, estas son: *Potamotrygon amandae* Loboda y Carvalho 2013; *Potamotrygon brachyura* (Günther 1880); *Potamotrygon falkneri* Castex y Maciel 1963; *Potamotrygon histrix* (Müller y Henle 1834); *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle 1841); *Potamotrygon pantanensis* Loboda y Carvalho 2013 y *Potamotrygon schuhmacheri* Castex 1964. Con excepción de la recientemente descrita *P. pantanensis*, de distribución aparentemente restringida al Pantanal brasileño (alta cuenca del río Paraguay) (Loboda y Carvalho 2013) y no tratada en este capítulo, el resto de las especies están más o menos ampliamente distribuidas en la cuenca baja del Plata.

Potamotrygon amandae (Figura 3a)

Hasta el momento ha sido registrada en los ríos Paraná medio y bajo, y Paraguay. También ha invadido el alto Paraná, luego de la construcción de la represa de Itaipú (Loboda y Carvalho 2013). Alcanza un tamaño mediano, de no más de 41 cm de ancho de disco.

Esta especie, a pesar de haber sido descrita recientemente, es conocida desde la década de 1960 bajo el nombre *Potamotrygon pauckei*. Loboda y Carvalho (2013), en un completo estudio anatómico y morfológico de las especies del grupo de *P. motoro* de las subcuencas del Paraná y Paraguay, indican que *P. pauckei* es un sinónimo de *P. motoro*, ya que, de toda la serie tipo de *P. pauckei*, el lectotipo es un ejemplar de *P. motoro*, por lo que le asignan el nombre *P. amandae* a esta especie e incluyen a *P. pauckei* en la sinonimia de *P. motoro*.

Potamotrygon brachyura (Figura 3b)

Endémica de la cuenca del Plata. Se distribuye en los ríos Paraná (medio y bajo), Paraguay, Uruguay (medio y bajo), Bermejo y zonas costeras del Río de la Plata interior. Su distribución incluye al Pantanal brasileño. A diferencia de otras especies de *Potamotrygon*, esta especie parece no haber sido capaz de invadir el alto Paraná luego de la construcción de la represa de Itaipú (Lucifora *et al.* 2016).

Es la epecie más grande de la familia y el elasmobranquio dulceacuícola más grande del mundo. Las hembras de *P. brachyura* llegan a superar los 200 kg y 150 cm de ancho de disco. El disco es casi perfectamente circular, de igual longitud que ancho y la cola es más corta que el disco. Para mayor detalle sobre esta especie ver Capítulo 7.

Potamotrygon falkneri (Figura 3c)

Esta especie se distribuye en los ríos Paraguay, Paraná medio y Bermejo. También está presente en la parte occidental de la cuenca amazónica. *P. falkneri* es una de las especies invasoras del alto Paraná (Garrone Neto *et al.* 2007, Júlio Júnior *et al.* 2009). Especie de tamaño mediano a grande, ya que puede alcanzar unos 18 kg y 68 cm de ancho de disco en la cuenca del Plata (Garrone Neto 2010).

Potamotrygon histrix (Figura 3d)

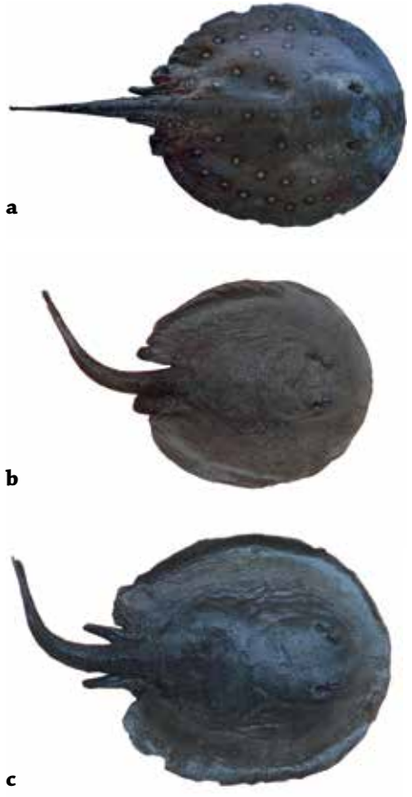
Especie endémica de la cuenca del Plata. Ha sido registrada en toda la extensión del eje Paraguay-Paraná, desde el Pantanal hasta el delta del Paraná, además del

Figura 3. Rayas del río Paraná medio, Argentina: a) *Potamotrygon amandae* (AD: 30 cm); b) *Potamotrygon brachyura* (AD: 37 cm); c) *Potamotrygon falkneri* (AD: 45 cm); d) *Potamotrygon histrix* (AD: 24 cm). Fotos: L. O. Lucifora.

Río de la Plata en las cercanías de la ciudad de Buenos Aires. Aparentemente, *P. histrix* no ha invadido el alto Paraná, pero la fotografía de un ejemplar procedente del alto Paraná brasileño identificado como *P. schuhmacheri* por Garrone Neto y Haddad Jr. (2010) parece ser *P. histrix* o *P. amandae*. Es una especie de tamaño pequeño a mediano, ya que no supera los 25 cm de ancho de disco máximo.

Potamotrygon motoro (Figura 4)

Es la especie más ampliamente distribuida de la familia (Loboda 2010, Loboda y Carvalho 2013). En la cuenca del Plata está presente en la mayor parte de sus grandes ríos, incluyendo al eje Paraguay-Paraná completo, el alto Paraná, el Río de la Plata interior, el Salado del Norte inferior (Argentina), el Uruguay, el Bermejo, el Pilcomayo, y los Esteros del Iberá (Argentina). Los registros de esta especie en el alto Paraná, aguas arriba de la represa de Itaipú pueden ser referibles a *P. amandae*. *P. motoro* ha invadido exitosamente represas de otras regiones del mundo, como Singapur, adonde ha llegado como consecuencia del comercio de peces ornamentales (Ng *et al.*



a

b

c

Figura 4. Diferentes patrones de coloración de *Potamotrygon motoro* del río Paraná medio, Argentina: a) ocelos tricolores (AD: ~30 cm); b) ocelos bicolores (AD: 21 cm); c) ocelos pequeños y restringidos a los márgenes del disco, dando la apariencia de coloración uniforme (AD: 20 cm). Foto: L. O. Lucifora.

2010). Especie de tamaño mediano, de no más de 49 cm de ancho de disco en la cuenca del Plata.

Potamotrygon schuhmacheri (Figura 5)

Es una especie endémica de la cuenca del Plata. Los tres ejemplares conocidos provienen del río Paraná medio, en cercanías de la ciudad de Santa Fe (Argentina), que constituye su localidad tipo, y del río Paraguay, cerca de Asunción (Paraguay). De los tres ejemplares, uno de ellos, el holotipo, está muy dañado ya que sólo se conserva su arco mandibular. Los otros ejemplares conocidos, que no tienen validez como tipos, se conservan en el Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Santa Fe, Argentina) y en el National Museum of Natural History (Washington, Estados Unidos). El ejemplar conservado en este último museo ha sido asignado a esta especie con algunas reservas (Rosa 1985). Es una especie de tamaño pequeño a mediano, los ejemplares conocidos no superan los 28 cm de ancho de disco.

Uso y relación con el hombre

Las rayas han tenido importancia sociocultural para los pobladores de la cuenca del Plata desde hace siglos. Los primeros habitantes del Chaco (actual Argentina y Paraguay), usaban el aguijón caudal de las rayas (Figura 6) como punta para sus flechas; como elemento punzante en varias ceremonias de iniciación y para aliviar inflamaciones causadas por infecciones (Castex 1963b). Las rayas siempre formaron parte de la cultura popular rioplatense. La obra más célebre del escritor uruguayo Horacio Quiroga, "Cuentos de la Selva" (publicado en 1918), incluye una fábula en la que las rayas, ocupando un rol protagónico, ayudan a un hombre a ponerse a resguardo de los jaguares.

Actualmente, las rayas son, en general, vistas como un problema en gran parte de la cuenca del Plata. Esto se debe

M. Jones

Figura 5. Vista dorsal del holotipo de *Potamotrygon schuhmacheri* del río Paraná medio, Argentina. Ancho de disco: 23,5 cm. Foto: M. Castex (Fondo Documental del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino).

principalmente a los accidentes causados por bañistas que son "picados" por las rayas cuando estos las pisan inadvertidamente. En ocasiones, cuando la afluencia de bañistas, o la densidad de rayas es alta, el número de estos accidentes puede ser alto en un corto período. Esta situación ocurrió en las ciudades de Posadas (Argentina), Concepción (Paraguay) y Rosario (Argentina), entre diciembre de 2013 y enero de 2014, cuando ocurría la ola de calor más severa registrada para Uruguay, Paraguay, el noreste de Argentina y el sur de Brasil (Barros *et al.* 2015), lo que incrementaba el uso de los balnearios.

Un interesante análisis epidemiológico de accidentes con rayas ha sido llevado a cabo por el Servicio Toxicológico del Sanatorio de Niños de Rosario (Piola 2000). Rosario es un conglomerado urbano de poco más de 1 millón de habitantes emplazado en la margen derecha del río Paraná inferior, en la provincia de Santa Fe (Argentina). La

Figura 6. Detalle de la espina caudal de *Potamotrygon brachyura* del río Uruguay, Uruguay, este ejemplar contaba con dos espinas caudales. Foto: F. Teixeira de Mello.

M. Jones

ciudad cuenta con numerosos balnearios sobre el río Paraná, los que en verano reciben una importante afluencia de bañistas. El análisis epidemiológico realizado en 35 casos entre 1990 y 1999, muestra que la mayoría de los accidentes con rayas ocurren en primavera tardía o verano (94,2%), los fines de semana (57,2%) y entre las 16:00 y las 20:00 horas (55,9%), lo que concuerda con los momentos de mayor uso de las playas por la población humana. Además, la mayoría (37,1%) de los accidentados son varones de entre 20 y 29 años y todos los accidentes fueron en la parte inferior de las piernas o los pies. En líneas generales, estos resultados concuerdan con lo observado en el alto Paraná de Brasil, en donde también se observó una alta incidencia de accidentes en miembros inferiores de bañistas, varones menores de 30 años y en horarios de la tarde (Garrone Neto y Haddad Junior 2010).

En la cuenca del Plata las rayas son objeto de pesca comercial y recreativa. Si bien no existe una pesca de gran escala dirigida a rayas, estas son capturadas incidentalmente o en pesquerías dirigidas de menor escala. Por ejemplo, en el tramo del río Bermejo correspondiente a la provincia de Salta (Argentina), las rayas son capturadas en una pesquería comercial multiespecífica y forman parte del descarte (Regidor 2006). Las especies registradas en esa pesquería son, hasta el momento, *P. brachyura*, *P. falkneri* y una especie del grupo de *P. motoro* (Monasterio de Gonzo 2003). En el Paraná inferior existe una pesquería artesanal dirigida a rayas que utiliza como arte de pesca un espinel. Tampoco existe una pesca recreativa muy desarrollada dirigida a las rayas, pero las capturas de rayas gigantes de la especie *P. brachyura* son un factor atrayente de numerosas localidades de pesca a lo largo de los ríos Paraná y Uruguay en Argentina (p. e. Oddone *et al.* 2009, 2012, ver Capítulo 7). La pesca de rayas de la cuenca del Plata para el comercio de peces ornamentales no alcanza los niveles de la cuenca amazónica, pero son incipientes y las rayas son comercializadas en el mercado interno y externo de peces de forma ocasional.

En algunos lugares particulares de la cuenca del Plata existen condiciones que podrían permitir el desarrollo de una industria ecoturística que incluya entre sus atractivos la posibilidad de avistar rayas o bucear con ellas. Por ejemplo, algunas localidades del Pantanal y de los esteros del Iberá tienen un nivel de transparencia de las aguas que permite la observación subacuática de peces. En esos lugares, las rayas constituyen componentes conspicuos de la megafauna. En otras regiones de la cuenca, se han observado, durante los meses estivales, agrupaciones de rayas de alrededor de 30 individuos (de *P. brachyura* y otra especie no determinada) flotando pasivamente en la superficie del agua (Chávez *et al.* 2011). Presuntamente, este comportamiento está relacionado con diferencias en el contenido de oxígeno en el agua (mayor cerca de la superficie). Estas agrupaciones se han registrado por períodos prolongados en el río Uruguay inferior, cerca de la ciudad de Gualeguaychú (Argentina). Este tipo de comportamientos de las rayas o características ambientales de lugares particulares favorecen la visibilidad de estos animales y podrían promover alternativas de uso sustentable de estas especies a través del ecoturismo, como ocurre con algunas especies de condrictios marinos.

Conservación

El estado del conocimiento ecológico de las rayas de la cuenca del Plata es muy incompleto. Como resultado, hasta el momento, ha sido imposible evaluar el estado de conservación de cada especie. De las seis especies tratadas en este capítulo, cuatro han sido catalogadas como Datos Insuficientes (DD) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y dos no han sido evaluadas aún. *Potamotrygon brachyura*, *P. falkneri* (evaluada separadamente como *P. falkneri* y *P. castexi*), *P. histrix* y *P. motoro* son consideradas DD (Drioli y Chiaramonte 2005, Araújo 2009, Charvet-Almeida *et al.* 2009, Charvet-Almeida y Almeida 2009, Soto *et al.* 2009), mientras que *P. amandae* y *P. schuhmacheri* no fueron evaluadas. A pesar de esta falta de datos, la UICN sugiere que la mayor amenaza para las cuatro especies evaluadas podría ser la pérdida de hábitat, ya sea por desarrollo de infraestructura (represas hidroeléctricas, canalización, construcción de puertos) o contaminación y degradación del hábitat por agricultura y urbanización, mientras que la explotación pesquera, para consumo o acuarismo, aparece como otra amenaza potencial (Drioli y Chiaramonte 2005, Araújo 2009, Charvet-Almeida *et al.* 2009, Charvet-Almeida y Almeida 2009, Soto *et al.* 2009). Otras evaluaciones del estado de conservación sobre los peces de la cuenca del Plata que se han llevado a cabo independientemente de las evaluaciones de la UICN, han llegado a la misma conclusión: la información existente sobre las rayas de la cuenca es escasa como para determinar su estado de conservación (Peteán 2009, Baigún *et al.* 2012). En otra evaluación restringida a las especies de Argentina (Chebez *et al.* 2009), *P. falkneri* y *P. schuhmacheri* fueron consideradas "raras", mientras que *P. histrix* y *P. motoro* fueron categorizadas como "indeterminadas" y el resto de las especies no fue evaluado. A pesar de la falta general de datos ecológicos que permitan establecer con certeza el estado de conservación de las rayas de la cuenca del Plata, las dos especies de la familia Potamotrygonidae registradas en Uruguay, *P. brachyura* y *P. motoro*, han sido designadas como especies prioritarias para la conservación por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de ese país (Loureiro *et al.* 2013). En Brasil, el Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, dependiente del Ministério do Meio Ambiente, evaluó las especies de *Potamotrygon* presentes en la cuenca del Plata, con excepción de *P. amandae* y *P. pantanensis*. Según esta evaluación, *P. falkneri* y *P. motoro* son categorizadas como de Preocupación Menor, mientras que *P. brachyura*, *P. histrix* y *P. schuhmacheri* son consideradas Datos Insuficientes.

Una aproximación que permite cuantificar la exposición potencial de una especie a determinadas amenazas es evaluar el grado de solapamiento entre la distribución geográfica de la especie y diferentes niveles de esas amenazas. El desarrollo de técnicas de estimación de la distribución geográfica a través de diferentes tipos de modelos estadísticos y la creciente disponibilidad de datos georreferenciados de sistemas de información geográfica, han permitido aplicar esta estrategia a una especie: *P. brachyura* (Lucifora *et al.* 2016). En este caso, a partir de datos georreferenciados de presencia de la especie y predictores ambientales se estimó su distribución geográfica potencial y se determinaron las principales variables que determinan su distribución. Luego, se evaluó el grado de solapamiento entre la distribución geográfica potencial obtenida y la distribución espacial de diferentes niveles de dos de las amenazas potenciales identificadas en evaluaciones anteriores. Los resultados obtenidos indican que, en las subcuencas

M. Jones

de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay, la distribución de *P. brachyura* se solapa apenas en un 7% con altos niveles de modificación de hábitat, pero el solapamiento con altos niveles de pesca es del 59%. Esto indica que, al presente, la pesca podría ser una amenaza mayor que la pérdida de hábitat en casi toda el área de distribución de la especie. Por otra parte, en el Río de la Plata, el solapamiento con altos niveles de modificación de hábitat llega al 41%. Además, uno de los principales determinantes de la distribución geográfica de *P. brachyura* fue la presencia de aguas fluyentes, en contraposición a aguas quietas, lo que sugiere que la construcción de represas, que transforman un ambiente lótico en uno léntico, afectaría negativamente a esta especie.

Es altamente probable que el riesgo de extinción de las rayas de la cuenca del Plata varíe entre especies. Existen varias líneas de evidencia circunstancial que permiten hipotetizar esas diferencias interespecíficas en el riesgo de extinción. En primer lugar, la relación positiva que existe entre el riesgo de extinción y tamaño corporal en condrictios (Dulvy *et al.* 2000, Field *et al.* 2009, Hutchings *et al.* 2012), resulta en un mayor riesgo de extinción en las especies mayores, lo que predice que *P. brachyura* podría ser la especie de mayor riesgo de extinción de la cuenca del Plata. En segundo lugar, la rareza natural de algunas especies indica que sus poblaciones pueden ser pequeñas, lo que también las hace más vulnerables (Field *et al.* 2009). Esto predice que *P. schuhmacheri*, de ser una especie válida, podría también tener un elevado riesgo de extinción. Por otro lado, hay evidencia empírica que indica que algunas especies, como *P. motoro*, son altamente invasoras y establecen poblaciones viables en cortos períodos de tiempo en las áreas que invaden (Garrone Neto *et al.* 2007, Ng *et al.* 2010), lo que sugiere que estas especies deberían tener un riesgo de extinción mínimo. La evidencia empírica también indica que algunas especies desarrollan poblaciones viables en embalses de represas, como *P. motoro* en Yacyretá (Argentina/Paraguay) mientras que otras especies se encuentran negativamente asociadas a variables típicas de embalses (como agua quieta) o han sido incapaces de colonizar esos embalses, como *P. brachyura* (Lucifora *et al.* 2016).

Direcciones futuras

A pesar de que las rayas de la cuenca del Plata fueron objeto de estudios pioneros sobre la biología de la familia Potamotrygonidae durante la década de 1960, el conocimiento biológico actual de las rayas parano-platenses es fragmentario. Aún se desconocen aspectos básicos de la biología de estas especies, como distribución geográfica y taxonomía. A continuación, se enumeran las áreas que, a criterio de los autores, deberían priorizarse en la investigación biológica de la familia Potamotrygonidae en la cuenca del Plata.

1. **Taxonomía.** Si bien investigaciones recientes hicieron un aporte sustancial a la clarificación de la identidad específica de algunas formas presentes en la cuenca, como *P. amandae*, *P. motoro*, *P. pantanensis* (Loboda y Carvalho 2013) y *P. falkneri* (da Silva y Carvalho 2011), aún existen interrogantes taxonómicos. Entre ellos, la validez de *P. schuhmacheri* y su relación con *P. histrix* (Rosa *et al.* 2010) y la identidad específica de especímenes que parecen no corresponder a ninguna de las especies conocidas (ver Almirón *et al.* 2015). Además, hay regiones poco exploradas en lo concerniente a la composición específica de rayas, como el alto río Uruguay, los grandes ríos chaqueños (Bermejo y Pilcomayo) (Neris *et al.* 2010) y el río Paraguay medio y bajo. La exploración de estas regiones permitirá estimar con mayor precisión, la distribución geográfica de todas las especies y el descubrimiento de especies desconocidas, en caso que las hubiera. Por otra parte, es aconsejable que exista una evaluación sistemática de todas las especies de la cuenca del Plata, usando caracteres morfológicos y genéticos en forma coordinada. Esta estrategia ha sido exitosa en la resolución taxonómica de otros grupos de condrictios con serias inconsistencias taxonómicas (White y Last 2012).
2. **Estimación de parámetros de historia de vida.** La estimación de estos parámetros es crucial para lograr un mejor entendimiento de la dinámica poblacional de una especie y una estimación adecuada de la productividad biológica (y consiguientemente, su riesgo de extinción) de una población. Estos parámetros incluyen tamaño al nacer, tamaño y edad de madurez sexual de ambos sexos, duración del ciclo reproductivo femenino (esto es, tiempo transcurrido entre pariciones sucesivas), longevidad, ciclo reproductivo anual (esto es, época de apareamiento, de nacimiento), y fecundidad anual, entre otras. Estos parámetros, usados en conjunto con parámetros poblacionales, como tasas de supervivencia específicas por edad o estadio, permiten cuantificar la tasa de crecimiento poblacional y saber si la población crece o decrece. El único conocimiento sobre historia de vida que existe actualmente es de la década de 1970 (Martínez Achenbach y Valentinis de Martínez Achenbach 1976), y no existe la certeza de que esa información sea especie-específica, especialmente para las especies oceladas (*P. motoro* y *P. amandae*), que solían ser confundidas.
3. **Diferenciación poblacional.** Este es un aspecto que nunca ha sido explorado en la biología de la familia Potamotrygonidae de la cuenca del Plata. Sin embargo, dentro del contexto actual de creciente presión antrópica sobre los ambientes dulceacuícolas, es fundamental conocer el grado de estructura poblacional que tiene una especie. Especies con mayor diferenciación poblacional deben ser administradas con medidas específicas para cada una de las poblaciones regionales. Especies panmícticas (es decir, con baja o nula diferenciación poblacional) implican administración teniendo en cuenta presiones antrópicas en áreas más amplias. El grado de estructuración poblacional puede estimarse usando marcadores genéticos adecuados.
4. **Dispersión, migraciones y uso de hábitat.** Este es un aspecto relacionado con el punto anterior: especies con mayor estructuración poblacional suelen tener menores tasas de movimiento. La evidencia actual indica que los grandes peces migratorios de la cuenca del Plata, como el sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1837), el dorado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816), y los surubíes, *Pseudoplatystoma* spp, han sido afectados negativamente por la construcción de grandes represas, que se interponen en sus rutas migratorias (Baigún *et al.* 2011, Teixeira de Mello *et al.* 2011a, Serra *et al.* 2014). No existe información disponible sobre

M. Jones

movimientos migratorios o patrones de dispersión de rayas de la cuenca del Plata. Esta información podría obtenerse mediante estudios de marcado. Además de permitir la evaluación de barreras antrópicas, estos estudios permitirían evaluar hipótesis de permeabilidad de barreras naturales, como las Cataratas del Iguazú (Argentina/Brasil) (Menni 2004). También es importante determinar diferencias ontogenéticas y por sexos en la distribución y el uso de hábitat. La principal evidencia de diferencias ontogenéticas en el uso de hábitat proviene de *P. falkneri* y *P. motoro* en la recientemente invadida región del alto Paraná brasileño. En esa región, los juveniles usan ambientes más costeros y someros que los adultos, tanto en ríos como en lagunas de la planicie de inundación del río Paraná (Garrone Neto y Uieda 2012). En la cuenca baja del Plata no hay estudios sobre este tema, pero hay alguna evidencia de que juveniles de *P. brachyura* utilizan arroyos y pequeños cursos de agua afluentes del Río de la Plata (como el río San Juan, Colonia, Uruguay), a diferencia de los adultos (Teixeira de Mello *et al*. 2011b).

5. **Determinación de tendencias poblacionales**. La forma más directa de evaluar el estado de una población es estimar la tendencia que tiene en el tiempo, tendencias estables o crecientes indican situaciones de poca vulnerabilidad, dadas las condiciones; tendencias decrecientes indican una población que disminuye su población y, según la magnitud del decrecimiento, puede representar un riesgo de extinción más o menos inmediato. En principio, la disponibilidad de series temporales de abundancia suficientemente largas y con una adecuada identificación específica, como para estimar tendencias especie-específicas parece ser un problema. Sin embargo, el uso de datos no tradicionales puede permitir la evaluación de tendencias poblacionales, como se ha evidenciado con condrictios marinos (Barbini *et al*. 2015).
6. **Evaluación del estado de conservación.** Una completa evaluación del estado de conservación de una especie debe contar, además de con un diagnóstico de la tendencia poblacional, con la identificación de las principales amenazas realizadas y potenciales a la especie. Para ello, es crucial cuantificar niveles de mortalidad por pesca (dirigida, incidental y por descarte) por especie, además de evaluar el impacto que la modificación y pérdida de hábitat tiene sobre las distintas especies de rayas de la cuenca del Plata.
7. **Rol ecológico.** Es muy poco lo que se sabe sobre las interacciones biológicas que involucran a las rayas dulceacuícolas y a los elasmobranquios dulceacuícolas en general. En general, los condrictios tienen un rol ecológico mediado por sus relaciones tróficas. En principio, no existe ningún análisis cuantitativo de la dieta de ninguna especie de la cuenca del Plata en su área de distribución original, a diferencia de lo que sí ocurre en el caso de especies de otras cuencas. Los únicos antecedentes son análisis de contenidos estomacales realizado en el alto Paraná con *P. motoro* y *P. falkneri* (Lonardoni *et al*. 2006, Silva y Uieda 2007). El conocimiento cuantitativo de la dieta es un primer paso; el objetivo siguiente es evaluar el efecto de las rayas como depredadores sobre la comunidad de presas identificadas, idealmente, a través de análisis experimentales. Por otro lado, este análisis debe complementarse con un análisis de las rayas como presas, de lo que no hay ningún antecedente en la cuenca del Plata.
8. **Patrones espaciales de diversidad y endemismo.** La identificación de áreas de alta diversidad y endemismo permitirá evaluar la estructura biogeográfica de la cuenca del Plata en lo concerniente a la familia Potamotrygonidae. De esta manera se podrán identificar áreas caracterizadas por la presencia de determinadas combinaciones de especies, lo que permitirá determinar unidades biogeográficas.
9. **Áreas prioritarias para la conservación.** Para determinar áreas prioritarias de conservación es necesario, idealmente, tener información de distribución de abundancia de cada especie, distribución espacial de diversidad y endemismo, y distribución espacial de las amenazas significativas para las rayas. Claramente, esta es una tarea integrativa que utiliza información de todos los puntos anteriores. Obtener esta información y aplicarla para asegurar la conservación y el uso sustentable de las rayas de la cuenca del Plata es el desafío que hay por delante.

Bibliografía

- Almirón, A., J. Casciotta, L. Ciotek y P. Giorgis. 2015. Guía de los peces del Parque Nacional Pre-Delta. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires. 299 pp.
- Araújo, M. L. G. de. 2009. *Potamotrygon falkneri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161353A5404947. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161353A5404947.
- Baigún, C. R. M., N. Oldani y P. A. Van Damme. 2011. Represas hidroeléctricas en América Latina y su impacto sobre la ictiofauna: lecciones aprendidas. Pp. 397-416. *En:* Van Damme, P. A., F. M. Carvajal-Vallejos y J. Molina (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial Inia, Cochabamba.
- Baigún, C. R. M., D. Colautti, H. L. López, P. A. Van Damme y R. E. Reis. 2012. Application of extinction risk and conservation criteria for assessing fish species in the lower La Plata River basin, South America. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22: 181-197.
- Barbini, S. A., L. O. Lucifora y D. E. Figueroa. 2015. Using opportunistic records from a recreational fishing magazine to assess population trends of sharks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72: 1853-1859.
- Barros, V. R., J. A. Boninsegna, I. A. Camilloni, M. Chidiak, G. O. Magrín y M. Rusticucci. 2015. Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 6: 151-169.
- Castello, H. P. y D. R. Yagolkowski. 1969. *Potamotrygon castexi* n. sp., una nueva especie de raya de agua dulce del Río Paraná. *Acta Scientifica* 6: 1-21.
- Castex, M. N. 1963a. Observaciones sobre la raya de río *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle). *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales (Hidrobiología)* 1: 7-17.
- Castex, M. N. 1963b. La raya fluvial: notas histórico-geográficas. Editorial Castellví, Santa Fe. 119 pp.
- Castex, M. N. 1964. Estado actual de los estudios sobre la raya fluvial neotropical. *Revista del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"*, número especi al del cincuentenario: 9-49.
- Castex, M. N. 1965. Notas acerca de *Potamotrygon hystrix* y del *Potamotrygon falkneri* en la Cuenca del Plata. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales (Hidrobiología)* 1: 41-46.
- Castex, M. N. 1967a. Notas sobre los dientes de las especies del género *Potamotrygon*

M. Jones

Garman, 1877 (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). *Physis* 26: 493-496.

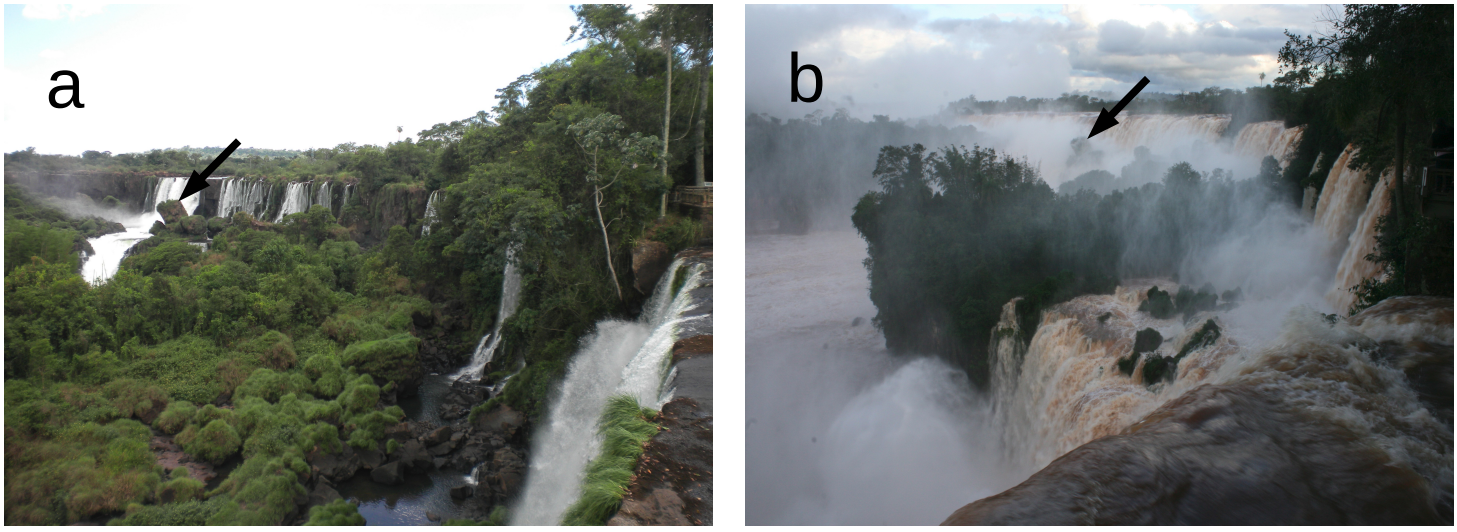
- Castex, M. N. 1967b. Observaciones en torno a las formaciones estelares que recubren el dorso de algunas especies de rayas de agua dulce. *Physis* 26: 485-491.
- Charvet-Almeida, P. y M. P. de Almeida. 2009. *Potamotrygon castexi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161572A5454975. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161572A5454975.
- Charvet-Almeida, P., J. M. R. Soto y M. P. de Almeida. 2009. *Potamotrygon brachyura*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T161687A5480430. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161687A5480430.
- Chávez, E., E. Borro, A. Casella y R. Rivollier. 2011. Presencia de *Potamotrygon* sp. en la laguna interna del A. N. P. "Isla Banco de la Inés". Agrupación de Guardafaunas y Guías Ambientales Río Uruguay, Informe Especial.
- Chebez, J. C., H. L. López y J. Athor. 2009. Peces de agua dulce amenazados de la Argentina. Pp. 32-54. *En*: Chebez, J. C. (Ed.). Otros que se van. Editorial Albatros, Buenos Aires.
- da Silva, J. P. C. B. y M. R. de Carvalho. 2011. A taxonomic and morphological redescription of *Potamotrygon falkneri* Castex y Maciel, 1963 (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology* 9: 209-232.
- Drioli, M. y G. Chiaramonte. 2005. *Potamotrygon motoro*. The IUCN Red List of Threatened Species 2005: e.T39404A10226461. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2005.RLTS.T39404A10226461.
- Dulvy, N. K., J. D. Metcalfe, J. Glanville, M. G. Pawson y J. D. Reynolds. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology* 14: 283-293.
- Field, I. C., M. G. Meekan, R. C. Buckworth y C. J. A. Bradshaw. 2009. Susceptibility of sharks, rays and chimaeras to global extinction. *Advances in Marine Biology* 56: 275-363.
- Garrone Neto, D. 2010. Considerações sobre a reprodução de duas espécies de raias (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) na região do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5: 101-111.
- Garrone Neto, D. y V. Haddad Jr. 2010. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 43: 82-88.
- Garrone Neto, D. y V. S. Uieda. 2012. Activity and habitat use of two species of stingrays (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) in the upper Paraná River basin, Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 10: 81-88.
- Garrone Neto, D., V. Haddad Jr., M. J. A. Vilela y V. S. Uieda. 2007. Registro de ocorrência de duas espécies de potamotrigoníideos na região do Alto Rio Paraná e algumas considerações sobre sua biologia. *Biota Neotropica* 7: bn00707012007.
- Hutchings, J. A., R. A. Myers, V. B. García, L. O. Lucifora y A. Kuparinen. 2012. Life-history correlates of extinction risk and recovery potential. *Ecological Applications* 22: 1061-1067.
- Júlio Júnior, H. F., C. D. Tós, A. A. Agostinho y C. S. Pavanelli. 2009. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology* 7: 709-718.
- Loboda, T. S. 2010. Revisão taxonômica e morfológica de *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle, 1841) na bacia Amazônica (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). Tesis de Maestría, Universidade de São Paulo. 306 pp.
- Loboda, T. S. y M. R. de Carvalho. 2013. Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller y Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology* 11: 693-737.
- Lonardoni, A. P., E. Goulart, E. F. de Oliveira y M. C. F. Abelha. 2006. Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 28: 195-202.
- Loureiro, M., M. Zarucki, I. González, N. Vidal y G. Fabiano. 2013. Peces continentales. Pp. 91-112. *En:* Soutullo, A., C. Clavijo y J. A. Martínez-Lanfranco (Eds.). Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, Moluscos Continentales y Plantas Vasculares. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Montevideo.
- Lucifora, L. O., S. A. Barbini, S. Llamazares Vegh, P. A. Scarabotti, F. Vargas, A. Solari, E. Mabragaña y J. M. Díaz de Astarloa. 2016. Geographic distribution of the short-tailed river stingray (*Potamotrygon brachyura*): assessing habitat loss and fishing as threats to the world's largest obligate freshwater elasmobranch. *Marine and Freshwater Research* 67: 1463-1478.
- Martínez Achenbach, G. y S. Valentinis de Martínez Achenbach. 1976. Notas acerca de algunas especies de "raya fluvial" (Batoidei, Potamotrygonidae), que frecuentan el sistema hidrográfico del río Paraná medio en el Departamento La Capital (Santa Fe-Argentina). *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"* 8: 1-34.
- Menni, R. C. 2004. Peces y ambientes en la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 1-316.
- Monasterio de Gonzo, G. 2003. Peces de los ríos Bermejo, Juramento y cuencas endorreicas de la Provincia de Salta. Museo de Ciencias Naturales y Consejo de Investigación Universidad Nacional de Salta, Salta. 243 pp.
- Neris, N., F. Villalba, D. Kamada y S. Viré. 2010. Guía de peces del Paraguay. Zamphiropolos, Asunción. 299 pp.
- Ng, H. H., H. H. Tan, D. C. J. Yeo y P. K. L. Ng. 2010. Stingers in a strange land: South American freshwater stingrays (Potamotrygonidae) in Singapore. *Biological Invasions* 12: 2385-2388.
- Oddone, M. C., G. Velasco y P. Charvet. 2012. Record of the freshwater stingrays *Potamotrygon brachyura* and *P. motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) in the lower Uruguay River, South America. *Acta Amazonica* 42: 299-304.
- Oddone, M. C., G. Velasco y G. Rincon. 2008. Occurrence of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Uruguay River and its tributaries, Uruguay, South America. *Aqua* 14: 69-76.
- Peteán, J. 2009. Aspectos biológicos. Pp. 15-46. *En:* Capatto, J. y A. Yanosky. (Eds.). Uso sostenible de peces en la Cuenca del Plata. Evaluación subregional del estado de amenaza, Argentina y Paraguay. UICN, Gland.
- Piola, J. C. 2000. Accidentes por rayas en Rosario, 1990-1999. *Apuntes y Monografías, Servicio Toxicológico del Sanatorio de Niños de Rosario*. (http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Contentypa=showpageypid=254).
- Regidor, H. A. 2006. Sustentabilidad de la pesquería artesanal del río Bermejo. *Pro-Biota, Serie Documentos* 4: 1-90.
- Rosa, R. S. 1985. A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). Tesis Doctoral, College of William and Mary. 523 pp.
- Rosa, R. S., P. Charvet-Almeida y C. C. D. Quijada. 2010. Biology of the South American potamotrygonid stingrays. Pp. 241-281. *En:* Carrier, J. C., J. A. Musick y M. R. Heithaus. (Eds.). Sharks and their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation. CRC Press, Boca Raton.
- Serra, S., J. Bessonart, F. Teixeira de Mello, A. Duarte, L. Malabarba y M. Loureiro. 2014. Peces del Río Negro. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Montevideo. 208 pp.
- Silva, T. S. y V. S. Uieda. 2007. Preliminary data on the feeding habits of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* and *Potamotrygon motoro* (Potamotrygonidae) from the Upper Paraná River basin, Brazil. *Biota Neotropica* 7: bn02007012007.
- Soto, J. M. R., P. Charvet-Almeida y M. P. de Almeida. 2009. *Potamotrygon histrix*. The IUCN Red List of Threatened Species

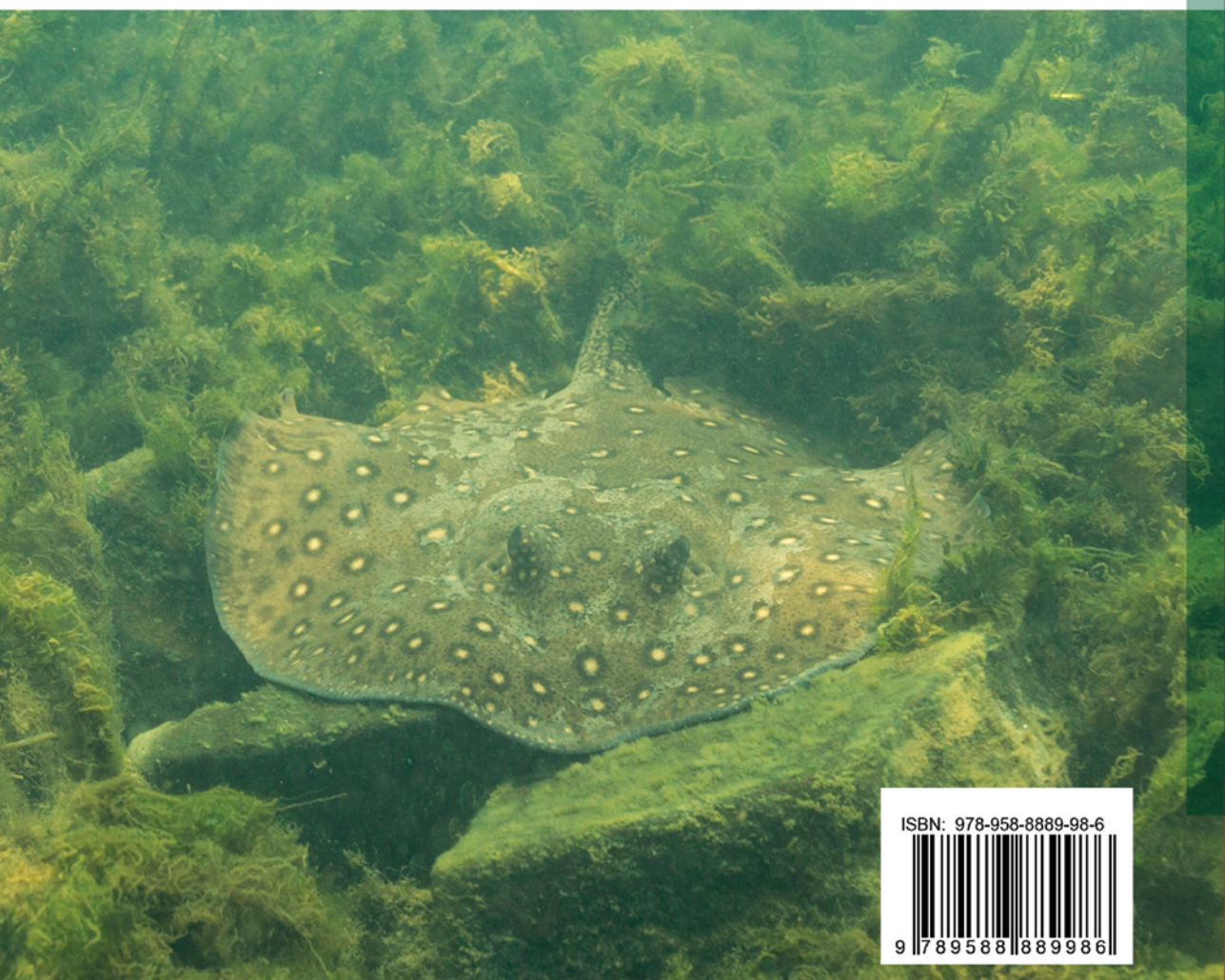
RAYAS DE LA CUENCA DEL PLATA

2009: e.T161657A5474126. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161657A5474126.

- Teixeira de Mello, F., I. González-Bergonzoni y M. Loureiro. 2011a. Peces de agua dulce del Uruguay. Proyecto Producción Responsable - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Montevideo. 188 pp.
- Teixeira de Mello, F., S. Serra, N. Vidal, I. González-Bergonzoni, A. D'Anatro, M. Loureiro, M.C. Oddone, G. Velasco, P. Charvet y W. Norbis. 2011b. New records of the giant freshwater stingray *Potamotrygon brachyura* (Günther, 1880) (Myliobatoidei: Potamotrygonidae) in the lower Uruguay River (Uruguay). *En:* Resumos do VII Encontro da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios. Rio Grande, Brasil.
- White, W. T. y P. R. Last. 2012. A review of the taxonomy of chondrichthyan fishes: a modern perspective. *Journal of Fish Biology* 80: 901-917.

Figura 2, corrección: Nótese que la ubicación de las flechas de los paneles a y b debe ser como se muestra aquí.





ISBN: 978-958-8889-98-6

View publication stats