BIODIVERSIDAD DE LA CUENCA DEL ORINOCO

II. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE

Carlos A. Lasso, Anabel Rial B., Clara L. Matallana, Wilson Ramírez, J. Celsa Señaris, Angélica Díaz-Pulido, Germán Corzo y Antonio Machado-Allison (Editores)

Libertad y orden
REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
INSTITUTO HUMBOLDT COLOMBIA
FUNDACIÓN LA SALLE de Ciencias Naturales
UNIVERSIDAD CENTRAL CARACAS - VENEZUELA
fundación omacha
WWF
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE ORINOQUIA
INSTITUTO DE ESTUDIOS DE LA ORINOQUIA
PANTHERA
ALIADOS EN CONSERVACIÓN DE FELINOS

BIODIVERSIDAD DE LA CUENCA DEL ORINOCO

II. ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE

Carlos A. Lasso, Anabel Rial B., Clara L. Matallana, Wilson Ramírez, J. Celsa Señaris, Angélica Díaz-Pulido, Germán Corzo y Antonio Machado-Allison (Editores)

C. Lasso

C. Lasso

PÁGINA LEGAL

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2011.
Todos los textos pueden ser tomados citando la fuente.
Contribución IAvH # 465

Coordinación editorial
Carlos A. Lasso

Corrección de textos
Carlos A. Lasso
Anabel Rial B.
Clara L. Matallana
Wilson Ramírez

Fotografías
Alejandro Giraldo, Alexander Degwitz, Alfredo Navas, Anabel Rial, Antonio Castro, Aniello Barbarino, Antonio Machado-Allison Benjamín Busto, Carlos A. Lasso, Carmen Montaña, Cesar Barrio, Críspulo Marrero, Charles Brewer-Carías, Emilio Constantino, Esteban Payán, E. Iraba, Fernando Trujillo, Fernando Rojas-Runjaic, Francisco Mijares, FUDECI, Fundación CHELONIA, Fundación OMACHA, Fundación Panthera, G. Osorio, Gustavo Romero, Jaime Hernández, Josefa C. Señaris, Juliana Delgado, José Fariñas, Karen E. Pérez, Luis Pérez, Lina Mesa, M. A. Cárdenas, Mauricio Bernal, Manuel Merchán, Oscar M. Lasso-Alcalá, Omar Hernández, Paula Sánchez-Duarte, Richard Anderson, Rafael Hoogesteijn, Rafael Antelo, Steve Winter, Tony Croceta y Valois González.

Fotografía portada
Esteban Payán

Fotografía contraportada
Fernando Trujillo

Fotografía portada interior
Fernando Trujillo

Diseño y diagramación
Luisa Fda. Cuervo G.

Impresión
Unión Gráfica Ltda.

Bogotá, D. C., Colombia

1.000 ejemplares

ISBN: 978-958-8343-60-0

Citación sugerida:
Lasso, C. A.; Rial, A.; Matallana, C.; Ramírez, W.; Señaris, J.; Díaz-Pulido, A.; Corzo, G.; 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.

Por capítulos:
Rial, A. 2011. Hatos privados de los Llanos de Venezuela: de la amenaza a la conservación. Pp 248-269. *En*: Lasso, C. A.; Rial, A.; Matallana, C.; Ramírez, W.; Señaris, J.; Díaz-Pulido, A.; Corzo, G.; 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.

Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible / Carlos A. Lasso [*et al.*]. --
Bogotá: Instituto Humboldt, 2011
304 p.; 28 cm + mapas.

I. Autor
II. Título
1. Conservación
2. Biodiversidad
3. Sostenibilidad
4. Cuencas hidrográficas
5. Gestión
6. Ecosistemas
7. Planificación del uso de la tierra
8. Desarrollo regional
9. *Mauritia flexuosa*
10. Caza

333.952 -- CDD 21

Registro en el Catálogo Humboldt: 14883

"La belleza no está en ella solamente; está en todas partes: en el trino que trae en la garganta la paraulata llanera, en la charca y su orla de hierba tierna, en el palmar profundo y diáfano, en la sabana inmensa y en la tarde que cae dulcemente dorada y silenciosa. ¡Y ella no se había dado cuenta de que todo existía, creado para que lo contemplaran sus ojos!"…
… "Es la vida hermosa y fuerte de los grandes ríos y sabanas inmensas, por donde el hombre va siempre cantando entre el peligro".

Doña Bárbara
RÓMULO GALLEGOS

Llanero, Casanare - Palmarito. Foto: F. Trujillo.

C. Lasso

TABLA DE CONTENIDO

Presentación 7

Prólogo 9

Participantes y autores 11

Agradecimientos 15

Resumen ejecutivo 17

Executive summary 25

1. **Introducción** 30

2. **Marco conceptual y metodológico** 34

3. **Establecimiento de prioridades para la conservación** 42

3.1. Calificación y ponderación de las amenazas y vulnerabilidades 43

3.2. Cálculo de las metas para los objetos de conservación 46

3.3. Identificación de las áreas más propicias para llenar los vacíos de conservación 48

3.4. Calificación de las áreas nominadas para la generación de prioridades de conservación 50

3.5. Validación de las prioridades de conservación de las áreas nominadas 53

3.6. Discusión de la agenda futura de trabajo 56

4. **Casos de estudio** 62

4.1. Amenazas e impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia venezolana 63

4.2. Propuesta preliminar para introducir la conservación de la biodiversidad en la frontera agroindustrial de la Orinoquia colombiana 88

4.3. Evaluación del efecto de la pesca camaronera de arrastre sobre las comunidades de peces bentónicos en el delta del Orinoco 106

C. Lasso

4.4. Las comunidades de morichal en los Llanos Orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento 124

4.5. Uso y manejo de la fauna silvestre en la Orinoquia colombiana: cacería y tráfico de especies 148

4.6. Tortugas continentales de la Orinoquia venezolana: situación actual e iniciativas para su conservación y uso sustentable 174

4.7. Fudeci y la conservación de la tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*), la terecay (*Podocnemis unifilis*) y el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*): resultados y propuestas de acción binacional 208

4.8. Las prioridades de conservación "*in situ*" de la biodiversidad en la porción colombiana de la Cuenca del Orinoco 220

4.9. El Corredor Jaguar: una oportunidad para asegurar la conectividad de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco 234

4.10. Hatos privados de los Llanos de Venezuela: de la amenaza a la protección 248

4.11. Contribución de las reservas de la sociedad civil a la conservación de la biodiversidad en la ecorregión de los Llanos colombianos en el marco del Convenio de Diversidad Biológica 270

5. **Descripción del contenido del mapa de oportunidades** **284**

C. Lasso

PRESENTACIÓN

La Orinoquia hoy y siempre

La Orinoquia es una región amplia, compleja y poco conocida en su riqueza real y fragilidad. Compuesta por una gran diversidad de ecosistemas que abarcan desde zonas de páramo en el costado nororiental, hasta sabanas del Escudo Guayanés y el delta en el océano Atlántico, pasando por piedemontes, llanuras inundables y en el centro, la altillanura, región que hoy día atrae todas las miradas. A pesar de su diversidad, o precisamente por ella, cada uno de estos ecosistemas, con sus características y dinámicas particulares, constituyen un engranaje indispensable para mantener la funcionalidad ecológica tanto de la Orinoquia misma, como la de toda la región latinoamericana. Recientes evidencias científicas señalan las complejas relaciones funcionales entre la Orinoquia, la Amazonia y la región Andina.

Estos socio-ecosistemas de la Orinoquia, especialmente los de las sabanas y la altillanura, están experimentando cambios importantes en su estructura y funcionalidad, derivados de la introducción de genes, especies y nuevas prácticas productivas que se combinan para dar lugar a una nueva arquitectura territorial cuyos efectos son poco conocidos.

Ello, sumado a cambios globales, genera una gran incertidumbre sobre el futuro de la biodiversidad en la región; incertidumbre sobre su capacidad de resiliencia frente a las nuevas dinámicas locales y globales, de la cual depende la posibilidad de seguir generando los servicios ecosistémicos indispensables para adelantar las diversas actividades productivas y, principalmente, para garantizar el bienestar sostenido y equitativo de la población actual y futura.

Ante este panorama de incertidumbre y riesgo, surgen preguntas críticas:

- ¿Cuáles son las decisiones estratégicas que deben ser incluidas en la gestión territorial y sectorial de las instituciones de ambos países en relación con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, para garantizar su propia persistencia y el bienestar de las poblaciones humanas en la región, en un contexto de cambio drástico?
- ¿Cuál es la capacidad de innovación y adaptación de las mismas instituciones, los productores y los habitantes del Orinoco?
- ¿Qué prioridades de acción deben guiar la política pública y su relación con los actores regionales?
- ¿Qué tanta información y conocimiento tenemos y debemos aun generar para responder las preguntas anteriores y para hacer monitoreo a las respuestas?

Responder dichas preguntas supone revisar nuestra forma de aproximación a la forma de comprensión e intervención en el territorio y mejorar el conocimiento y la valoración integral de la biodiversidad y los servicios socio-ecosistémicos, en relación con el bienestar de la población y no solo con la productividad de los sectores.

Supone también lograr flexibilidad en el manejo territorial, a partir de su estructuración ecológica, la incorporación de criterios de estacionalidad y adaptabilidad frente a dinámicas climáticas y la inclusión de nuevos conceptos rectores como funcionalidad, flujos y resiliencia. Supone, finalmente, la formalización y contraste de la experiencia de los procesos socio-económicos y culturales, de manera que se entienda la complementariedad e interdependencia entre la ecología, la producción y la cultura social.

El presente libro avanza notablemente en la búsqueda de respuestas que nos lleven a una mejor comprensión no solo de la Orinoquia, sino de nuestra responsabilidad institucional y social con este territorio de importancia global, responsabilidad que debe partir del reconocimiento general de que la Orinoquia no es un recurso ilimitado, sino un hábitat rico y complejo, y que toda intervención debe tener como objetivo que lo siga siendo para beneficio de todos, hoy y siempre.

Brigitte L. G. Baptiste
Directora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

C. Lasso

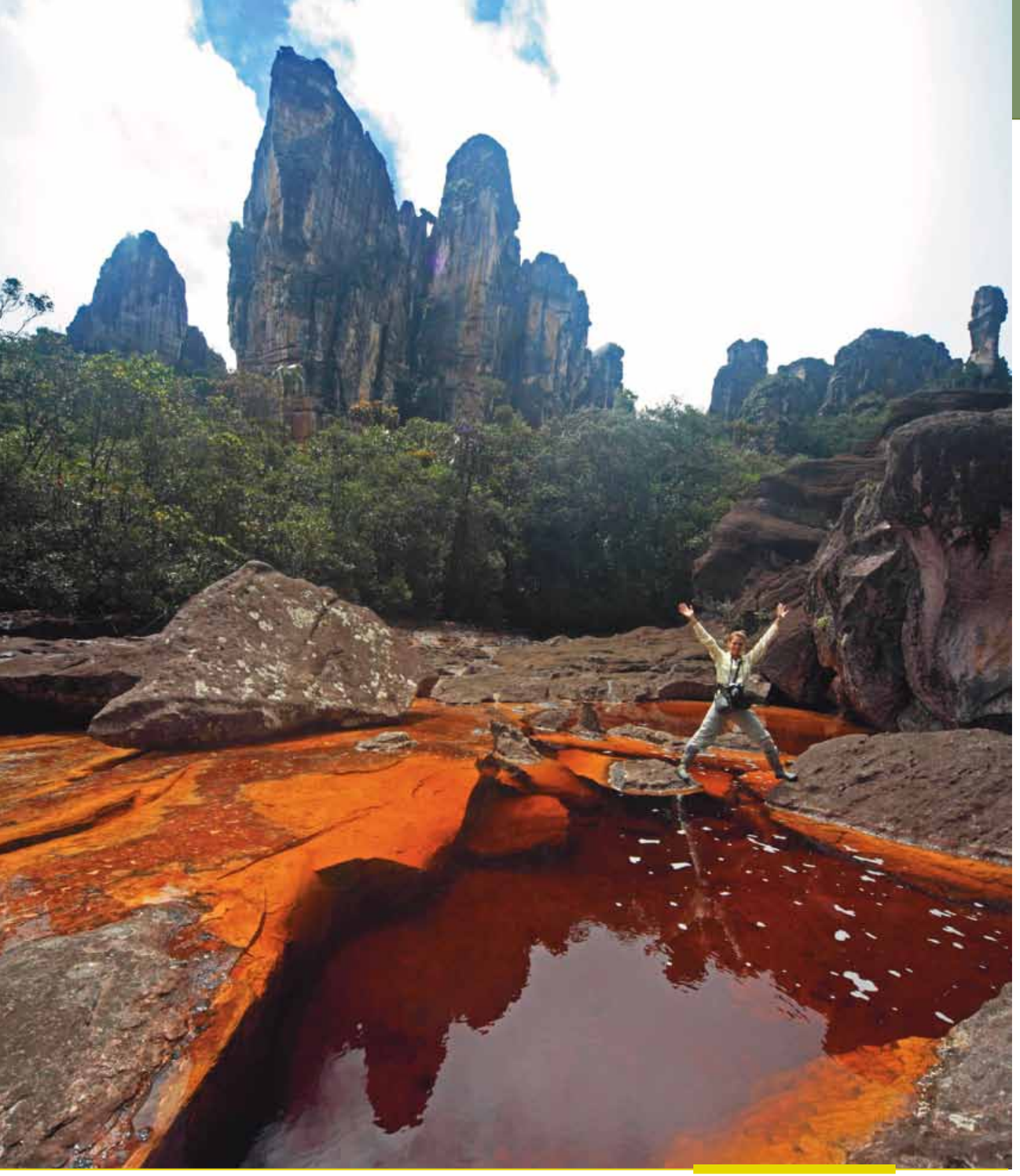
Foto: F. Trujillo.

PRÓLOGO

Inaplazable la conservación en la Orinoquia

La cuenca del río Orinoco presenta un dinamismo económico que tiene la capacidad de transformarla profundamente. Un académico decía: "quien quiera conocer 'el llano' debe viajar ya, pues en pocos años lo que va a encontrar será completamente diferente". Para la mayoría de los agentes de la transformación, en especial en la nueva frontera agrícola, se trata de grandes espacios con pocos limitantes ambientales, listos para entregar a los inversionistas su rédito. Para lograr el milagro agrícola, además de los capitales que ya llegan, es suficiente emular los paquetes tecnológicos del Cerrado en Brasil. ¿Pesadilla para los amantes de la naturaleza salvaje, dolor de cabeza para los hacedores de política de biodiversidad? Los científicos lo saben. La cuenca del río Orinoco posee una biodiversidad sobresaliente, menos atendida acaso por ser adyacente a la Amazonia, la selva tropical más extensa y diversa del mundo. La Orinoquia posee una heterogeneidad ecológica extraordinaria: en las sabanas húmedas la concentración de vida silvestre es uno de los fenómenos sobresalientes del Neotrópico. La sabana seca es un milagro de adaptación a condiciones extremas. La riqueza biológica de sabanas, bosques de galería, palmares, escarpas rocosas, ríos y selvas de transición, enmarcadas en los Andes, Llanos, Escudo Guayanés e incluso el delta del Orinoco, podría en conjunto ser mayor para algunos grupos biológicos que la misma Amazonia. Pero en la construcción social de la naturaleza protegida, solo las selvas de galería y sus emblemáticos morichales, además de los tepuyes en la Orinoquia guayanesa, han sido reconocidos como objetos de conservación. El resto está abierto a una transformación sin limitantes legales mayores y jalonada por motores económicos de orden superior. En la cuenca del Orinoco se viene produciendo lo que el Convenio de Diversidad Biológica identificó como "cambio inevitable", que exige una aproximación integral a la gestión de la biodiversidad. ¿Pero cómo hacerlo? Sin duda se trata de un laboratorio para la innovación en la conservación. Hay que integrar la conservación dentro de los procesos de transformación productiva, crear redes ecológicas, transferir los beneficios económicos de la conservación, etcétera; pero nada de ello será posible sin un sistema de áreas protegidas. Por eso la importancia de *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible*. Demuestra este libro que lo actualmente protegido no es suficiente para mantener una muestra representativa de la biodiversidad, ni siquiera en relación con las tipologías más gruesas de ecosistemas. Mucho menos si se atiende a los patrones de distribución de los taxa conocidos. Si se buscara conservar la integridad funcional de la Orinoquia, o de mantener una estructura ecológica suficiente como solución natural frente al futuro climático, lo hoy conservado es absolutamente insuficiente. Están pues con este libro identificadas y calificadas las áreas más propicias para llenar los vacíos de conservación, las prioridades han sido validadas con criterios múltiples lo que permite reducir la incertidumbre del conocimiento incompleto de la región. Este libro debe ser ampliamente difundido: porque más preocupante que tomar decisiones de conservación con conocimiento limitado, sería que lo que ya saben los científicos y que se recoge en parte en este libro, fuera desconocido por la sociedad. El reto de la agenda futura planteada es enorme. Hay que evitar que la Orinoquia se consolide cono una de las fronteras de pérdida de biodiversidad del mundo. Las decisiones de conservación no dan espera en medio de los procesos de cambio. La próxima generación no tendrá la misma libertad de elección. Por supuesto las decisiones de conservación, cuando se vuelven definitivas, vienen acompañadas de un alto riesgo. Por ejemplo, sobre la viabilidad ecológica de una Orinoquia severamente transformada, no hay suficiente conocimiento y solo quedaría acudir al olvidado principio de precaución. Pero sobre la variedad de las especies silvestres y sus ecosistemas, la incertidumbre del conocimiento es ya menor. En conjunto, con lo que ya sabemos, mas lo que reconocemos que no sabemos, podría proponerse un referente político para el actual proceso de transformación: un 50% de la Orinoquia destinado a la conservación (en un sentido amplio), incluyendo la que se puede hacer a través de las formas de vida andina, llanera, guayanesa y deltana, también amenazadas de extinción. Como dijo E.O. Wilson, una sociedad será recordada no solo por lo que está dispuesta a construir, sino por lo que esté dispuesta a no destruir. Parafraseándolo, diría también: "una sola Orinoquia, un solo experimento".

Germán Ignacio Andrade
Profesor. Facultad de Administración. Universidad de los Andes. Miembro del Consejo Científico del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt



Ro Arcoiris, cumbre del Auyantepui. Foto: C. Brewer Carias

C. Lasso

PARTICIPANTES Y AUTORES

PARTICIPANTES

Alejandro Olaya
Fundación Palmarito
alejandroolayav@gmail.com

Alexander Urbano
Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico)
bio.ictiologia@gmail.com

Ana Isabel Sanabria
Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)
ansanabria@minambiente.gov.co

Ana María Aldana
Universidad de los Andes (Uniandes)
a-aldana@uniandes.edu.co

Anabel Rial
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)
rialanabel@gmail.com

Andrea Svenson
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
conectividadap@gmail.com

Andrés Acosta
Investigador independiente
aracostag@gmail.com, aacostag@yahoo.com

Andrés Felipe Trujillo
WWF Colombia
aftrujillo@wwf.org.co

Andrés Hernández
Fundación Panthera Colombia
anherguz@hotmail.com

Ángel Fernández
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)
afernand@ivic.gob.ve
angelfern56@gmail.com

Ángela Parrado
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC)
aparrador@udistrital.edu.co

Angélica Díaz-Pulido
Fundación Panthera Colombia
adiazpanthera@gmail.com

Aniello Barbarino
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Venezuela
abarbarino@inia.gob.ve

Antonio Castro
Asociación Chelonia
colombia@chelonia.es

Antonio Machado-Allison
Universidad Central de Venezuela (UCV)
antonio.machado@ciens.ucv.ve
amachado@gmail.com

Armando Ortega
Fundación de Investigación y Desarrollo FUNINDES
ictiologo@hotmail.com

Arnaldo Ferrer
Fundación La Salle de Ciencias Naturales
arnaldo.ferrer@fundacionlasalle.org.ve

Beatriz H. Ramírez
Asociación Becarios del Casanare (ABC)
dir.biodiversidad@abccolombia.org

Bibiana Salamanca
Investigadora Independiente
bibiana_salamanca@yahoo.com

Brigitte L.G. Baptiste
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
brigittebaptiste@humboldt.org.co

Camilo Morales
Fundación Etnollano
camilomm@etnollano.org

Carlos Caicedo
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)- Instituto de Estudios en Comunicación y Cultura (IECO)
chcaicedoe@unal.edu.co

Carlos A. Lasso
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
classo@humboldt.org.co

Carlos Lora
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
Territorial Orinoquia
calora@parquesnacionales.gov.co
orinoquia@parquesnacionales.gov.co

Carlos Pedraza
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
cpedraza@humboldt.gov.co

Carlos Sarmiento
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
csarmiento@humboldt.org.co

Carmen Candelo
WWF Colombia
ccandelo@wwf.org.co

Carolina Alcázar
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
alcazarcaicedo@gmail.com

Carolina Mora
Fundación YOLUKA
carolina.mora@yoluka.org
cmoraflunara@gmail.com

Carolina Pérez
Fundación Omacha
zperez@gmail.com, zarcaro@gmail.com

Carolina Ramos
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
cramosm@unal.edu.co

C. Lasso

C. Lasso

César García
Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan)
cgarcia@fedegan.org

César Suárez
WWF-Colombia
cfsuarez@wwf.org.co

Clara Inés Caro
Universidad de los Llanos (Unillanos)
claracaro@yahoo.es
clarainescaro@unillanos.edu.co

Clara L. Matallana
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
cmatallana@humboldt.org.co

Claudia Fonseca
Investigadora independiente
claudia_fonseca_t@yahoo.com

Cristina Pacheco
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
mcristinapgos@yahoo.es
serviciosecositemicos.dtam@gmail.com

Daniel Castañeda
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
dancasta@gmail.com

Daniel Lew
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)
dlew@ivic.gob.ve

Denisse Castro
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
denisecr@gmail.com

Diego Higuera
Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial (MAVDT)
dhiguera@minambiente.gov.co

Donald Taphorn
Universidad Nacional Experimental de los Llanos (Unellez)
Centro para el estudio de la biodiversidad neotropical (Biocentro)
taphorn@gmail.com

Doris N. Anuis Palma
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
Instituto de Estudios de la Orinoquia
dnaluisp@unal.edu.co

Elvinia Santana
Universidad de los Llanos (Unillanos)
elvinia@unillanos.edu.co

Federico Sánchez
Corporación Ágora Verde Profesionales por la Biodiversidad y el Desarrollo (Agora Verde)
jjsanchezg@hotmail.com

Fernando Trujillo
Fundación Omacha
fernando@omacha.org

Francisco Provenzano
Universidad Central de Venezuela (UCV)
francisco.provenzano@ciens.ucv.ve

Freddy Arias
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)- Instituto de Estudios de la Orinoquia (IEO)
flariasg@unal.edu.co, flariasg@gmail.com

Germán Andrade
Universidad de Los Andes (Uniandes)
giandradep@yahoo.com

Germán Corzo
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
alecorzo@telmex.net.co

Germán Galvis
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
ggalvisv@unal.edu.co, ggal42@yahoo.es

Gilberto Cortés
Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico)
gilbertocortesm@gmail.com

Giovanny Fagua
Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)
fagua@javeriana.edu.co

Hernán Barbosa
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
herybac@gmail.com

Hernando García
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
hgarcia@humboldt.org.co

Iván Mojica
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
jimojicac@unal.edu.co

Javier Mendoza
Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)
jmendoza@minambiente.gov.co

Jorge Ruiz
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
jorge.ruiz@uptc.edu.co

Josefa C. Señaris
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)
josefa.senaris@fundacionlasalle.org.ve

Juan Antonio Clavijo
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
jclavijo@minagricultura.gov.co

Juan David Bogotá
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
juandbogota@gmail.com

Juan Carlos Espinoza
WWF Colombia
jcespinosa@wwf.org

Juan Manuel Peláez
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
jpelaezmontes@yahoo.es

Juan Pablo Ávila
Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico)
juanplobat@gmail.com

Judith Rosales
Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG)
jrosales2@cantv.net, jrosales@uneg.edu.ve

Julieta Garavito
WWF Colombia
julietafauna@gmail.com

Laura Miranda
Cunaguaro Ltda
cunaguaroltda@gmail.com

Lourdes Peñuela
Fundación Horizonte Verde
horizonteverdelupe@gmail.com

Luis Germán Naranjo
WWF Colombia
lgnaranjo@wwf.org.co

Manuel Rodríguez Becerra
Universidad de Los Andes
mrb@adm.uniandes.edu.co

Maria Cecilia Londoño
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
mariaclondo@gmail.com

María Paula Balaguera
Fundación Etnollano
mariapaula.balaguera@gmail.com

María Victoria Rodríguez
Fundación Omacha
victoria@omacha.org

Mario Fariñas
Universidad de los Andes (ULA)
mfarinas@ula.ve
mario.mfariñas@gmail.com

Mary Ruth García
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
mrgarciaco@unal.edu.co

Mauricio Torres
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena)
mauricio.torres@cormacarena.gov.co

Miguel Lentino
Colección Ornitológica Phelps (COP)
lentino.miguel@gmail.com

Milton Romero
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
mromero@humboldt.org.co

Mireya Córdoba
Fundación Omacha
mpcordobas@gmail.com

Mónica A. Morales-Betancourt
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
mmorales@humboldt.org.co

Myriam Lugo Rugeles
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
mylugorugeles@hotmail.com

Néstor Pérez
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)
yaui8@yahoo.com

Oscar Peña
Grupo intercultural de trabajo Almáciga
almaciga@almaciga.org

Patricia Falla
Fundación Omacha
patriciafalla@gmail.com

Paula Sánchez-Duarte
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
paulapalito@yahoo.com

Richard Anderson
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
anderson1882@gmail.com

Sat Gavassa
Fundación Shambala
sgava001@fiu.edu

Saúl Prada
Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)
saul.prada@gmail.com

Saulo Usma
WWF Colombia
jsusma@wwf.org.co

Sonia Adame
Fundación Zizua
funzizua@gmail.com, funzizua2@gmail.com

Thomas Walschburger
The Nature Conservancy (TNC)
twalshburger@tnc.org

Valois Gonzalez
Universidad Central de Venezuela (UCV)
valois.gonzalez@gmail.com

Wilson Ramírez
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
wilsonramirezh@gmail.com

Xiomara Carretero
Investigadora independiente
xcarretero@gmail.com

Yurany Duarte
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)-Instituto de Estudios de la Orinoquia
yurarte@yahoo.fr

AUTORES Y EDITORES

Ana Soto
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI)
aesc10021980@hotmail.com

Anabel Rial B.
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)
rialanabel@gmail.com

Andrea Caro
Fundación Omacha
andreacarob@gmail.com

Andrés Eloy Seijas
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ)
aeseijas@gmail.com

Angélica Díaz-Pulido
Fundación Panthera Colombia
adiazpanthera@gmail.com

Antonio Machado-Allison
Universidad Central de Venezuela (UCV)
antonio.machado@ciens.ucv.ve
amachado@gmail.com

Arnaldo Ferrer
Fundación La Salle de Ciencias Naturales
arnaldo.ferrer@fundacionlasalle.org.ve

Carlos A. Lasso
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
classo@humboldt.org.co

Carolina Soto
Fundación Panthera Colombia
csoto@panthera.org

Clara L. Matallana
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
cmatallana@humboldt.org.co

Ernesto O. Boede
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI)
ernestoboede@gmail.com

Esteban Payan Garrido
Fundación Panthera Colombia
epayan@panthera.org

Fernando J. M. Rojas-Runjaic
Fundación La Salle de Ciencias Naturales
fernando.rojas@fundacionlasalle.org.ve

Fernando Trujillo
Fundación Omacha
fernando@omacha.org

Germán Andrade
Universidad de los Andes (Uniandes)
giandradep@yahoo.com

C. Lasso

Germán Corzo
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
alecorzo@telmex.net.co

Josefa C. Señaris
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)
josefa.senaris@fundacionlasalle.org.ve

Juanita Aldana
Investigadora Independiente
juanitaldana@gmail.com

Lina Mesa
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI)
lmesasalazar@gmail.com

Luis Miguel Jiménez-Ramos
Fundación Omacha
luismigueljimenez4@gmail.com

Maria Cecilia Londoño
Investigadora Independiente
mariaclondo@gmail.com

María Victoria Rodríguez Maldonado
Fundación Omacha
victoria@omacha.org

Miguel Andrés Suárez-Gómez
Fundación Alma
masuarez03@gmail.com

Omar Hernández
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI)
omarherpad@gmail.com

Paola Rodríguez
Fundación Omacha
paola@omacha.org

Paula Sánchez-Duarte
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
paulapalito@yahoo.com

Rafael Hoogesteijn
Fundación Panthera
rafhoogesteijn@gmail.com

Ricardo Roa
Ingeniero Geógrafo y Ambiental
ricardoroa75@gmail.com

Richard Anderson
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
anderson1882@gmail.com

Robert Wilson
Center for Ecology and Conservation, University of Exeter, UK
R.J.Wilson@exeter.ac.uk

Rodolfo Espín
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI)
espingil@hotmail.com

Sahil Nijhawan
Fundación Panthera
snijhawan@panthera.org

Valois Gonzalez
Universidad Central de Venezuela (UCV)
valois.gonzalez@gmail.com

Wilson Ramírez
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
wilsonramirezh@gmail.com

GRUPO ANÁLISIS SIG

Carlos Pedraza
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
cpedraza@humboldt.org.co

Carlos Sarmiento
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
csarmiento@humboldt.org.co

Claudia Fonseca
Investigadora independiente
claudia_fonseca_t@yahoo.com

Juliana Agudelo
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)
julianaaagudelo@gmail.com

C. Lasso

AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador y el Comité Editorial agradecen a todos los participantes del Tercer Taller Binacional Orinoco por su asistencia y compromiso constante durante estos años de trabajo conjunto. Mención especial a las Directoras del Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Eugenia Ponce de León Chaux (2008-2010) y Brigitte L.G. Baptiste (2011), por su continuo apoyo. Al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (Dirección de Ecosistemas) y a Ecopetrol S. A por el soporte económico.

A las organizaciones que han respaldado y liderado de primera mano esta iniciativa: Fundación La Salle de Ciencias Naturales de Venezuela (Museo de Historia Natural La Salle y Estación Hidrobiológica de Guayana; Universidad Central Venezuela; Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación Palmarito, Fundación Panthera Colombia y Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Estudios de la Orinoquia).

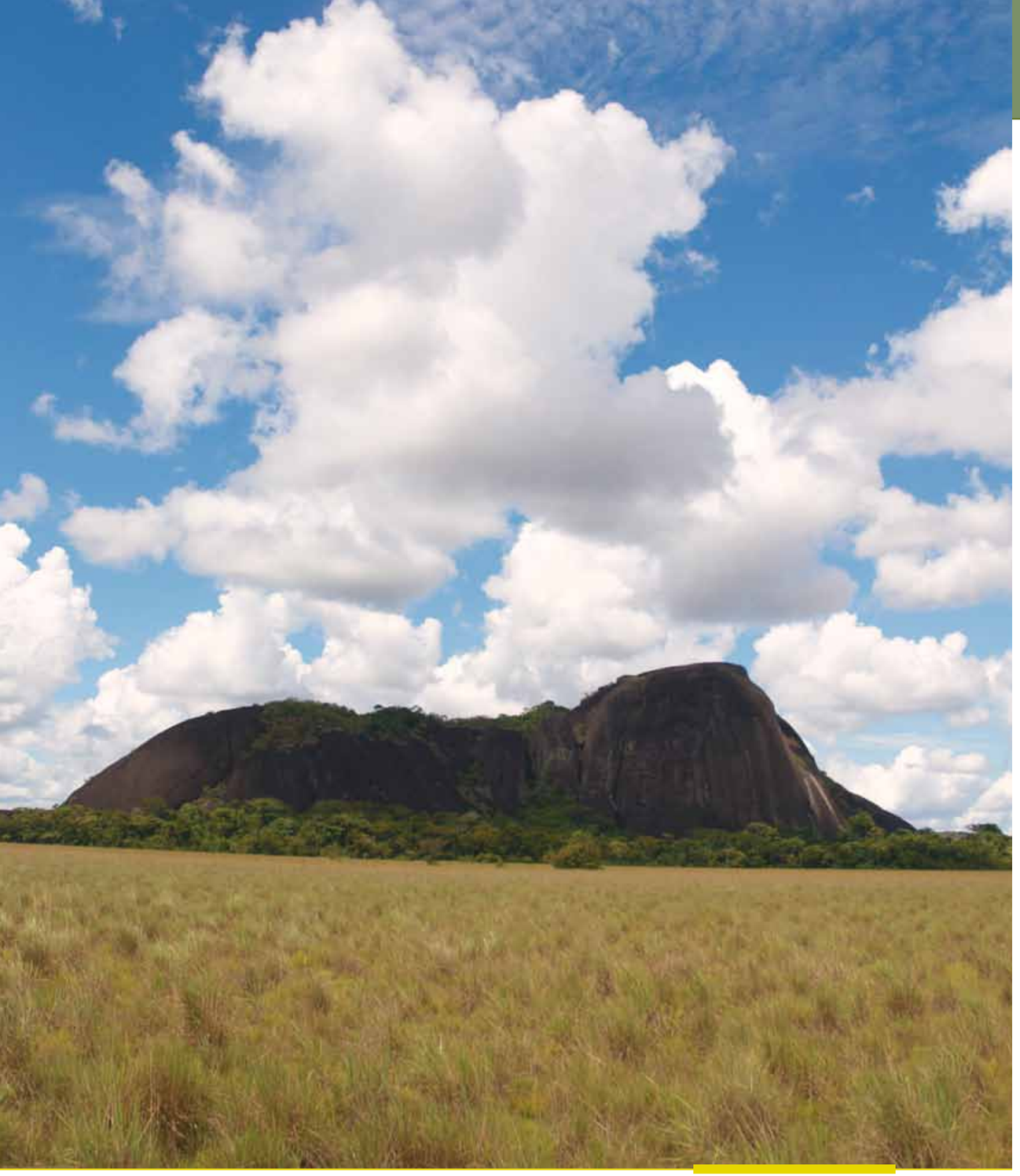
Gracias también en Venezuela al Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC); Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA); Universidad Nacional Experimental de los Llanos (Unellez)-Centro para el Estudio de la Biodiversidad Neotropical (Biocentro); Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG); Universidad de los Andes (ULA) y Colección Ornitológica Phelps (COP).

En Colombia: Fundación Palmarito; Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico); Universidad de los Andes (Uniandes); Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN); Pontificia Universidad Javeriana (PUJ); Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC); Asociación Chelonia; Fundación de Investigación y Desarrollo-FUNINDES; Asociación Becarios del Casanare (ABC); Universidad Nacional de Colombia (UNAL); Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan); Universidad de los Llanos (Unillanos); Corporación Ágora Verde Profesionales por la Biodiversidad y el Desarrollo (Ágora Verde); Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Cunaguaro Ltda.; Fundación Etnollano; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena); Grupo Intercultural de Trabajo Almáciga; Fundación Shambala; Fundación Zizua y The Nature Conservancy (TNC).

A Carmen Candelo (WWF) por la moderación y guía del Taller; a Claudia Fonseca, Carlos Sarmiento y Juliana Agudelo (IAvH) por la elaboración y edición de los mapas. A Claudia Villa, Diana Amarillo Moreno y Miguel Olaya (IAvH) por su colaboración en la edición. A Johanna Galvis y Ricardo Carrillo por la asistencia en temas contractuales y de planeación.

Los editores agradecen a las personas y organizaciones que cedieron sus fotografías para ilustrar los diferentes capítulos y casos de estudio. Alejandro Giraldo, Alexander Degwitz, Alfredo Navas, Antonio Castro, Aniello Barbarino, Benjamín Busto, Carmen Montaña, Fundación CHELONIA, Fundación OMACHA, Cesar Barrio, Críspulo Marrero, Charles Brewer-Carías, Emilio Constantino, Esteban Payán, E. Iraba, Fernando Trujillo, Fernando Rojas-Runjaic, Francisco Mijares, FUDECI, Fundación Panthera, G. Osorio, Gustavo Romero, Jaime Hernández, Juliana Delgado, José Fariñas, Karen E. Pérez, Luis Pérez, Lina Mesa, M. A. Cárdenas, Mauricio Bernal, Manuel Merchán, Oscar M. Lasso-Alcalá, Omar Hernández, Paula Sánchez-Duarte, Richard Anderson, Rafael Hoogesteijn, Rafael Antelo, Santiago Madriñan, Steve Winter, Tony Croceta y Valois González. A los revisores anónimos de los casos de estudio.

C. Lasso



Sabanas y laja granítica. Foto: F. Trujillo.

RESUMEN EJECUTIVO

Clara L. Matallana, Wilson Ramírez, Anabel Rial B. y Carlos A. Lasso

ÁREA DE ESTUDIO

El área definida de la cuenca binacional del Orinoco comprende 981.446 km^2. Sus límites se han establecido al occidente por la división de aguas de la cordillera Oriental de Colombia, al oriente por su desembocadura en el Océano Atlántico, al norte por la divisoria de aguas de la vertiente sur de la cordillera de la Costa en Venezuela y al sur por la cuenca del río Guaviare.

Se subdividió en las siguientes unidades de análisis: 1) Orinoquia Llanera, 2) Orinoquia Andina, 3) Altillanura Orinoquense, 4) Corredor Bajo Orinoco, 5) Corredor Medio Orinoco, 6) Corredor Alto Orinoco, 7) Orinoquia en Transición Amazónica, 8) Orinoquia Guayanesa, 9) Corredor Delta del Orinoco y 10) Orinoquia Costera.

ANTECEDENTES

En el 2009, se llevó a cabo en Bogotá el Segundo Taller Binacional para la identificación de Áreas Prioritarias para la Conservación y Uso sostenible de la Biodiversidad en la Cuenca del Orinoco. En dicho taller se reunieron más de 90 participantes de 32 instituciones que analizaron el estado y nivel del conocimiento de la flora y la vegetación, los mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados (mariposas, hormigas) de la región, y definieron 19 áreas importantes para la conservación de la biodiversidad de la Orinoquia.

Con el fin de continuar el análisis de las variables que definen la biodiversidad de la cuenca y establecer áreas prioritarias para su conservación, se realizó en el 2010 el "Tercer Taller Binacional de Identificación de Prioridades en las Áreas de Conservación Nominadas en la Cuenca del Orinoco: Amenazas y Oportunidades", coordinado por el Instituto Alexander von Humboldt en un esfuerzo conjunto con el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, la Fundación Omacha, el Instituto de Estudios de la Orinoquia de la Universidad Nacional de Colombia, WWF-Colombia, la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, la Fundación Palmarito-Casanare y Ecopetrol. En este nuevo análisis participaron 92 investigadores, gestores y técnicos pertenecientes a universidades, centros e instituciones de investigación, Organizaciones no Gubernamentales y representantes de instituciones del Gobierno.

MÉTODO

La fase preliminar al taller consistió en la recopilación y validación de cartografía y listados de amenazas aportados por los especialistas vía electrónica.

Durante los tres días del taller se instalaron mesas de discusión en las que los especialistas llevaron a cabo una serie de análisis en cada una de las unidades. Se conformaron tres grupos que incluyeron las siguientes unidades geográficas:

1. Orinoquia Andina
2. Llanos (Atillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera)
3. Región Guayana-Delta (Zona de Transición Orinoco-Amazonas, Orinoquia Costera, Corredor Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y Orinoquia Guayanesa).

El ejercicio analítico consistió en **ponderar las amenazas y vulnerabilidades, examinar su calificación y calcular las metas de conservación** para definir el porcentaje de área representativa que debe ser protegida, teniendo en cuenta los umbrales (superior e inferior) de metas probables.

Con los resultados de estos tres análisis y el apoyo geomático, se identificaron los vacíos de conservación.

Luego de evaluar y validar los nuevos resultados, se ajustaron las propuestas y se calificaron las áreas nominadas, tomando en cuenta otras tres variables: importancia, urgencia y oportunidad, generando así el mapa final de áreas prioritarias.

Con la información aportada por las instituciones participantes se elaboró **un mapa de oportunidades** de conser-

C. Lasso

vación para la cuenca y se incorporaron las conclusiones finales sobre acciones futuras, desde las respectivas competencias de nuestras instituciones y organizaciones.

RESULTADOS

Se conformaron cinco mesas de trabajo con los 94 participantes de las 47 instituciones participantes de este Taller. Los resultados de cada etapa de análisis se resumen a continuación.

Evaluación de amenazas

El mayor porcentaje asignado correspondió a la deforestación, las especies exóticas y la cacería (33,6% en conjunto) y la más baja al cambio climático (8,9%).

En la región de la Orinoquia Andina se destacó el efecto de la densidad poblacional como factor de impacto sobre la biodiversidad, y las amenazas derivadas de la presencia humana tales como la deforestación y fragmentación del hábitat, infraestructura vial, contaminación de cuerpos de agua e introducción de especies.

En la región de los Llanos la sobrepesca y la cacería se consideraron las principales amenazas junto con el cambio de uso del suelo y la deforestación. En la región Guayana-Delta también se consideraron como amenazas la sobrepesca, la cacería, el tráfico ilegal y la deforestación. En todos los casos la falta de información sobre la biodiversidad se consideró una forma de amenaza, ya que impide predecir el comportamiento de los ecosistemas y sus especies frente a los cambios.

Cálculo de las metas de conservación

En la Orinoquia Andina se estimó en 40% la meta mínima de conservación para los próximos dos años. Este valor incluye las áreas propuestas y las áreas protegidas existentes (35,2%), más un incremento del 4,8% que podría lograrse con acuerdos estratégicos que garanticen la protección y representatividad de los ecosistemas andinos.

En la región de los Llanos, se estimó en 17%, el porcentaje mínimo de área que debería protegerse. Este valor incluiría una buena representación de la heterogeneidad de ambientes ricos y productivos de esta región. En la región Guayana-Delta la meta de conservación se estimó en 30%. En la Orinoquia Costera se consideró que con un 2,5%, se alcanzaría la meta de conservación mientras que en la región del corredor Alto Orinoco es necesario tener 51,3% más de área para resguardar la biodiversidad que habita en los ecosistemas asociados a la porción alta del río Orinoco.

Con el fin de ampliar la representatividad ecosistémica de la cuenca y con ello la conservación de su biodiversidad, se propusieron un conjunto áreas que complementaron las nominadas en el taller de 2009, anexando pequeñas superficies o diseñando corredores en gradientes altitudinales. Las nuevas áreas nominadas fueron las siguientes:

- **Corredor páramos**, que incluye las cabeceras del río Guayabero – Guaviare, y un corredor de ecosistemas estratégicos de la región central de la cordillera oriental (Parque Nacional Natural Picachos - PNN Sumapaz - PNN Chingaza).
- **Corredor Barinas-Canagüa**, que comprende el gradiente páramo-humedales compuesto por una franja de 10 km a cada lado del cauce principal de río Canagüa, desde su nacimiento en los Andes hasta las planicies inundables del río Apure.
- **Ampliación de humedales de Casanare**, que contempla un área conectora entre el PNN El Cocuy y los dos complejos de humedales de Arauca y Casanare.
- **Ampliación Tuparro-Reserva de Biosfera**, que amplía la reserva de Biosfera El Tuparro hacia los ríos Tomo y Vichada, y extiende la zona de amortiguación del PNN Tuparro, incluyendo la cuenca del río Bita.
- **Lipa**, que propone un corredor de conservación entre el alto río Lipa y los humedales de Arauca.
- La región de **Manacias**, que comprende el nacimiento del río Manacacias y bosques típicos de la cuenca del Orinoco presentes en el Alto Manacacias.
- **Cravo Sur**, que propone la ampliación del corredor Meta-Casanare, a partir del área anteriormente denominada Cravo Sur.
- **Bosques Transicionales del río Guaviare**, se refiere al área de conexión de los bosques húmedos tropicales de la Amazonia y los bosques húmedos del llano.
- **Ampliación Guatopo**, extendiendo el Parque Nacional Guatopo hacia el sur y cubriendo los vacíos de conservación identificados en este ejercicio.

Calificación de áreas de acuerdo a la importancia, urgencia y oportunidad

Se destaca la urgencia y la importancia del mapa minero en la región de la Orinoquia Andina y la urgencia e importancia de proteger los endemismos y la conectividad ecológica en los Llanos y Guayana-Delta.

C. Lasso

Priorización de las áreas

Se asignó un orden de prioridad de acuerdo al análisis de importancia, urgencia y oportunidad para cada una de las 28 áreas nominadas (19 en el 2009 y 9 en el 2010). Este análisis mostró que Barinas-Canagüa, Cravo Sur e Isla de Mamo tienen preponderancia de acuerdo a las variables analizadas. No obstante, debe tenerse muy en cuenta que cada una de las áreas propuestas tienen un alto valor de prioridad para la cuenca binacional y es representante de un espacio único para la biodiversidad de la Orinoquia. El orden puede facilitar la toma de decisiones y posibles sinergias entre grupos de investigación. En cualquier caso, estas 28 áreas deben ser consideradas espacios sensibles y vitales para la Orinoquia (ver Mapa).

Agenda futura de trabajo

Se presentan las principales propuestas para consolidar el trabajo conjunto en la cuenca binacional del Orinoco.

ESTUDIOS DE CASO

Amenazas e impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia venezolana

La biodiversidad acuática depende tanto de la calidad y la cantidad de agua disponible como de las diversas relaciones dinámicas e históricas entre los organismos vivos. La actividad humana representa una amenaza para los ecosistemas de la cuenca del Orinoco cuyos impactos ya son visibles. Represar los cursos de agua, deforestar, fertilizar, extraer petróleo y minerales, modificar los cauces para la navegación fluvial o introducir o trasplantar especies, son acciones vinculadas a los principales problemas reconocidos en la ecorregión. Si se persiste en desconocer y desconsiderar los ciclos naturales hidrológicos y biológicos, se seguirán desestabilizando los ecosistemas acuáticos y terrestres en la región de la Orinoquia. Debemos usar el conocimiento que tenemos para decidir qué proyectos, acciones o desarrollos nos permitirían mantener al menos, el mínimo estado de equilibrio y bienestar a largo plazo.

Propuesta preliminar para introducir la conservación de la biodiversidad en la frontera agroindustrial de la Orinoquia colombiana

La expansión de grandes extensiones de cultivos agro-industriales en la Orinoquia, es un factor de trasformación de la biodiversidad que genera a su vez riesgos para la viabilidad de los emprendimientos. De forma acumulativa, podría comprometer en el futuro la viabilidad ecológica del territorio, o de parte de él. Se proponen conceptos para un modelo de implantación productiva de la agroindustria que minimice la pérdida de la biodiversidad y contribuya a mantener la viabilidad ecológica del territorio. Se basa en un esquema de aplicación de elementos de planificación en multi-escala espacial y de mediano plazo, que contempla la gestión complementaria entre lo público y lo privado, con asignación de grandes tipos de uso para el territorio, incluyendo los nuevos paisajes productivos. Para estos últimos se propone la Infraestructura Ecológica como instrumento central para el soporte de los agro-ecosistemas, y como contribución a la construcción de una región sostenible y resiliente ante los cambios ambientales.

Evaluación del efecto de la pesca camaronera de arrastre sobre las comunidades de peces bentónicos en el delta del Orinoco

Se evaluó el efecto de la pesca camaronera de arrastre sobre la diversidad, abundancia, densidad y biomasa íctica bentónica en el delta del río Orinoco durante un ciclo hidrológico anual mediante la comparación de un registro histórico disponible. Se acompañó a los pescadores locales en el uso de la red de arrastre camaronera durante las cuatro fases del ciclo hidrológico. Se colectaron 53.246 peces, pertenecientes a ocho órdenes y 25 familias. La familia de bagres marino-estuarinos (Ariidae), aportó la mayor abundancia y biomasa. Durante la subida de aguas la ictiomasa fue mayor; durante la época de aguas altas se obtuvo la mayor relación entre ictiomasa/biomasa de camarón y en la época de aguas bajas se obtuvo el mejor rendimiento en relación con los camarones. La familia Ariidae ha presentado la mayor variación de pesca de arrastre camaronera en los últimos 25 años. Al mismo tiempo, las rayas estuarinas (Dasyatidae) y el bagre sapo (Batrachoididae), han sido las especies más afectadas en cuanto a su abundancia y biomasa en el mismo lapso de tiempo.

Las comunidades de morichal en los llanos orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento

Los morichales cerrados o palmares densos de pantano de *Mauritia flexuosa* de los Llanos Orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco, constituyen un dosel en el que las copas de los individuos adultos de la palma se tocan

C. Lasso

entre sí. Este sistema ecológico está conformado por dos subsistemas: el terrestre y el lótico vecino, entre los cuales se mantiene un intercambio de materiales y energía del que depende la mayor parte de la cadena trófica del subsistema fluvial adyacente. Son proveedores de importantes servicios ecosistémicos (sumidero de CO_2 y almacenamiento, depuración y regulación de agua subterránea) y están siendo severamente afectados por la expansión demográfica y la creciente explotación de recursos, que implican cambios en el uso de la tierra. Se ha alterado su estructura y su área original se ha reducido considerablemente. Los diferentes tipos de fuego, las actividades de explotación, almacenamiento y transporte del petróleo, las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en Venezuela, y otros monocultivos en Colombia, conforman el conjunto actual de amenazas que ponen en riesgo no solo la integridad de los morichales, sino los bienes y servicios que aportan a la población humana.

Uso y manejo de la fauna silvestre en la Orinoquia colombiana: cacería y tráfico de especies

Se presenta información sobre el aprovechamiento de fauna silvestre en la Orinoquia colombiana. Primero, una evaluación de la cacería por parte de comunidades indígenas donde se reporta la dependencia existente hacia especies de mamíferos, aves y reptiles como fuente proteica. Igualmente se realiza un análisis del uso de fauna silvestre y conflictos en el caso de los llaneros, específicamente con felinos. De manera ilustrativa, se presenta una evaluación de los patrones de uso de tres especies amenazadas: las tortugas arrau (charapa) y terecay; y los manatíes, cuyas poblaciones se han reducido dramáticamente. Se analiza el aprovechamiento de las poblaciones de chigüiros y sus implicaciones ecológicas y el impacto del tráfico ilegal de especies en la región. Se concluye que el aprovechamiento de fauna está generando impactos negativos y que se requieren medidas apropiadas de manejo de especies y ecosistemas, además de evaluaciones estandarizadas que cuantifiquen estos impactos.

Tortugas continentales de la Orinoquia venezolana: situación actual e iniciativas para su conservación y uso sustentable

Casi el 80% de la riqueza de tortugas continentales de Venezuela se encuentran en la Orinoquia venezolana y muchas de ellas son usadas local o regionalmente, con fines de subsistencia, medicinales o comerciales. Lamentablemente su aprovechamiento no es sustentable por cuanto algunas especies se encuentran actualmente en categorías de amenaza. Se presenta una síntesis del conocimiento sobre la diversidad y biogeografía de las tortugas de la cuenca del Orinoco en Venezuela, sus factores de riesgo y amenazas, además de las iniciativas de conservación llevadas a cabo en el país desde hace más de dos décadas, haciendo especial énfasis en las actividades realizadas en el marco del "Programa de Conservación, Manejo y Uso Sustentable de las Tortugas Continentales de Venezuela", que adelanta la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Esta información servirá para evaluar los logros obtenidos y como base para mejorar y enfocar las futuras acciones.

FUDECI y la conservación de la tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*), la terecay (*Podocnemis unifilis*) y el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*): resultados y propuesta de acciones binacionales

La Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI) ha ejecutado acciones e investigaciones tendientes a recuperar especies en peligro de extinción desde hace 18 años. Con el fin de reforzar las poblaciones, ha establecido un zoocriadero en el estado Amazonas (*Podocnemis expansa*, *Podocnemis unifilis* y *Crocodylus intermediu),* y ha logrado la cría y liberación de ejemplares en diferentes zonas del país. Se consideran vitales las acciones de recuperación, investigación y manejo de estas especies en sus áreas de distribución. Es necesario el trabajo conjunto de ambos países para asegurar su recuperación. Se proponen acciones y zonas estratégicas para iniciar dicho trabajo conjunto en los ríos Capanaparo, Meta, Arauca y en el eje Atabapo-Puerto Carreño.

Las prioridades de conservación "*in situ*" de la biodiversidad en la porción colombiana de la cuenca del Orinoco

La identificación de sitios prioritarios para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad, se ha venido constituyendo en una de las herramientas fundamentales para el ordenamiento ambiental del territorio. En los llanos orientales de Colombia, estos procedimientos cobran mayor valor, en razón al reciente interés de los sectores productivos para "colonizar" esta frontera de "desarrollo del país". Sin embargo, la también reciente multiplicación de estas iniciativas de planificación ecorregional, pueden disminuir la efectividad de sus resultados, al generar señales ambiguas tanto a las autoridades ambientales, como a los sectores del "desarrollo", por la proliferación de los sitios priorizados utilizando diferentes escalas, objetivos de conservación, metodologías, unidades de análisis, etc. El presente estudio propone un procedimiento para integrar las distintas iniciativas de conservación de la biodiversidad, identificando y valorando las coincidencias de los diversos análisis y generar así un portafolio único de áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad en los llanos orientales de Colombia.

C. Lasso

El Corredor Jaguar: una oportunidad para asegurar la conectividad de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco

Una herramienta ampliamente utilizada actualmente para lograr la conservación de la biodiversidad, lo constituye la implementación de corredores para mantener la conectividad. Estos ejercicios están basados en especies, siendo particularmente idóneas aquellas de gran tamaño, bajas densidades, sensibles a la actividad humana y que requieren grandes territorios. Se propone el uso de un corredor de conectividad de poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) a lo largo de la cuenca del Orinoco como guía para la priorización de áreas para la conservación regional, alegando que el uso de esta especie focal y especie paisaje, asegura la protección de la mayoría de la diversidad de la Orinoquia. Se propone un modelo de corredor de menor costo por medio de la unión entre cuatro las de Unidades de Conservación de Jaguar (UCJs) identificadas, la mayoría de las áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco hacen parte del modelo y siete áreas coinciden con las áreas claves del modelo. La implementación de este corredor permitiría enfrentar las graves amenazas a la biodiversidad regional y pérdida de hábitat, causada por la expansión agropecuaria y petrolera.

Hatos privados de los Llanos de Venezuela: de la amenaza a la protección

La Orinoquia representa un desafío para la conservación de la biodiversidad en tierras públicas y privadas. Las decisiones que tome un propietario respecto a sus predios constituyen en determinada medida, amenazas u oportunidades para el bienestar común. Los hatos privados de los llanos del Orinoco en Venezuela han tenido una historia de vocación agropecuaria que en algunos casos ha sido compatible con la conservación de la diversidad biológica de la región. En sus ambientes naturales y estaciones biológicas, se dio la mayor parte de la investigación que hoy día conforma la base del conocimiento sobre esta región en Venezuela. Otras iniciativas notables incluyen la "Evaluación de Potencialidades para la Conservación en Áreas Privadas de los Llanos", la cual mostró el enorme deterioro de los ecosistemas naturales en algunos hatos dedicados por entero a la explotación de sus recursos, y el potencial que aun existía en otros para la protección de la biodiversidad, aportando conocimiento para un cambio de actitud y una seria intención de sustituir prácticas destructivas por otras sostenibles. El escenario actual de la propiedad privada en los llanos de Venezuela es distinto al que se muestra en este trabajo, por ello recordar la experiencia adquirida hasta hoy, no solo es justo, sino útil en el presente y para el futuro.

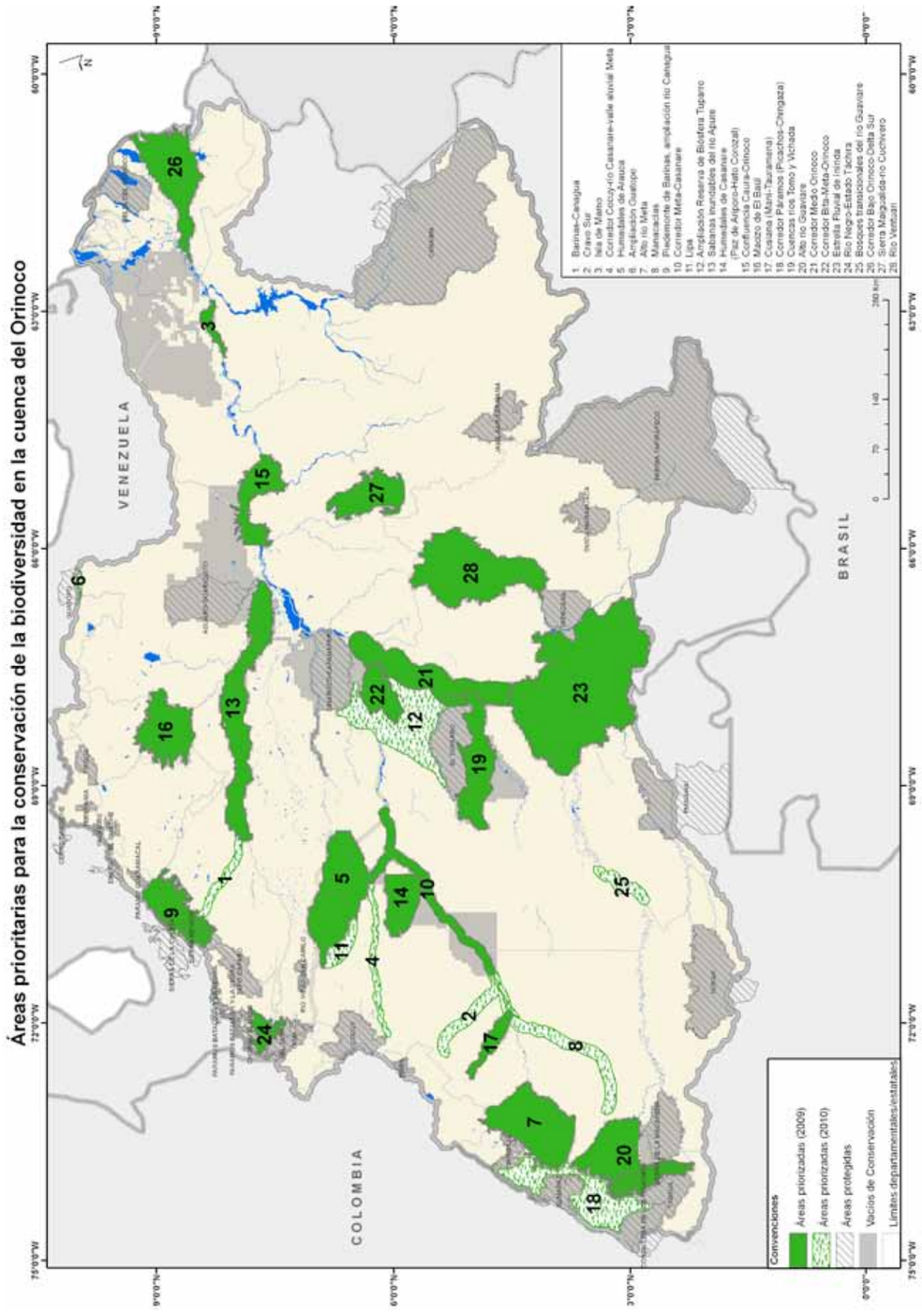
Contribución de las reservas de la sociedad civil a la conservación de la biodiversidad en la ecorregión de los Llanos colombianos en el marco del Convenio de Diversidad Biológica

La creación de Áreas Naturales Protegidas Públicas (ANPPs) ha sido una de las estrategias fundamentales para alcanzar el objetivo planteado por el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) del 10 % de las ecorregiones del mundo conservadas eficazmente para el año 2010, meta que se incrementó en un 17 % para el año 2020 (COP10 en Nagoya, Japón). En Colombia, las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) complementan a las ANPPs para lograr esta meta. Este trabajo analizó, *i)* si el sistema de áreas naturales protegidas públicas (ANPPs) conserva exclusivamente por lo menos el 10 % del área de la ecorregión de la Orinoquia; *ii)* si esta área refleja una cobertura de por lo menos el 10 % de cada uno de los ecosistemas presentes y *iii)* hasta qué grado las RNSC complementan las ANPPs para lograr una adecuada representatividad ecosistémica. Se encontró que los ecosistemas naturales y seminaturales representan 77,7 % del área de la ecorregión de los Llanos (14.635.835 ha). Aunque las ANPPs cubren un área aproximada equivalente al 6,11 % de la ecorregión, estas son aún insuficientes para lograr la meta del CBD. A pesar de la relativamente baja proporción en área de las RNSC, estas contribuyen a complementar algunos de los vacíos del sistema público de ANPPs en ecosistemas estratégicos, además de cumplir con un importante rol en la articulación de procesos en torno a la conservación.

MAPA DE OPORTUNIDADES

Este mapa sitúa geográficamente 227 proyectos o iniciativas de conservación que se desarrollan en la cuenca. Se elaboró a partir de una base de datos con información suministrada por los 94 integrantes de las 27 instituciones presentes en este taller, y se complementó mediante una encuesta digital enviada posteriormente a todos los participantes.

C. Lasso



Río Arcoiris, Auyantepui. Foto: C. Brewer Carias.

Salto Ángel. Foto: C. Brewer Carias.

C. Lasso

EXECUTIVE SUMMARY

Clara L. Matallana, Wilson Ramírez, Anabel Rial B., Carlos A. Lasso and Donald Taphorn

STUDY AREA

The binational Orinoco Basin encompasses 981,446 km^2. It is bounded in the west by the eastern range of the Colombian Andes, to the north we find the Venezuelan Andes and the Coastal Mountain range, in the south it reaches its limit with the Guaviare River drainage, and to the east its delta empties into the Atlantic Ocean.

For this study, the basin is subdivided into the following regions: 1) Orinoco Plains, 2) Andean Orinoco, 3) Orinoco High plains, 4) Lower Orinoco Corridor 5) Middle Orinoco Corridor, 6) Upper Orinoco Corridor, 7) Orinoco/Amazon Transition, 8) Guyanan Orinoco, 9) Orinoco Delta Corridor and 10) Coastal Orinoco.

INTRODUCTION

In 2009, the Second Binational Workshop to identify Conservation Priority Areas and Sustainable Uses of Biodiversity in the Orinoco Basin met in Bogotá. In that event, more than 90 participants from 32 institutions analyzed the extent of our knowledge of the flora, mammals, birds, reptiles, amphibians, fish and some invertebrate groups such as butterflies and ants, and defined 19 areas that are important for the conservation of biodiversity in the Orinoco Basin.

Looking to further refine and continue the analysis of the Biodiversity of the Orinoco Basin, and the priority areas that require protection to guarantee it protection, the "Third Binational Workshop to Identify Priority Conservation Areas in Nominated Regions of the Orinoco Basin: Threats and Opportunities" that was coordinated by the Instituto Alexander von Humboldt in conjunction with the Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, the Fundación Omacha, the Instituto de Estudios de la Orinoquia de la Universidad Nacional de Colombia, WWF-Colombia, the Fundación La Salle de Ciencias Naturales, the Fundación Palmarito-Casanare and Ecopetrol. In this exercise 92 scientists, administrators, and technicians participated from universities, research centers, non-governmental organizations and several governmental institutions.

METHODS

The initial phase of the workshop consisted of gathering and validation of cartographic information and the lists of threats reported by specialists that were sent in electronically.

During the three days of the workshop, discussion groups were formed to concentrate efforts of the specialists on a series of analyses for each of the regions under discussion. Three groups were formed that included the following units for analysis:

1. Andean Orinoco.
2. Plains (Highland Orinoco Plains and Orinoco Plains).
3. Guyanan and Delta Orinoco Region (Orinoco/Amazon Transition Zone, Coastal Orinoco, and the Corridors of the Orinoco Delta, High, Middle and Lower Orinoco, and Guyanan Orinoco).

The analytical exercise consisted of **pondering the threats and vulnerabilities, examination of the degree of the threats and vulnerabilities and calculation of conservation goals** to define the percentage of the representative area that should be protected, taking into account upper and lower limits and attainable goals. With the results of these analyses and thematic cartographic support, conservation priorities were identified.

After evaluating and validating the new results, the proposals were adjusted, and the nominated conservation areas were prioritized, taking into account three variables: importance, urgency and opportunity, to generate the final priority area map.

C. Lasso

With the information supplied by the participating institutions, a **map of conservation opportunities** was drawn up for the Orinoco Basin and final conclusions were made to guide future actions.

RESULTS

Five work stations were formed by the 94 participants from 47 institutions of this workshop. The results of each phase of the analysis are presented below:

Threat Evaluation

The largest percentage values were assigned to deforestation, exotic species and hunting (totaling 33.6%) and the lowest value was assigned to climate change (8.9%).

In the Orinoco Andes region special mention was made of the effects of high human population density and its negative impact on biodiversity. Associated with human presence deforestation, habitat fragmentation, roads, water pollution and introduction of exotic species were identified as threats.

In the Orinoco Plains overfishing and hunting were considered the principal threats along with changes in land use and deforestation. In the Guyanan-Delta region, overfishing, hunting, illegal wildlife trafficking and deforestation were considered the principal threats to biodiversity. In all cases, the lack of information about local biodiversity was considered a type of threat, since it makes prediction of the behavior of ecosystems suffering impacts almost impossible.

Calculation of conservation goals

In the Orinoco Andes 40% was estimated as the minimum conservation goal for the next two years. This value included the newly proposed areas as well as existing protected areas (35.2%), plus an increment of 4.8% that could be reached through strategic alliances that guarantee the protection of Andean ecosystems.

In the Orinoco plains, 17% was estimated as the minimal area needing protection. This value would include a good representation of the richly heterogeneous environments of this region. In the Orinoco Guyanan-Delta, the conservation goal is 30%. In the Coastal Orinoco region, a value of 2,5% was considered necessary to safeguard the biodiversity of that region.

To augment the ecosystems included in the proposal for conservation of biodiversity in the Orinoco Basin, additional regions were included to supplement those identified in 2009, adding small areas, or corridors to existing areas. The new areas nominated in this process are the following:

- **Páramo corridor**, including the headwaters of the Guayabero-Guaviare River, and a corridor of strategic ecosystems of the Eastern Range (Parque Nacional Natural Picachos - PNN Sumapaz - PNN Chingaza).
- **Barinas-Canagüa corridor**, which includes an altitudinal gradient from highland páramo wetlands to lowland swamps, and consists of a greenzone of 10 km on each side of the main channel of the Canagüa River, from its origin to its junction with the Apure River.
- **Expansion of the Casanare wetlands**, which contemplates including a corridor between the El Cocuy National park and two wetlands of the Arauca and Casanare rivers.
- **Expansion of the Tuparro Biosphere Reserve**, to expand the Tuparro Biosphere towards the Tomo and Vichada rivers, and extend the buffer zone of the Tuparro National Park to include the Bita River drainage.
- **Lipa**, proposing a corridor between the upper Lipa River and the Arauca wetlands.
- **Manacias**, to include the origin of the Manacacias River and forests in the upper Manacacias drainage.
- **Cravo Sur**, to expand the Meta-Casanare corridor.
- **Guaviare River Transitional Forests**, this area would connect the tropical humid forests of the Amazon with those of the Orinoco plains.
- **Guatopo expansion**, extending the Guatopo national park to the south to include important unprotected ecosystems identified in this workshop.

Classification of the areas according to importance, urgency and opportunity

For the Andean Orinoco region the mining map was considered to be the most urgent and important threat to regional biodiversity. In the Plains and Guyanan-Delta regions protection of endemism and ecological connectivity were considered the most urgent and important.

Prioritizing the areas

For each of the 28 nominated conservation areas a priority value was assigned, based on the analysis of importance, urgency and opportunity (19 from 2009 and 9 in 2010).

C. Lasso

This analysis showed that the areas Barinas-Canagüa, Cravo Sur and Isla de Mamo have the highest values according the variables analyzed. However, each and every one of the proposed areas is of high value for the conservation of the Biodiversity in the binational Orinoco Basin, and represents a unique opportunity. The order of priority may facilitate decision making, and promote synergy among groups of scientific investigation. In any case, these 29 areas should be considered reasonable and vital areas for the protection of Orinoco biodiversity (see map).

Agenda for future work

Here we present the principal proposals to consolidate joint efforts in the binational Orinoco Basin.

CASE STUDIES

Threats and impacts to biodiversity and aquatic ecosystems of the Venezuelan Orinoco Basin

Aquatic biodiversity depends on the quality and quantity of available water as well as the diverse dynamic historical relationships among living organisms. Human activities represent a threat to the ecosystems of the Orinoco River, and impacts are already visible. Dams, deforestation, agricultural fertilizers, mineral and oil extraction, navigational canals, introduced and transplanted species are all problems well known in this ecoregion. If the natural hydrological and biological cycles continue to be unknown or ignored, Orinoco Basin aquatic and terrestrial ecosystems will continue to destabilize. We should use the knowledge we have to decide which projects, actions and developments would allow us to maintain a minimal state of equilibrium and long term welfare.

Preliminary proposal to introduce biodiversity conservation into the agroindustrial frontier of the Colombian Orinoco Basin

The expansion of great extensions of cultivated land, as part of the agro-industrial business in the Colombian Orinoco Basin is a land transformation factor that poses great risks for the region and these same projects. As the accumulative effects accelerate, the ecological integrity of the region (or at least part of it) is seriously threatened. A design concept for the productive agroindustrial system that minimizes the loss of biodiversity and maintains ecological integrity is proposed. It is based on planning procedures on a multi-scaled spatial analysis and medium term time scale that incorporates complementary administration of private and public lands, zoning of land use for the region, and includes new landscapes to be incorporated into production. The central instrument to implement this is Ecological Infrastructure planning, to support agro-ecosystems and guarantee long term sustainability and resilience to environmental changes.

Evaluation of the impact of shrimp trawlers on the benthic fish community of the Orinoco River Delta

The impact of shrimp trawlers on the diversity, abundance, density and biomass of benthic fishes of the Orinoco River Delta was evaluated during one annual hydrological cycle by comparing historical catch records. Shrimp trawl fishermen were accompanied the four hydrological phases. A total of 53,246 fishes were collected, belonging to 8 orders and 25 families. The marine/brackish water catfishes (Ariidae) were the most abundant and accumulated the greatest biomass. During rising water the fish biomass was greatest; during high water the highest ratio of fish biomass/shrimp biomass was obtained; and during low water the best efficiency of shrimp fishing was obtained. The family Ariidae has shown the greatest variation in the shrimp trawler fishery during the last 25 years. At the same time, the estuarine stingrays (Dasyatidae) and the toadfish (Batrachoididae), have been the species most affected in abundance and biomass.

Morichal communities in the eastern plains of Venezuela, Colombia and Orinoco Delta: impacts of human activities on their integrity and function

The morichal palm *Mauritia flexuosa* is characteristic of swamp communities of the eastern plains of Venezuela, parts of Colombia and the Orinoco River Delta. In many streams, the palm trees are so dense, that they form a closed canopy. This ecosystem consists of two subunits: the terrestrial component and neighboring lotic aquatic component, between which there is a constant interchange of materials and energy upon which most of the aquatic trophic web is dependent. This system provides important ecosystem services (CO_2 sink, storage, purification and regulation of subterranean water) and it is being severely affected by the expanding human population and increasing demand for resources, that are brought about by changing

C. Lasso

C. Lasso

land uses. The structure of the original area occupied by this ecosystem has been altered and considerably reduced. Different types of fires, activities associated with oil exploration, storage and extraction, and forest plantations of pine trees *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (in Venezuela, and other monoculture crops in Colombia) make up the current set of threats that put this ecosystem and the services it provides to local human populations at risk.

Use and management of wildlife in the Colombian Orinoco Basin: hunting and illegal trafficking

Information is presented on wildlife harvest in the Colombian Orinoco Basin. First, an assessment of hunting by indigenous peoples is given, where existing dependence on mammals, birds and reptiles as protein sources is detailed. In addition, we present an analysis of the use of wildlife, and conflicts that have arisen, with regards to inhabitants of the plains and the particular case of felines. As an illustrative case study, an evaluation of the patterns of use for three endangered species is presented: the Arrau and Terecay turtles and the Manatee, for which populations have been drastically reduced. The Capybara harvest is analyzed in light of its ecological implications and illegal traffic of the species in the region. In conclusion, wildlife harvesting is generating negative impacts that require appropriate measures of species and ecosystem management, as well as standardized evaluation procedures that will allow quantification of these impacts.

Continental turtles of the Venezuelan Orinoco Basin: current situation and initiatives for their conservation and sustainable use

Almost 80% of the continental turtles of Venezuela are found in the Orinoco Basin and many of them are used locally and regionally as food for subsistence, folk medicinal remedies or are commercially harvested. Unfortunately, this harvest is not sustainable and has caused some species to become threatened or endangered. We present a synthesis of our knowledge about the biodiversity and biogeography of the turtles of the Orinoco Basin in Venezuela, risk and threat factors as well as initiatives undertaken to promote their conservation during more than twenty years, with special emphasis on the activities of the La Salle Foundation's program for the Conservation, Management, Sustainable Use of the Continental Turtles of Venezuela. This information will be useful to evaluate the goals that have been reached and to better our efforts and focus future efforts.

FUDECI and the conservation of the Orinoco Freshwater Turtle (*Podocnemis expansa*), the Terecay Turtle (*Podocnemis unifilis*) and the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*): results and proposal for binational actions

The Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI) has taken action and carried out research to promote the recuperation of endenagered species for the last 18 years. With the intent to reinforce natural populations, a breeding facility was established in the state of Amazonas for *Podocnemis expansa*, *Podocnemis unifilis* and *Crocodylus intermedius;* it has achieved the reproduction, rearing and release of juveniles in several different regions of Venezuela. These actions are considered vital for the recuperation, investigation and management of these species within their natural ranges of distribution. To assure their recovery, cooperative efforts between both countries are required. Specific activities and strategic habitat zones are suggested to initiate this collaboration in the Capanaparo, Meta, and Arauca River drainages as well as the Atabapo-Puerto Carreño axis.

Priorities for "*in situ*" biodiversity conservation in the Colombian portion of the Orinoco Basin

The identification of priority sites for "*in situ*" biodiversity conservation has been a fundamental tool in the process of regional environmental planning. In the eastern plains of Colombia, these procedures become even more important in light of recent interest and efforts of commercial interests to "colonize" this frontier for the "development of the country". However, the also recent multiplication of ecoregional planning initiatives could diminish the effectiveness of these efforts, if ambiguous signals are perceived by environmental authorities, or the production centers fomenting "development", that may be confused by the proliferation of studies using different scales, different conservation objectives, methodologies, etc. This study proposes procedures to integrate all the diverse conservation initiatives by identifying and prioritizing common themes among them to generate just one portfolio of priority areas that should be preserved in the region as conservation areas for "*in situ*" biodiversity in the eastern plains of Colombia.

The Jaguar Corridor: an opportunity to assure biodiversity connectivity in the Orinoco Basin

One of the often used tools these days in biodiversity conservation is the implementation of corridors to maintain connectivity between protected or natural concentrations of biodiversity. These exercises are species-based, being particularly well suited those species of great size, low population density, vulnerable to human encroachment and requiring large territories. We propose the use of connecting corridors between populations of the Jaguar (*Panthera onca*) throughout the Orinoco Basin, as a guide for the prioritization of regional conservation areas, and suggest that the use of this focal species and its habitat requirements will assure the protection of the majority of the biodiversity present in the Orinoco Basin. The model proposed is of lower cost because it incorporates joining four or the already identified Jaguar Conservation Units (UCJs), as well as the majority of the priority conservation areas for conservation and sustainable use of Orinoco Basin biodiversity. The implementation of this corridor would permit the confrontation of serious threats to regional biodiversity, and the loss of habitat caused by the expanding agriculture and oil industries.

Private ranches in the Venezuelan plains: from threat to protectors

The Orinoco Basin represents a challenge for the conservation of biodiversity on both public and private lands. The decisions made by land owners about land use will determine to large degree the threats or opportunities to the common good. Private ranches in the plains of Venezuela have had a history of agricultural and cattle ranching uses that in some cases have been compatible with the conservation of the biological diversity of the region. The years of research carried out there, in both their natural environments and biological stations, provides us today with the basis of our knowledge of the plains ecosystem. A noteworthy initiative is the program called "Evaluation of Conservation Potential on Private Lands of the Plains", which revealed the enormous deterioration of the natural ecosystem on those ranches where the exploitation was maximized, but also showed the potential for biological conservation in other ranches where changes in environmental perception attitudes sometimes can lead to the substitution of destructive practices with other, sustainable ones. The current situation with private ranches of the plains of Venezuela is very different from that of the study, so the experience acquired can serve as a reminder of possibilities for the future.

Contribution of private sector protected areas to the conservation of biodiversity in the Colombian plains ecoregion within the framework of the Biological Diversity Treaty

The creation of Public Natural Protected Areas (ANPPs) has been one of the fundamental strategies employed to reach the objective stated in the Biological Diversity Treaty (CBD) to effectively protect 10% of the world's ecoregions by the year 2010, a goal that was increased to 17% for 2020 (COP10 in Nagoya, Japan). In Colombia, the Private Sector Natrual Preserves (RNSC) complement the public lands (ANPPs) set aside for this purpose. This study analyzed: *i)* if the public protected areas (ANPPs) alone protect at least 10% of the Orinoco Basin ecoregion; *ii)* if this area incorporates coverage of at least 10% of each ecosystem present and *iii)* to what degree the privately protected areas (RNSC) complement the public in achieving the desired representation of ecosystems. It was found that natural and seminatural ecosystems cover 77.7 % of the plains ecoregion (14,635,835 ha). Although public protected areas cover an area equal to about 6.11% of the entire ecoregion, these are not sufficient to meet the goals set out in the CBD. In spite of the relatively low percentage of lands covered by private preserves, these complement the public lands protecting strategic environments not included in the public system and play a crucial role in promoting regional conservation efforts.

OPPORTUNITY MAP

This map situates geographically 227 projects or conservation initiatives taking place in the Orinoco Basin. It was created using information provided by the 94 participants in the workshop, from 27 institutions, and was later expanded via an on line digital survey sent to all participants.

Casanare - Palmarito. Foto: F. Trujillo.

1. INTRODUCCIÓN

A. Rial

Clara L. Matallana, Carlos A. Lasso y Anabel Rial B.

Desde hace décadas, diversas instituciones en Colombia y Venezuela han llevado a cabo acciones y proyectos dirigidos a mejorar el conocimiento y la conservación de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco (Lasso *et al.* 2010).

En el marco de estas iniciativas, se han realizado en los últimos seis años un conjunto de talleres técnicos organizados por WWF y Fudena en 2004 (biodiversidad acuática), Incoder y WWF (peces migratorios), TNC y colaboradores en 2006 (aves migratorias), MAVDT y UNAL en 2008 (caimán del Orinoco); WWF *et al.* en 2005 y MAVDT *et al.* en 2008 (peces ornamentales) y más recientemente WWF, IAvH y Fedepalma (palma de aceite) y ANH, TNC, IAvH e Ideam (hidrocarburos).

Para dar continuidad a estas acciones y contribuir al objetivo de conservación de la cuenca, el Instituto Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, el Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia) y la Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Venezuela), organizaron en Bogotá, entre el 21 y el 25 de septiembre de 2009, el Segundo Taller Binacional (Colombia-Venezuela) para establecer las bases científicas del análisis de prioridades de conservación, contando con la participación de 92 investigadores, gestores y técnicos pertenecientes a Universidades, centros e instituciones de investigación, Organizaciones no Gubernamentales y representantes de instituciones del Gobierno.

En dicho encuentro binacional se definieron los límites biogeográficos de la Orinoquía, y se analizaron variables relativas al estado y nivel de conocimiento de la flora, vegetación, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Se consideraron la riqueza, los endemismos, las especies amenazadas, los procesos ecológicos y/o evolutivos, los vacíos de información, el esfuerzo de muestreo y los diversos valores de uso de las especies (cinegético, ornamental, comercial, etc.). Con esta base de conocimiento se delimitaron y nominaron 19 áreas importantes para la protección de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco, cinco en Colombia, cinco binacionales y nueve en Venezuela.

Un año después, en el marco del Año Internacional de la Biodiversidad, del 16 al 18 de noviembre de 2010 se realizó el "Tercer Taller Binacional de Identificación de Prioridades en las Áreas de Conservación Nominadas en la Cuenca del Orinoco: Amenazas y Oportunidades", coordinado por el Instituto Alexander von Humboldt en un esfuerzo conjunto con el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, la Fundación Omacha, el Instituto de Estudios de la Orinoquia de la Universidad Nacional de Colombia, WWF-Colombia, la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, la Fundación Palmarito- Casanare y Ecopetrol.

A esta nueva cita con el Orinoco asistieron 94 participantes de 47 instituciones, incluyendo Corporaciones Autónomas Regionales, Parques Nacionales Naturales, Universidades

A. Navas

tales como la Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Distrital, Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia, Unillanos y Unitrópico. También, representantes de ONG's tales como la Fundación Horizonte Verde, Fundación Panthera Colombia, Fundación Etnollano y Fundación Zizua. De Venezuela participaron la Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), Universidad Nacional Experimental de los Llanos (UNELLEZ), Universidad de los Andes (ULA), Universidad Central de Venezuela (UCV). También estuvieron presentes representantes de los gremios productivos (Fedegan), del Ministerio de Agricultura y del Instituto Colombiano Agropecuario.

El resultado editorial del taller del 2009 sirvió de base de trabajo para este siguiente encuentro binacional del 2010. El libro **Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad** presentado durante este taller, sintetiza buena parte del conocimiento sobre flora, vegetación y fauna de la región, describe el área, aporta la metodología empleada y los mapas de áreas nominadas en este primer análisis de atributos. Incluye además, una útil reseña del conjunto de instituciones y organizaciones ligadas a la conservación de la biodiversidad con presencia en la Orinoquia.

Teniendo como base ésta información y los diversos antecedentes, el tercer taller tuvo como objetivo refinar las áreas propuestas y definir nuevas, examinando esta vez desde el punto de vista ecosistémico, otra serie de variables. Las amenazas (cacería y tráfico ilegal, sobrepesca, deforestación, monocultivos, contaminación de cuerpos de agua, minería e hidrocarburos, hidroeléctricas y obras hidráulicas e infraestructura vial), la vulnerabilidad (endemismos, resiliencia ante el cambio climático y forma y singularidad de la unidad de análisis), los vacíos de representatividad en el sistema nacional de áreas protegidas y la factibilidad de ampliación de las áreas según las metas de conservación previstas. Este ejercicio estrechamente vinculado a la presencia humana en el área, condujo también al análisis de la importancia, urgencia y oportunidades de conservación de las áreas identificadas.

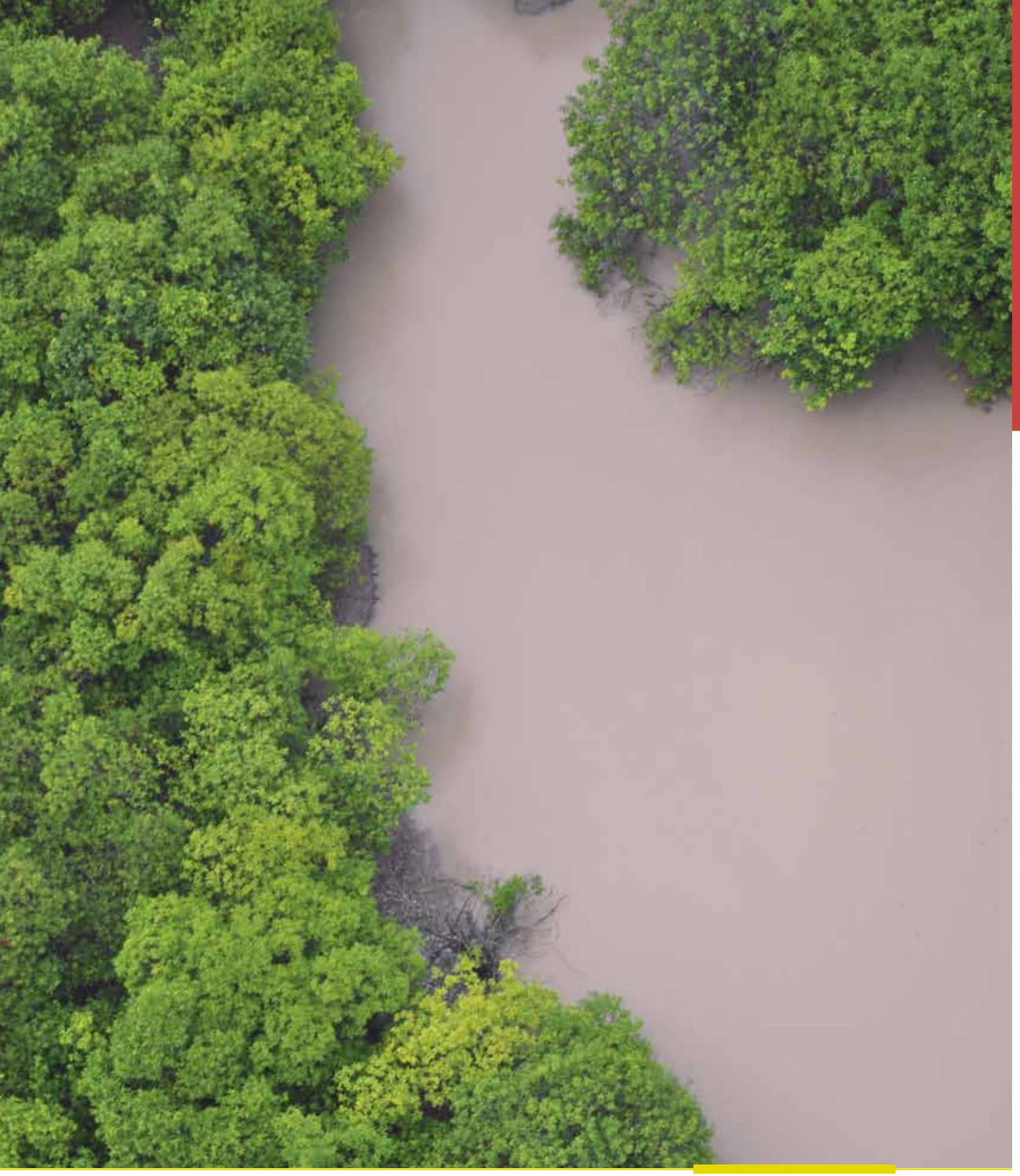
El resultado final de este proceso ha sido la definición de 28 áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la cuenca binacional del Orinoco. Se presenta también una propuesta de agenda futura de trabajo y un mapa de oportunidades que incluye la localización geográfica de 227 proyectos en marcha junto a una tabla con datos de interés sobre estas acciones.

Por último se incluyen once estudios de caso que exponen temas de actualidad sobre las amenazas en esta cuenca binacional. Tópicos de interés que llaman la atención sobre diversos aspectos de los ecosistemas acuáticos, la frontera agroindustrial, la pesca camaronera, los morichales, el uso y la cacería de fauna silvestre, las tortugas de la Orinoquia, el corredor jaguar, los hatos privados y las Reservas de la Sociedad Civil en Venezuela y Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.

Foto: F. Trujillo.



Río llanero. Foto: F. Trujillo.

2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

A. Navas

Wilson Ramírez, Germán Corzo, M. C. Londoño, Carlos A. Lasso y Clara L. Matallana

El fin de la conservación es garantizar el adecuado mantenimiento de la biodiversidad actual. Dada la complejidad del término biodiversidad y la dificultad que existe para cuantificarla en su conjunto, se usa el concepto "objeto de conservación" para seleccionar aquellas áreas que demandan protección prioritaria (Margules y Sarkar 2007).

Durante las últimas dos décadas, la tendencia mundial ha sido la de integrar estrategias de conservación a los planes de desarrollo, vinculando el conocimiento sobre el mundo biótico con las razones o criterios que guían las decisiones sobre el uso de recursos naturales y tomando en cuenta los imprescindibles aspectos sociales y económicos (Corzo *et al.* 2011). Una de las estrategias utilizadas para garantizar la preservación de la biodiversidad es la creación y mantenimiento de áreas protegidas, tales como los parques naturales. Sin embargo, su designación como figuras legales, no ha logrado proteger la biodiversidad tal y como estaba previsto, entre otras razones, porque dichos espacios no albergan la amplia gama de ecosistemas y especies que debemos proteger para mantener la riqueza natural que hoy existe. Este reconocimiento nos obliga a seleccionar zonas complementarias que conformen una red de áreas de conservación representativa y eficiente para el bienestar humano. Un método adecuado para este fin, es la aplicación de protocolos para la selección de áreas de conservación (Margules y Pressey 2000), en los que se utiliza la información disponible sobre los sistemas naturales, el conjunto de amenazas y las metas de conservación establecidas, para seleccionar un portafolio de áreas prioritarias. Dicha selección se basa en la mejor información disponible, proveniente tanto de fuentes formales publicadas como de la opinión de especialistas, y en el uso de un algoritmo de optimización como herramienta de apoyo a la toma de decisiones (Klein y Cárdenas 2009).

Los objetos de conservación (OdC)

Un objeto de conservación (OdC) es un atributo biótico que se emplea para obtener información sobre la diversidad biológica en vez de medirla directamente (Sullivan y Chesson 1993). Esto permite traducir la complejidad del sistema biológico en atributos susceptibles de ser medidos, monitoreados y sobre los que se pueden tomar decisiones.

Los OdC son elementos de la diversidad biológica, ya sean especies, comunidades o sistemas ecológicos, que se constituyen en el foco de los esfuerzos de planificación, en la medida que representen adecuadamente la biodiversidad. La identificación y selección de los OdC representa un paso clave en el proceso de selección de áreas prioritarias para la conservación.

Para seleccionar los OdC se siguen los criterios de "filtro grueso y fino", una hipótesis que asume que al conservar áreas representativas de un ecosistema (sistemas ecológi-

G. Romero

cos), se conservará también la mayoría de las especies y comunidades naturales y sus relaciones. Así, es posible dirigir la atención sobre ciertas especies y sus poblaciones que a juicio de los expertos, requieran acciones especiales para asegurar su permanencia como taxón, así como su nicho funcional dentro del hábitat (Klein y Cárdenas 2009).

No todas las especies ni los ecosistemas son buenos OdC. Para serlo, deben cumplir tres condiciones: 1) que se conozca adecuadamente su ecología y biología, 2) que tanto especies como ecosistemas sean cuantificables y cartografiables, y 3) que complementen otros objetos de conservación de modo que haya una buena representación de las características biológicas de la región de estudio.

Definición de las amenazas

A partir de la selección de los OdC, se identifican los atributos ecológicos clave, entre los que destacan la evaluación de su estado de conservación y las amenazas derivadas de factores socioeconómicos y demográficos (p.e. extracción de recursos, introducción de materiales ajenos al ecosistema, megaproyectos, infraestructuras, etc.) así como su vulnerabilidad frente a las amenazas, tanto actuales como potenciales. Posteriormente se identifican las áreas con vacíos de conservación y se definen prioridades basadas por ejemplo, en la urgencia de conservación que pueden tener dichas áreas.

Establecimiento de metas de conservación

El concepto de meta se refiere al porcentaje de las áreas de distribución de las especies y objetos ecológicos que requieren atención especial o determinada medida de conservación. En éste tipo de trabajo de planificación ecorregional, las metas guían la selección de las áreas de conservación y proveen una base para medir la eficiencia de un área para representar la biodiversidad de la ecorregión (representatividad) (Valutis y Mullen 2000). Las metas para los OdC adoptan una perspectiva regional, analizando la representatividad de estos dentro de su región biológica y en las áreas naturales protegidas de la región estudiada (Corzo *et al.* 2011).

La asignación de las metas se basa en criterios relacionados con el estado actual de los ecosistemas, las amenazas, el tipo de distribución, la riqueza y rareza de las especies amenazadas (Galindo *et al.* 2009). Por lo general, los porcentajes de metas se calculan con ayuda de expertos convocados a talleres en los que se cuantifican y ponderan diferentes criterios, incluyendo las metas propuestas por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Además de las metas para cada objeto de conservación, en los análisis posteriores se considera otro conjunto de criterios con el fin de garantizar no solo la adecuada representación de los OdC, sino la persistencia de la biodiversidad mediante mecanismos complementarios tales como la conectividad ecológica. Se seleccionan por ejemplo, sitios altamente complementarios que puedan unirse por sus afinidades ecológicas y que adicionalmente cumplan otros criterios de selección tales como una mayor distancia a las amenazas puntuales (p.e. carreteras y centros poblados), y un menor porcentaje de área transformada. También se tienen en cuenta criterios que permitan maximizar las oportunidades de conservación, de modo que suelen seleccionarse aquellos sitios que sean a la vez resguardos indígenas o áreas de desarrollo de proyectos de conservación o restauración en curso.

Los algoritmos

Una alternativa para seleccionar áreas de conservación es el método sistemático que usa algoritmos para identificar sistemas de complementariedad a las áreas de conservación ya existentes. Los algoritmos son definidos como una serie de reglas que permiten resolver problemas demasiado complejos para la mente humana (Ardron *et al.* 2008). El uso de algoritmos permite hacer análisis consistentes y transparentes, siendo a la vez flexibles frente a las diversas opciones para la obtención de metas de conservación (Cowling *et al.* 2003). Sin embargo, se debe tener en cuenta que el uso de éstos algoritmos es solo parte de un proceso integral de planificación (Margules y Pressey 2000), en el cual es importante combinar la opinión de expertos, gestores y directivos y hacer especial énfasis en el contraste de la información de los expertos frente al uso de los algoritmos (Cowling *et al.* 2003).

PASOS METODOLÓGICOS

I. Fase preliminar

En la etapa previa al taller se recopiló y se validó la información relevante consultando vía electrónica con los expertos. Estas actividades incluyeron:

a) Recopilación de información espacial - en formato .shp - sobre las áreas protegidas de la cuenca en ambos países (esta información permitió ajustar los límites de dichas áreas).
b) Recopilación de información sobre las amenazas actuales y potenciales, grado de alteración de los ecosistemas y vulnerabilidad de los respectivos objetos de conservación (se usó la información obtenida en el taller anterior realizado en el 2009).
c) Revisión de la propuesta preliminar de las unidades de análisis por parte de los especialistas regionales.

El material enviado a los participantes incluyó cartografía y listados de amenazas. Se solicitaron comentarios y observaciones previas a la realización del taller.

II. Trabajo en mesas de expertos (Bogotá D.C.)

Las discusiones durante el taller se realizaron en mesas de trabajo de expertos que compartían el conocimiento sobre una región específica, en este caso tres grandes ecorregiones:

- Orinoquia Andina
- Llanos (Atillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera)
- Región Guayana-Delta (Zona de Transición Orinoco-Amazonas, Orinoquia Costera, Corredor Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y Orinoquia Guayanesa).

Cada mesa eligió un relator quien estuvo a cargo de exponer los resultados de la mesa al resto de asistentes. En total se conformaron cinco mesas de trabajo. Tres mesas trabajaron la región Llanos por ser la zonas con más representantes en el taller, las otras dos mesas correspondieron a las dos regiones restantes (Anexo 1). Se consideraron como unidades de análisis las grandes regiones biogeográficas de la cuenca y las 19 áreas nominadas en el taller anterior (Lasso *et al.* 2010).

Actividad 1.1.
Ponderación de las amenazas y vulnerabilidades
Para definir la importancia de cada bloque de la matriz (Tabla 1) (cada bloque agrupa un conjunto de amenazas), se hizo un ejercicio de valoración porcentual para cada una de las variables dentro de la columna. Para ello, cada bloque se identificó con un color (p.e. color azul para el bloque de amenazas de transformación) y cada uno de los participantes asignó un porcentaje a la importancia de cada una de las variables dentro del bloque para toda la cuenca (p.e. uso, transformación, etc.) ubicándola en cada anillo de una diana de papel de gran formato (cada anillo de la diana correspondió a un porcentaje, siendo el del centro el más alto). Luego se analizó por separado el porcentaje de cada color, y se asignó un valor de importancia a cada bloque.

Actividad 1.2.
Calificación de las amenazas y vulnerabilidades
Se trabajó con una tabla de calificación de amenazas y vulnerabilidades (las mismas de la actividad anterior), de cada una de las regiones biogeográficas y las 19 áreas preseleccionadas (Tabla 1). A partir de las discusiones de cada mesa, se completó la matriz, calificando porcentualmente el nivel de la amenaza y la vulnerabilidad para cada región, así:
Alta (76 – 100%)
Media (51 – 75%)
Baja (26 – 50%)
Muy baja (0 - 25%)

Esto permitió ponderar las variables y determinar un riesgo semejante para las distintas regiones.

Actividad 1.3.
Cálculo de las metas de conservación
El ejercicio de formulación de metas de conservación permitió definir el porcentaje que se debe conservar de un área. Para esto, el primer pasó consistió en definir en cada mesa, los valores máximos y mínimos de metas probables (es decir el porcentaje mínimo que se debe conservar para mantener la representatividad ecosistémica), en sentido amplio (entre 0% y 100%), o en sentido estricto (entre 10% y 30%), como plantea el CDB. Para éste ejercicio y los siguientes, se eligió un relator en cada una de las mesas de trabajo, quien resumió las opiniones de los participantes y finalmente buscó un consenso alrededor de un rango porcentual hacia el cual deberían dirigirse las metas probables. Como ayuda a este ejercicio se ofreció una gráfica ilustrativa relacionando los umbrales de metas probables.

Actividad 1.4
Procesamiento de datos
Los resultados de esta primera fase, fueron procesados por un equipo de apoyo geomático quien identificó los vacíos de conservación, entendidos como áreas faltantes y requeridas para alcanzar la meta, una vez consideradas las áreas protegidas existentes en los dos países.

Posteriormente, con base en el concepto de complementariedad (contribución cuantitativa del sitio para representar las características que aún no han sido representadas) (Vane-Wright *et al.* 1991) y mediante el software ConsNet 1.0, que permite diseñar y analizar áreas importantes para

A. Rial

G. Romero

Tabla 1. Matriz de ponderación de amenazas y vulnerabilidades para la actividad 1.1. y 1.2. Cada casilla se calificó porcentualmente.

	Amenazas (Extracción de recursos e introducción de materiales ajenos al ecosistema)						**Amenazas** (Megaproyectos e infraestructura)				**Vulnerabilidad**[1] (forma de la unidad, efecto de borde, endemismos)		
Unidad de análisis	Sobrepesca	Cacería y tráfico ilegal	Deforestación	Contaminación de cuerpos de agua	Especies introducidas (exóticas y trasplantadas)	Cultivos ilícitos	Minería e hidrocarburos	Monocultivos	Hidroeléctricas y otras obras hidráulicas	Infraestructura vial	Forma de la unidad de análisis	Endemismos	**Vulnerabilidad** a cambio climático

la conservación (Ciarlegio *et al*. 2009), se seleccionaron los sitios requeridos para alcanzar las metas cuantitativas fijadas para cada OdC (regiones biogeográficas). Este procedimiento tomó en cuenta aquellas áreas con la mayor cobertura natural y el mejor diseño espacial capaces de generar conectividad del paisaje. Resultados: mapa con las áreas propuestas para llenar los vacíos de conservación y alcanzar las metas establecidas para los OdC.

Actividad 2.1.
Identificación de las áreas más propicias para llenar los vacíos de conservación
Los resultados obtenidos en el análisis geomático del día anterior fueron evaluados, validados y ajustados en los mapas disponibles en cada mesa de trabajo. Un relator consignó las propuestas surgidas de la discusión presentó los resultados al grupo para el análisis general.

Actividad 2.2.
Desarrollo de un mapa de oportunidades
Basado en el mapa base de la cuenca y de forma independiente a los cálculos de priorización, se elaboró un mapa con la representación de las oportunidades para la región, específicamente con los actores que se encuentran desarrollando actividades de conservación (*sensu lato*) en cada zona definida.

Para ésta actividad se contó con un mapa impreso en gran formato en el que cada entidad participante pudo incluir datos de su proyecto en la respectiva zona de acción dentro del mapa. Se incluyeron aspectos tales como el título del proyecto, el ente ejecutor, el sitio de acción específica (p.e. municipio, cuenca, población, etc.) y la temporalidad del mismo (p.e. duración en meses, años). Con esta información se obtuvo un mapa de oportunidades para la región.

1 Vulnerabilidad. Los sistemas son vulnerables si tienen una baja capacidad adaptativa, por lo tanto los sistemas son altamente vulnerables si tienen una baja capacidad inherente para enfrentar el cambio y/o tienen pocas o ninguna opción de reducir el impacto de las presiones y/o son naturalmente sensibles a las presiones (por ejemplo debido a su posición geográfica o sociopolítica). La vulnerabilidad esta relacionada con las escalas espaciotemporales y es una propiedad dinámica ya que cambia dependiendo de las condiciones locales. Así un sistema pude ser vulnerable en una época determinada del año (ej. estación seca) pero no en otra. Tomado de: CDB, 2005. Integration of biodiversity considerations in the implementation of adaptation activities to climate change at the local, subnational, national, subregional and international levels.

A. Rial

Actividad 2.3.
Calificación de las áreas nominadas para la generación de prioridades de conservación
Seguidamente se calificaron en orden de importancia ecológica cada una de las 19 áreas nominadas en el taller del 2009, más aquellas que contribuyeron a llenar los vacíos de información. Se calificó cada una considerando tres variables: importancia, urgencia y oportunidad. En cada mesa, se analizaron y discutieron estas variables hasta completar la matriz de calificación porcentual de las áreas:
Alta (76 – 100%)
Media (51 – 75%)
Baja (26 – 50%)
Muy baja (0 - 25%)

Con la calificación de las áreas se estableció la prioridad de conservación de cada una mediante un ejercicio geomático, basado en cálculos algorítmicos, que se hizo durante la noche y se discutió al día siguiente.

Actividad 2.4.
Procesamiento de datos
Una vez identificadas las prioridades de conservación de las áreas nominadas y partiendo de una lista clasificada de mayor a menor, se obtuvieron las zonas con prioridad para la conservación que complementaron a las 19 áreas nominadas previamente.

Actividad 3.1.
Validación de las prioridades de conservación en las áreas nominadas
Nuevamente las mesas de trabajo evaluaron los resultados obtenidos del análisis geomático. Se validaron los resultados y se realizaron ajustes a la propuesta. Un relator consignó las nuevas propuestas y los resultados se presentaron en plenaria.

Actividad 3.2.
Discusión de agenda futura de trabajo
Finalmente en una discusión de cierre se propusieron una serie de acciones posteriores. En el marco de una plenaria abierta y bajo la moderación del relator quien a su vez compiló las conclusiones finales de las mesas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardron, J. A., H. P. Possingham y C. J Klein (Editores). 2008. Marxan Good Practices Handbook. External review version; 17 May, 2008. Pacific Marine Analysis and Research Association, Vancouver, B.C, Canada. 155 pp.
- Ciarleglio M., J. W. Barnes y S. Sarkar. 2009. ConsNet: new software for the selection of conservation area networks with spatial and multi-criteria analyses. *Ecography* 32: 205-209.
- Corzo, G., M. C. Londoño-Murcia, W. Ramírez, H. García, C. Lasso y B. Salamanca (Eds.). 2011. Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol, localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales. Instituto Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A., Bogotá D.C., Colombia. 240 pp.
- Cowling R. M, R. L. Pressey, R. Sims-Castley, A. le Roux, E. Baard, C. J. Burgers y G. Palmer. 2003. The expert or the algorithm? comparison of priority conservation areas in the Cape Floristic Region identified by park managers and reserve selection software. *Biological Conservation* 112:147-167.
- Galindo, G., E. Cabrera, J. Otero, N. R. Bernal y S. Palacios. 2009. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el piedemonte amazónico colombianos. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No. 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia. 24 pp.
- Groves, C., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y Runnels. 2000. Diseño de una Geografía de la Esperanza: Manual para la planificación de la conservación Ecoregional. Volúmenes I y II, Segunda Edición, The Nature Conservancy. 215 pp.
- Groves, C. R. 2003. Drafting a Conservation Blueprint: A Practitioner's Guide to Planning for Biodiversity. Island Press y The Nature Conservancy. Washington, D. C. 457 pp.
- Klein, E. y J. Cárdenas (Editores). 2009. Identificación de prioridades de conservación asociadas a los ecosistemas de la Fachada Atlántica y a su biodiversidad. INTECMAR, Chevron y The Nature Conservancy, Venezuela. 337 pp.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Editores). 2010. Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle, Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- Margules, C. R. y R. L Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243–253.
- Margules, C. R. y S. Sarkar. 2007. Systematic conservation planning. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 270 pp.
- Sullivan, M. y J. Chesson. 1993. The use of surrogate measurements for determining species distribution and abundance. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia. 38 pp
- Valutis, L. y R. Mullen. 2000. The Nature Conservancy's approach to prioritizing conservation action. *Environmental Science & Policy* 3: 341-346.
- Vane-Wright, R.., C. Humphries y P. Williams. 1991. What to protect? systematic and the agency of choice. *Biological Conservation* 55: 235–54

G. Romero

A. Rial

a. *Crocodylus intermedius*, Ecoparque Wisirare, Orocué (Casanare). Foto: M. Merchán, CHELONIA.
b. Mata mata (*Chelus fimbriatus*), río Vichada. Foto: F. Gómez, CHELONIA.
c. Sikuani tejiendo (Vichada). Foto: F. Gómez, CHELONIA.
d. Sabana inundada y jaguey. Reserva Palmarito (Casanare). Foto: M. Merchán, CHELONIA.
e. Llanos cerca de Puerto López (Meta). Foto: M. Merchán, CHELONIA.
f. Cartel educativo en Santa Rita (Vichada). Foto: A. Castro, CHELONIA.

g. Discusión de propuestas de áreas. Foto: R. Anderson.
h. Ponderación de amenzas y vulnerabilidades. Foto: R. Anderson.
i. Mesa de trabajo Orinoquia andina. Foto: R. Anderson.
j. Mesa de trabajo altillanura orinoquense y Orinoquia llanera. Foto: R. Anderson.
k. Mesa de trabajo región Guayana-Delta. Foto: R. Anderson.
l. Integrantes del III Taller Binacional Orinoco. Foto: R. Anderson.

Delfines de río o toninas, río Orinoco. Foto: F. Trujillo.

3. ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES PARA LA CONSERVACIÓN

C. Señaris

Wilson Ramírez, Clara L. Matallana, Anabel Rial B., Carlos A. Lasso, Germán Corzo, Angélica Diaz-Pulido y María C. Londoño-Murcia

Se presentan a continuación los resultados de cada etapa de este análisis en las regiones de la cuenca del Orinoco.

Se han integrado las amenazas y la vulnerabilidad de los ecosistemas, con las metas factibles de conservación y los vacíos de representatividad en los sistemas de áreas protegidas nacionales. Este análisis complementa el anterior (2009) sobre el estado y nivel de conocimiento de las especies y refina y/o rediseña las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de esta cuenca.

Las áreas prioritarias fueron finalmente refinadas y/o rediseñadas en consenso, luego de analizar detalladamente la siguiente información en las tres grandes regiones o paisajes de la cuenca: Andes, Llanos y Guayana-Delta.

1) Mapas de 19 áreas nominadas por consenso en 2009 basados en:
   - Estado del conocimiento (riqueza, endemismos y especies amenazadas).
   - Nivel de conocimiento (vacíos de información sobre biodiversidad y esfuerzo de muestreo en las regiones).
2) Mapas de áreas protegidas.
3) Mapa de amenazas definidas en este taller 2010.
4) Definición de la meta mínima de conservación de cada región, a partir del porcentaje de territorio factible de ser declarado bajo alguna figura vigente o nueva de protección.

3.1 CALIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE LAS AMENAZAS Y LA VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS

Cada mesa de trabajo empleó una tabla de calificación para las variables: 1) amenaza, 2) vulnerabilidad y 3) susceptibilidad al cambio climático, en cada región o unidad de análisis. En una matriz quedaron asignados los respectivos bloques de valores porcentuales, a partir de los cuales se obtuvieron los promedios de cada variable (Tabla 1).

Las amenazas fueron calificadas considerando los efectos actuales (impactos) y potenciales futuros de la actividad humana en la cuenca.

El cambio climático se consideró aparte por ser una amenaza global de impacto regional, que es causa y efecto a la vez. Se analizó desde la perspectiva de una menor resiliencia de los ecosistemas de cada región frente a inusuales variaciones en los patrones de temperatura y precipitación. En cada

A. Navas

Tabla 1. Ponderación de las amenazas.

Unidad de análisis	Calificación %
Amenazas (deforestación, especies exóticas, cacería)	33,6
Amenazas (macroproyectos e infraestructura)	47,4
Vulnerabilidad	9,9
Cambio climático	8,9

región se discutieron casos específicos tales como los regímenes de incendio, frecuencia, intensidad y posibles consecuencias, dinámica hidrológica humedales o patrones de lluvias en frentes andinos.

En el anexo 1 se listan los participantes de las mesas. A continuación se presenta un resumen de las opiniones de las mesas sobre las amenazas en las regiones.

Región Orinoquia Andina

Su mayor variabilidad ecosistémica determinada por el amplio rango altitudinal (150 - 5000 m s.n.m.) dificultó el consenso respecto al impacto de las diversas amenazas en esta región, que incluye paisajes de llanura y grandes humedales, piedemonte y páramos. Sin embargo queda claro que los cambios se deben a:

1) La densidad poblacional, considerada la principal amenaza sobre la biodiversidad. Este factor ya ha sido reconocido antes por investigadores y organizaciones dando origen entre otros, al concepto de "hotspot" (áreas cuya alta diversidad biológica está amenazada por el aumento demográfico). En esta región, al impacto del gran número de personas por metro cuadrado, se suman las amenazas que implican sus actividades de desarrollo, destacando las siguientes:
2) Deforestación e infraestructura vial ya que interrumpen la conectividad de los ecosistemas.
3) Contaminación de cuerpos de agua.
4) Introducción de especies.
5) Represas hidroeléctricas (Venezuela) y minería (principalmente en Colombia).

Las amenazas de menor impacto en la región andina fueron:

6) La cacería.
7) Los cultivos ilícitos y los monocultivos.
8) La sobrepesca.
9) El cambio climático.

A pesar de los esfuerzos de investigación en los últimos años, también los vacíos de información se consideraron una amenaza, pues implican un desconocimiento que hace mas vulnerable o menos susceptible de atención a los ecosistemas.

Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera

1) La sobrepesca y cacería persisten como la mayor amenaza para las poblaciones de fauna silvestre. Su impacto durante la última década se demuestra con el marcado descenso de las capturas por unidad de esfuerzo. En cuanto a la cacería y el tráfico ilegal, la cuantificación es difícil por lo furtivo de las redes de distribución. También es causa de amenaza la población flotante (empleados temporales de desarrollos energéticos, agrícolas, mineros, etc.) y turística, que presiona los ecosistemas y extrae intensamente determinados recursos de fauna y flora.
2) El cambio de uso del suelo y deforestación. Los cultivos ilícitos y los monocultivos causan deforestación, por tanto se incluyen en dicha categoría de amenaza. También se incluyen el cambio en el uso del suelo y la sustitución de ecosistemas de sabana natural por siembras de pastos exóticos y otros monocultivos.
3) El fuego ha sido usado y manejado tradicionalmente hasta considerarse parte de la dinámica natural de las sabanas, sin embargo este factor se identifica como amenaza en la Orinoquia, después de haber sido analizado como posible causa de la alteración de la composición de especies en algunos ecosistemas.
4) El cambio en la tenencia de la tierra puede alterar el paisaje y con ello la heterogeneidad de los hábitats y la composición de las especies.
5) Las especies introducidas se analizaron desde las perspectivas terrestre y acuática. En el caso de las terrestres se convino que la mayor presión se ejerce a partir del cambio en el uso del suelo, que trae consigo el riesgo de las especies invasoras. En las especies acuáticas, la zoocría de tilapia (*Oreochromis spp.*) no parece haber tenido mayor impacto por ahora. Sin embargo debe ponerse atención pues con el tiempo las comunidades autóctonas pueden reducir su capacidad de resiliencia frente a esta presión de competencia, favoreciendo a las especies introducidas tal como ha sucedido en el río Magdalena, en donde la tilapia representa actualmente el 30% de la pesca.
6) La contaminación es una amenaza mayor por ahora para los ambientes acuáticos de la altillanura que para las tierras bajas de las sabana inundables.
7) La infraestructura vial de la cuenca se considera una amenaza menor en Colombia que en Venezuela.
8) Las obras hidroeléctricas e hidráulicas alteran los ecosistemas y representan un desafio en el desarrollo de nuevas tendencias de construcción. El caso del río Meta ilustra sobre el macroproyecto cuyos mínimos avances actuales ya nos alertan.
9) La minería se diferenció de la extracción de hidrocarburos y ambas se consideraron amenazas, teniendo en cuenta que la legislación contempla demandas específicas para cada una de ellas. Se destacó la necesidad de mayores y mas específicas regulaciones para las actividades de extracción de oro y coltán, vistos los casi irreversibles efectos que ambas ocasionan en el medio físico, la cadena trófica y la salud humana.

La vulnerabilidad de la región, analizada a nivel ecosistémico, confirmó que las sabanas, los bosques de galería, las matas de monte, los morichales y los humedales responden de modo distinto a la fragmentación.

El número de especies en peligro de extinción en esta región es bajo. En parte debido a que la geografía llanera permite a las especies desplazarse en grandes superficies y acceder a los recursos necesarios para sobrevivir y enfrentar las amenazas. Sin embargo, cada vez se eliminan mas espacios naturales. Si el impacto causado por la sustitución y fragmentación de hábitats alcanza el límite de tolerancia de las especies, el riesgo de extinción aumentará.

El impacto del cambio climático en la región de los llanos incluye tres componentes:

1) Desertificación, resultante de los cambios en el patrón de lluvias.
2) Alteración del régimen hidrológico en las llanuras inundables.
3) Cambio en la distribución geográfica de especies vegetales.

Precisar el grado de vulnerabilidad de esta región frente a los cambios, amerita información que no está disponible hasta el momento.

Región Guayana-Delta: Zona de Transición Orinoco-Amazonas, Orinoquia Costera, Corredor Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y Orinoquia Guayanesa

Esta amplia región fue subdividida en tres subunidades de análisis, considerando que su superficie representa entre el 50 y el 60% del área de la cuenca. en un amplio gradiente altitudinal de paisajes muy heterogéneos.

- Orinoquia Costera.
- Región Guayanesa del Orinoco (Alta, Media y Baja).
- Zona de Transición Orinoco-Amazonas.

A continuación se presenta una síntesis de las amenazas en cada una de estas sub-regiones:

1) Sobrepesca. Analizada desde la perspectiva de subsistencia, no comercial y considerando principalmente el curso principal del río Orinoco en sus secciones alta, media y baja, hasta su desembocadura al mar en el delta del Orinoco. Si bien la pesca de subsistencia ocurre en toda la Guayana, siendo a gran escala en algunos sitios, estos no resultan tan importantes como en el cauce principal del río Orinoco.
2) Cacería y tráfico ilegal. Los mayores porcentajes de amenaza se asignaron a la subregión del delta del Orinoco, donde algunas especies de mamíferos, reptiles y aves son muy vulnerables. Es el caso de los psitácidos (loros y guacamayas) y aves cantoras (pericos). Lo mismo ocurre en la subregión del Corredor del Orinoco Medio, tanto en Colombia como en Venezuela, donde algunas especies de mamíferos, reptiles y peces ornamentales, se encuentran amenazados. Lo anterior no implica la ausencia de cacería o tráfico en otras regiones, pero en éstas dos unidades regionales, los porcentajes relativos resultaron ser más altos.
3) Deforestación. El grado de amenaza fue diferente en las áreas de la transición con la Amazonia, destacando el cauce principal del Orinoco y la desembocadura de los grandes afluentes Caura, Paragua y Cuchivero. De mayor magnitud en la Orinoquia Costera, área en la que se asienta la mayor densidad de población. Esta amenaza se vincula aquí a la siguiente actividad que constituye una amenaza en sí misma.

G. Romero

A. Navas

4) Minería. Causante directo o indirecto de deforestación y contaminación de los cuerpos de agua. La contaminación por mercurio es consecuencia de la minería ilegal o no planificada que se lleva a cabo en diferentes lugares del estado Amazonas y al norte del estado Bolívar en Venezuela, a pesar de que la legislación nacional la prohíbe. Una situación similar ocurre en el departamento del Guainía en Colombia, donde también hay núcleos muy fuertes de minería. La contaminación por aguas residuales, domésticas e industriales, está restringida a la parte norte y al bajo Orinoco.
5) Especies introducidas en el delta Orinoco, principalmente en la parte norte (p. e. cultivo de pinos, eucaliptos, pastos con fines agrícolas).
6) Los cultivos ilícitos en el lado colombiano se ubican principalmente en la zona de transición con la Amazonia, donde hay evidencia clara de sus impactos.
7) Los monocultivos de pastos para ganadería y otros sistemas, especialmente las plantaciones de pino caribe (*Pinus caribaea)*, se encuentran en los estados Monagas y Anzoátegui en Venezuela.
8) Las hidroeléctricas y otras obras hidráulicas se ubican al sur del Orinoco, en el bajo Caroní, como la represa del Gurí. Otro conjunto se sitúa al norte del Orinoco. El resto de las áreas no tienen desarrollos hidráulicos de tal magnitud, lo cual no implica que puedan existir otras actividades que alteren la dinámica hidrológica del río, tal como los dragados que se hacen para la navegación en el río Grande y en el curso principal del Orinoco. También se incluye en ésta categoría de amenaza e impacto, el evidente efecto negativo del represamiento de algunos caños en el Delta.
9) La infraestructura vial se considera una amenaza menor, localizada principalmente en la parte norte y en los márgenes del canal principal del río Orinoco hasta Puerto Ayacucho. En el resto de la región y el Delta, no hay desarrollo vial.

La vulnerabilidad fue examinada en términos de ecosistema, pero analizando atributos tales como la riqueza de especies, endemismos y número de especies amenazadas. Se consideró mayor el nivel de endemismo de géneros y especies en el Pantepui (Escudo Guayanés). Por su parte, el bajo Orinoco cuenta con una alta riqueza de especies, bajo nivel de endemismo y un gran número de especies amenazadas como las grandes tortugas *Podocnemis expansa* (tortuga arrau) y el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius)*, además de muchas especies de mamíferos de gran tamaño.

La vulnerabilidad frente al cambio climático, tuvo en cuenta los modelos generados para predecir el efecto de las variaciones de temperatura y de los patrones de precipitación, relacionado a su vez con los cambios en la dinámica fluvial. Por esta razón los valores más altos correspondieron a las áreas influenciadas por las mareas o por regímenes de inundación estacional. De allí que esta variable sea más importante en la porción media del Orinoco, en las zonas inundables de la Amazonia y en el delta del Orinoco. En estas zonas medias y bajas, el efecto del cambio climático se podría traducir en un aumento del nivel del mar y de las mareas (en el delta y hasta 200 km río arriba), mientras que en las zonas interiores mas altas, serían directamente afectadas por el efecto de lluvias mas intensas e inundaciones más prolongadas.

La falta de información sobre la biodiversidad se ha considerado también una amenaza, ya que el desconocimiento nos impide predecir por ejemplo, el comportamiento de los ecosistemas y sus especies frente a los cambios. Excepto en el norte del delta del Orinoco, el conocimiento es escaso o nulo en la mayor parte de esta unidad regional, como por ejemplo en la zona de Transición Amazónica e incluso en gran parte de la cara sur de la Guayana venezolana. La información requerida no se refiere solo a la presencia de especies, sino al funcionamiento de los ecosistemas. Tenemos un desconocimiento general sobre aspectos integrales en toda cuenca.

3.2 CÁLCULO DE LAS METAS PARA LOS OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Se han estipulado una serie de metas que aseguran la conservación de la biodiversidad a nivel mundial. Hasta hace unos años estas metas de conservación se referían a la protección de áreas que representaran el 10% de los ecosistemas o unidades de vegetación del planeta. Recientemente se incrementó y muchos científicos consideran que la nueva cifra del 17%, es insuficiente para la adecuada representación de algunos ecosistemas en el sistema de áreas protegidas, mientras que resulta excesiva para otros.

En cada una de las subregiones se discutió acerca del rango factible de establecimiento de esta nueva meta de conservación de la biodiversidad. Es claro que debe existir un balance entre uso y conservación, por lo cual la meta del 100% queda de antemano descartada, así que los rangos que se evaluaron en las tres regiones están asociados a las amenazas y vulnerabilidades, en un equilibrio entre lo deseable y lo posible. La meta inferior es el área mínima requerida para una muestra ecológica funcional dentro del sistema de áreas protegidas vigente, considerando también la posibilidad de establecer nuevas figuras de conservación.

G. Romero

La meta superior está determinada principalmente por la factibilidad política.

A continuación se resumen las opiniones de las mesas en cuanto a los rangos de meta apropiados para cada región. Los valores asignados se muestran en la tabla 4.

Región Orinoquia Andina

La región Altoandina posee un amplio gradiente altitudinal (150-5000 m s.n.m.) y una alta diversidad ecosistémica. La alta densidad poblacional ha causado la fragmentación de los ecosistemas, de modo que el análisis de las metas de conservación ha estado sujeto al riesgo que suponen estos cambios continuos en el tiempo.

En la región andina la vulnerabilidad y las amenazas son altas (superior al 60%).

Las áreas protegidas en la región abarcan el 20,4% del territorio de la cuenca, pero su efectividad está ampliamente cuestionada. Se suele asumir en consenso, que aun cuando éste sea el porcentaje de la región legalmente protegido, no representa de ningún modo la protección en un 100% esperado para la preservación de la biodiversidad que alberga. Así pues, si sumamos a este conjunto de áreas legalmente protegidas pero ineficaces actualmente, los nuevos espacios nominados aquí como prioritarios para la biodiversidad de la cuenca del Orinoco, el conjunto supondría finalmente el 35,2% de la región andina.

En este contexto, la meta mínima de conservación sugerida para los próximos dos años es del 40%, contando con las áreas protegidas existentes y propuestas (35,2%) y un incremento del 4,8% del área de conservación a través de acuerdos estratégicos con los que se podría alcanzar el 40% para que la región estuviese efectivamente protegida en el conjunto de sus variados ecosistemas. Para fortalecer e incrementar las áreas de conservación en la región, mediante la conectividad entre áreas protegidas y la recuperación de otras, es indispensable lograr acuerdos estratégicos con entes privados y públicos. En algunos casos como el Ramal de Calderas en el piedemonte andino, existe un área propuesta de conectividad de esta zona no protegida con las cuatro áreas protegidas circundantes y en el caso del corredor Terepaima – Yacambú, solo le resta la promulgación del nuevo decreto por parte del gobierno de Venezuela para hacer efectiva esta conexión entre Parques Nacionales a través de la ampliación del área ya establecida y aprobada técnicamente por Inparques en Venezuela.

Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera

El mínimo porcentaje de área que debe protegerse en esta región se estimó en 17%. Este umbral mínimo incluye una buena representación de la heterogeneidad de ambientes ricos y productivos de esta región. Las áreas propuestas en el taller pasado (Lasso *et al.* 2010) incluyen variados ecosistemas tales como los humedales de Arauca y Apure, las serranías de El Baúl, los ecosistemas de morichal y una serie de ríos de aguas claras en sitios actualmente protegidos como el Caño la Guardia y el Cinaruco, zonas altas como el alto Meta y el río Cusiana. Este conjunto cubre el 17% de la superficie de la región. Sin embargo, el análisis determinó la necesidad de aumentar esta superficie protegida hasta el 30%. Para ello se propone un corredor entre los humedales de Arauca y los humedales de Lipa, capaz de preservar ecosistemas acuáticos, del piedemonte andino en Venezuela, la altillanura plana en Colombia y la zona de transición Orinoco Amazónica en Colombia.

Para la definición de la meta máxima, los valores propuestos variaron entre el 25% y el 80% del área total. Finalmente, se obtuvo un promedio cercano al 50% que consideró argumentos tales como los procesos de transformación acelerada de la zona andina en Colombia y Venezuela, las limitaciones de fertilidad de los suelos que restringen la productividad de los sistemas agrícolas y la alta vulnerabilidad de los ecosistemas a las perturbaciones, especialmente sensibles en la altillanura, en la Orinoquia llanera y la zona de transición Amazónica.

Teniendo en cuenta el escaso número de áreas protegidas en Colombia se asignó una meta máxima del 50%, aún cuando se reconoce que apenas el 25% podría ser políticamente viable.

Si bien la negociación sobre la ampliación de la protección de estas áreas plantea serias dificultades de índole comercial y político, los argumentos para incrementar estas áreas protegidas deben centrarse en la representatividad ecosistémica que suponen por el bienestar que los servicios ecológicos nos proveen.

Región Guayana-Delta: Zona de Transición Orinoco-Amazonas, Orinoquia Costera, Corredor Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y Orinoquia Guayanesa

El análisis integral de esta región partió de criterios tales como el nivel de transformación, las amenazas potenciales,

A. Navas

los endemismos y la representatividad de los ecosistemas en el conjunto de áreas protegidas actuales. En este contexto, el umbral máximo se estimó en 30%, teniendo en cuenta los ejercicios previos de priorización y la reconocida urgencia de conservación en esta cuenca.

Las áreas prioritarias nominadas para esta región en el taller de 2009, se consideran superficies complementarias a las áreas protegidas legalmente, con las cuales podría alcanzarse la nueva meta de conservación. Su designación depende de que cada gobierno decida la figura oficial más pertinente, bien sea entre las actualmente contempladas en la ley (Parques, Monumentos, Refugios), u otras nuevas. Dado que la conectividad es un factor determinante en el éxito de la conservación a largo plazo, no se estableció un umbral máximo en este ejercicio, pero si se resaltó que una meta menor al 30% no sería de ningún modo viable, teniendo en cuenta que la meta mínima mundial para el 2020 debe alcanzar al menos el 17% (Tabla 2).

Promedio general de las metas

A partir de la información anterior se promediaron las metas para cada unidad de análisis en las regiones. La extrapolación a un modelo de distribución logístico definido en ejercicios anteriores de planificación (Corzo, obs. pers.), permitió el cálculo de las metas de conservación para cada una de las grandes unidades biogeográficas de la cuenca (Tabla 3).

Para analizar las metas en cada región, se verificó: 1) el porcentaje de superficie que ocupan las áreas protegidas existentes (AP) y 2) el porcentaje de área faltante en áreas nominadas propuestas para cada región (AN) (Tabla 4).

Tabla 2. Rangos de metas de conservación propuestos en las tres regiones.

Región	Umbral mínimo propuesto (%)	Umbral máximo propuesto (%)
Región Orinoquia Andina	32,5	40
Región Llanos	17-30	25-50
Región Guayana-Delta	30	30

Tabla 3. Metas de conservación calculadas para cada unidad de análisis.

Unidad de análisis	Meta (%)
Altillanura Orinoquense	31,4
Corredor Alto Orinoco	20,7
Corredor Bajo Orinoco	32,9
Corredor Delta del Orinoco	25,4
Corredor Medio del Orinoco	19,7
Orinoquia Andina	31,9
Orinoquia Costera	29,2
Zona de Transición Orinoco-Amazonas	20,8
Orinoquia Guayanesa	23,6
Orinoquia Llanera	34,1

3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS MÁS PROPICIAS PARA LLENAR LOS VACÍOS DE CONSERVACIÓN

En este apartado los especialistas analizaron y sintetizaron el panorama actual en las tres regiones considerando las áreas protegidas, las áreas nominadas y la factibilidad.

Teniendo en cuenta la propuesta de áreas necesarias para ampliar la representatividad de la cuenca según los análisis previos, se propusieron áreas prioritarias, básicamente anexando pequeñas superficies o generando corredores en gradientes altitudinales.

G. Romero

Tabla 4. Metas de conservación calculadas para las unidades de análisis de la cuenca del Orinoco. AP: área protegida; AP y AN: sumatoria de las metas de las áreas protegidas más las áreas nominadas.

UA	Meta (%)	AP (%)	AP + AN (%)
Altillanura Orinoquense	31,4	6,6	20,6
Corredor Alto Orinoco	20,7	47,3	51,3
Corredor Bajo Orinoco	32,9	5,1	30,7
Corredor Delta del Orinoco	25,4	14,9	49,4
Corredor Medio del Orinoco	19,7	19,2	96,8
Orinoquia Andina	31,9	26,2	38,2
Orinoquia Costera	29,2	2,2	2,5
Transición Orinoco-Amazonas	20,8	12,5	32,8
Orinoquia Guayanesa	23,6	20,3	28,2
Orinoquia Llanera	34,1	5,9	27,4

Se presentan a continuación las nueve propuestas de áreas importantes para la conservación resultantes de este análisis, los números en paréntesis corresponden a su código en la leyenda del mapa.

Región Orinoquia Andina

Propuesta 1. Corredor páramos (18)

Área propuesta para proteger los páramos (3000 m s.n.m) donde se incluyen las cabeceras del río Guayabero – Guaviare, principalmente el Alto Guaviare y un corredor de ecosistemas estratégicos de la región central de la cordillera oriental (Parque Nacional Natural Picachos - PNN Sumapaz - PNN Chingaza).

Propuesta 2. Barinas-Canagüa (1)

Corredor de conservación en el gradiente páramo-humedales compuesto por una franja de 10 km a cada lado del cauce principal de río Canagüa, desde su nacimiento en la Cordillera andina hasta las planicies del río Apure. Esta área conecta dos anteriormente nominadas (Piedemonte de Barinas y Sabanas Inundables del río Apure) a través de una cuenca en buen estado de conservación.

Este corredor incrementaría la conexión entre tres Parques Nacionales (Sierra Nevada, Guaramacal, Sierra La Culata), las áreas no protegidas del Ramal de Calderas y las planicies inundables de Apure. Incluye desde los 3200 m s.n.m a ecosistemas del páramo, subpáramo, arbustales y bosque nublado; y entre los 1200 y los 800 m s.n.m protege los remanentes de bosque semicaducifolio afectados por la actividad cafetalera-ganadera, hasta los bosques de galería y los humedales de los llanos inundables.

Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera

Propuesta 3. Corredor Cocuy - río Casanare - Valle aluvial del Meta (4)

Área que conecta el PNN El Cocuy con los dos complejos de humedales de Arauca y Casanare, mediante el corredor río Casanare, ampliando el área nominada Humedales de Casanare y uniendo a través del río Meta esta superficie con las áreas nominadas anteriormente, Corredor Bita-Meta-Orinoco y Corredor Medio Orinoco, la cuenca del río Tomo (Vichada) y la Estrella Fluvial de Inírida.

Propuesta 4. Ampliación Tuparro-Reserva de la Biosfera (12)

Ampliación de la Reserva de Biosfera El Tuparro hacia los ríos Tomo y Vichada, y extensión de la zona de amortiguación del PNN Tuparro, incluyendo la cuenca del río Bita y el área nominada del alto río Manacacias integrándola a la llanura disectada (altillanura húmeda) o serranía, con las nacimientos de ríos como el Metica y el Canoa entre otros.

A. Navas

G. Romero

Propuesta 5. Lipa (11)
Corredor de conservación entre el alto río Lipa y los humedales de Arauca.

Propuesta 6. Manacias (8)
Área de sabanas disectadas en el nacimiento del río Manacacias y bosques medios densos (BMD) típicos de la cuenca del Orinoco colombiano presentes en la zona denominada Alto Manacacias (incluyendo el río Metica).

Esta puede ser una estrategia de conservación que a futuro se extienda a todo el río Manacacias, de forma que se conecte con el alto Guaviare, teniendo en cuenta que existe una zona agrícola productiva de alta importancia para la región: palma, plátano y ganado, entre otros.

Propuesta 7. Cravo Sur (2)
Ampliación del corredor Meta-Casanare, a partir del área anteriormente nominada en la zona de Cravo Sur.

Propuesta 8. Bosques Transicionales del río Guaviare (25)
Área de conexión de los bosques húmedos tropicales de la Amazonia y los bosques húmedos del llano.

Región Guayana-Delta: Orinoquia Costera, Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y la Orinoquia Guayanesa

Propuesta 9. Ampliación Guatopo (6)
Ampliación del Parque Nacional Guatopo hacia el sur, cubriendo los ecosistemas no representados en el sistema de áreas protegidas y que constituyen vacíos de conservación identificados en este ejercicio.

3.4 CALIFICACIÓN DE LAS ÁREAS NOMINADAS PARA LA GENERACIÓN DE PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

Las regiones fueron analizadas cualitativamente desde la perspectiva de la importancia, urgencia y oportunidad para la conservación de sus paisajes y biodiversidad. Esta información se sumó finalmente al conjunto de ejercicios llevados a cabo desde 2009 para concretar una clasificación de 28 áreas prioritarias de conservación, cada una de singular importancia, en categorías que responden a la combinación de variables analizadas en 2009 y 2010. Esta lista final de áreas priorizadas aporta información detallada sobre el estado de conocimiento de las especies, grado de representatividad de los ecosistemas, amenazas y vulnerabilidad frente al cambio, que pueden ser tomadas en cuenta de acuerdo a las oportunidades que surjan en las direcciones ambientales de ambos países. Los porcentajes asignados se muestran en la tabla 5.

Región Orinoquia Andina

Se consideró urgente e importante tener en cuenta el mapa minero (bloques de explotación) en esta región y el conjunto de ecosistemas únicos no representados en las actuales áreas protegidas, así como los vacíos de información o información no concordante.

Se consideró una oportunidad la limitación de desarrollo que existe en algunas zonas tales como el río Melúa, dadas sus condiciones ecológicas.

Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera

La mesa considera urgente e importante tener en cuenta las posibilidades de protección de los endemismos y la conectividad ecológica, así como el nivel de fragmentación y los procesos de transformación, debidos a la velocidad de avance de los megaproyectos de agroindustria, vías y prospección petrolera y minera.

Los procesos institucionales gubernamentales y privados en pro de la conservación de la biodiversidad. se consideraron una oportunidad teniendo en cuenta no obstante, que existen diversos grados de intervención institucional para la conformación de áreas protegidas.

Desde la perspectiva de la urgencia y la oportunidad en la región de los llanos, se consideran tres grandes unidades:

- Ampliación del Tuparro (cuenca de los ríos Tomo y Vichada, Corredor Bita- Meta-Orinoco y parte de Corredor Medio Orinoco).
- Cuenca de los ríos Apure y Barinas.
- Cuenca del río Meta (alto río Meta, Manacacias, Cusiana y Cravo Sur).

El análisis individual de estas unidades resaltó la oportunidad que representa la presencia de reservas privadas en muchas de las áreas nominadas y zonas cercanas. Se estimó esto como un potencial para el establecimiento y/o la am-

Tabla 5. Calificación porcentual de las áreas nominadas (19 en 2009 y 9 en 2010) en función de la importancia, urgencia y oportunidad. Se presentan las áreas en orden alfabético.

Áreas nominadas	Importancia	Urgencia	Oportunidad
Alto río Guaviare	86	76	24
Alto río Meta	83	87	47
Ampliación Guatopo	50	90	70
Ampliación Tuparro (Reserva de Biosfera)	63	58	48
Barinas-Canagua	76	76	76
Bosques transicionales del río Guaviare (Cumaribo)	70	20	50
Confluencia ríos Caura-Orinoco	63	61	28
Corredor bajo Orinoco - Delta Sur	70	50	30
Corredor Bita-Meta-Orinoco	85	50	55
Corredor Cocuy-río Casanare-valle aluvial del Meta	95	100	90
Corredor Medio Orinoco	63	53	28
Corredor Meta-Casanare	70	63	45
Corredor Páramos (Picachos-Chingaza)	100	51	76
Cravo Sur	76	90	68
Cuencas ríos Tomo y Vichada	90	55	60
Cusiana (Maní-Tauramena)	93	57	53
Estrella Fluvial del Inírida	100	10	90
Humedales de Arauca y Lipa	97	87	50
Humedales de Casanare (Paz de Ariporo-Hato Corozal)	97	83	47
Isla de Mamo	25	100	90
Lipa	100	100	40
Macizo El Baúl	85	80	43
Manacacías	100	75	50
Piedemonte de Barinas – Ampliación Río Canagua	76	76	76
Río Negro - Estado Táchira	51	51	51
Río Ventuari	80	50	25
Sabanas inundables del río Apure	88	90	39
Sierra de Maigualida - Río Cuchivero	80	30	60

A. Navas

pliación de nuevas reservas. Destacaron las siguientes áreas descritas a continuación.

Alto río Meta

- Urgencia. Corredor río Casanare-ecoclina del Bandino – Valle aluvial del Meta. Esta zona tiene un resguardo donde las compañías petroleras ejecutan proyectos.
- Oportunidad. Se propone ampliar la unidad del corredor Meta-Casanare cubriendo el río Lipa; esta oportunidad se relaciona con que la Gobernación de Arauca y la Fundación Alcaraván (OXI), están desarrollando un estudio de pago por servicios ambientales. Por otra parte existe la factibilidad de programas futuros en conservación en asociación con el convenio de ECOPETROL – IAvH.

Se considera importante al ser zona de desove de grandes bagres, así como zona de refugio húmedo del Pleistoceno, adicionalmente posee varios servicios ecosistémicos de soporte de producción (principalmente agua).

Humedales Casanare

- Urgencia. Se están eliminando aceleradamente los morichales de la zona, existen muchos bloques petroleros en la región y una alta presión por actividad agropecuaria.
- Oportunidad. El resguardo indígena de Caño Mochuelo queda mejor protegido al ampliar ésta zona, la zona ya se encuentra priorizada para el Sistema de Parques Nacionales; aunque aún hay escasa presencia académica y trabajo departamental.

Se considera importante dado que la zona no tiene representación en las áreas previamente definidas; es relevante en el mantenimiento de la conectividad para la biodiversidad.

Sabanas inundables del río Apure

- Urgencia. Debida a la canalización del río Apure por obras de dragado, expropiación y cambio en el uso del suelo de áreas privadas con antiguos proyectos de conservación de la biodiversidad.
- Oportunidad. A pesar de la escasa presencia institucional, cinco universidades se encuentran trabajando en la zona y hay una baja densidad poblacional.

Se considera importante ya que es el tercer humedal de Suramérica y una zona de crecimiento y reproducción de especies de peces comerciales o de interés pesquero, la mayoría presentes en Venezuela y en los humedales de Arauca en ambos países.

Macizo de El Baúl

- Urgencia. Invasión y expropiación de hatos con proyectos de conservación de la biodiversidad, colonización para ganadería y producción pecuaria, principalmente ganadería bovina.
- Oportunidad. Es una zona poco poblada.

Se considera importante el hecho de que es una zona con alta diversidad de especies y de gran interés biogeográfico.

Cauce principal del río Orinoco

- Urgencia. Aproximadamente el 20% de los indígenas se han marchado de las vegas del cauce del río en ciertas secciones de la cuenca.
- Oportunidad. En la zona del río Tomo, Vichada, existen varias reservas indígenas. Por otra parte, la zona de los ríos Manacacías-Guaviare, incluye variedad de ecosistemas de altillanura zonoecotónica. Igualmente interesantes son los bosques del Orinoco Amazónico, tanto inundables como no inundables.

Manacacías

- Urgencia. No está adecuadamente representada en las áreas de protección, hay fuertes efectos de quema y muchos vacíos de información.
- Oportunidad. Tiene facilidad de acceso, ya existen trabajos previos de la Fundación Horizonte Verde y se han consolidado varias áreas de reserva de la sociedad civil.

La unidad es importante porque es representativa de la llanura disectada, y de los morichales, adicionalmente provee servicios ecosistémicos destacando la pesca.

Confluencia Caura – Orinoco

- Urgencia. Existen proyectos de minería y se proyecta la construcción de represas.
- Oportunidad. La oportunidad es baja ya que se han retirado varias organizaciones no gubernamentales (ONG) de la zona.

Corredor ríos Bita – Meta – Orinoco

- Urgencia. Presenta una fuerte amenaza por sobrepesca de especies ornamentales, cultivos de pino, caucho, cacería de mamíferos (principalmente venados) y la titulación ilegal de predios baldíos.
- Oportunidad. Reserva de la Biosfera. Existe allí la reserva Puinawai y varios resguardos indígenas, posee una línea base ecológica relativamente actualizada y fincas con zonas naturales importantes que pueden ser convertidas en bonos de carbono.

Esta es una zona importante por su alto endemismo, tiene cobertura binacional y una importante función de conectividad.

Corredor Meta - Casanare

- Urgencia. Existe el plan de la hidrovía y una fuerte colonización.
- Oportunidad. Es baja en términos sociales.

La zona es importante por que se compone de bosques ribereños en una zona de interfluvio entre la altillanura y la llanura inundable, que es refugio de diversas especies.

Cusiana – Maní -Tauramena

- Urgencia. No se destacó ninguna urgencia en particular.
- Oportunidad. La zona posee un alto potencial eco-turístico, en zonas de reserva de la sociedad civil la presencia de la autoridad local es alta.

El corredor Chameza-Tauramena comprende bosque altoandino-llanura baja (piedemonte tectonizado), es un importante relicto de llanura baja en el piedemonte.

Cuencas ríos Tomo y Vichada

- Urgencia. La zona presenta muchos cultivos de coca y minería.
- Oportunidad. Es reserva de la Biosfera.

Es una zona de transición Amazonia-Orinoquia de alta importancia biótica y con diversas comunidades indígenas.

Alto río Guaviare

- Urgencia. Presión por infraestructura vial (transversal de la Macarena), cultivos ilícitos y explotación de hidrocarburos.
- Oportunidad. Ya existe una zonificación de áreas de manejo por parte de la Corporación Autónoma y del Sistema de Parques Nacionales, la densidad poblacional es media.

Es una zona importante de conectividad de los Andes, Llanos y Amazonia, así como parte del refugio húmedo del Pleistoceno (Villavicencio), y corredor de especies del bosque alto andino a selva de piedemonte.

3.5 VALIDACIÓN DE LAS PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN DE LAS ÁREAS NOMINADAS

La calificación de las metas, sumada a la urgencia y a las oportunidades de cada área nominada determinó una categoría de prioridad (Tabla 6) que fue discutida para cada una de las regiones.

Región Orinoquia Andina

No hubo ningún cambio en el orden de prioridades. Un área resultó análoga respecto a la otra de 2009, se trata del área denominada Barinas-Canagüa que aparece como número uno en la lista y que es parte del área Sierra Nevada- llanos inundables, conformando un corredor desde las tierras altas de los páramos hasta las llanuras inundables, conectadas a través de la cuenca del río Canagua, un afluente del río Apure en buen estado de conservación

En el caso del río Meta, la mesa propone reducir el área propuesta con el fin de atender la urgencia y aumentar la posibilidad de proteger áreas que se encuentran en mejores condiciones actuales. En el caso de Venezuela aparece separado el piedemonte de Barinas de Barinas-Canagua y en este caso se propodrá unirlo en una sola área. Es importante anotar que el corredor páramos va desde el sector denominado Picachos hasta el P. N.N. Chingaza.

Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera

En ésta región la aproximación para priorizar las áreas generó amplia discusión, pues en este caso particular, la metodología empleada en el taller dio como resultado una priorización diferente a la valoración de los participantes. Es importante, sin embargo, tener en cuenta que el puesto u orden numérico de las áreas no significa que es en dicho lugar donde las instituciones deben empezar a invertir sus

G. Romero

A. Navas

recursos. Entre otras razones porque cada organización tiene su misión y visión en un área geográfica y temáticas de trabajo definidas.

Se consideró muy importante priorizar las áreas que representan corredores de conservación ya que constituyen gradientes que preservan la integridad de los procesos en un continuo de ecosistemas. Es el caso del corredor del Cocuy y el río Casanare-valle aluvial del Meta, que deberían tener una alta prioridad, al igual que el corredor Meta-Casanare y los bosques transicionales del río Guaviare, este último uniendo los bosques húmedos tropicales de la Amazonia y los bosques húmedos del Llano.

Dado que la priorización de las áreas es el resultado de un amplio análisis de variables, podría servir de guía para la toma de decisiones de conservación de la biodiversidad de esta cuenca binacional, fomentar las alianzas estratégicas, sumar aliados técnicos y obtener recursos financieros.

Para los participantes de esta mesa la discusión se debe centrar más que en el valor dado a cada área, en el hecho de que cada una está en una lista de prioridades definidas por la urgencia de su conservación. Adicionalmente se destaca el valor agregado del ejercicio, que propone áreas de conectividad, que integra ecosistemas, organizaciones, personas y países. La mesa destaca además que las áreas de mayor importancia son aquellas que se encuentran en las partes altas de las cuencas donde nacen los ríos, pues mantienen procesos ecológicos muy importantes, podrían ser menos resilientes frente a ciertas amenazas y posiblemente más vulnerables que las otras.

Región Guayana-Delta: Orinoquia costera, el delta del Orinoco, los corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y la Orinoquia Guayanesa

La mesa propone una reubicación del área preseleccionada Isla de Mamo ya que a pesar de la alta urgencia y la oportunidad, resultó un área con baja importancia.

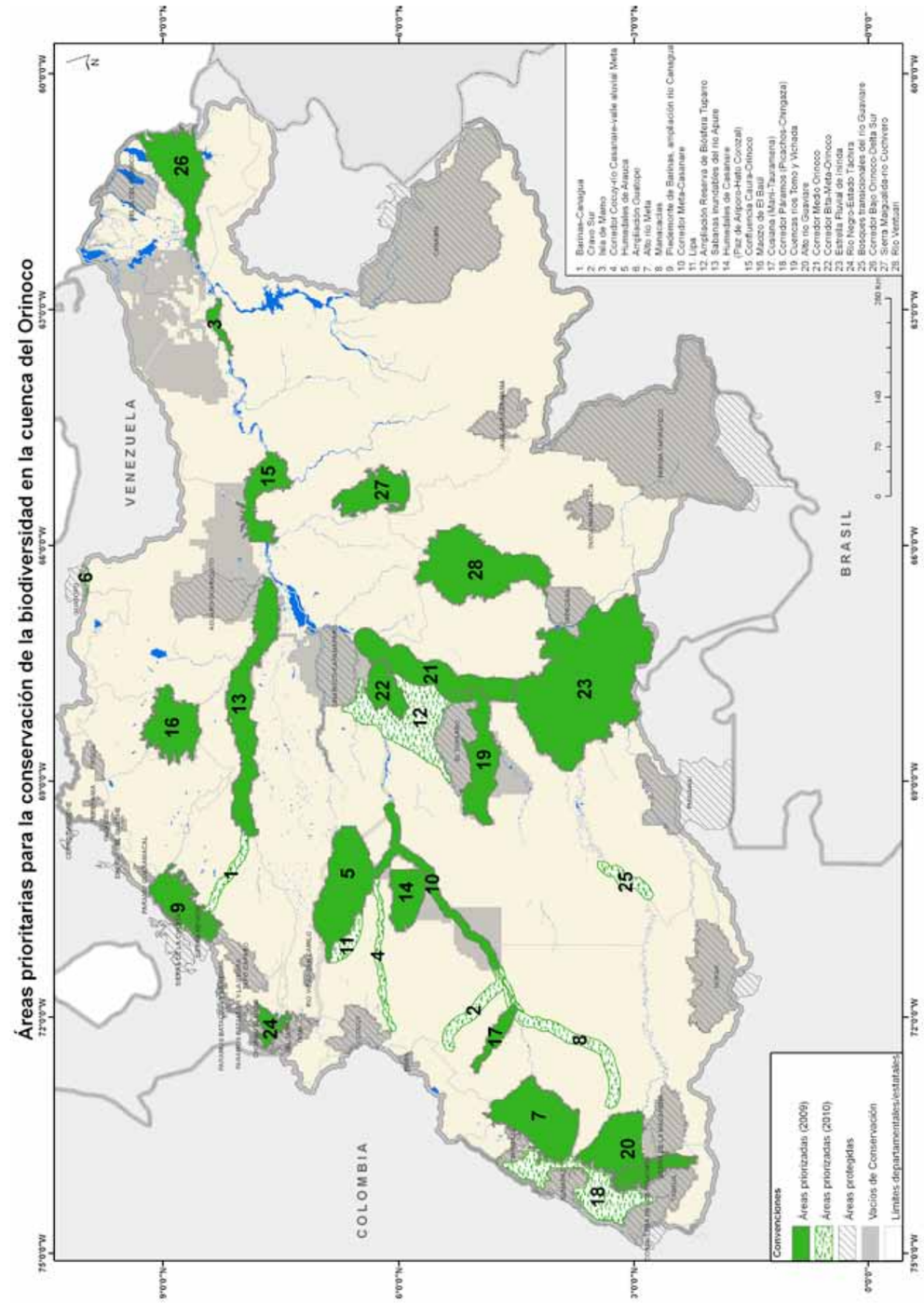
Es importante destacar que todas las áreas preseleccionadas son importantes para la cuenca binacional, el orden de prioridad es un indicativo que puede considerarse en la toma de decisiones y posibles sinergias entre grupos de investigación.

Tabla 6. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco.

Área preseleccionada	Orden de prioridad
Barinas-Canagüa	1
Cravo Sur	2
Isla de Mamo	3
Corredor Cocuy-río Casanare- valle aluvial del Meta	4
Humedales de Arauca y Lipa	5
Ampliación Guatopo	6
Alto río Meta	7
Manacacías	8
Piedemonte de Barinas – ampliación río Canagüa	9
Corredor Meta-Casanare	10
Lipa	11
Ampliación Tuparro (Reserva de Biosfera)	12
Sabanas inundables del río Apure	13
Humedales de Casanare (Paz de Ariporo-Hato Corozal)	14

Área preseleccionada	Orden de prioridad
Confluencia ríos Caura-Orinoco	15
Macizo El Baúl	16
Cusiana (Maní-Tauramena)	17
Corredor Páramos (Picachos-Chingaza)	18
Cuencas ríos Tomo y Vichada	19
Alto río Guaviare	20
Corredor Medio Orinoco	21
Corredor Bita-Meta-Orinoco	22
Estrella Fluvial del Inírida	23
Río Negro - Estado Táchira	24
Bosques transicionales del río Guaviare (Cumaribo)	25
Corredor Bajo Orinoco - Delta Sur	26
Sierra de Maigualida - Río Cuchivero	27
Río Ventuari	28

G. Romero



A. Navas

G. Romero

3.6. DISCUSIÓN DE LA AGENDA FUTURA DE TRABAJO

Las perspectivas de conservación y manejo de la cuenca a corto y mediano plazo, dieron el marco a la discusión de una futura agenda de trabajo.

Reconociendo la necesidad de fomentar la integración y el trabajo articulado y eficaz, las principales organizaciones asistentes al taller presentaron su visión al respecto.

A continuación las principales conclusiones.

El resultado más notable de estos dos talleres binacionales (2009-2010) ha sido la selección de un conjunto de áreas prioritarias para la conservación de esta cuenca, teniendo en cuenta que son el resultado del análisis de múltiples variables en el marco de las últimas decisiones de Nagoya (Reunión del CDB-2010). Con el reconocimiento de dichas áreas, se confirma la necesidad de proteger los ecosistemas y sus especies desde la perspectiva de la cuenca hidrográfica. Esta propuesta que fue formulada por los especialistas en peces durante el taller de 2009, es ampliamente reconocida en el ámbito de la conservación a nivel global.

En tal sentido, se ha considerado que las subcuencas del Guaviare, Meta y Apure, tienen necesidad y mayor posibilidad de ampliar su protección legal. La información generada en estos talleres binacionales, y la creación de equipos de trabajo para la actualización del estado de estas cuencas (incluyendo aspectos ecosociológicos), puede contribuir al logro de esta meta de conservación.

Los enfoques de conservación deben incluir especies y paisajes.

Por una parte las especies clave reconocidas y de interés para la conservación en esta cuenca (p. e. *Podocnemis expansa, Crocodilus intemedius, Pseudoplatystoma* spp, *Trichechus manatus, Inia geoffrensis*), y por otra los ecosistemas sensibles o estratégicos (páramos, humedales y morichales), que deben servir para motivar el conocimiento y las nuevas ideas acerca de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en la región.

Para consolidar los avances en conocimiento y conservación y lograr efectos tangibles, es necesario seguir insistiendo en la interacción entre biodiversidad - investigación y política. Es indispensable el trabajo transdisciplinario. En Colombia sería muy apropiado contar con el respaldo de los Programas de 1) Política, Legislación y Apoyo a la Toma de Decisiones y 2) Dimensiones Socioeonómicas para la Conservación y el Uso de la Biodiversidad y 3) Sistema de Información en Biodiversidad, del Instituto Alexander von Humboldt.

Reconocido el estimable esfuerzo llevado a cabo en los dos talleres binacionales, el siguiente paso corresponde a la acción concreta. Propuestas de trabajo con objetivos centrados en primer término, en la consolidación de áreas protegidas en las áreas priorizadas y en la investigación de campo que nos permita tomar mejores decisiones.

El ritmo actual de trasformación puede destruir la cuenca en las próximas dos décadas. Hemos investigado y planteado soluciones para su conservación. Lo que sabemos de la Orinoquia debe ser usado lo antes posible para su protección.

Es importante lograr que los jóvenes investigadores interesados en esta región se comprometan con el estudio y la conservación de esta cuenca.

La Fundación La Salle de Ciencias Naturales propone llevar a cabo junto a Conservación Internacional Colombia una evaluación rápida de la biodiversidad de carácter binacional (RAP). Contando con la experiencia de Fundación La Salle en las seis evaluaciones en Venezuela. Proponen evaluar un área compartida de altísimo interés biológico y ecológico en la región del Bita-Orinoco-Meta, incluso alcanzando el río Cinaruco en Venezuela. Se estima que sería factible en el corto plazo y representaría una acción concreta que ofrecería valiosos resultados sobre áreas prioritarias para la conservación seleccionadas en los dos talleres binacionales.

Se recomienda llevar a cabo la revisión continua y detallada de las listas de especies de todas las áreas clasificadas, especialmente de aquellas con vacíos de información. Esta tarea puede repartirse entre las instituciones idóneas de ambos países.

Se plantea como parte de la agenda futura el fortalecimiento de instancias tales como la Mesa Orinoquia de Colombia, a la cual se integran corporaciones, ONGs, universidades, sector privado e inversionistas.

Los requerimientos usuales de datos sobre determinadas especies, ecosistemas o procesos en la cuenca, llaman la atención sobre la necesidad de sistematizar la información. Teniendo en cuenta que esta información no está debida y ágilmente disponible para su consulta, es de esperar que buena parte de las decisiones sean tomadas sin contar con los datos necesarios. En este sentido es muy importante y casi obligatorio que todas las instancias competentes contribuyan a hacer posible el acceso a esta información.

Fue enfática la necesidad de elevar este tema binacional a nivel oficial. El siguiente paso es someter a la consideración política las soluciones propuestas por las instituciones y sus especialistas en estos dos amplios talleres binacionales.

Sin embargo, se reconocen las diferencias entre países en cuanto al tratamiento de algunos temas. En Colombia se percibe una alta participación de la empresa privada y un gran número de iniciativas de conservación también privadas, que cuentan con el respaldado de las Corporaciones Autónomas Regionales. En Venezuela por el contrario, solo las instituciones de estado tienen todas las garantías de acción.

En cualquier circunstancia es pertinente aprovechar el escenario binacional actual para mostrar y poner a disposición del alto nivel oficial, los resultados de estos análisis y sus conclusiones. Lo deseable sería la conformación de un programa de trabajo binacional que convoque equipos de todos los ámbitos involucrados, en los dos países.

Para lo anterior, se propone la designación de encargados en Colombia y Venezuela que hagan llegar en primera instancia, los resultados de estos dos talleres a los representantes legales a todo nivel en los departamentos, estados y municipios.

El trabajo interinstitucional llevado a cabo para establecer prioridades de conservación en la Orinoquia ha sido reconocido, pero se ha resaltado la escasa integración del trabajo que existe en la región. La competencia por los recursos, la duplicación de esfuerzos son algunos aspectos que deberían corregirse.

Debe fomentarse el trabajo coordinado, idealmente de equipo, al menos en aquellos lugares en los que coinciden varias organizaciones. Si se logra esta estrategia, el objetivo de conservación de la cuenca tendrá interlocutores mas potentes frente a los gobiernos locales y/o regionales y se obtendrán mejores y mayores acuerdos con las autoridades ambientales.

El sector ambiental y todos aquellos comprometidos con la conservación de la cuenca del Orinoco, deben modificar su mensaje. Hacerlo mas claro en cuanto a las prioridades de conservación para la cuenca y más consistente en cuanto a lo que es posible negociar en función del bienestar colectivo.

Es fundamental hacer énfasis en la escala del paisaje. Los proyectos de conservación deben implementarse con una visión que supere los espacios protegidos y tenga en cuenta la conectividad. Asimismo, la planeación debe considerar los planes de ordenamiento de cuencas, para los cuales serían de gran utilidad los resultados de estos dos talleres.

Es importante dinamizar el intercambio académico a través de las universidades de ambos países, involucrando en lo posible a los investigadores en los procesos vigentes en la Orinoquia.

Este taller ha servido para demostrar el conjunto de acciones positivas que un buen número de instituciones y organizaciones llevan a cabo en la región. En el futuro debemos apoyar y fomentar el trabajo en conjunto, complementario y eficaz.

Una vez más, se hará todo el esfuerzo posible para que el próximo Taller Binacional cuente con participantes del sector gubernamental de ambos países. Corporaciones autónomas regionales (CAR's) en Colombia y autoridades ambientales de Venezuela, así como de representantes de los principales sectores productivos. El objetivo del siguiente encuentro de trabajo debe centrarse en la revisión y el análisis de los cambios que se avecinan en la Orinoquia (p.e. locomotora minera, agroindustrial, etc.), bajo un enfoque ecosistémico (cuenca) en los dos países, e insistiendo en la construcción de agendas de trabajo conjunto.

A. Navas

G. Romero

Anexo 1. Lista de integrantes de las cinco mesas de trabajo del III Taller Binacional.

Nombre de la mesa	Integrantes
Región Orinoquia Andina	Ana Isabel Sanabria Andrés Acosta Ángela Parrado Beatriz Ramírez Diego Higuera Donald Taphorn Francisco Provenzano Giovanny Fagua Javier Eduardo Mendoza Jorge Ruiz José Iván Mojica Mario Fariñas Sonia Adame
Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera	Ana María Aldana Andrés Hernández Antonio Machado-Allison Carolina Alcázar Daniel Castañeda Federico Sánchez Fernando Trujillo Julieta Garavito Lourdes Peñuela Luis G. Naranjo Sat Gavassa Saulo Usma Thomas Walchsburger Victoria Rodríguez Xiomara Carretero
Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera	Alexander Urbano Bonilla Anabel Rial B. Aniello Barbarino Bibiana Salamanca Carolina Mora Fernández Carolina Pérez Rojas Carolina Ramos Montaño

Nombre de la mesa	Integrantes
Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera (continuación)	Gilberto Cortez Juan Carlos Espinoza Juan Pablo Ávila Guillén Mary Ruth García Myriam Lugo Néstor Pérez Buitrago
Región Llanos: Altillanura Orinoquense y Orinoquia Llanera	Andrea Svenson Aniello Barbarino Camilo Morales Mosquera Clara Inés Caro Elvinia Santana Hernán Y. Barbosa Juan Antonio Clavijo Juan David Bogotá María Paula Balaguera Mauricio Torres Saúl Prada Yurani Duarte
Región Guayana-Delta: Orinoquia Costera, Delta del Orinoco, Corredores del Alto, Medio y Bajo Orinoco y la Orinoquia Guayanesa	Ángel Fernández Arnaldo Ferrer Carlos A. Lasso Daniel Lew Denise Castro Josefa Celsa Señaris Judith Rosales Miguel Lentino Mireya Córdoba Paula Sánchez Valois González

A. Navas

a. Calderas, Andes de Venezuela. Foto: A. Rial.
b. Altillanura, sur de Puerto Gaitán. Foto: A. Castro, CHELONIA.
c. Río Cravo Sur (Casanare). Foto: A. Castro, CHELONIA.
d. Río Meta, La Vorágine. Foto: A. Castro, CHELONIA.
e. Caño Guanapalo (Casanare). Foto: A. Castro, CHELONIA.
f. Caño sabanero y bosque galería en la Reserva Palmarito (Casanare). Foto: M. A. Cárdenas, CHELONIA.

G. Romero

g. Sabana inundable. Carretera Yopal-Orocué (Casanare). Foto: M. Merchán, CHELONIA.
h. Laderas del Auyantepui, PN Canaima. Foto: A. Rial
i. Río Morichal Largo. Foto: J. Fariñas.
j. Palafitos Warao, alto Delta del Orinoco. Foto: C. Lasso.
k. Boca del caño Pedendales, delta del Orinoco. Foto: C. Lasso.
l. Alto río Paragua, Guayana. Foto: A. Rial.

Deforestación. Foto: F. Trujillo.

.1 AMENAZAS E IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE LA ORINOQUIA VENEZOLANA

Fudeci

Antonio Machado-Allison, Anabel Rial B. y Carlos A. Lasso

RESUMEN

La biodiversidad acuática depende tanto de la calidad y la cantidad de agua disponible como de las diversas relaciones dinámicas e históricas entre los organismos vivos. La actividad humana representa en muchos aspectos, una amenaza para los ecosistemas de la cuenca del Orinoco cuyos impactos ya son visibles. Represar los cursos agua, deforestar, fertilizar, extraer petróleo y minerales, modificar los cauces para la navegación fluvial o introducir o trasplantar especies, son acciones vinculadas a los principales problemas reconocidos en la ecorregión. Si persistimos como hasta ahora, en desconocer y desconsiderar los ciclos naturales hidrológicos y biológicos, seguiremos desestabilizando los ecosistemas acuáticos, y por ende también los terrestres en la región de la Orinoquia. Es indispensable entonces, que hagamos uso del conocimiento que tenemos para decidir qué proyectos, acciones o desarrollos nos permitirían mantener al menos, el mínimo estado de equilibrio y bienestar a largo plazo. Las decisiones basadas tanto en el conocimiento como en la sostenibilidad, pueden evitar responsablemente, la reducción o eliminación de los bienes y servicios que la biodiversidad acuática nos provee en su conjunto. Una red de información sobre estos tópicos sería una contribución para la conservación y buen uso de los recursos de esta cuenca binacional.

Palabras clave: Ciclo hidrológico. Deforestación. Contaminación. Minería. Especies invasoras. Represas. Red de información.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad natural de agua en Venezuela depende del balance entre las entradas por precipitación y aportes laterales provenientes de Colombia, y las salidas debidas a la pérdida por evaporación, evapotranspiración y flujos transfronterizos hacia Brasil y Guyana.

Por su parte, el hombre afecta esta disponibilidad porque ejerce acciones sobre los suelos, los bosques y los ríos, que alteran las funciones vitales de fuente y suministro de los sistemas acuáticos. Desarrollaremos a continuación algunos aspectos de la actividad humana que han impactado la ecología de las comunidades acuáticas en la cuenca del río Orinoco en Venezuela.

Pocos trabajos de investigación pueden hasta la fecha, documentar cuantitativa o cualitativamente el impacto causado por los cambios en el ciclo hidrológico o la contaminación de nuestras aguas continentales. Sin embargo, tenemos datos con los que podemos avanzar y proponer a la vez, la creación de una red de información sobre los ecosis-

L. Pérez

temas acuáticos de la cuenca que pueda servirnos a todos. Con base en investigaciones y observaciones, planes gubernamentales, publicaciones e informes técnicos (Barletta *et al.* 2010, Lasso *et al.* 2010, Machado-Allison 1987, Mago-Leccia 1978, Pérez-Hernández 1983, Petts 1985,1990a-b, Rangel 1979, Rial 2002 a-b, 2003 a-c, 2004, 2005, 2007, Rial y Giraldo 2003, 2004, Rial *et al.* 2010, Taphorn y Lilyestrom 1984, Taphorn y García 1991, Veillon 1980 y Winemiller *et al.* 1996) entre otros, clasificamos un conjunto de actividades que alteran actualmente los ciclos naturales hidrológicos y biológicos y con ello, la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y sus comunidades en la cuenca del Orinoco.

AMENAZAS E IMPACTOS

La importancia de esta cuenca para Colombia y Venezuela en términos de la riqueza y biomasa de su flora y fauna, funciones ecológicas y potencial pérdida por efecto antrópico, hace más urgente la rectificación de acciones con fines de aprovechamiento. Debemos conocer y analizar la información geológica, evolutiva, ecológica y biogeográfica que ya existe, para entender cómo han cambiado estas comunidades en el tiempo, como se mantienen actualmente y como garantizamos su protección. Por una parte mediante desarrollos humanos que no superen la capacidad de resiliencia del sistema y por otra, con planes de manejo, uso y conservación novedosos y eficaces. Damos cuenta a continuación, de algunas actividades del hombre en la Orinoquia que ya han ejercido un impacto visible sobre el estado natural de los ecosistemas.

1. Represas para fines domésticos, agropecuarios, energéticos e industriales.
2. Deforestación para usos agrícolas, pecuarios y urbanos.
3. Cambio en el uso de la tierra.
4. Industria petrolera.
5. Minería y contaminación mercurial.
6. Transporte fluvial.
7. Introducción de especies: exóticas y trasplantadas.
8. Sobrepesca.

REPRESAS PARA FINES DOMÉSTICOS, AGROPECUARIOS, ENERGÉTICOS E INDUSTRIALES

Las represas y embalses para uso doméstico, agropecuario o para generación de electricidad, fueron construidas de forma extensiva en los últimos cincuenta años. Estas obras de ingeniería han tenido impactos mayores al norte del Orinoco que al sur (Machado-Allison 1994, 2005). Al norte, los afluentes del Orinoco de nacientes andinas y llaneras, considerablemente de menor magnitud que los guayaneses, han sido intervenidos profusamente en sus cabeceras. Los ríos Apure, Boconó, Cojedes, Guanare, Guárico y Masparro muestran afectación tanto en sus caudales como en sus cauces en alguna medida. Rial *et al.* (2010) detallan la red hidrográfica asociada a la hidroeléctrica Santo Domingo, a las tres presas del área Uribante-Caparo y a otras tres del piedemonte andino (La Honda, Las Cuevas y Borde Seco-La Vueltosa). Otras ocho represas, entre ellas Camatagua, Los Cerritos y Las Majaguas son servidas por los ríos Guárico, Pao, Cachinche, Cojedes y Sarare, afluentes llaneros del Apure (Rial 2004). En la región (Guayana), los afluentes al sur del Orinoco han sido poco afectados a excepción de la cuenca del río Caroní, donde las represas de Guri, Macagua y Caruachi surten al país del 80% de la energía eléctrica (Figura 1).

Las represas han producido cambios e impactos descritos a continuación:

a. **Alteración o regulación del régimen anual hidrológico** (Figura 2). En los últimos 20 años numerosos ríos de la Orinoquia han perdido su régimen hídrico natural debido a las represas y en menor medida a los diques laterales (Barletta *et al.* 2010, Lasso *et al.* 2010, Machado-Allison 1987, Rial 2004, 2007a, Rial y Giraldo 2009, Rial *et al.* 2010). A su vez, los cambios en los regímenes hídricos anuales afectan los ciclos biológicos de las especies acuáticas. La variedad y densidad de organismos se reduce al represarse el agua, pues se impiden las migraciones o "ribazones" naturales con propósitos reproductivos o tróficos, todo a causa de los obstáculos físicos, la disminución del caudal de agua y los cambios en el ciclo natural. Así, por ejemplo, se inhiben los disparadores ambientales clave para la maduración de gónadas y el desove de especies de peces de gran importancia económica. Es el caso de las cachamas (*Colossoma macropomun*), morocotos (*Piaractus brachypomum*), coporos (*Prochilodus mariae*), palometas (*Mylossoma spp*) y bagres rayaos (*Pseudoplatystoma spp*), que ya no abundan como antes (Rial *et al.* 2010). Del mismo modo, los cambios en el ciclo natural, alteran o impiden los balances biogeoquímicos en las zonas inundables y muy especialmente en el Bajo Llano. Los obstáculos físicos que constituyen las represas interrumpen las inundaciones naturales y por ende los procesos de acumulación de nutrientes y/o descomposición de materia

C. Lasso.

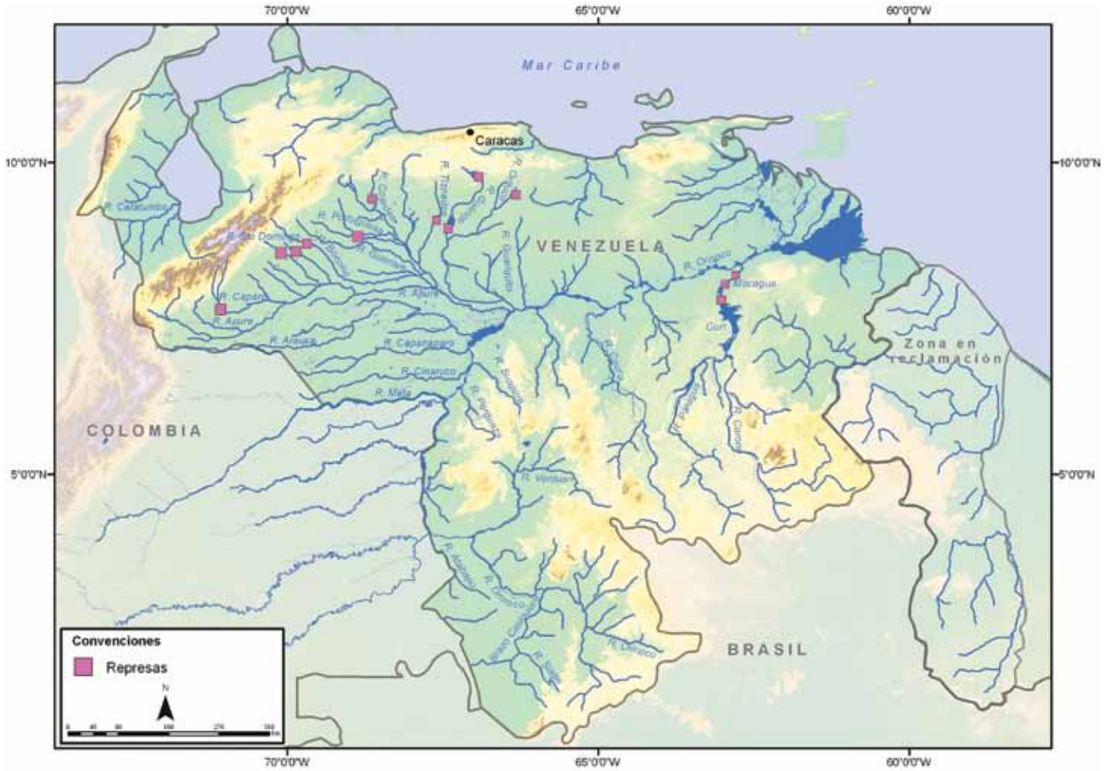


Figura 1. Represas en la cuenca del Orinoco (Venezuela).

orgánica y excretas. Esto empobrece las aguas y representa una seria desventaja para los ciclos productivos y la producción primaria, a su vez crucial para el mantenimiento de las comunidades acuáticas, principalmente en sus primeras fases del desarrollo. Represar las aguas también causa una reducción sustancial de las áreas de desarrollo o vivero conocidas como *"nursery"*, ya que el agua regulada en las cabeceras reprime los ciclos anuales de inundación de sabanas y esteros, y la formación de lagunas temporales donde cientos de especies de peces logran el desarrollo exitoso de sus primeros estadios. Ejemplos visibles y comunes de estos efectos a distancia de las represas, son los esteros y lagunas de Camaguán o Chirigüare y las sabanas inundables del estado Apure. Famosas en el pasado por su belleza escénica y su importancia pesquera, hoy día sin embargo no tienen la calidad de agua necesaria, ni albergan las notables poblaciones de peces de valor económico de entonces (Machado-Allison 1994, 2005).

b. **Contaminación doméstica, agrícola e industrial**. (Figura 3). Bien sea de fuentes puntuales o de desarrollos industriales mayores, el problema de la liberación de contaminantes no debería desestimarse de ningún modo. Las técnicas de cultivo agrícola que se aplican en varios estados de la cuenca, emplean gran cantidad de fertilizante que contamina las aguas. La baja capacidad de intercambio catiónico y la alta proporción de hierro y aluminio amorfos en estos suelos llaneros, limitan la captura de nutrientes a nivel radical, lo que

L. Pérez

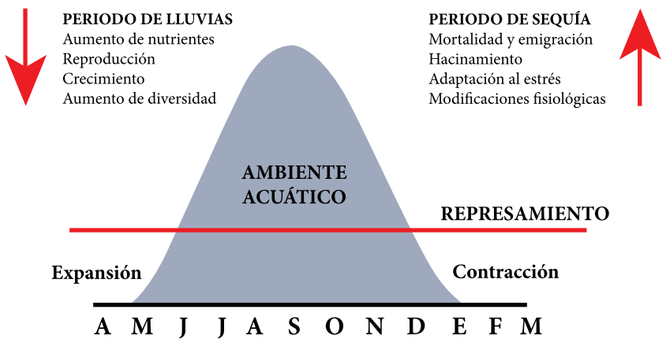


Figura 2. Esquema simplificado de los cambios en el régimen hídrico y ciclos biológicos o productivos. Al represar las aguas disminuye la incorporación de nutrientes, baja la reproducción, crecimiento y diversidad. Por otro lado aumenta la mortalidad, el hacinamiento y el estrés fisiológico.

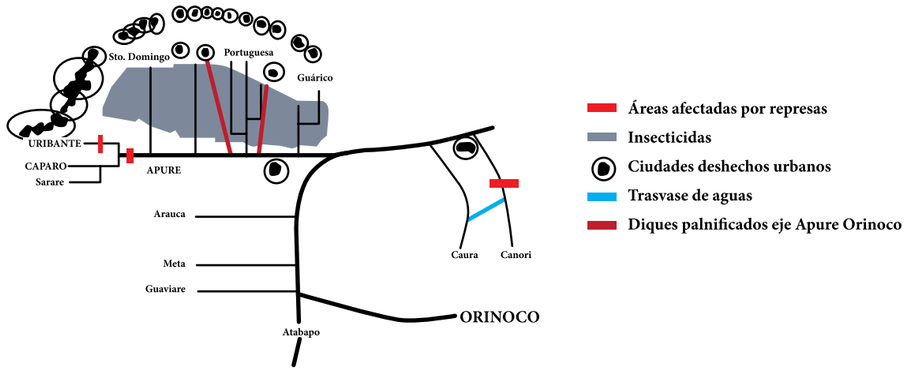


Figura 3. Áreas afectadas por los efluentes domésticos (ciudades), represas y actividades agropecuarias.

erróneamente es compensado con excesos de abono radical que termina en el nivel freático o eutroficando las aguas superficiales. En tales condiciones muchas lagunas naturales y artificiales albergan apenas unas pocas especies de plantas acuáticas convertidas en maleza. Esta reducción en la complejidad (diversidad) y funciones del ecosistema vegetal acuático, es el resultado de la disminución en la calidad de agua (Rial 2002a, 2003a).

c. En cuanto a los **residuos domésticos e industriales** que suelen estar localizados, deberíamos contar con plantas de tratamiento y control para limitar el vertido a los cauces naturales. Mucho más efectivo y económico sería reducir las emisiones en su origen, empleando tecnologías apropiadas, sin embargo, ninguna de las dos previsiones se aplican en la mayoría de los casos de la cuenca del Orinoco.

C. Lasso.

d. Los **efluentes domésticos o industriales** que aportan grandes cantidades de materia orgánica al sistema, reducen las concentraciones de oxígeno en el agua de los ecosistemas naturales, con las consecuencias que la anoxia produce en los seres vivos. Las aguas servidas provenientes de áreas urbanas densamente pobladas y de sistemas agrícolas localizados en las cabeceras de ríos de la margen norte del Orinoco, son descargadas nuevamente al sistema como aguas residuales. Es el caso de efluentes de la industria manufacturera, química y azucarera (Winnemiller *et al.* 1996, Machado-Allison 1994, 2005).

De este modo, detergentes, hidrocarburos, fertilizantes, una alta variedad de pesticidas y residuos industriales como metales pesados, entran al medio acuático natural no solo alterando la calidad del agua, sino causando daños bioquímicos y fisiológicos en los organismos que la habitan. Estos contaminantes afectan a las comunidades principalmente durante el período lluvioso, cuando extensas áreas urbanas y agrícolas son "lavadas" por las lluvias. Por esta razón, año tras año se reportan grandes mortandades de peces en zonas cercanas a Turén, Central Yaracuy, Guanare y La Unión, en el río Portuguesa. Ya que durante la estación seca muchas quebradas permanentes y pequeños ríos son el hábitat crucial de los peces adultos fundadores de nuevas generaciones en la siguiente época lluviosa (Taphorn 1992), la contaminación y la falta de oxígeno en estos ambientes impiden tanto la supervivencia de ingentes cantidades de peces como su recambio generacional. Esto ocurre en algunos ríos de los llanos occidentales de Venezuela. Por ejemplo, los grandes bagres rayados (*Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum*) mueren a muchos kilómetros de distancia luego de cada episodio de liberación de efluentes de las refinerías de caña de azúcar (Winemiller *et al.* 1996). También algunos agrotóxicos (organofosforados) provenientes de los cultivos de arroz, algodón, maíz, sorgo y caña de azúcar han sido detectados por Nico y Taphorn (1994) en los tejidos de nueve especies de peces de la cuenca del río Apure. A pesar de lo anterior y conociendo su efecto en las pesquerías, son mínimas las medidas que se han tomado para que un mejor y mas eficaz control de deshechos agrícolas, domésticos e industriales sea aplicado. Debe preocuparnos la ignorancia que tenemos acerca del grado de afectación y pérdida de calidad de vida de los pobladores de estas áreas, consumidores de peces altamente contaminados con estos deshechos. Otras investigaciones desarrolladas en las cercanías de la represa de Calabozo (estado Guárico), donde extensas zonas de cultivo de arroz se han desarrollado en los últimos 50 años, muestran una peligrosa contaminación por pesticidas dejando a esta población humana, proclive a padecer malformaciones genéticas y a la pérdida de embarazos (Figura 4). Análisis químicos del calostro de mujeres que están en proceso de amamantamiento, indica niveles peligrosos de pesticidas incluyendo DDT, cuyo uso ha sido prohibido en el país (Madriz *et al.* 1990).

DEFORESTACIÓN PARA USOS AGRICOLAS, PECUARIOS Y URBANOS

Llama la atención el retroceso en ciertas políticas medioambientales que fueron pioneras en su momento. En 1926 Venezuela creó el primer "bosque nacional" para proteger las nacientes del río Macarao, que abastecería de agua a la ciudad de Caracas. En las décadas siguientes se decretaron figuras de protección especial para mantener el estado natural de los bosques de las cuencas, alcanzando un 15% de áreas con protección estricta y un 21% con manejo controlado (Bevilacqua *et al.* 2002). Lamentablemente, la gestión de esas áreas ha sido tan deficiente que hoy día la superficie boscosa en estas áreas protegidas se han reducido drásticamente. Venezuela ocupa el décimo lugar entre las naciones con mayor tasa de deforestación, 288.000 ha/año (FAO 2007) con fines ganaderos, agrícolas y de seguridad agroalimentaria. No obstante, los indicadores en la producción de alimentos son negativos. Según la FAO (1980, 2003), en 1980 la tasa de población desnutrida de Venezuela era menor a 5%, mientras que en 2003 alcanzó entre el 15 y el 25%.

En los Llanos occidentales de Venezuela existen cuatro áreas con fines de aprovechamiento, bajo la figura jurídica de Reserva Forestal (Turén, San Camilo, Ticoporo y Caparo). Las dos primeras abarcan unas 250.000 ha y han perdido ya el 95% de su cobertura por causa de las ocupaciones ilegales (invasiones). A las dos últimas - cuya superficie total superaba las 300.000 ha -, le restan unas 20.000 ha de bosque. Se trata de selvas estacionales productoras de agua y de las más ricas en diversidad biológica en el Neotrópico. Lozada (2009) resalta lo siguiente respecto a la deforestación en la última década en Venezuela: 1) la desaparición de bosques de tierras bajas al norte del río Orinoco protegidos en la anterior Ley Forestal de Suelos y de Aguas (1966); 2) la intensa deforestación de zonas montañosas, en su mayoría parques nacionales abastecedores de agua potable y cabeceras de ríos de gran importancia; 3) frentes de deforestación en la Guayana, al sur del río Orinoco, en territorios ocupados por comunidades indígenas con suelos oligotróficos no aptos para las actividades agropecua-

L. Pérez

rias que actualmente desarrollan los criollos; 4) efectos de la política de "Manejo Comunitario del Bosque" (Ortegano 2000) y de las "Unidades Territoriales de Base" en la ocupación de tierras en las Reservas Forestales, en donde la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2005) no distingue entre las funciones del bosques y la sabana, y el carácter "ocioso" de las áreas sin producción agropecuaria. Finalmente, 5) el Plan de Ordenamiento de la Reserva Forestal Ticoporo del estado Barinas, que señala entre sus objetivos, garantizar la seguridad agroalimentaria.

Efectivamente, las cabeceras de los principales afluentes del río Orinoco en las regiones andinas de Colombia y Venezuela, han sido extensa e intensamente deforestadas. Las actividades humanas han avanzado sin considerar el conjunto de efectos a mediano y largo plazo que las acciones del presente pueden producir. Los impactos de la reducción en la cobertura vegetal se relacionan con la merma en la intensidad de las lluvias y por supuesto con un descenso sustancial en el caudal de agua. También favorecen el incremento del material sólido suspendido y de los sedimentos depositados en los cauces principales aguas abajo de los ríos. La consecuencia de estos impactos son una serie de alteraciones en las características fisicoquímicas naturales de las aguas y de los diferentes microhábitats a lo largo del río desde sus cabeceras hasta su desembocadura.

Se han reducido los ambientes acuáticos y la calidad del agua ha empeorado. Ya que la mayor parte del piedemonte andino ha sido deforestado, las quebradas y pequeños ríos no tienen agua, solo persisten parches de hábitats acuáticos, estables y asociados a los relictos boscosos, a los cuales cada vez es menor la cantidad de peces migratorios que logra llegar debido a las severas reducciones en el nivel hidrométrico (Winemiller *et al*. 1996). También la deforestación incide en una mayor amplitud de las inundaciones que suelen transformarse en cortas pero violentas, erosionando y arrastrando sedimentos que reducen la transparencia y profundidad de los ríos. Esto altera por ejemplo, la disponibilidad de semillas y frutos del bosque para la fauna frugívora, lo cual es especialmente grave cuando se trata de especies de gran valor nutritivo para las poblaciones locales. Esto ocurre ya con la cachama (*Colossoma macropomum*), el morocoto (*Piaractus brachypomum*) o la palambra (*Brycon whiteii* y *Brycon bicolor*) (Winemiller op.cit). Adicionalmente la deforestación para extracción ilegal de madera y para asentamientos igualmente ilegales, ha impactado las otrora frondosas cuencas de los ríos Manapire y Morador (Rial 2003 a,b) con severas consecuencias para estos ecosistemas y sus pobladores humanos.

CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA: HUMEDALES, "SANEAMIENTO", CONSTRUCCIÓN DE DIQUES Y PROPIEDAD PRIVADA

Aun persiste en muchos lugares del mundo la creencia popular de que los pantanos y las áreas inundables son tierras inservibles, insalubres y que las inundaciones son una amenaza inaceptable para las tierras y la vida. Con esto en mente, diversos gobiernos han introducido el concepto de "saneamiento" para definir todas aquellas actividades que conllevan al drenaje, relleno y "recuperación" de tierras con fines urbanos y agrícolas. Las inundaciones en los llanos de Venezuela no han escapado a esta interpretación y periódicamente somos testigo de la transmisión de información periodística con este equivocado concepto en mente. Argumentos que condenan al ciclo anual de inundación y sequía, a la categoría de desastre natural. Como respuesta, las agencias gubernamentales y los propietarios privados, planifican periódicamente la construcción de diques o represas con la finalidad de prevenir los desbordes e inundaciones, sin percatarse de que otros aspectos vitales de este flujo de agua, quedan reprimidos irreversiblemente. Los Módulos de Mantecal, en el estado Apure, son una muestra de éste tipo de regresión. En opinión de Rial *et al*. (2010) aun cuando esta superficie -la mayor modulada de Suramérica con unos 2.500 km^2- ofrezca beneficios para la agricultura, se debate aun la ganancia versus la pérdida que representa el carácter natural de las aguas y su consecuente riqueza y función ecosistémica. En el mismo trabajo, los autores exponen los efectos de la construcción de diques (cuyo impacto y restauración ya había sido expuesta y propuesta en Rial y Lasso 2003) sobre el ciclo hidrológico de un humedal llanero, clasificando las alteraciones en físicas, químicas y biológicas a tres niveles: 1) pérdida de conectividad sistema léntico-lótico, 2) limitación en el flujo de nutrientes y 3) disminución de la riqueza de especies. Los ejemplos concretos de la afectación sufrida por las comunidades acuáticas se refieren especialmente a peces, aves y plantas acuáticas e incluye la confirmación de datos que señalan la transformación en especie plaga del caribe colorado o piraña (*Pygocentrus cariba*) o el desplazamiento de especies locales por invasoras como la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*). Ofrecen más datos respecto a la disminución de la riqueza de plantas acuáticas y la proliferación de comunidades casi monoespecíficas de boras (*Eichhornia spp*) en caños represados, en donde causa y efecto se suceden en un ciclo que tiende a la colmatación

C. Lasso.

y desecación de cuerpos de agua. También mencionan la desaparición de garceros y el cambio en la dieta de algunos depredadores de invertebrados, debido a la disminución de las poblaciones de cangrejos (*Poppiana dentata*) y caracoles o guaruras (*Pomacea spp*) en estos ambientes ahora con menor calidad y cantidad de agua. Los diques son también asunto de interés reciente en Colombia. En este sentido Posada (2011) aporta datos para el análisis y la reflexión en la región de La Mojana (cuenca del Magdalena). Pero no solo los humedales han sido objeto de transformación por cambio en el uso de los suelos. Las políticas de estado que otorgan créditos o fomentan planes agrícolas sin tomar en cuenta los aspectos de funcionalidad de los ecosistemas, más allá de la vocación de los suelos, han podido ocasionar tanto el empobrecimiento de muchas sabanas del Orinoco como el posible agotamiento de algunos acuíferos.

Comprobamos no obstante, algunas diferencias notorias y alentadoras. Las propiedades privadas en la Orinoquia venezolana podían distinguirse (antes de la actual política de tierras) de acuerdo a la vocación de protección del medio ambiente de sus propietarios (Rial 2011, caso de estudio 5.10). Diferencias que fueron evidentes durante décadas entre aquellos predios que mantenían un cierto equilibrio entre sus actividades de desarrollo y la protección del medio natural, y aquellas otras que sin mayores consideraciones, explotaron y transformaron el paisaje que se muestra hoy día agotado en sus recursos. Las primeras han constituido un reservorio de agua, fauna y flora, debido al buen estado de sus ecosistemas (en los llanos: Hato Piñero, Masaguaral y El Frío principalmente), mientras que el resto, dedicado enteramente a la explotación agrícola y/o pecuaria han visto mermadas sus fuentes naturales. Por ejemplo, las propiedades agrícolas o ganaderas trabajadas con sentido racional y de protección de la biodiversidad, procuraron el buen estado de diversos cuerpos de agua lénticos y lóticos, que sin duda han contrarrestado en algo las amenazas sobre este recurso en predios públicos amenazados, y en otros privados con menor sentido de la importancia de los servicios ambientales. Rial y Giraldo (2003) señalan la presencia de una interesante representación de la red hidrográfica de los llanos en propiedades privadas bien conservadas, mostrando en el lado opuesto las tierras cuyos propietarios han eliminado la mayor parte de su cobertura vegetal original, han desviado el curso y extraído hasta el agotamiento el agua de sus quebradas con fines productivos, encontrándose ahora con que sus suelos no han podido retener la humedad ni producir las cosechas con la eficacia prevista. El resultado incluye suelos salinizados y acuíferos secos son un panorama poco alentador para quienes desestimaron la importancia de mantener ciertos ambientes intactos y un uso y manejo razonable de las aguas para el cultivo y la ganadería (Rial 2002 a, 2003 a,c).

Así pues, la red hidrográfica de la cuenca del Orinoco en los estados de mayor actividad agropecuaria y con la mayor densidad de población del país esta siendo perturbada. Debemos prestar mucha atención a los acuíferos de la Mesa de Guanipa (estado Anzoátegui), sur de Monagas, sistema del río Guárico, llanos de Barinas y Apure porque son el recurso vital que no se ve y que sin embargo contaminamos y extraemos sin el debido cuidado. Los efectos negativos producidos por el deterioro en la calidad y cantidad de agua, ya son visibles en muchos aspectos de la ecología de la región. Para llevar los datos al contexto binacional, Beleño (2011) menciona que la industria, el sector agropecuario y las aguas domésticas generan 9 mil toneladas de materia orgánica contaminante de los acuíferos en Colombia.

Tal como han indicado Petts *et al*. (1989 a,b) el aislamiento de los ríos de sus planicies aluvionales contribuye sustancialmente a cambios deletéreos en los ecosistemas acuáticos y zonas riparias de zonas templadas. Ahora, millones de dólares se invierten en Europa para restaurar las condiciones naturales que permitan inundaciones cíclicas y el restablecimiento de los bosques de galería destruidos en el pasado. Consecuentemente, a menos que las investigaciones demuestren un comportamiento diferente en los ríos de nuestros países (p.e Orinoco), sería una insensatez invertir millones de dólares tanto en saneamiento de tierras, como en el uso inadecuado de suelos y aguas superficiales y subterráneas, si esto ocasiona la eliminación potencial de los ecosistemas acuáticos y de sus integrados e integradores bosques y sabanas inundables.

INDUSTRIA PETROLERA

La cuenca del río Orinoco en Colombia y Venezuela es considerada (y ha sido probada) como uno de los reservorios más grandes de petróleo pesado y gas natural del mundo. La figura 4 muestra el área en Venezuela y llanos de Colombia que potencialmente podría ser afectada si un desarrollo pleno de actividades exploratorias y de extracción comienzan a llevarse a cabo extensamente en el futuro.

Existen severos impactos ecológicos, restringidos por ahora, a las áreas más elevadas (mesas) del estado Anzoátegui y a las tierras bajas y los morichales de los estados Monagas y Delta Amacuro. Los ríos en estas zonas son excepcionales y de aguas prácticamente negras (*sensu* Vegas-Villarrubia *et al*. 1988), naturalmente ácidas, debido a la descomposición

L. Pérez

natural de la materia orgánica, y en su gran mayoría asociados a bosques dominados por la palma moriche (*Mauritia flexuosa*).

En los morichales, el río discurre por un fondo predominantemente arenoso y sus aguas prístinas, tienen muy poca capacidad amortiguadora. Frágiles y singulares, estos sistemas son el refugio de gran parte de la fauna de las sabanas altas y medias. Su paisaje y su biota tiene valor agregado, dada la amplia variedad de peces de interés para la acuariofilia, de plantas acuáticas vasculares de alto valor ornamental (cabombas y lirios de agua) y del usualmente desestimado valor escénico de su paisaje. Útiles descripciones de estos ambientes han sido publicadas por Antonio y Lasso (2003), González (1986, 1987), Machado-Allison *et al* (1986), Machado-Allison (1987), Nakamura *et al.* (2004), Ojasti (1987), Pérez (1983) y más recientemente por Marrero *et al.* (1997). Estos autores demuestran no solo la importancia biológica (alimentaria, refugio, etc.) que estos sistemas de morichal poseen, sino el beneficio que representan para el hombre en su aporte, tanto de agua limpia y de alta calidad para el consumo doméstico, como de un conjunto de recursos que se suman a los ya descritos y que incluyen desde fibras vegetales para la fabricación de techos, cestas y hamacas, hasta frutos comestibles para el hombre y sus animales domésticos.

Los impactos sobre estos ecosistemas han sido causados directamente por el proceso de extracción de petróleo y específicamente por el uso de grandes cantidades de agua para calentar el crudo y separarlo de las arenas. Este proceso extrae aguas subterráneas y con alto contenido de sal, que luego de ser utilizadas y mezcladas con productos residuales derivados del petróleo, tales como fenoles, son vertidas en pozos cercanos a las torres de extracción. Se ha demostrado que estas aguas son muy tóxicas para los humanos y la vida silvestre. En general estos pozos tienen poco o ningún mantenimiento y en muchos casos la percolación de estas aguas alcanza a algún morichal ocasionando la muerte del sistema completo a lo largo de varios kilómetros río abajo. González y Rial (2011caso de estudio 5.4) aportan información sobre este tema.

La contaminación debida a la prospección o la explotación del petróleo puede atribuirse a defectos de diseño, mantenimiento y gestión. La explosión de pozos, la rotura de tuberías y consecuentes derrames, la eliminación descuidada del petróleo residual o la disfunción de los separadores petróleo-agua son un riesgo latente que supone un daño irreversible para los ecosistemas acuáticos. En Venezuela han ocurrido varios de estos accidentes y efectivamente el impacto ha sido considerable en las áreas de influencia (Tablas 1 y 2).

Sin el debido manejo la industria petrolera puede ocasionar:

- **Desertificación por salinización del suelo.** Ocurre en los morichales debido a cambios en la fisicoquímica del suelo y de las aguas. El impacto es la desaparición del bosque de galería de flora y la fauna acuática. Las áreas afectadas pierden su condición de albergue de especies silvestres.

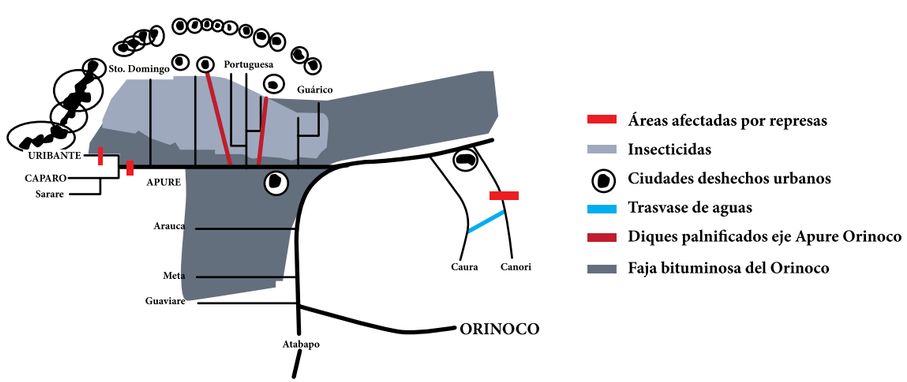


Figura 4. Mapa de la cuenca del Orinoco indicando las zonas de exploración, explotación y transporte sobrepuesta a otras actividades antrópicas.

C. Lasso.

Tabla 1. Algunas interacciones e impactos producidos por la actividad petrolera.

ACCIÓN	PROCESOS	RECEPTORES
Acceso, carreteras, picas	Erosión, sedimentación, drenaje	Suelo y acuíferos
Perforación	Erosión, sedimentación, drenaje	Suelo y acuíferos
Extracción	Extracción de agua: acuífero y río, deposición de agua contaminada	Ríos y acuíferos
Transporte	Derrame	Diversos hábitats
Almacenamiento	Derrame; percolación; contaminación	Ríos y acuíferos

Tabla 2. Principales contaminantes emitidos por actividad petrolera. **HAP**: hidrocarburos aromáticos policíclicos; **SOx**: óxidos de Azufre; **COV**: compuestos orgánicos volátiles; **HTP**: hidrocarburos totales de petróleo; **HC**: hidrocarburos; **NOx**: oxidos de Nitrógeno; **H2S**: ácido sulfúrico.

ACCIÓN CAUSANTE	CONTAMINANTE PRODUCIDO
Derrame de crudo y agua	HAP, COV, HTP y salinidad en pozos
Escape de diesel y gas	SOx, NOx, CO, CO_2, VOC, H_2S, HC y partículas
Quema de gas	H_2S, CO_2, HC y partículas
Derrame por rotura de ductos	HAP, COV, HTP y salinidad

- **Contaminación del agua con sales y productos residuales del petróleo.** Elementos altamente tóxicos para la vida silvestre y acuática. Metales pesados y fenoles causan la muerte de invertebrados, peces y de la mayoría de especies con las que entran en contacto. Se pierde también la calidad óptima para el consumo directo, la recreación o la higiene personal.

- **Incremento de elementos suspendidos y sedimentos en el agua.** Se manifiesta en los ríos debido a la extensa construcción de picas y carreteras y la instalación de redes de tubería para el transporte de crudo y gas. Al eliminar la vegetación circundante, el suelo se erosiona, se producen cárcavas y en consecuencia grandes cantidades de sedimentos drenan hacia los ríos, disminuyendo su transparencia y colmatando los fondos arenosos con arcillas y limos. Los ríos/morichales Tigre, Tigrito, Oritupano, Caris, Pao, Morichal Largo y San Juan en la región oriental del país, son ejemplos de este impacto.

No debemos perder de vista que la explotación de petróleo tiene efectos en muchos casos irreversibles sobre la tierra y los ecosistemas acuáticos. Ya sabemos al menos, que su restauración tomará más de un siglo, como el conocido caso del río Sacramento en California, que aun no se ha recuperado de los daños que la minería hidráulica causó hace unos 120 años. En el caso de Venezuela, y debido al interés persistente en las riquezas energéticas de la Faja Bituminosa del Orinoco, se están desarrollando planes estratégicos para la explotación de petróleo extrapesado y la instalación de una industria siderúrgica en las márgenes del río Orinoco. Estos planes ameritan una cuidadosa preparación y la incorporación de medidas de mitigación y control de impactos ecológicos. Los estudios preventivos son ineludibles si se sigue el principio de responsabilidad y si se aprende de los errores que las transnacionales cometieron en el pasado dejando como resultado un conjunto de pasivos ambientales en el Lago Maracaibo y en el oriente de los estados Anzoátegui y Monagas.

Sin duda el riesgo persiste

Hoy día la responsabilidad es compartida. La protección de las áreas naturales debe regirse por el cuerpo normativo creado para este fin (Ley Penal del Ambiente) y garantizarse mediante la educación de las comunidades y miembros de la industria a todos los niveles. La explotación petrolera o el

L. Pérez

asentamiento de centros industriales en las márgenes de los ríos, debe contemplar medidas preventivas, de lo contrario es probable que produzca algún tipo de desastre ecológico en la cuenca del Orinoco. La destrucción de ecosistemas naturales por estas causas postergaría las ganancias de toda índole, y sobretodo pondría en riesgo directo o indirecto a la población humana dependiente, gran parte de la cual se ha desarrollado gracias al uso racional de estos recursos naturales durante miles de años.

MINERÍA Y CONTAMINACIÓN MERCURIAL

La prospección y explotación de minerales preciosos en las cabeceras del Orinoco y otros ríos importantes como el Caura, Caroní o Ventuari, representan una seria amenaza a los ecosistemas acuáticos. Aunque esta actividad todavía es menos impactante en algunas partes de la Orinoquia, salvo la cuenca del Caroní-Paragua, los ejemplos en la cuenca del Cuyuní, son suficientemente dramáticos como para prestar atención urgente a esta actividad. Machado-Allison *et al.* (2000) y Farina *et al.* (2009) muestran cifras preocupantes de pérdida de ambientes, contaminación de suelos, aguas y organismos acuáticos en esta cuenca del Cuyuní-Esequibo. La contaminación por mercurio en agua, sedimentos, peces y biota acuática no es un tema nuevo. Desde hace más de 30 años, las cabeceras del Orinoco y sus principales afluentes en la región Guayana (estados Amazonas y Bolívar) han estado sometidos a una fuerte presión e intervención continua, muy notoria en ciertos ríos (i. e. sección alta del río Caroní, Cuchivero, alto Orinoco), por citar sólo los más representativos. Los impactos ambientales derivados de estas actividades, ilegales en su mayoría, son bien conocidos (deforestación, sedimentación, pérdida de la calidad del agua, marginación social, etc.). No obstante, hay un efecto que pasa desapercibido a primera vista, y es la contaminación por metil mercurio. A continuación describiremos este proceso y mostraremos los casos más evidentes en la cuenca.

En la minería artesanal, el oro es extraído por amalgamación con mercurio metálico, que es volatilizado por calentamiento y liberado al ambiente. Aproximadamente el 45% de este mercurio se incorpora a la columna de agua y es transformado por los microorganismos en un compuesto neurotóxico denominado metil mercurio $[CH_3Hg]^+$, otra forma de "azogue" que pasa rápidamente a la cadena trófica, experimentando un proceso de bioacumulación o biomagnificación desde las especies detritívoras hasta las carnívoras, siendo finalmente el ser humano quien recibe la mayor concentración del metal tóxico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las concentraciones de mercurio en tejidos de peces para consumo humano, no deben exceder los 0,5 µg/g. Sin embargo, estudios realizados en la cuenca muestran que en muchos casos se sobrepasa ampliamente este límite. Los estudios realizados en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari (Lasso *et al.* 2006), muestran el análisis de diez especies de peces de interés pesquero, incluyendo bagres (Pimelodidade), picúas (Ctenoluciidae, Acestrorhynchidae), payaras (Cynodontidae) y pavones (Cichlidae). Los niveles de mercurio total promedio y máximo observados en la sección media del Orinoco y en el río Ventuari, resultaron muy elevados, siendo en más de la mitad de las especies, superiores a 0,5 µg/g y coincidentes en algunos casos con los valores obtenidos en el Embalse de Guri, reservorio que recoge las aguas del río Caroní, una cuenca con décadas de intensa actividad minera. La causa de estos valores tan elevados en la región del Ventuari se asocia a la minería ilegal dentro del Parque Nacional Yapacana. La situación en el río Paragua, principal afluente del Caroní, también es desalentadora. Los análisis preliminares de muestras de peces carnívoros de consumo humano (aimaras, curvinatas, bagres, payaras) muestran en esta cuenca, valores muy por encima de lo recomendado por la OMS (Lasso *et al.* 2008). Según el índice de evaluación de riesgo para peces que pueden ser consumidos por humanos (HQ), la situación es alarmante, ya que en muchos casos alcanza intervalos entre 19,7 y 19,3. Los datos confirman que el mercurio empleado para la minería no planificada, está poniendo en severo riesgo la salud de estas poblaciones locales.

Más al norte en la cuenca del río Apure, la minería con mercurio no es frecuente. El análisis de 58 muestras de nueve especies de peces capturadas directamente en el río Apure y/o colectadas en el mercado de la ciudad, muestra valores de mercurio dentro del rango aceptable por la OMS para consumo humano (Trujillo *et al.* 2010).

Comprobamos así, que el Escudo Guayanés está mucho más afectado por el mercurio de la minería que el resto de regiones al norte de la Orinoquia. Estos datos deberían servir para implementar un programa de monitoreo y mitigación de los efectos de este grave contaminante. Teniendo como meta el bienestar de las comunidades humanas y el de los ecosistemas acuáticos proveedores de servicios y recursos. Desafortunadamente, poco se ha hecho al respecto en los últimos años, y lejos de mejorar o mantenerse estable, la situación ha empeorado. Basta con ver el panorama actual en la cuenca del río Caura, azotada por la minería,

C. Lasso.

está en camino de perder los atributos que hasta hace menos de una década la definían como uno de los paisajes mas prístinos del mundo. A la gravedad de lo anterior se suma el hecho de que cuando el flujo de las aguas no se restringe a un solo país, su gobierno se enfrenta a una flagrante violación de acuerdos internacionales sobre la utilización de las aguas y la afectación que puede producirse en otros territorios. Este tema que pasa desapercibido en el Orinoco, es de actual discusión mundial, en otras naciones con ríos compartidos (Gleick 1998, Petts *et al.* 1989b).

Un nuevo problema reciente lo representa la descarga de los llamados "lodos rojos" producidos en la transformación de la bauxita al aluminio en la zona de Matanzas próximo a Puerto Ordaz en el estado Bolívar. Estos lodos son acumulados en fosas situadas muy cerca del río Orinoco y permanentemente percolan sus aguas contaminando el río. Contienen soda cáustica causando aumento del pH en las zonas de descarga y poseen elementos corrosivos y sedimentos ferruginosos por procesos de laminación, unido con metales pesados (Cd, Hg) y sólidos suspendidos. Todos estos elementos son bioacumulativos en organismos acuáticos y por tanto, causantes de severas deformaciones y otras patologías.

TRANSPORTE FLUVIAL

Un tema poco tratado como factor de alteración de los ecosistemas acuáticos continentales, es el relativo a la planificación y ejecución de obras para el transporte fluvial permanente. Esto abre de nuevo un interesante debate respecto al modo de garantizar un flujo de agua continuo y estable en sistemas con régimen hídrico bimodal (aguas altas durante las lluvias y bajas en la sequía). Hasta ahora, la operación más común es el dragado de un canal angosto y profundo por el cual los barcos de gran calado pueden entrar y salir del Orinoco. Esta acción permanente sobre el fondo del río no ha sido evaluada en el contexto ecológico. Los estudios sobre la fauna acuática asociada al fondo del río son escasos y sin embargo, la información disponible sobre el Orinoco y el Amazonas da cuenta de una enorme diversidad de organismos, especialmente importante de peces, que habitan estas aguas del Orinoco. Un número apreciable de los llamados peces eléctricos (Gymnotiformes) y sus emparentados bagres (Siluriformes) habitan esta sección de la columna de agua, incluyendo de nuevo, especies de gran valor comercial como los bagres valentones, laulaos y dorados (*Brachyplatystoma vaillanti, B. juruense y B. filamentosum*) que se alimentan principalmente de los peces eléctricos, insectos bentónicos y moluscos que viven en estas aguas profundas.

Otras acciones de impacto asociadas al uso del cauce de los ríos, incluyen la canalización y la construcción de diques para contener el agua en el canal principal. Un ejemplo de sus efectos sobre el sistema natural ha sido el cierre del caño Mánamo en el delta del Orinoco, con fines agrícolas. El dragado y la limitación de flujos naturales del agua (Monente y Colonnello 2004) han dado origen a un desastre ecológico sin precedentes en Venezuela y posiblemente en América del Sur.

Esta intervención humana ha producido la pérdida de miles de hectáreas de suelo, que han quedado salinizados y acidificados al eliminar el drenaje cíclico y natural de estas áreas. Numerosos caños o brazos del Delta del Orinoco permanecen ahora estancados y convertidos en amplias zonas anóxicas inútiles para la vida. El cierre del caño Mánamo, tuvo otras graves consecuencias. Extensos manglares y morichales destruidos y eliminados y con ellos, comunidades diversas de fauna y flora de la región (Monente y Colonnello 2004, Lasso y Sánchez-Duarte 2011). A pesar del reconocimiento del desastre y de la aplicación de algunos correctivos, queda claro que los daños siguen siendo por ahora irreversibles. En este sentido, otros tres proyectos hidrológicos ameritan atención: 1) eje Apure-Orinoco, 2) desvío de las aguas del río Caura y 3) hidrovía (intercontinental).

El proyecto de desarrollo del eje Orinoco-Apure tiene como objetivo modificar el patrón de ocupación del territorio venezolano. Crear un corredor fluvial y de polo de desarrollo en los estados Apure, Barinas, Portuguesa, Guárico, Anzoátegui, Monagas, Bolívar y Delta Amacuro y detrás de todo esto, garantizar el transporte fluvial desde el Atlántico hasta la frontera con Colombia. El entonces Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) elaboró en 1987 un atlas del eje de desarrollo Orinoco-Apure en el que se incluyeron doce mapas temáticos que muestran una visión general sobre los aspectos físicos y socioeconómicos que caracterizan el área de influencia del eje, estimada en unos 300.000 km^2 (30%) del territorio nacional, habitada por el 12% de la población del país (MARNR 1987). Las obras del proyecto (Figura 5) comprenden la modificación del canal del río Apure mediante una serie de obras de ingeniería tales como la construcción de diques y el desvío y corte de canales así como la construcción de otras cuatro represas asociadas a los ríos Uribante, Caparo, Acarigua y Cojedes, afluentes del Apure (Rial 2004). Un documento denominado "Mejoramiento

L. Pérez

Integral de la Cuenca del Río Apure" fue presentado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en 1993. No obstante, esta Agencia ya no incluye este proyecto en su agenda. En años anteriores, el gobierno de Hungría mostró interés en conocer los detalles del proyecto para consolidar el eje fluvial Orinoco-Apure y participar en cualquier iniciativa de índole productiva o tecnológica. En 1986 se creó la comisión para el ejercicio de la autoridad sobre el río Orinoco, con funciones amplias especialmente en lo concerniente al resguardo del equilibrio ambiental de la arteria fluvial. Sin embargo y a pesar del intenso y renovado interés en la obra, hasta el día de hoy no se han llevado a cabo los estudios básicos ni de impacto ambiental necesarios para detectar insuficiencias o impactos potenciales de este proyecto Orinoco-Apure (Novoa 2002). Méndez-Arocha (1999) y especialistas consultados por FUDENA en el año 2003, plantearon la necesidad de crear una comisión para la planificación del agua similar a la antigua COPLANARH (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos) y retomar el plan nacional de uso de estos recursos. El proyecto Orinoco-Apure es de gran magnitud; en opinión de muchos, no se ha llevado a cabo en su totalidad por su enorme costo económico. Tal como está previsto, implicaría un cambio drástico en diversos aspectos relativos al flujo natural de agua del sistema Orinoco-Apure.

Para llevar a cabo este proyecto, no solo sería necesario mantener un caudal apreciable en el Orinoco, sino también el de uno de sus principales afluentes, el río Apure. Este proyecto, abandonado a finales de los años 80, debido a las fuertes críticas sobre aspectos ecológicos y su alto costo, ha sido rescatado y propuesto de nuevo, como una panacea para la solución de los ingentes problemas socioeconómicos de Venezuela, sin tomar en cuenta que el desarrollo mismo pondría en peligro el sustento alimentario de las poblaciones que se pretenden movilizar hacia esos polos de desarrollo (Machado-Allison 2005, Pérez 2009). Las modificaciones estructurales en numerosos afluentes del Apure y Orinoco impedirían los ciclos anuales de inundación, la construcción de espigones y la construcción de diques, desviarían y represarían las aguas alterando la dinámica hidrológica de este gran sistema.

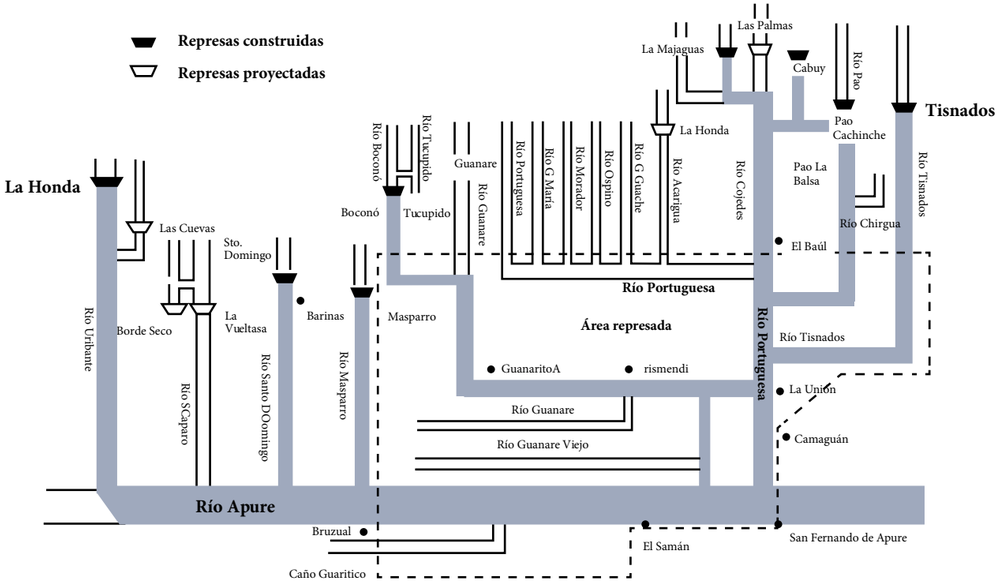


Figura 5. Representación esquemática del Plan Eje Apure-Orinoco. En rojo cuencas afectadas.

C. Lasso.

También el trasvase de aguas proveniente de las regiones superiores del río Caura hacia el río Paragua-principal afluente del río Caroní y aportante a la represa del Guri-, merece atención. Esta opción, evaluada por la CVG (Corporación Venezolana de Guayana) y desestimada hace unas décadas, ha sido reconsiderada actualmente como una solución relativamente simple y económica -entre otros argumentos expuestos, porque la gravedad actuaría a favor del flujo evitando la inversión de bombeo-, para el aumento del caudal de la represa del Guri. Lo curioso es que el menor caudal es debido a la minería no planificada que deforesta las cabeceras del Caroní. No se atiende la minería que arrasa con los bosques del sur del Orinoco, pero se insiste en aumentar el caudal del Guri para garantizar la electricidad. Reflexionemos al respecto. Tengamos en cuenta que si este proyecto se ejecuta, el Caura perderá inmensas zonas de planicie inundable, desapareciendo una porción apreciable de bosque tropical y de la vida acuática de esta cuenca. Los efectos serían tangibles y nefastos para las poblaciones indígenas (etnias Ye´kuana y Sanema) y criollas, para quienes los ecosistemas de esta cuenca son la fuente de sustento.

El siguiente proyecto (más ambicioso) y derivado de un viejo plan militar del *Corps of Engineers* de los Estados Unidos (segunda guerra mundial), contempla la unión de las tres grandes cuencas suramericanas: Orinoco (norte), Amazonas (medio) y Paraná-Paraguay (sur) (Bucher *et al.* 1993). Conocido como la Hidrovía Paraguay-Paraná, involucra directamente a cinco países: Bolivia, Perú, Argentina, Brasil y Uruguay. El interés de Venezuela manifestado a través del convenio firmado en 2009 entre PDVSA y Fluviomar (Argentina), radica en unir al Orinoco a esta red fluvial del sur para comerciar hidrocarburos y alimentos. Al parecer, la evaluación parcial de los riesgos y daños para el ambiente y la economía basada en la explotación de recursos naturales, sobrepasa una vez mas, los beneficios de desarrollo (Bucher *et al.* 1993, Hamilton 1999, Ponce 1995, Willink *et al.* 2000), sin embargo los acuerdos siguen firmes.

Estos proyectos implican modificaciones sustanciales en el régimen cíclico de las aguas. Puede que prevaleciendo el interés geopolítico y económico, se subestime el valor de este ciclo natural y de sus servicios ecosistémicos, pero sin duda este proyecto cambiará los flujos hídricos, eliminando especies adaptadas a la inundación y la sequía en el Pantanal, Chaco, esteros del Yberá, planicies inundables del Paraná o en los Llanos de Colombia y Venezuela. Varios autores aportan información al respecto (Bonetto 1986, Poi de Neiff y Neiff 1988, Ponce 1995, Quiroz 1990). Un impacto ampliamente demostrado es que la interconexión de cuencas afectaría las poblaciones naturales favoreciendo la dispersión (ahora artificial) de las especies transplantadas, que competirían con las poblaciones autóctonas de cada cuenca. En caso de que dichas especies fuesen alimento para las poblaciones locales, el problema adquiriría nuevas y peligrosas dimensiones. Dar preponderancia a la estrategia geopolítica, a los supuestos beneficios económicos o simplificarlo a expresiones tales como: "…al garantizar el flujo del agua se garantiza la vida orgánica en los cuerpos de agua" demuestra una arriesgada ignorancia que pone en trance por ejemplo, la vida acuática silvestre y con ella el sustento de millones de personas que dependen hoy día del aprovechamiento sostenible de estos recursos naturales.

INTRODUCCIÓN DE ESPECIES: EXÓTICAS Y TRASPLANTADAS

Es un hecho ampliamente conocido que la introducción de especies, exóticas o trasplantadas, es la segunda causa de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial (McNeely *et al.* 2001). Bajo el concepto de especies introducidas se incluyen las originarias de otros continentes y/o países (exóticas) y aquellas que han sido trasferidas, en este caso a la Orinoquia, provenientes de otras cuencas dentro de Venezuela (trasplantadas). Es el caso por ejemplo, de las tilapias y truchas (exóticas) o de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*) (trasplantadas). Con la finalidad de "resolver los problemas del hambre y la pobreza" hemos sido "conquistados" irreversiblemente por los fabricantes de programas internacionales de pesca y acuicultura como la FAO y el Banco Mundial. Pero también hemos demostrado ya fehacientemente, que la introducción de especies como las "tilapias", sus híbridos (*Oreochromis spp* y/o *Sarotherodon spp*) o el "camarón del Pacífico" (*Macrobrachium rosembergi*), no han resuelto los problemas alimentarios o sociales en Venezuela. Más aún, han resultado una actividad comercial poco exitosa comparada con el impacto que ha supuesto la extinción de algunas especies locales (Barletta *et al.* 2010).

En Venezuela el estudio de las especies de peces introducidas ha sido abordado en la última década de manera sistemática por Lasso-Alcalá *et al.* (2001), Ojasti *et al.* (2001) y Lasso-Alcalá y Lasso (2007a-b). Como resultado de estos trabajos puede concluirse que hay unas 150 especies introducidas, de las cuales al menos 24, la mayoría peces dulceacuícolas, se encuentran establecidas en cuerpos de agua naturales. Hay adicionalmente tres plantas acuáticas, dos caracoles, dos ranas y un ave. También se encuentran bajo confinamiento o son comercializadas como especies ornamentales cerca de 80 especies de peces. Tal vez el estudio

L. Pérez

más completo realizado en la Orinoquia sobre especies introducidas, se refiere a la región del Delta (Lasso y Sánchez-Duarte 2011). Ahí se han establecido varias especies y algunas se han convertido en invasoras según la definición de la IUCN (2009): "especie *alien* que causa (o tiene el potencial de causar) daño a la biodiversidad, el medio ambiente, la economía o salud humana". En la primera categoría (exóticas) se encuentran dos especies de camarones, el camarón malayo (*Macrobrachium rosenbergii*) y el camarón tigre (*Penaeus monodon*); dos almejas o mejillones, la almeja de agua dulce (*Corbicula fluminea*) y el mejillón dátil asiático (*Musculista senhousia*); un caracol (*Thiara tuberculata*); una anémona (*Diadumene lineata*) y tres especies de peces: el góbido desnudo (*Gobiosoma bosc*), el blenio hocicudo (*Omobranchus punctatus*) y el dormidor del fango (*Butis koilomatodon*). En la segunda categoría, la única especie trasplantada es la mojarra de río o San Pedro (*Caquetaia kraussi*). De esta manera, hasta el momento, y de acuerdo a la definición anterior y a la información disponible, se pueden calificar como invasoras a la almeja de agua dulce (*Corbicula fluminea*), el mejillón dátil asiático (*Musculista senhousia*), el caracol malayo (*Thiara tuberculata*), la anémona (*Diadumene lineata*) y la mojarra de río o San Pedro (*Caquetaia kraussii*). La mayoría de estas especies se establecieron en el Delta y han quedado restringidas al estuario, aunque la almeja de agua dulce parece ir avanzando río arriba y el caracol malayo amplía su distribución en la cuenca. Sin duda alguna, el caso más dramático se refiere a la introducción en la cuenca del Orinoco de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussi*) (Royero y Lasso 1992, Señaris y Lasso 1993). Este pez originario de las cuencas del Magdalena (Colombia), Maracaibo y Caribe, se introdujo en los llanos inundables del estado Portuguesa de donde escapó tras las crecientes del río (Mago 1978). En la actualidad ha desplazado a los cíclidos nativos de los llanos venezolanos, e incluso a otras especies llaneras, representando en muchos casos la mayor biomasa de las lagunas inundables (Lasso obs. pers.).

La introducción de especies (cultivos, ornato, "repoblaciones") suele ser intencional, aunque es frecuente el escape de instalaciones de acuicultura y acuarios. Enfermedades, desplazamiento por competencia, depredación y finalmente la eliminación de especies autóctonas, son algunos efectos negativos demostrados en la práctica en muchos países. A pesar de que Venezuela ha sido signataria de convenios internacionales donde se impide la introducción de especies exóticas mediante una exigente normativa, subterfugios legales han provisto la vía tanto a agencias privadas como al Estado para introducir extensivamente estas especies. Hoy día, los daños ecológicos son severos en algunas zonas del país. Un impacto colateral y no menos grave, ha sido el descuido en el estudio de especies autóctonas con iguales o mayores cualidades que las introducidas. Mientras estos "paquetes" comerciales consideran solo y exclusivamente la ganancia comercial, es evidente el desequilibrio natural y el aumento en la dependencia económica, peligro que se acentúa cuando tales programas forman parte de la denominada política de Estado.

SOBREPESCA

Numerosos autores han manifestado explícitamente el peligro que se cierne sobre los ríos y sus recursos orgánicos como consecuencia del excesivo uso y explotación, manejo inadecuado de los ríos y del agua, deforestaciones y contaminación doméstica, agrícola e industrial, entre otros como ya hemos indicado anteriormente (Novoa 1982, 2002, Machado-Allison 2005, Machado-Allison y Bottini 2010). En este apartado, gracias a la obtención y análisis de las estadísticas pesqueras continentales venezolanas, mostraremos la tendencia negativa y reducción productiva de algunas especies de importancia pesquera como resultado individual o integrado de los factores anteriormente mencionados.

La tabla 3 muestra la producción ictícola continental total y de las principales especies durante los últimos doce años (INSOPESCA período 1996-2008), fuente oficial disponible para conocer los valores totales de producción de esta actividad comercial, principalmente desarrollada en la cuenca del río Orinoco y subcuenca del río Apure.

Según Machado-Allison y Bottini (2010) la producción pesquera total ha mermado casi un 50% (57.000 a 24.000 Ton) (Figura 6), demostrando la tendencia negativa de los últimos años en la producción pesquera continental, y la gravedad que supone esta disminución de la producción si consideramos que un mayor número de personas y embarcaciones han sido incorporadas a la actividad recientemente. La extracción de especies comerciales *Pseudoplatystoma orinocoense* (= *P. fasciatum*) (rayao) y *P. trigrinum* (= *P. tigrinum*) (cabezón) (Figura 7) disminuyó 60%, de 8.814,5 Ton. en 1996 a 2.781,8 Ton. en 2008, posiblemente debido a la captura de ejemplares de tallas menores, presumiblemente juveniles prohibidos por ley. También se redujo en un 50% la captura en toneladas de otros dos bagres entre 1996 y 2008, blanco pobre (*Pinirampus pirinampu*) (2.561,8 - 1.297) y dorado (*Brachyplatystoma rousseauxi*) (1.383,5- 61,1), esta última especie evidentemente afectada por la sobrepesca (Cushing, 1988), lo que ocasionaría la extinción comercial desde el punto de vista pesquero (Gould,

C. Lasso.

Tabla 3. Estadística pesquera (1996-2008). Fuente: Insopesca (Venezuela).

Especies	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AIMARA	78,09	77,84	36,38	38,02	6,92	60,17	59,84	68,36	43,19	26,14	255,5	74,14	22,75
ARENCA	5,16	16,5	2,13	1,71	1,2	0,0	0,14	0,14	0,37	7,48	3,41	0,26	0,007
BAGRE AMARILLO	85,68	57,72	34,96	54,6	6,36	162,67	59,65	67,17	56,27	26,24	70,5	236,97	87,1
BAGRE BANDERILLO	0,09	0,27	0,91	3,18	0,55	0,55	1,18	1177,0	0,0	0,0	0,23	0,0	0,0
BAGRE BLANCO POBRE	2561,8	1952,05	2681,97	2013,16	1825,49	2068,07	1819,29	1904,44	2188,43	1739,95	1940,1	1527,46	1296,99
BAGRE CAJARO	1454,28	1546,43	1724,39	1474,71	1182,79	1100,78	922,53	1007,68	991,03	898,1	1757,61	770,62	505,47
BAGRE CUNAGUARO	228,9	86,43	77,64	58,44	110,76	20,42	14,61	57,19	89,39	16,9	1560,48	37,13	13,75
BAGRE DONCELLA	225,1	179,34	222,95	135,65	207,06	0,0	76,32	127,41	55,54	107,11	618,53	72,22	46,34
BAGRE DORADO	1383,5	1208,3	1311,04	1162,81	1253,5	857,15	830,6	907,22	1375,07	803,26	957,37	714,0	61,11
BAGRE ITOTO	179,02	144,1	134,78	242,33	126,5	60,03	63,13	97,19	47,47	35,86	99,41	122,05	79,33
BAGRE JIPI	265,41	225,63	268,73	338,25	316,97	193,25	224,27	266,85	661,32	208,16	325,39	544,73	186,01
BAGRE LAULAO	122,37	206,5	297,22	298,48	284,61	192,64	125,17	167,74	38,13	36,33	191,94	61,92	65,89
BAGRE MANTO	34,82	283,67	122,29	37,19	135,06	125,98	369,76	403,82	661,32	65,04	55,1	46,42	83,56
BAGRE MAPURITE	81,75	86,19	63,86	105,1	45,01	155,51	118,17	152,23	139,67	46,32	186,33	190,18	239,2
BAGRE MATAFRAILE	29,53	31,64	168,52	4,9	384,37	8,59	49,13	74,7	31,69	9,64	878,92	214,34	12,25
BAGRE RAYAO/CAB.	8814,57	6937,85	5838,0	5058,3	4678,83	5343,75	5404,35	5404,35	5192,23	4028,42	4570,79	4344,47	2781,76
BAGRE SAPO	1134,1	435,15	343,79	288,82	296,93	212,57	169,71	212,28	247,23	175,57	128,98	169,23	91,49
BAGRE TIGRE	242,15	309,94	302,84	219,74	131,58	78,73	78,9	112,94	32,81	54,81	56,94	41,45	0,0
BAGRE TONGO	181,65	463,24	281,12	311,78	251,73	149,46	80,22	114,28	147,54	199,73	82,98	36,38	29,65
BAGRE TORUMO	591,01	674,92	1039,85	430,51	293,62	289,51	285,16	353,28	192,84	220,35	245,03	184,79	152,12
BAGRE TUMAME	3,1	11,5	6,98	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	14,32	0,71	0,0	0,0
BAGRE VALENTON	15,43	34,71	24,25	7,11	13,38	4,14	4,51	30,05	33,99	35,1	40,54	59,42	30,21
BAGRE YAQUE	260,28	301,15	379,56	407,03	304,23	0,0	0,0	0,0	52,39	95,17	71,46	66,89	48,47
BOCACHICO	265,96	79,34	388,82	61,65	268,05	3254,94	4022,56	4022,56	3650,1	199,66	318,84	176,91	392,88
BOCON	51,886	72,07	32,42	36,82	86,42	42,04	93,26	127,32	43,42	142,2	301,18	33,57	15,27
BOQUIMI	169,53	61,34	173,19	154,63	15,2	26,31	45,82	88,39	75,55	0,0	0,0	13,96	26,1
CACHAMA	2062,4	1289,44	1568,1	1292,41	991,12	957,25	961,8	961,79	779,25	566,0	1183,62	636,83	460,31
CARA DE CABALLO	0,1	0,14	9,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,61	27,38	3,6	1,13
CARA DE PERRO	7,87	6,29	8,37	180,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,48	18,16	0,0	0,0
CARIBE	975,44	960,20	1011,06	876,68	2297,36	659,88	526,7	603,34	1124,59	1022,28	2194,08	1407,59	1011,26

L. Pérez

Especies	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CARPA	217,86	0.03	2,8	4,84	1389,81	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,11	25,87	11,17
CHERECO	15,1	5,4	13,73	4,15	10,8	0,0	0,0	0,0	17,78	16,21	24,83	0,0	0,0
COPORO	17918,41	10086,28	15366,69	9143,9	9163,33	8669,68	9511,76	9511,76	19893,33	1545,61	17710,39	12970,75	8473,24
CURBINATA	2995,29	2183,8	1797,25	1754,36	1872,77	1789,54	1350,56	1350,58	1576,5	1511,34	2104,77	2090,11	1844,39
CURITO	1735,38	754,11	923,98	987,64	981,66	887,05	378,9	417,47	779,74	440,7	1581,83	832,55	721,97
GUABINA	1036,78	479,87	280,7	326,47	142,0	179,09	64,45	115,54	419,25	0,0	0,0	349,83	201,47
GUITARRILLA	233,9	106,37	156,4	101,55	58,48	59,03	103,25	120,28	90,02	0,0	0,0	114,4	109,96
LISA DE RIO	2,283	0,21	0	17,3	0,0	0,37	0,0	0,0	0,42	7,6	23,45	7,83	0,71
MANAMANA	81,4	41,85	35,13	10,1	41,31	4418,07	13,7	30,7	5887,65	18,35	54,65	46,1	38,78
MIJE	511,16	346,09	483,7	257,7	160,27	108,27	139,47	190,16	354,33	171,28	180,92	121,83	143,3
MOROCOTO	1254,43	915,96	992,42	845,61	884,06	791,68	843,02	894,11	849,59	720,42	1305,88	975,44	951,45
PALAMBRA	149,68	255,84	247,2	176,14	364,88	315,48	109,2	151,78	290,85	131,92	226,8	298,71	121,93
PALOMETA	2490,17	2363,48	3029,23	2648,0	2484,52	2254,09	2611,94	2611,94	1567,12	1896,72	2782,16	1775,93	1729,68
PAMPANO DE RIO	7,66	3,86	16,21	12,18	9,78	3,64	0,0	0,0	0,0	7,43	3,44	0,07	0,21
PANAQUE	793,89	179,83	384,74	457,78	323,57	562,17	540,15	599,8	420,65	177,76	318,4	1890,48	410,39
PAYARA	800,68	622,12	644,1	674,04	409,35	341,8	339,32	416,0	311,44	343,16	622,31	346,3	227,6
PICUAS VARIAS	30,74	3,67	11,95	5,5	15,87	0,52	7,15	32,7	1,93	32,45	26,3	2,74	0,53
RAYAS VARIAS	117,79	98,67	62,57	61,1	76,72	81,09	85,05	144,65	44,5	32,45	101,8	83,86	62,87
SAPUARA	263,44	83,399	291,56	110,44	171,3	51,16	339,84	382,41	27,2	13,27	386,22	82,08	13,13
SARDINATA	552,03	354,29	467,45	403,14	287,4	260,05	206,56	274,7	576,24	575,79	510,37	156,08	122,5
SIERRA	1569,71	856,63	991,13	606,46	840,3	732,53	882,73	899,4	597,34	444,83	587,02	624,74	312,16
TABLA	8,72	19,94	12,8	148,94	3,63	19,45	7,69	24,7	57,07	39,27	101,33	56,5	47,46
TILAPIA	1,69	6,63	0,0	1,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,37	0,0	0,0
TRUCHA	293,65	206,06	285,9	0,0	231,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	700
VIEJA	668,61	209,52	146,55	105,63	92,6	103,34	67,63	0,0	76,73	35,36	97,64	701,27	83,3
VARIOS	1720,13	1281,04	1186,28	1240,72	1442,43	1300,3	1232,46	1240,98	2080,61	1022,14	1578,2	1007,24	735,86
TOTAL	56981,7	39204,5	46385,6	35219,0	37077,1	37659,6	34009,1	36678,2	51790,5	28969,3	48531,7	36350,2	24107,1

C. Lasso.

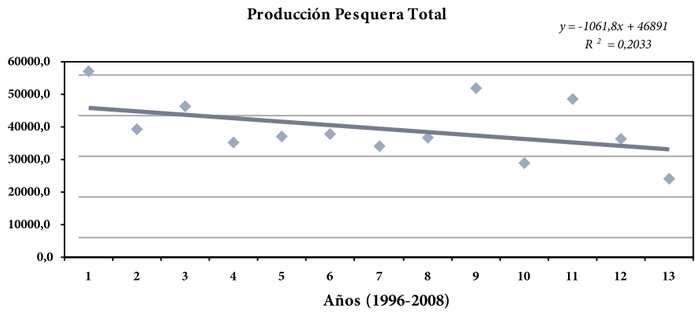


Figura 6. Producción pesquera total (1996-2008), según Machado y Bottini (2010).

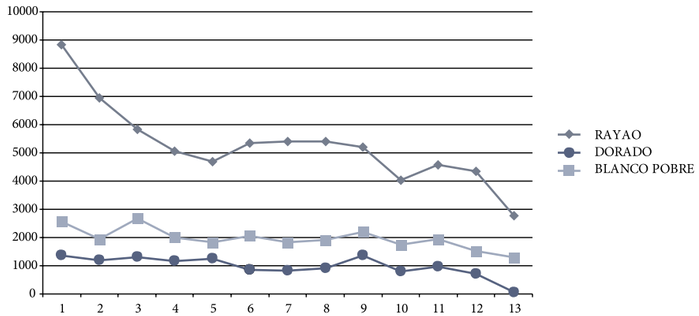


Figura 7. Producción pesquera (1992-2008) de rayao, dorado y blanco pobre, según Machado y Bottini (2010).

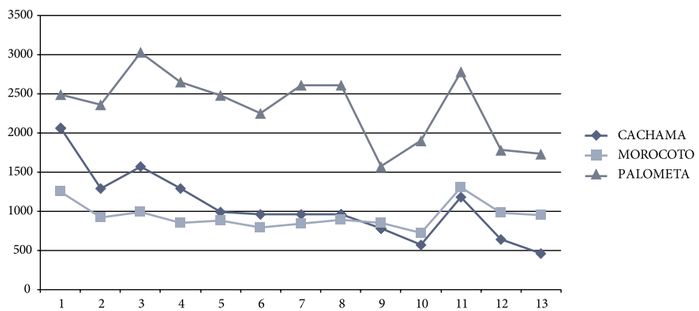


Figura 8. Producción pesquera (1996-2008) de cachama, morocoto y palometa, según Machado y Bottini (2010).

L. Pérez

1972) o biológica de esta especie. En el caso de los llamados peces de escama (cachamas, coporos, morocotos, y palometas) (Figura 8) Machado-Allison y Bottini (2010) informan que la producción se redujo casi 5 veces en el caso de la cachama (*Colossoma macropomum*), 50% en el caso del coporo (*Prochilodus mariae*), 30% la palometa (principalmente *Mylossoma duriventre*) y 20% el morocoto (*Piaractus brachypomum*).

INFORMACIÓN Y RECURSOS HUMANOS PARA LA CONSERVACIÓN

Los ecosistemas acuáticos son un complejo de funciones cuyos beneficios son insustituibles. Debemos atender esta complejidad y responder de forma innovadora partiendo de la información y la experiencia adquirida.

Pettersen *et al.* (1987) (p. 166) dice que "el manejo de los ríos en el mundo requiere un acercamiento ecosistémico holístico que debe ser centrado en las zonas riparias, pero también debe involucrar pesquerías y factores exógenos a las grandes represas y reservorios como parte importante del desarrollo del río…" Petts, 1990a (p. 394) comenta que los grandes desarrollos de ingeniería de aguas deben proveer las bases para el mantenimiento sostenible de los recursos; los objetivos y operaciones de estos proyectos, deben ser radicalmente revisados incorporando regulaciones secundarias a todo los nivel, que aseguren el mantenimiento de los ecosistemas río abajo, especialmente el ecotono de las planicies y el bosque ripario.

Johannes (1998) refiriéndose a la pesca tropical, afirma que la información biológica para su manejo es insuficiente, pero que el conocimiento local de los pescadores puede ser de gran utilidad, especialmente en los países menos desarrollados o donde la información es escasa o inexistente. Un nuevo enfoque puede llevarnos a reconocer que todos los usuarios del recurso deben asumir su cuota de responsabilidad en el manejo, un concepto moderno (comunitario, participativo, co-manejo) en el que se reconcilian los puntos de vista basados en el recurso y en la sociedad (Welcomme, 1985, 2001).

Numerosos simposia, reuniones o programas internacionales tales como: *Environmental-Sound Management of Inland Waters* (EMINWA) propuesto por la *United Nations Environmental Programme* (UNEP), y la *Unesco´s International Hydrological Programme* y el Reporte Bienal del Uso de Recursos de Agua Dulce (1998-1999) y la Convención RAMSAR (2005), COPESCAL-FAO (2005), Valvo-Jorgensen *et al.* (2008) y más recientemente los talleres binacionales (Lasso *et al.* 2010) o las evaluación biológicas rápidas (RAPs) en la cuenca (p.e. Chernoff *et al.* 2003, Lasso *et al.* 2006, 2008, Señaris *et al* 2008 y Rial *et al.* 2010) han ofrecido información muy valiosa y puntualizado amenazas y recomendado acciones específicas (programas educativos, monitoreo, entrenamientos, convenios interinstitucionales). De esta manera contamos ya con bases suficientes para la aplicación de estrategias ecológicamente aceptables para el uso y explotación de los recursos acuáticos en los ambientes tropicales (Gleick 1998, Lovejoy 1981, Pérez-Hernández 1983, Petts 1990a,b, Pringle 1997, Pringle *et al.* 2000). La etapa de aportación de información y propuesta de alternativas se ha cumplido. Esperamos el compromiso de nuestros gobiernos y del amplio colectivo interesado en el aprovechamiento de la Orinoquia para que las nuevas decisiones de desarrollo eviten mayores daños en nuestras aguas continentales y sus sistemas biológicos.

Sería necesario:

1. Manejar y controlar adecuadamente las actividades productivas y de desarrollo en la región.
2. Establecer programas especiales que impidan la sobreexplotación de estos recursos y permitan en el caso de las pesquerías, la recuperación de las poblaciones actualmente explotadas. Por ejemplo, el desarrollo de una piscicultura extensiva de tales especies y la resiembra con criterio científico a la luz de la genética de la conservación, en las cuencas apropiadas; así como el monitoreo de la distribución espacial y de los tamaños poblacionales de las especies.
3. Las diferentes normativas establecidas en la Ley Penal del Ambiente deben ser rigurosamente seguidas, desde el inicio de los proyectos y durante su ejecución.
4. Aplicar las regulaciones internacionales (EPA, por ejemplo) al uso de plaguicidas, por sus probados efectos de contaminación de las aguas y afectación a la vida silvestre. Considerando además que el uso excesivo de estos productos impide que nuestros rubros agrícolas sean admitidos en el mercado internacional.
5. Educar a los pobladores acerca de los graves efectos tóxicos de los metales pesados (mercurio y plomo), plaguicidas, organoclorados y fosforados que desde el medio acuático se transfieren a la cadena alimenticia.
6. Crear una red de información sobre los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia, que ponga a disposición de todos: a) el conocimiento sobre los diversos tópicos ambientales y b) la experiencia del talento humano disponible en la región.

C. Lasso.

Para ello habría que organizar y evaluar el volumen y utilidad de la información existente sobre geología, clima, hidrología, aspectos bióticos y ecológicos de las diversas áreas de la cuenca y la derivada de los estudios de campo y sus conclusiones. Incluir también el conjunto de aspectos derivados de las alteraciones humanas, de las políticas de uso de la tierra y el agua y el manejo de recursos.

La cuenca del río Orinoco y la subcuenca del río Apure, incluyendo sus amplias áreas inundables de los Llanos y el Delta representan uno los mayores humedales de la región Neotropical (Hamilton y Lewis, 1990; Machado-Allison, 1990). Con la información disponible ya es posible programar la conservación de algunas cuencas y áreas de la región (Chernoff, 1996; Machado-Allison *et al.* 2002; Pérez-Hernández 1983; Rodríguez *et al.* 2007, Lasso *et al.* 2010). Cualquier desarrollo industrial, agrícola o humano (por ejemplo los planes agrícolas y energéticos a gran escala o el Plan de desarrollo del Eje Apure-Orinoco) debe tener presente la condición de las zonas inundables como garantía de la conservación de los recursos naturales (incluyendo pesquerías), que necesitamos para el mantenimiento futuro de nuestras poblaciones. Recordemos que las áreas inundables son ambientes cuya estabilidad depende de la variabilidad espacio-temporal, y que lejos de ser áreas inadecuadas o de transición (ecotonos), son ambientes con identidad propia y funciones irremplazables (Mitsch y Gosselink 1993, Gopal 1994, Neiff *et al* 1994, Rial 2007, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio, M. y C. Lasso. 2003 ("2001"). Los peces del río Morichal Largo, estados Monagas y Anzoátegui, Cuenca del río Orinoco, Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 156: 5-118.
- Barletta M., A. Jaureguizar, C. Baigun, N. Fontoura, A. Agostinho, V. Almeida-Val, R. Torres, L. Jiménez, , T. Giarrizos, N. Fabré, V. Batista, C. Lasso, D. Taphorn, M. Costa, P. Chaves, J. Vieira y M. Correa. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on Neotropical system. *Journal of Fish Biology* 76: 2118-2176.
- Beleño, I. 2011. El 50% del agua potable es de mala calidad. U*N Periódico* (Publicación de la Universidad Nacional de Colombia). 141: 14.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas, A. Flores, L., Hernández, E. Lares, A. Mansutti, M., Miranda, J. Ochoa, M. Rodríguez y E. Selig. 2002. Situación de los bosques de Venezuela. La región Guayana como caso de estudio. Observatorio Mundial de Bosques. Caracas, Venezuela. 132 pp.
- Bonetto, A. A. 1986. The Parana River system: 541-555. En: The ecology of river systems, B. R. Davies & K. F. Walker (Eds.), Dr. W. Junk publishers, Países Bajos.
- Bucher, E. A. Boneto, T. Boyle, P. Canevari, G. Castro, P. Huzar y T. Stone. 1993. Hidrovía: un examen ambiental inicial de la via fluvial Paraguay-Paraná. *Humedales para las Américas, Publ.* 10: 1-74.
- Cushing, D. H. 1988. The Study of Stock and Recruitment. En: Gulland, J.A. (Ed.) Fish populations Dynamics: The implications for management. 2ed. Chichesten:John Wiley & Sons, 422pp.
- Chernoff, B. (Ed). 1996. Technichal Preliminary Report. Aqua-RAP (Aquatic Rapid Assesse-ment Program). (mimeo). Field Museum / Conservation International. 34 pp.
- Chernoff, B. A. Machado-Allison, K. Riseng y J. Montambault. 2003. Una Evaluación Rápida de los Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca del Río Caura, estado Bolívar, Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment 28. 284 pp.
- FAO. 1980. Perfiles nutricionales por países. Roma, Italia. 105 pp.
- FAO. 2003. Perfiles nutricionales por países. Roma, Italia. 182 pp.
- Farina, O., D. Pisapia, M. González y C. Lasso. 2009. Evaluación de la contaminación por mercurio en la biota acuática, agua y sedimentos de la cuenca alta del río Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela. Capítulo 4. Pp 77-88. *En*: Carlos A. Lasso, Josefa C. Señaris, Ana Liz Flores y Anabel Rial (Eds.). *Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos del Alto Río Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela.* RAP Bulletin of Biological Assessment 55. Conservation International, Arligton, USA.
- Gleick, P. 1998-1999. The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources. Island Press, Wash., D.C. 307 pp.
- González, V. 1986. Bases para el diseño de medidas de mitigación y control de las cuencas hidrográficas de los ríos Caris y Pao, Edo Anzoátegui. Tomo IV. Ecosistema de Morichal. UCV-Menenven, Caracas. 59 pp.
- González, V. 1987. Los morichales de los llanos orientales. Un enfoque ecológico. Ediciones Corpoven, Caracas, Venezuela. 50 pp.
- González, V. y A. Rial 2011. Las comunidades de morichal en los llanos orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. *En*: Pp. 124-147. En: Lasso, C.; A. Rial; C. Matallana; W. Ramírez; J. Señaris; A. Diaz-Pulido; G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. 304 pp.
- Gould, J.R. 1972. Extinction of a fishery by commercial exploitation: a note. *Journal of Political Economy*: 1031-1038.
- Hamilton, S. 1999. Potential effects of a major navigation project (the Paraguay-Paraná Hidrovía) on inundation in the Pantanal floodplains. Regulated Rivers: *Research and Management*, 15: 289-299.
- Hamilton, S. y W. Lewis. 1990. Physical Characteristics of the fringing floodplains of the Orinoco River, Venezuela. *Interciencia* 15: 491-500.
- Johannes, R. E. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from Tropical nearshore fin fisheries. *Trends in Ecology & Evolution* 13:243-246.
- Lasso, C. y P. Sánchez-Duarte. 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron Venezuela. Caracas, 510 pp.
- Lasso-Alcalá, O., C. Lasso y J. Meri. 2001. Introducción de peces en aguas continentales de Venezuela: una propuesta para su clasificación y evaluación preliminar. Actas IV Congreso Venezolano de Ecología, Mérida, Venezuela. P. 99.

L. Pérez

- Lasso-Alcalá, O. y C. Lasso. 2007a. Introducción de especies de peces en aguas continentales de Venezuela. En: Memorias del IX Simposio Colombiano de Ictiología y I encuentro Colombo-venezolano de Ictiólogos, Santa Marta, Colombia. P. 106.
- Lasso-Alcalá, O. y C. Lasso. 2007b. Introducción de especies de peces en aguas continentales de Venezuela: propuesta para su clasificación e inventario. Actas del VII Congreso venezolano de Ecología. Puerto Ordáz, Venezuela. P. 297.
- Lasso, C., A. Giraldo, O. Lasso-Alcalá, O. León-Mata, C. DoNascimiento, N. Milani, D. Rodríguez-Olarte, J. C. Señaris y D. Taphorn. 2006. Peces de los ecosistemas acuáticos de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas (Venezuela): resultados del AquaRAP 2003. Capítulo 7. Pp. 114-122. *En*: Carlos A. Lasso, Josefa C. Señaris, Leeanne E. Alonso y Ana Liz Flores (Eds.). *Evaluación rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos en la confluencia de los Río Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela*. RAP Bulletin of Biological Assessment. Conservation International, Washington, D.C., USA. Lasso, C., A. Giraldo, O. Lasso-Alcalá, J. C. Rodríguez, O. León-Mata, C. DoNascimiento, D. Taphorn, A. Machado-Allison y F. Provenzano. 2008. Peces del alto río Paragua, cuenca del Caroní, Estado Bolívar (Venezuela): resultados del AquaRAP alto paragua 2005. Capítulo 7. Pp. 110-115. *En*: Josefa C. Señaris, Carlos A. Lasso, Ana Liz Flores y Leeanne E. Alonso (Eds.). *Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos en el Alto Río Paragua, Estado Bolívar, Venezuela*. RAP Bulletin of Biological Assessment. Conservation International 49, Washington, D.C., USA.
- Lasso C., S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. 2010. (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia. 609 pp.
- Lovejoy, T. E. 1981. Prepared Statement. En: Tropical Deforestation, an Overview, the role of International Organizations, the role of Multinational Organizations. Hearing before the Subcommittee on International Organizations of the Committee on Foreign Affairs. House of Representatives, 96th Congress. Washington D.C.
- Lozada, J. R. 2009. Situación actual y perspectivas del manejo de recursos forestales en Venezuela. http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24490/2/articulo7.pdf. marzo 2009.
- Machado-Allison, A. 1984. Factors affecting fish communities in the flooded plains of Venezuela. *Acta Biológica Venezuélica* 15: 59-75.
- Machado-Allison, A. 1987. Los Peces de los ríos Caris y Pao, Estado Anzoátegui: clave ilustrada para su identificación. Ediciones Corpoven, Caracas. 67 pp.
- Machado-Allison, A. 2005. Los Peces del Llano de Venezuela: un ensayo sobre su Historia Natural. (3ra. Edición). Consejo Desarrollo Científico y Humanístico (UCV), Editorial Torino, Caracas, 222 pp.
- Machado-Allison, A. O. Brull y C. Marrero 1987. Bases para el diseño de medidas de mitigación y control de las cuencas hidrográficas de los ríos Caris y Pao, Edo. Anzoátegui. Sección Fauna Acuática. UCV-Menenven, Caracas. Informe final Proyecto MENEVEN-CAR33. 1984-1987. 80 pp.
- Machado-Allison, A., B. Chernoff, R. Royero, F. Mago-Leccia, J. Velázquez, C. A. Lasso, H. López-Rojas, A. Bonilla, F. Provenzano y C. Silvera. 2000. Ictiofauna de la cuenca del Río Cuyuní en Venezuela. *Interciencia* 25:13-21.
- Machado-Allison, A., B. Chernoff, F. Provenzano, P. Willink, A. Marcano, P. Petry y B. Sidlauskas. 2002. Identificación de áreas prioritarias de conservación en la cuenca del Río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. *Acta Biológica Venezuélica*, 22:37-65.
- Machado-Allison, A y B. Bottini. 2010. Especies de la pesquería continental venezolana: un recurso natural en peligro. Nota Académica. *Boletín Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* 19: 59-75.
- McNeely, J. A., H. A. Money, L. E. Neville, P. Scchei y J. K. Waage (Eds.). 2001. A global strategy on invasive alien species. UICN Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- Madriz, E., L. Arias, R. Bello y G. Lara. 1990. El Sistema de Riego del Río Guárico. Diagnóstico Socio-Económico Ambiental. Informe Final CDCH/UCV, Caracas. 70 pp.
- Mago-Leccia, F. 1978. Los peces de agua dulce de Venezuela. Editorial Cromotip. Caracas. 78 pp.
- Marrero, C. 2000. Importancia de los humedales del bajo llano de Venezuela, como hábitat de las larvas y los juveniles de los peces comerciales de la región. Trabajo Especial. Universidad Nacional Experimental de los Llanos (UNELLEZ). 78 pp.
- Marrero, C., A. Machado-Allison, V. González y J. Velázquez. 1997. Ecología y distribución de los peces de los morichales de los llanos orientales de Venezuela. *Acta Biológica Venezuélica* 17: 65-79.
- Monente, J. A. y G. Colonnello. 2004. Consecuencias ambientales de la intervención del delta del Orinoco. Pp. 114-124. En: C. A. Lasso, L. Alonso, A. Flores & G. Love (Ed.), A Biological Assessment and Socio Economical Aspects of the Aquatic Ecosystems of the Gulf of Paria and Orinoco Delta, Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment 37.
- Nakamura, K., C. Lasso, C. Vispo y M. Ortaz. 2004 ("2002"). Observaciones subacuáticas: una herramienta efectiva para la obtención de datos ecológicos y etológicos en comunidades ícticas continentales. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 157: 83-110.
- Nico, L. y D. Taphorn. 1994. Mercury in fish from goldmining regions in the upper Cuyuní River systems, Venezuela. *Fresenius Environmental Bulletin* 3: 287-292.
- Novoa, D. (Ed.). 1982. Los Recursos Pesqueros del Río Orinoco y su Explotación. CVG. 386 pp.
- Novoa, D. 2002. Los recursos pesqueros del Eje Orinoco-Apure: presente y futuro. Ministerio de Agricultura y Tierras, INAPESCA, Caracas, Venezuela. 148 pp.
- Ojasti, J. 1987. Fauna del Sur de Anzoategui. Corpoven. 38 pp.
- Ojasti, J., E. González-Jiménez y E. Szeplaki (eds.). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas. 205 pp.
- Pérez. L. E. 1983. Uso del hábitat por la comunidad de peces de un río tropical asociado a un bosque. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 121: 143-162.
- Pérez, L. 2009. La historia no contada del programa del eje fluvial Orinoco-Apure. www.fundacionpecesdevenezuela.com.
- Pérez-Hernández, D. 1983. Comportamiento hidrológico y sensibilidad ambiental de los morichales como sistema fluviales. MARNR Informe Técnico DGSIIA IT 127, Caracas.

C. Lasso.

- Pettersen, R., B. Madsen, M. Wilzbach, C. Magadza, A. Paarlberg, A. Kullberg Y K. ummins. 1987. Stream management: emerging global similarities. *Ambio* 16: 166-179.
- Petts, G. E. 1985. Impounded rivers. J.S. Wiley and Sons, New York. 344 pp.
- Petts, G. E. 1990a. Regulation of Large Rivers: Problems and Possibilities for Environmentally Sound River Development in South America. *Interciencia*, 15: 388-395.
- Petts, G. E. 1990b. The role of ecotones in aquatic landscape management. Pp. 227-261. En: The roles of ecotones in aquatic landscapes. Parthenon Press, London.
- Petts, G. E., H. Moller y L. Roux. 1989a. Historical change of large alluvial rivers: Western Europe. Wiley, Chichester, UK. 335 pp.
- Petts, G. E., J. G. Imhof, B. Manny, J. Maher y S. Weisenberg. 1989b. Management of fish population in large rivers. *Canadian Special Publ. Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 429-443.
- Poi de Neiff, A. y Neiff, J. J., 1988. Decomposition of Eichhornia crassipes Solms in a pond of Parana river valley and colonization by invertebrates. *Tropical Ecology* 29: 79-85.
- Ponce, V. M. 1995. Hydrologic and environmental impact of the Paraná-Paraguay waterway on the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: A reference study. San Diego: San Diego State University.
- Posada, L. 2011. Si no se concluyen las obras en la Mojana, el desastre será peor. *UN Periódico* (Publicación de la Universidad Nacional de Colombia) Especial Crisis Invernal. 141: 12-13.
- Pringle, C.M. 1997. Expanding scientific research programs to address conservation challenges in freshwater ecosystems. Pp. 305-319. En: Pickett STA, Ostfield RS, Schachak M, Likens GE (Eds.) The ecological basis of conservation: heterogeneity, ecosystems, and biodiversity. Chapman and Hall, New York.
- Pringle C. M. , M. C. Freeman y B. J. Freeman. 2000. Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: tropical temperate comparisons. *BioScience* 50: 807-823.
- Quiros, R., 1990. The Parana River Basin development and the changes in the lower basin fisheries. *Interciencia* 15: 442–451.
- Rangel, M. 1979. La construcción de embalses y su impacto ambiental sobre las pesquerías. D.G.I. /M.E./ T 04. MARNR.
- Rial, A. 2002a. Evaluación de potencialidades de áreas naturales de la propiedad: Edo. Guárico. Informe Técnico Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso sustentable en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA-GEF. Caracas. 13 pp.
- Rial, A. 2002b. Evaluación de potencialidades de áreas naturales de la propiedad: Edo. Anzoátegui. Informe Técnico Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso sustentable en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA-GEF. Caracas. 14 pp.
- Rial, A. 2003a Evaluación de potencialidades de áreas naturales de la propiedad. Edo Guárico. Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso Sostenible en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA GEF. Caracas. 22 pp.
- Rial, A. 2003b. Evaluación de potencialidades de áreas naturales de la propiedad: Edo. Portuguesa. Informe Técnico Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso Sostenible en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA GEF. Caracas. 25 pp.
- Rial, A. 2003 c. Evaluación de potencialidades de áreas naturales de la propiedad: Edo. Anzoátegui. Informe Técnico Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso Sostenible en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA GEF. Caracas. 26 pp.
- Rial, A. 2004. Principales amenazas y conservación del recurso hídrico en áreas públicas y privadas de los Llanos centro-occidentales de Venezuela. *En*: A. Fernández-Cirelli y V. Sánchez (eds.). El agua en Iberoamérica. Un enfoque integrado para la gestión sustentables del agua. Experiencias en gestión y valoracióm del agua. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología. CYTED XVII Aprovechamiento y Gestión de los Recursos Hídricos. Buenos Aires.
- Rial, A. 2007a. Agua, naturaleza alterada, vida y paisaje en los humedales del Orinoco. Pp. En: M. Castro y L. Fernández (Eds.). El agua en Iberoamérica. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología. CYTED XVII Aprovechamiento y Gestión de los Recursos Hídricos. Santiago de Chile.
- Rial, A. 2007b. Flora y vegetación acuática de los Llanos de Venezuela. Con especial énfasis en el humedal de los Llanos de Apure. Pp. 99-105 En: R. Duno, G. Aymard y O. Huber (Eds.) Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA - Fundación Polar- Fundación Instituto Jardín Botánico de Venezuela. Caracas.
- Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los Llanos del Orinoco. Editorial Orinoco-Amazonas Caracas. 392 pp.
- Rial, A. y D. Giraldo. 2003. Análisis y perspectivas de la conservación en áreas privadas de los Llanos de Venezuela. Informe Técnico Proyecto Conservación y Uso sustentable en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA GEF. Caracas. 109 pp.
- Rial, A. y D. Giraldo. 2004. Factibilidad de la conservación en áreas privadas de la ecorregión de los llanos. Informe Técnico Proyecto Conservación y Uso sustentable en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA GEF. Caracas. 83 pp.
- Rial, A. y C. Lasso C. 2003. Hato El frío. El humedal de los Llanos del Orinoco. *Natura* 123: 17-22.
- Rial, A., C. Lasso y J. Ayarzagüena. 2010. Efectos en la ecología de un humedal de los llanos de Venezuela (cuenca del Orinoco) causados por la construcción de diques. Pp. 417-431. En: Lasso, C., J. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Investigaciones de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Rodríguez, M. A., K. O. Winemiller, W.M. Lewis, jr. y D. C. Taphorn. 2007. The freshwater habitats, fishes, and fisheries of the Orinoco River basin. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 10:140-152.
- Royero, R. y C. Lasso. 1992. Distribución geográfica actual de la mojarra de río, Caquetaia kraussii, (Steindachner, 1878) (Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de especies. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 138: 163- 180.
- Señaris, J. C. y C. Lasso. 1993. Ecología alimentaria y reproductiva de la mojarra de río, *Caquetaia kraussii* (Steindachner 1878) (Pisces; Cichlidae), en los Llanos Inundables del Edo. Apure, Venezuela. *Publicaciones Ocasionales de la Asociación Amigos de Doñana* 2: 1-58.
- Señaris, J., C. Lasso y A. L. Flores (Eds). 2008. Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca Alta del Río Paragua, estado Bolívar, Venezuela. En: RAP Bulletin of Biological Assessment 49. 308 pp.

L. Pérez

C. Lasso.

- Taphorn, D. 1992. The Characiform Fishes of the Apure River Drainage. *Biollania* 4: 1-537.
- Taphorn, D. y C. Lilyestron. 1984. Los peces del Módulo "Fernando Corrales". Resultados ictiológicos del proyecto de investigación del CONICIT-PIMA 18. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología* 2: 55-85.
- Taphorn, D. y J. García. 1991. El río Claro y sus peces, con consideraciones de los impactos ambientales de las presas sobre la ictiofauna del bajo Caroní. *Biollania* 8: 23.45.
- Trujillo, F., C. Lasso, M. C. Díaz-Granados, O. Farina, L. Pérez, A. Barbarino, M. González y J. S. Usma. 2010. Evaluación por la contaminación de mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la Orinoquia. Pp. 339-355. En: Lasso, C., J. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Investigaciones de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Usma, J. S., M. Valderrama, M. Escobar, R. E. Ajiaco Martínez, F. Villa-Navarro, F. Castro, H. Ramírez-Gil, A. I. Sanabria, A. Ortega-Lara, J. Maldonado-Ocampo, J. C. Alonso y C. Cipamocha. 2009. Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. Pp. 103-131. En: L. G. Naranjo y J. D. Amaya (Eds.). *Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Valbo-Jorgensen, J., D. Soto y A. Gumy. 2008. La pesca continental en América Latina: su contribución económica y social e instrumentos normativos asociados., Documento Ocasional, n. 11. Comisión de Pesca Continental para América Latina (COPESCAL) Roma, FAO. 28 pp.
- Vegas-Villarrubia, T., J. Paolini y J. García. 1988. Differenciation of some Venezuelan blackwater rivers based upon physico-chemical properties of their humic substances. *Biogeochemistry* 6: 59-77.
- Veillon, J. 1990. Las deforestación en la Región de los Llanos Occidentales de Venezuela desde (1950-1975). *Revista Forestal Venezolana* 27: 199-206.
- Welcomme, R. L. 1985. River Fisheries. FAO, *Fisheries Techniques Papers*, n. 262, Roma, 330 pp.
- Welcomme, R. L. 2001. Inland Fisheries: Ecology and Management. FAO, Rome. Fishing News Books. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, 321 pp.
- Willink, P. W., B. Chernoff, L. E. Alonso, J. R. Montambault y R. Lourival (Eds). 2000. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Bulletin of Biological Assessment 18. Conservation International, Washington, D.C. 306 pp.
- Winemiller, K., C. Marrero y D. Taphorn. 1996. Perturbaciones causadas por el hombre a las poblaciones de peces de los llanos y del piedemonte andino de Venezuela. *Biollania* 12: 13-48.
- Zambrano, A. 1979. Hidrografía. pp. 197-199. En: Atlas de Venezuela, Segunda Edición. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Dirección de Cartografía Nacional, Caracas.

a. Minería piedemonte. Edo. Portuguesa. Foto: C. Marrero
b. Río Acarigua, saque de granzón. Foto: C. Marrero.

Extracción de piedras y graba en río de piedemonte andino de Venezuela. Foto: C. Marrero

L. Pérez

c

d

e

f

g

h

c. Represa de Calabozo. Foto: Fudeci.
d. Mortalidad de peces por construcción de tapas. Arauca. Foto: B. Busto.
e. Deforestacion en Parque Nacional Tapo Caparo. Foto: A. Rial.
f. Deforestación laderas en Trujillo. Foto: C. Marrero.
g. Quema conucos, Edo. Amazonas. Foto: Fudeci.
h. Instalación petrolera, Pedernales. Delta del Orinoco. Foto: C. Lasso.

C. Lasso.

i

j

k

l

m

n

i. Instalaciones planta siderurgica, Pto. Ordaz, río Caroní. Foto: L. Mesa
j. Tratamiento de efluentes por actividad Petrolera en Barinas, Caño Morrocoy. Foto: C. Marrero
k. Contaminación doméstica en cuerpos de agua. Portuguesa. Foto: C. Marrero.
l. Descarga aguas negras San Fernando de Apure. Foto: C. Marrero.
m. *Caquetaia kraussii.* Especie trasplantada. Foto: C. Lasso.
n. Pesca ilegal de *Cichla orinocensis* (pavón). PN Aguaro-Guariquíto. Foto: C. Montaña.

Monocultivo. Foto: F. Trujillo.

.2 PROPUESTA PRELIMINAR PARA INTRODUCIR LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA FRONTERA AGROINDUSTRIAL DE LA ORINOQUIA COLOMBIANA

M. Bernal

German Ignacio Andrade Pérez

RESUMEN

La expansión de grandes extensiones de cultivos agro-industriales en la Orinoquia es un factor de trasformación de la biodiversidad, que a través del cambio de los ecosistemas y la pérdida de sus servicios genera riesgos para la viabilidad de los emprendimientos. De forma acumulativa, también podría comprometer en el futuro la viabilidad ecológica del territorio, o de parte de él. Se proponen conceptos para un modelo de implantación productiva de la agroindustria, que minimice la pérdida de la biodiversidad y contribuya a mantener la viabilidad ecológica del territorio. Se basa en un esquema de aplicación de elementos de planificación en multi-escala espacial y de mediano plazo, que contempla la gestión complementaria entre lo público y lo privado con asignación de grandes tipos de uso para el territorio, incluyendo los nuevos paisajes productivos. Para estos últimos se propone la Infraestructura Ecológica como instrumento central para el soporte de los agro-ecosistemas, y como contribución a la construcción de una región sostenible y resiliente ante los cambios ambientales. La propuesta implica la gestión de conocimiento, con bioindicadores del cambio en el territorio. Representa una oportunidad demostrativa para la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, en formulación de parte del Gobierno Nacional.

Palabras clave: Orinoquia colombiana. Biodiversidad. Gestión de ecosistemas. Agro-ecosistemas. Paisajes resilientes. Infraestructura ecológica.

INTRODUCCIÓN

En países y sociedades de todo el mundo las decisiones son cada vez más difíciles respecto al uso de la tierra… …. ¿deberían utilizarse las tierras para el desarrollo económico humano o deberían permanecer en estado prístino, para proteger el mundo natural que contienen? A menudo el tratamiento de estas prioridades "opuestas" ha tomado la forma de una tregua: ambos bandos concuerdan en que algunas áreas pueden desarrollarse sin considerar la conservación, mientras que otras pueden mantenerse libres de la acción humana. Esta solución, dudosa… … no toma en cuenta los avances más recientes en cuanto al conocimiento ecológico"

Extraído de Vandermeer, Perfecto, Philpott y Chappell (2008:75)

La transformación productiva de la Orinoquia en Colombia es un hecho en curso. Recientemente Etter *et al.* (2010) mostraron que la tasa de conversión de las sabanas orinoquenses está aumentando exponencialmente de 0,3%

M. Bernal

(1970-1985) a 0,9 % (2000-2007), pudiendo alcanzar el 2% en 2020, con unas 200.000 ha/año[1]. Este proceso sucede en Colombia a un ritmo mayor que los lentos avances de la gestión de la conservación de la biodiversidad. Mientras un conjunto grande de tierras cambian de dueño, y se despliegan en el territorio capitales de inversión con importantes impactos locales que anuncian probables efectos acumulativos sobre los ecosistemas, la creación y gestión de áreas protegidas no avanza de manera sustantiva. Pronto el desequilibrio, que ya es preocupante a nivel local o subregional en el piedemonte, las vertientes andinas y la selva de Arauca, lo sería en escala de toda la región.

El análisis de prioridades de conservación de la biodiversidad para diferentes grupos biológicos ha avanzado notoriamente a nivel regional (Lasso *et al.* 2010), así como en algunos grandes espacios con influencia de actividad petrolera (Galindo *et al.* 2007, Corzo *et al.* 2011). También hay un plan de acción regional de biodiversidad (Correa *et al.* 2006) y un análisis de las amenazas a la biodiversidad y oportunidades para la conservación en toda la Orinoquia bajo una visión socio-ecosistémica binacional (Lasso *et al.* 2011). Con todo, no se cuenta con estrategias de conservación diseñadas para los procesos de transformación de los ecosistemas, aunque hay conocimiento y experiencias útiles que serían aplicables a estos contextos. Estas estrategias son urgentes tanto por la ubicación y magnitud de los espacios de desarrollo agrícola, como por la necesidad de contribuir desde la gestión de la conservación a la construcción de agro-ecosistemas sostenibles y ecológicamente resilientes. Diseñar con base en la ecología la matriz agroindustrial de la región en Colombia es posible, porque los procesos de transformación no están concluidos, y por la voluntad de algunos actores involucrados. En especial porque, si bien los procesos de cambio productivo se han acelerado, su expresión concreta en el territorio puede abarcar varios años o incluso décadas.

Es una oportunidad poco frecuente en las agendas de la conservación biológica en paisajes de agricultura tropical (ver Vandermeer *et al.* 2008). En este trabajo se presenta la síntesis de la propuesta conceptual que viene construyendo la Facultad de Administración de la Universidad de los Andes, en el marco de asociación con varios actores privados y públicos, en algunos espacios de ocupación agroindustrial en la Orinoquia. La iniciativa, además de aplicarse en los espacios en proceso de transformación productiva, se espera pueda contribuir a generar un estándar mínimo que pueda ser replicado en el resto de la región.

MÁS QUE AMENAZAS MOTORES DE CAMBIO

Los planteamientos de conservación de la biodiversidad se han centrado en el control de amenazas a los "objetos de conservación", que para Dudley y Parrish (2006) son "un número limitado de especies, comunidades o sistemas ecológicos que representan la biodiversidad de un paisaje y que por lo tanto pueden ser utilizados en el cálculo de la efectividad de las medidas de conservación. Estos objetos de conservación sirven de filtro grueso o sombrilla, carácter que permite que otros componentes ambientales, los cuales una vez identificados y conservados, aseguren la persistencia del resto de los componentes en el espacio y el tiempo". Empero, los términos amenaza y objeto de conservación son concebidos para la gestión de fuerzas externas que actúan sobre espacios restringidos, como las áreas protegidas. Pero cuando son aplicados a una región en proceso de transformación parecen conceptualmente insuficientes. De una parte porque el cambio de los ecosistemas en una escala del paisaje o región no sucede solamente por fuerzas externas, sino que en él confluyen de manera compleja motores externos y situaciones internas, generando retroalimentaciones con cambios inesperados en el territorio. Es decir, que la probabilidad de ocurrencia se produce no solo como amenaza, sino en la relación de ésta y la vulnerabilidad de la biodiversidad en los ecosistemas. En especial porque la conservación de la biodiversidad, cuando los procesos de cambio son de orden superior (y en cierto sentido inevitables), no se puede alcanzar solamente a través del control de las amenazas sobre objetos de conservación. El concepto de objeto de conservación es más adecuado para garantizar representatividad de la biodiversidad, pero no así su viabilidad o permanencia, la cual depende de procesos de cambio en los ecosistemas. Además, cuando la conservación de la biodiversidad se pone en la perspectiva del bienestar humano a través del mantenimiento de los servicios ecosistémicos (EEM 2005), el concepto de amenazas sobre objetos resulta también insuficiente. En efecto, en algunos biomas no forestales tropicales y subtropicales, se ha documentado

1 En Venezuela la tasa de conversión de sabanas fue de 2,3% entre 1970-1980, mientras en Brasil el 50% de las sabanas ya habían sido transformadas al inicio de los 2000 (Etter *et al.* 2010).

M. Bernal

que no hay un superposición entre las áreas críticas para la conservación de la biodiversidad (los llamados *hotspots*) y aquellas que mantienen los servicios ecosistémicos (ver Egoh *et al.* 2009).

Si se parte de la base que es evidente que una porción importante de la Orinoquia colombiana presenta potencial para el desarrollo de cultivos industriales en gran escala[2], es evidente que la conservación puede verse como soporte al crecimiento económico y bienestar humano (Rodríguez *et al.* 2009). Por eso es necesario buscar en la transformación productiva, oportunidades de gestión de la biodiversidad. El potencial agrícola de la región resulta hoy no solo de su aptitud agronómica, sino de la posibilidad de modificarla cuando las condiciones de negocio así lo permiten; principalmente en la altillanura, mediante la corrección de la alta acidez de los suelos que mejora la absorción de nutrientes de las plantas y el aumento de materia orgánica que ayuda en la retención de agua en los suelos. En algunos lugares el nuevo desarrollo productivo se ha buscado a través del drenaje de las tierras que reciben en grandes cantidades las aguas estacionales (sabanas inundables). En el denominado Cerrado en Brasil la investigación para adecuar tecnologías en áreas previamente consideradas como no aptas, se inició en los años 60 (Mueller 1995). Hoy en la Orinoquia estamos ante un panorama jalonado por mercados globales y nacionales que se manifiestan en la demanda de los agrocombustibles y la expansión y cambios de consumo dentro del país, así como en economías emergentes que presionan los precios de productos alimenticios básicos en el mercado internacional (*commodities*), lo cual cambia el panorama de la viabilidad agronómica y económica de estos emprendimientos.

Esto ha llevado a la generación de un discurso político que no es nuevo pero que aparece hoy acentuado, y que se podría sintetizar en la frase: "en la Orinoquia se puede cumplir el sueño de la agricultura comercial a gran escala sin necesidad de talar un solo árbol[3]. Con las políticas que favorecen estos cambios, llegan a la región los inversionistas sin limitaciones legales mayores[4]. La visión que subyace, es que en la Orinoquia convergen de manera afortunada, grandes potenciales en los suelos y pocas restricciones ambientales, siendo una región idónea para imitar el llamado milagro económico brasilero del Cerrado. En algunas zonas en el Casanare, y la altillanura (principalmente en el Meta y Vichada), y las sabanas aluviales de la margen sur del rio Meta en el Vichada, hay cambio en la propiedad e inversiones para la producción de semi perennes como, granos (maíz y soya), cadenas de maíz y cerdo, agro combustibles (caña), y perennes como caucho, plantaciones forestales y algo de palma de aceite. Se trata en términos generales de mono-cultivos industriales, en algunos casos con agricultura de precisión, que es una tecnología de punta que permite optimizar los insumos y minimizar las fugas de agua y nutrientes, en conjunto permitiendo generar economías de escala que le dan viabilidad financiera a los nuevos emprendimientos. En algunos casos se diseñan sucesiones de cultivos, con el fin de habilitar el suelo, generar conocimiento y condiciones financieras para las inversiones; además de alianzas estratégicas con socios para crear cadenas de transporte multimodal. En algunas fincas hay ya conciencia de la necesidad de conservar zonas de bosques de galería, y sobre todo los carismáticos morichales. También es frecuente que los nuevos decisores restrinjan la caza y extracción de recursos en las propiedades bajo su dominio.

AGENDA AMBIENTAL ACTUAL Y NUEVOS RETOS

La nueva agroindustria en la Orinoquia se enfrenta a la necesidad de tener un adecuado desempeño ambiental actual con una agricultura limpia y eficiente. En este punto hay avances en algunos sectores para el manejo eficiente del agua, la disposición de aguas servidas y desechos sólidos, o el cierre de ciclos creando cadenas productivas (maíz - cerdo, piscicultura - porcicultura, por ejemplo). La agricultura limpia puede considerarse un asunto conocido, no del todo resuelto y que tiene que ver con las tecnologías, los balances entre costos y beneficios financieros, la regulación ambiental y la implementación en la práctica, de la ley. En el escenario tendencial podría esperarse que una buena parte

2 Las cifras del potencial no son claras, sobretodo porque en el discurso político tienden a multiplicarse; pero podrían estar para los próximos 10 años en varios millones de hectáreas incorporadas a la actividad agro-industrial.

3 La Revista Semana(09/11/2010) habla del "Cerrado colombiano" como "última frontera" para el "milagro agrícola" con unas 4,5 millones de hectáreas para el desarrollo agro-industrial.

4 Corporinoquia requiere Planes de Manejo para los predios de más de 100 hectáreas en proceso de transformación. En la jurisdicción de Cormacarena no hay un instrumento similar

M. Bernal

de los emprendimientos asuman estos estándares, en especial cuando sus productos están orientados a mercados internacionales en los cuales puede haber requerimiento o preferencia de los consumidores hacia productos amigables con el ambiente. En este sentido, los empresarios deberían garantizar además que no haya destrucción de bosques de galería y de humedales, que ameritan protección integral. Para estos últimos hay ambigüedad, pues las sabanas llamadas inundables, en Casanare y Arauca y que serían mejor reconocidas como "sabanas húmedas" (Rial 2009) son un tipo de humedal que no han sido reconocido como tal (ver Andrade 2008), además de poseer grandes concentraciones de vida silvestre. En efecto, buena parte de la Orinoquia está sometida al pulso de inundación, una parte del año es agua y la otra tierra, con interfases en los ciclos intermedios. Conocer este régimen es indispensable para definir la ubicación de los desarrollos agrícolas. Un tema no considerado, es la necesidad de controlar que los nuevos cultivos industriales generen impactos en los cursos y cuerpos de agua, en especial cuando se trata de ríos de aguas negras o claras que nacen en grandes espacios de sabanas, y que poseen una biota única y diferenciada, además de ser sistemas ecológicos muy frágiles ante el cambio de régimen hídrico y contenido de nutrientes en las aguas. Estos sistemas son mucho más frágiles que aquellos cursos de aguas "blancas" o ricas en sedimentos andinos.

Es decir, que además de los retos ambientales de una agricultura limpia, en el proceso de transformación de los ecosistemas emerge un reto mayor: la necesidad de dirigir la trasformación productiva de manera que no se produzcan cambios irreversibles en el sistema ecológico regional. Es decir, que la generación de valor económico no sea a costa del aumento de la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales (Rodríguez *et al.* 2009). El reto mayor es construir un equilibrio entre crecimiento económico y conservación ecológica[5]. Es de notar sin embargo, que los umbrales de cambio irreversible de estos ecosistemas no son conocidos, lo cual significa que existe un importante riesgo ecológico asociado con esta forma de desarrollo.

Cobra en este sentido especial importancia el cambio climático global. En la reciente Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (IDEAM 2010) se estima que la Orinoquia, en sectores del Departamento del Vichada, presenta una vulnerabilidad ambiental alta[6] ante el cambio climático en el modelo de proyecciones 2011 – 2014; con los ya previstos incrementos de la temperatura media en las próximas décadas (2050) de cerca de 2,7ºC y disminución en la precipitación de entre el 10 y el 20%. Las regiones que presentan déficit hídrico pronunciado (varios meses en los cuales hay más evaporación que precipitación) y que presentan la huella de la acción humana (como las quemas), se encuentran entre las más vulnerables ante el evento climático. Especialmente vulnerables al trastorno climático serían los cultivos agroindustriales sin riego que actualmente se desarrollan en la altillanura. Los riesgos de cambio se exacerban en escenarios de expansión e intensificación de la agricultura; especialmente cuando implican el uso intensivo del agua, lo cual puede acarrear cambio súbito de estado en los sistemas ecológicos. Gordon *et al.* (2007) han identificado como posibles "sorpresas ecológicas", en algunos de los procesos de intensificación de la agricultura, efectos sobre los sistemas acuáticos, suelos y atmosfera, así como cambio en la estabilidad en la escala del paisaje. En este sentido la transformación de la sabana húmeda en grandes extensiones representa un riesgo ecológico alto, representado en potenciales cambios en la regulación regional del ciclo hidrológico.

La transformación productiva de la Orinoquia no es pues solo un cambio de uso de la tierra, sino una transformación de los ecosistemas y sus servicios, que trae beneficios, riesgos y genera la necesidad en la sociedad de considerar los balances entre prestaciones y contraprestaciones (*tradeoffs*), en varias escalas espaciales y temporales. Se debe pues gestionar este cambio para propiciar un equilibrio entre los servicios de provisión (aquello que se toma de la naturaleza como insumo para la producción) y los servicios de soporte y regulación (los componentes y procesos de la naturaleza que garantizan la existencia y provisión de los servicios) (Tabla 1).

5 Por supuesto hay otros retos, ligados con lo social y que también afectan la biodiversidad, como es evitar el síndrome de economías de enclave, la concentración de la tierra y asegurar la relación entre crecimiento económico y desarrollo regional.

6 En una escala muy baja, baja, media, alta y muy alta.

7 La pérdida de biodiversidad se explica no solo por la magnitud y rapidez del área transformada, sino porque el Cerrado, aunque es un bioma extenso (hasta 200 millones de hectáreas), tiene una enorme diversidad ecológica (*cerradão, cerrado, campos cerrados, campos limpos, campos úmidos*, y bosques de varios tipos, Eiten 1972), una biodiversidad muy alta (la más alta en algunos grupos en sabanas tropicales), un alto nivel de endemismos y sobretodo alta diversidad beta, o sea reemplazo de especies en el mosaico ecológico.

M. Bernal

Tabla 1. Algunos de los "servicios ecosistémicos" que provee la Orinoquia.

Servicio ecosistémico	Situación previsible en la región
Provisión	Uso del agua del río Meta o afluentes.
	Uso de madera para cercados.
	Extracción de recursos (caza, pesca o recolección).
Soporte y regulación	Función de los ecosistemas en el ciclo del agua (regulación de la sabana húmeda).
	Huella ecológica del agua en cuencas intervenidas.
	Posibles impactos de liberación de nutrientes o sustancias a las aguas.
	Cambios del funcionamiento que necesariamente se da en alguna medida en el proceso de transformación.
Servicios culturales	Territorios indígenas como espacios para la recreación de la cultura.
	Espacio de vida y significados para comunidades rurales.
	Ecosistemas y vida silvestre con valor para la ciencia, recreación y ecoturismo.

En este sentido el actual modelo agronómico de transferencia de tecnologías del Cerrado, no estaría excento de generar riesgos ecológicos. En efecto, es conocido que la transformación productiva afecta procesos ecológicos en varias escalas espaciales y temporales, con consecuencias algunas conocidas y otras no predecibles. En el Cerrado en Brasil, Klink y Machado (2005) documentaron el costo ambiental del "milagro económico"; la expansión en gran escala de monocultivos comerciales ha generado grandes pérdidas de biodiversidad (20 millones de ha de ecosistema natural en 15 años[7]), crisis en el suministro del agua y en ocasiones pérdida de suelos, irrupción de plagas, invasión de especies exóticas (pastos africanos principalmente) y aumento de la vulnerabilidad ante variaciones del clima. En Colombia, por tratarse de emprendimientos relativamente nuevos, y sobre ecosistemas naturales o "semi-naturales"[8] no es posible de antemano determinar una regla fija para este equilibrio. Sin embargo, mientras es difícil decir con precisión qué se debe hacer (por falta de conocimiento local), si es posible señalar con exactitud aquellos errores que no se deben cometer (con base en el saber y conocimiento ecológico general). En otros lugares del país y circunstancias diferentes, es común considerar suficiente la conservación de "ecosistemas estratégicos", que son aquellos que sustentan la provisión de servicios ambientales reconocidos o demandados por la sociedad. En la Orinoquia, considerar solo la conservación de ecosistemas estratégicos, representa no solo un alto riego probado para la conservación de la biodiversidad, sino un alto riesgo imponderable para la viabilidad ambiental de los emprendimientos productivos. Esto porque hay un nivel alto de incertidumbre sobre los límites del cambio ecológico seguro. Esto lleva a que el proceso de transformación dirigido debe ser concebido dentro de una gestión adaptable, es decir aquella en la cual manteniendo los objetivos, se ajustan sobre la marcha los medios para alcanzarlos.

En este proceso la biodiversidad puede jugar un papel importante, cuando se considera que es la base de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que proveen los servicios. La biodiversidad además se considera la "memoria de los ecosistemas" que permite su reorganización frente a los procesos de cambio (Bengtsson *et al.* 2003). Esto es importante, porque en una perspectiva de largo plazo podría pensarse que el uso agro-industrial de la región pueda cambiar, toda vez que su viabilidad económica está ligada a los dinámicos mercados globalizados. Hay que mantener pues opciones ecológicas abiertas, sin ocasionar un cambio irreversible que comprometa otros usos futuros en estos los ecosistemas[9]. Es el caso de algunas de las especies de pastos naturales, las mejor adaptadas a suelos con alta acidez y altos contenidos de aluminio.

8 En un ecosistema "semi-natural" la acción humana ha modificado la estructura (y composición) dentro de un rango de funcionamiento normal. Caso típico es la sabana tropical con ganadería extensiva.

9 Sin embargo, el cambio en ecosistemas como la sabana de altillanura pueden ser irreversibles (A. Etter, comunicación personal).

M. Bernal

M. Bernal

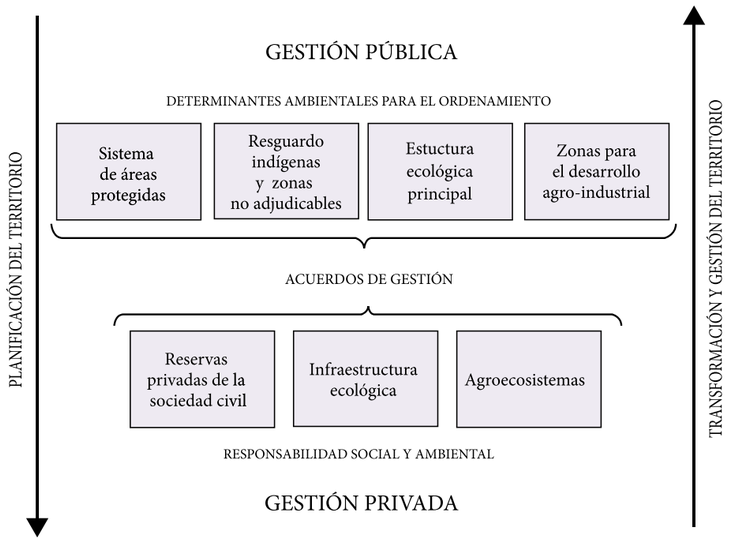


Figura 1. Elementos complementarios en la gestión pública y privada de la biodiversidad en el territorio.

La propuesta de manejo de la biodiversidad en los procesos de cambio está ligada a la gestión de los ecosistemas y sus servicios, desarrollando algunos de los conceptos del trabajo "*La Mejor Orinoquia que podemos construir: elementos de sostenibilidad ambiental del desarrollo*"(Rodríguez *et al.* 2009). En términos generales, se trata de partir de la "ciencia interpretativa"[10], es decir aquella que no se basa solamente en el hecho científico sino que aporta narrativas que vinculan el conocimiento con las consecuencias de las acciones sobre la sociedad, y acercarla a los actores involucrados en los procesos de transformación productiva, en especial los agentes determinantes que en este caso son los promotores y ejecutores de los emprendimientos productivos nuevos y las autoridades ambientales. Se parte de reconocer que los instrumentos normativos o de planificación actuales pueden ser insuficientes o incluso inadecuados para los fines deseados (Rodríguez *et al.* 2009). Se trata de aplicar instrumentos de planificación ecológica del territorio en varias escalas, para lo cual se requiere una congruencia entre los fines de la gestión de actores públicos y privados (Figura 1).

GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DENTRO DE LÍMITES DE FUNCIONAMIENTO

Con la planificación ecológica del uso del territorio en la frontera de ocupación agroindustrial de la Orinoquia se busca mantener las condiciones que permitan el funcionamiento de los sistemas ecológicos regionales dentro límites aceptables de funcionamiento. Esta relación es especialmente crítica entre los sistemas terrestres y los acuáticos. Se trataría de construir lo que denominan paisajes multifuncionales resilientes (Bennett y Balvanera 2007). Existe sin embargo una alta incertidumbre sobre la magnitud de cambio que el territorio puede soportar, antes que se produzcan cambios irreversibles. En este sentido se trata de aportar elementos para disminuir la vulnerabilidad, y aumentar la construcción de resiliencia ecológica en el territorio, para lo cual hay que introducir varios elementos en el paisaje.

El primer gran tema de planificación a escala superior, es la necesaria creación y gestión de la biodiversidad con un sistema de áreas naturales protegidas, de varios tipos, y que en conjunto representen los ecosistemas y valores de conservación de la región. La región de la Orinoquia presenta uno de los mayores vacíos de representatividad de tipos de ecosistema en el contexto nacional (Fandiño y Wyngaarden 2005, Arango y Díaz 2006). En especial, porque el bioma de sabana no ha recibido suficiente atención en las estrategias de conservación. La destrucción de la sabana, en sus varios tipos, representa pérdidas de valor de opción manifiestas en sus recursos genéticos y en especies o ensamblajes con adaptaciones evolutivas a condiciones de límite. Es una tarea urgente, toda vez que en las fronteras de transformación disminuyen las opciones y aumentan los costos de contar con grandes áreas protegidas, o de aplicar estrategias complementarias de conservación efectiva. Para el establecimiento de áreas protegidas se requieren decisiones acerca de categorías de manejo para zonas habitadas (como las sabanas húmedas), y formas de gobernanza adecuadas. Relacionado con lo anterior, es necesario identificar los espacios que deben incorporarse al concepto de Estructura Ecológica Principal[11], que sería la red de espacios que complementa y conecta el sistema de áreas protegidas y contribuye a mantener la viabilidad ecológica del territorio.

Existe en la región un conjunto importante de iniciativas, en torno a la figura legal reconocida de Reserva Privadas de la Sociedad Civil y otras reservas privadas, con perspectivas importantes de aumento (Peñuela *et al.* 2009), que son producto de la voluntad privada y que no han recibido suficientes incentivos. En la Orinoquia venezolana Rial (2006), mostró los alcances y limitaciones de la conservación privada en ese país en relación con los tipos de vegetación. No existe una evaluación similar disponible para Colombia, aunque es evidente que el potencial de gestión privada de la conservación es enorme. Con todo, la conservación privada no es una panacea, pero si una forma de conservación que se constituye en un soporte social importante para la construcción de una estructura ecológica regional. Un caso particular del potencial de la conservación privada se da en la sabana húmeda, espacio extenso que tiene una identidad socio-ecológica ambigua. Para muchos se trata de tierras inundables, mientras para otros se trata de sistemas ecológicos y sociales integrados en una larga historia de adecuación y adaptación, y que representa una oportunidad para la gestión de la biodiversidad en el ámbito del paisaje. En efecto, no puede subestimarse el papel de la llamada "ganadería extensiva[12]" en el mantenimiento de la biodiversidad en las aproximadamente 950.000 km^2 de ecosistemas de sabana en Bolivia, Brasil, Paraguay, Colombia y Venezuela (Hoogesteijn y Hoogesteijn 2010). Este hecho ya viene siendo reconocido en la práctica con la creación de reservas naturales de la sociedad civil o áreas protegidas privadas, con intenciones de desarrollo de propuestas de ecoturismo, pero que parece muy vulnerable frente al desarrollo de los sistemas productivos.

Ligado con los temas de conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, surgen algunos retos relacionados con el impacto del desarrollo agrícola en poblaciones humanas vulnerables, cuyas formas de vida están íntimamente ligadas con la base natural de sustento (Forero *et al.* 1997). En la región, las formas de vida rurales de las comunidades se basan en sistemas sociales y ecológicos interdependientes, por lo que la viabilidad socio-ecológica de las tierras colectivas y no adjudicables es tema de gran importancia para la conservación de la biodiversidad. El primero de ellos corresponde a los pueblos indígenas que tienen formas particulares de vida (Gómez y Cavelier 1998), y que han sufrido cambios sustanciales en los últimos tiempos. Los resguardos indígenas en esta parte de la región representan una territorialidad disminuida y fragmentada, frecuentemente con una base natural insuficiente para el mantenimiento o reconstrucción cultural, con problemas de "defaunación" y algunos de ellos con una alta tasa de incendios (Romero *et al.* 2009). La recuperación de la capacidad de vida culturalmente sostenible de los grupos indígenas, en especial acceso a zonas de recursos críticos y "corredores culturales" que como servidumbre socio-ecológicas (y no solo de paso) permitan el transito estacional de grupos humanos entre ecosistemas complementarios. Los espacios de rondas de ríos, planos de desborde y complejos o sitios

10 Ver Andrade y Wills (2010).

11 También conocida como "infraestructura verde" o "redes ecológicas, y reconocida recientemente el en Decreto 3600 (2007) sobre determinantes ambientales del ordenamiento territorial.

12 Termino ambiguo que incluye sistemas productivos diferentes bajo condiciones ecológicas sociales disimiles.

M. Bernal

de humedales, y que por ley son bienes públicos no adjudicables (Ponce de León 2004), en gran parte están habitados o hacen parte de territorios de comunidades indígenas sin resguardos o comunidades mestizas, como los "vegeros" en los grandes ríos (Arias 2004).

Además es importante mencionar la necesidad que existe de crear formas de gestión de la biodiversidad en los territorios mineros o de producción de hidrocarburos. Hoy hay más claridad en cuanto a como introducir el tema de la biodiversidad en el ciclo de licenciamiento (Rincón *et al.* 2009), o en la planificación estratégica sectorial (Gonzáles y Palacios 2007, Corzo *et al.* 2011). También se han realizado procesos de identificación de valores de conservación de la biodiversidad (Galindo *et al.* 2007, Corzo *et al.* 2011). En Caño Limón (Arauca) ha sido posible generar dentro del área de influencia petrolera, procesos de conservación, que con el tiempo resultan significativos a nivel regional. Por la magnitud de las áreas petroleras y mineras que se prevén en la zona, y su impacto sobre los procesos territoriales (incluyendo la agricultura industrial) es urgente construir un esquema de gestión de la biodiversidad en estas áreas, considerando la aplicación de los instrumentos económicos existentes o nuevos, como podría ser la creación de compensaciones específicas para biodiversidad (*biodiversity offsets*). Así, con la definición e implementación de determinantes ambientales superiores en la escala del paisaje regional[13], se abre un espacio propicio para una mejor implantación de los desarrollos agroindustriales. La planificación de las fincas productivas, se debe producir atendiendo a la necesidad de aplicar la conservación como soporte al crecimiento económico, a través del concepto de Infraestructura Ecológica (IE) dentro y entre los predios en transformación, y contribuyendo así a construcción (o restauración en algunos casos) de paisajes productivos sostenibles. El modelo territorial local se debe integrar y servir para aplicar los determinantes ambientales definidos en escala regional.

Actualmente dentro de las áreas de desarrollo agroindustrial, algunos propietarios por iniciativa propia, o por sugerencia o requerimiento de la autoridad ambiental, han destinado áreas para la conservación, dentro de la modalidad Reservas de los Propietarios. Estas reservas, como parte de la IE, podrían contribuir mejor a la conservación de la biodiversidad si incluyen mosaicos de ecosistemas con sabanas, transiciones funcionales entre sabanas y otro tipo de vegetación. Se deben conservar algunas porciones de sabanas que presenten valores especiales (flora o asociaciones raras o únicas) o que estén situadas en sitios importantes (como serían las vecinas a los bosques).

LA BIODIVERSIDAD Y EL MONITOREO DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS

Se propone aquí desarrollar el uso indirecto de la biodiversidad, en sus dimensiones de ecosistema, conjuntos de especies o ensamblajes y poblaciones de especies, además de sus dimensiones humanas, como indicador del cambio en el territorio. Se trata de potenciar el servicio de los ecosistemas como proveedores de fuente de conocimiento para la adaptación humana. Con la biodiversidad como referente, la transformación productiva de la Orinoquia se convierte en un proceso de gestión de conocimiento, en los aspectos de generación, interpretación y aplicación. Dado que sobre estos temas no hay un conocimiento suficiente disponible y se trata de generar aprendizajes que vinculen el conocimiento ecológico y el saber practico.

En este sentido se hace necesario contar con un marco conceptual para la interpretación de los cambios en la biodiversidad, en relación con los objetivos de gestión en los ecosistemas. Los cambios en la biodiversidad pueden ser de dos tipos, cambios por factores sistemáticos en la pérdida de hábitat o conversión de los ecosistemas, y cambios producidos por factores aleatorios, que pueden ser por dinámicas estocásticas en las poblaciones o por cambios inesperados en los ecosistemas.

Los cambios sistemáticos en la biodiversidad se presentan de forma hipotética en la figura 3, en donde se muestra la relación entre la pérdida de la biodiversidad en el eje y (expresada como integridad de la biodiversidad) y la trasformación de los ecosistemas (eje x). Habría una primera etapa en la cual la pérdida de biodiversidad es baja con una curva suave en el primer 20% de cambio de los ecosistemas. Luego de un primer umbral (A) la pérdida se acentúa en

13 Interesante notar aquí que no ha sido propuesto un concepto equivalente de "determinantes sociales" y podría redefinirse (por ejemplo para los casos mencionados de indígenas y población ribereña) en torno a un concepto de determinantes socio-ecológicos.

M. Bernal

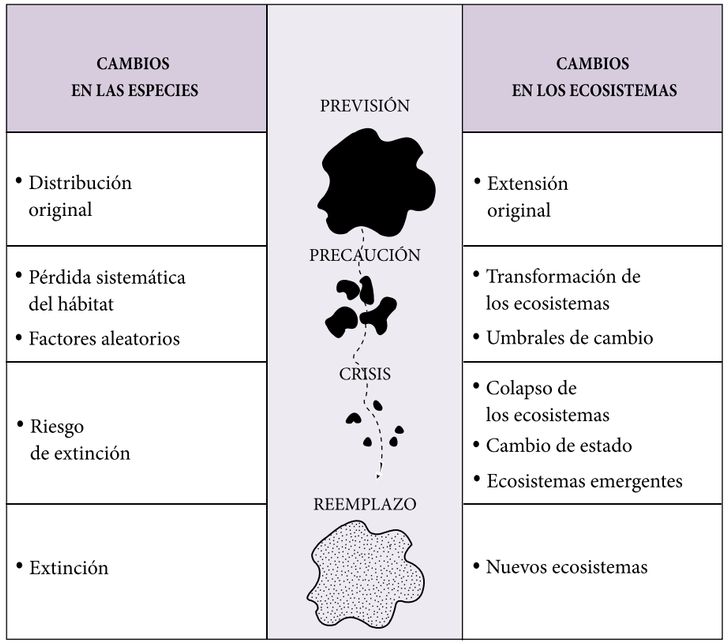


Figura 2. Procesos de cambio en especies y ecosistemas y tipo general de gestión. Inspirado en Clark *et al.* (1990).

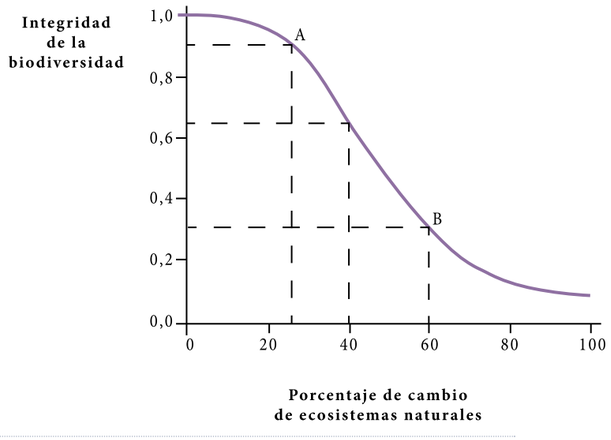


Figura 3. Hipótesis de pérdida de integridad de la biodiversidad y cambio en los ecosistemas.

M. Bernal

forma monótona (casi lineal) y se precipita dramáticamente hasta la transformación del 80% de los ecosistemas. Al final del proceso (Umbral B) la pérdida de biodiversidad se estabiliza en un nivel bajo, que corresponde con las supervivencia de las especies más resistentes y generalistas, generando un espacio de alta vulnerabilidad ecológica[14]. Los cambios que suceden pueden ser probados y en una buena parte serian predecibles[15], de tal suerte que la gestión adaptativa está centrada en la prevención.

Un segundo tipo de cambio es el que se produce de manera súbita (Figura 4), para el cual no se conocen umbrales y se manifiesta como sorpresa en los ecosistemas. En especial si hay cambio en las variables estructurantes o esenciales, que en este caso podrían incluir (entre otras) el contenido de nutrientes en las aguas (en especial las que nacen en la sabana), la capacidad de retención de agua en sabanas, el régimen hídrico en los suelos, los regímenes de incendios, los derechos de propiedad sobre la tierra y los recursos, etcétera. Un cambio súbito de este tipo sería el que se produciría con la adición de nutrientes en aguas claras-negras que nacen en las sabanas y el Escudo Guayanés. En la tabla 2 se sugieren componentes generales de un sistema de biomonitoreo para la trasformación agrícola de la Orinoquia teniendo en cuenta los dos tipos de cambio mencionados.

El monitoreo del cambio previsible se puede hacer a través del seguimiento de indicadores en el proceso de transformación, teniendo como referencia una línea base de bioma - ecosistemas a nivel regional con cartografía suficientemente detallada (en sectores en transformación activa, al menos a escala 1:50.000, sobre la base del desarrollo del mapa de ecosistemas de la región Orinoquia de Romero *et al.* 2004), con los ajustes y recomendaciones recogidas por los talleres de expertos regionales (ver Lasso *et al.* 2010, 2011). Esta línea base de referencia se complementa con la caracterización (inventario) de la diversidad biológica, respondiendo a preguntas sobre patrones espaciales de biodiversidad en mosaicos ecológicos. Especial atención se debe dar a los patrones espaciales de riqueza y reemplazo

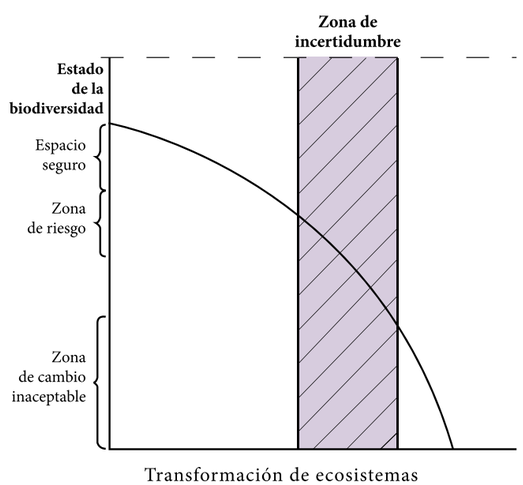


Figura 4. Cambio súbito en el estado de la biodiversidad y transformación de los ecosistemas.

14 Esta grafica teórica, no tiene en cuenta posibles adiciones, o perdidas mayores de biodiversidad, producto de la aparición de conformaciones nuevas de los ecosistemas que siguen a las invasiones biologicas.

15 Las tendencias de pérdida de biodiversidad en procesos de fragmentación de bosques tropicales ha sido ampliamente estudiada, no así para los mosaicos que incluyen vegetación no forestal.

M. Bernal

Tabla 2. Elementos para el monitoreo de la biodiversidad en la transformación de los ecosistemas.

Nivel	Cambios sistemáticos previsibles	Cambios súbitos Umbrales desconocidos
Bioma - ecosistema	· Cambios en coberturas como *proxy* de ecosistema a nivel macro. · Línea base general de biodiversidad regional (inventario).	· Umbral de cambio acumulativo. · Trastorno climático y sinergia por cambio de uso de la tierra.
Ecosistema – hábitat (biotopo) Comunidades o ensamblajes de especies	· Conjuntos de especies con amplia distribución.	· Presencia y extensión de tipos de ecosistemas o asociaciones de especies, raras, con distribución restringida o amenazadas.
Especies		· Poblaciones con densidad baja en el ecotono sabana – bosque. · Poblaciones de especies estructuradoras de ecosistemas (*keystone*). · Poblaciones de mamíferos con baja densidad y amplio rango de habitación. · Poblaciones de depredadores.
Procesos ecológicos	. Regímenes de perturbación (fuego) a nivel macro.	. Cascadas tróficas. . Dinámica ecológica e indicadores de estado en aguas claras y negras.
Algunas dimensiones humanas	. Oferta de fauna (caza y pesca) y otros recursos biológicos. . Estado de poblaciones de animales emblemáticos o con especial significado cultural.	. Conflictos humanos – vida silvestre. . Desequilibrios poblaciones (plagas), especies invasoras.

de especies de flora en mosaicos de sabana. En sistemas ecológicos (ecosistemas, hábitats o biotopos) raros o de distribución restringida, así como asociaciones de especies, la reducción sistemática podría darse frente a umbrales de cambio desconocidos, por lo cual se debe hacer un monitoreo detallado. Un caso sería el de las sabanas eólicas (Romero *et al.* 2004), o los llamados zurales. Una forma de monitorear el cambio lento a nivel de comunidades o ensamblajes, es conocer las tendencias en el tiempo de diversidad y abundancia de conjuntos de especies comunes o de amplia distribución y que podrían usarse como indicadores frente a una línea base de estado general del ecosistema. En otras partes del mundo los censos de aves comunes, por ejemplo, han servido para establecer tendencias poblacionales de largo plazo, que podrían interpretarse en relación con los cambios en los ecosistemas.

En el nivel de poblaciones, se debe explorar el potencial de algunas especies para la bioindicación de cambios súbitos o con umbrales desconocidos. Por ejemplo, podría esperarse que especies con densidades bajas y que son dependientes del ecotono sabana-bosque, podrían ver reducidas drásticamente sus poblaciones con la transformación de alguno de los componentes de su hábitat. Podría ser el caso del ocarro o armadillo gigante *Priodontes maximus, o* el oso hormiguero *Myrmecophaga tridactyla*. Igual situación podría darse con aquellas especies que, teniendo densidades bajas, sustentan procesos ecológicos en espacios mayores (especies estructuradoras o *keystone*)[16]. Un caso de esta situación son especies gregarias con amplios movimientos como el tatabro (*Tayassu pecari*), cuyas manadas de hasta 300 individuos en algunas zonas de Bolivia requieren hasta 123.500 hectáreas (Aliaga-Rosel y Painter 2010), lo cual la

16 Como serian algunas hormigas en la transición bosque-sabana (Etter y Botero 1990).

M. Bernal

haría especialmente sensible. En la misma línea, las poblaciones de grandes depredadores terrestres podrían constituirse en bio-indicadores de la salud de los ecosistemas. Una forma de cambio súbito es la "cascada trófica" en la cual la desaparición de depredadores desencadena cambios en la estructura de las poblaciones de depredadores intermedios, presas y poblaciones de plantas en el ecosistema. Este fenómeno, que se conoce mejor en la selva tropical, se manifiesta en redes complejas de decaimiento del ecosistema como consecuencia de la pérdida de depredadores (ver Terborgh y Feeley 2010); algunos de estos procesos allí descritos podrían ser de relevancia en los ecosistemas forestales de la Orinoquia (bosques de galería, matas de monte), pero no hay conocimiento suficiente sobre el mismo en mosaicos de ecosistemas que involucran grandes extensiones abiertas de sabana. En la región existe la propuesta de monitorear y promover la conservación en el "Corredor del Jaguar" *Panthera onca*, en cuyo planteamiento se incluye la conservación del resto de especies de felinos y sus presas (Cepeda 2009). El mismo enfoque podría establecerse en los sistemas acuáticos, en donde hay presencia también de grandes depredadores, cuya disminución podría también estar desencadenando desajustes o extinciones según el modelo de cascadas tróficas. Grupos representativos incluyen a los pavones o tucunarés (*Cichla* spp.); piranas (*Pygocentrus cariba*, *Serrasalmus* spp.); payaras (*Hydrolycus* spp.) y los grandes bagres carroñeros de la familia Pimelodidae (especialmente *Brachyplatystoma* spp. y Pseudoplatystoma spp.) entre otros (Lasso com. pers.).

El cambio en los ecosistemas de agua dulce, como producto de la implantación de agroecosistemas en sus cuencas de captación, es un tema que requiere especial atención, a través de la identificación de especies o condiciones ecológicas sensibles. Debería generarse información de línea base para el inicio del monitoreo de este tema en la cuenca del río Elvita - Tomo y Bita, que con parte de las zonas que vienen siendo ocupadas por agroindustrias. Novedoso sería el monitoreo de depredadores para conocer el estado de los ecosistemas y evitar cascadas tróficas en los cursos de agua, en donde hay presencia de nutria gigante o perro de agua *Pteronoura brasiliensis* y nutria *Lontra longicaudis*[17].

Los procesos ecológicos podrían monitorearse a través del recuento sistemático de eventos de perturbación, como la dinámica de fuego en las sabanas (Romero *et al.* 2009) o efecto de la alteración del ciclo de inundación y desborde en las sabanas (Rial *et al.* 2010). Igualmente el monitoreo del cambio sistemático o súbito en algunas relaciones entre humanos y vida silvestre, puede resultar significativo; en temas como oferta de recursos biológicos en fauna de caza o pesca[18], ligada con cambios en los ecosistemas. Algunas poblaciones de animales que tienen valor para los grupos humanos, o son parte de su seguridad alimentaria (a través de la caza), podrían disminuir en resguardos indígenas aislados, o aumentar en zonas agrícolas cerradas al acceso de cazadores. La supervivencia de los grandes depredadores es un proceso que depende además del patrón espacial de los ecosistemas y sus compontes del hábitat, de la disponibilidad de presas afectadas por la caza y el manejo de la ganadería. También cambios rápidos como la irrupción de plagas tales como algunos vertebrados que pueden constituirse en problema para el desarrollo agroindustrial (roedores que pueden atacar la caña, especies granívoras – palomas-, aumento de poblaciones de venados, etcétera), o de conflictos con animales silvestres. En conjunto, se busca generar y validar indicadores biológicos (bio-indicadores) y socio-ecológicos, para los dos tipos de cambio y en varias escalas.

CONCLUSIONES

La transformación productiva agroindustrial de la Orinoquia representa un riesgo de pérdida de la biodiversidad, que puede manejarse a través de la planificación multi-escala del uso de la tierra y la conservación. Por el grado de transformación intermedio de este territorio en Colombia, las oportunidades de acción a través de la planificación y de generación de acuerdos son relativamente altas. Sin embargo, es evidente que hay sistemas ecológicos, en especial en las interfases aguas claras – negras y tierra, que muestran ser especialmente frágiles, y deberían ser objeto de prevención especial. Con todo, la rica y compleja biodiversidad de la región, a través de su inventario y caracterización, podría usarse como un sistema de monitoreo ecológico ya instalado, que puede ser leído e interpretado a través de procesos validados de conocimiento. Es evidente pues que en la trasformación productiva de la región no es suficiente el saber agronómico que sustenta el cambio tecnológico, sino un conocimiento integral agro ecológico y en especial la generación de capacidades para aplicar el diseño a la escala del paisaje. En este sentido, uno de los mayores factores de vulnerabilidad actual de esta región ante el cambio ambiental, son las limitaciones que existen en la generación de conocimiento ecológico aplicado y su divulgación y uso de parte de los actores involucrados, aunque por supuesto ya existe información que serviría para predecir los principales impactos y proponer algunas alternativas inmediatas. Por último, teniendo en cuenta que la transformación productiva de la Orinoquia genera pérdidas inevitables en la biodiversidad (impactos ambientales remanentes o acumulativos), se propone crear un mecanismo de compensación de biodiversidad (*biodiversity offsets*) que podría estar dirigido a crear condiciones de gestión del conocimiento, como parte de la gestión adaptativa de la transformación productiva de la región.

17 En efecto Fittkau & Klinge (1973) mostraron la existencia de cascadas tróficas seguidas de la extinción local de grandes depredadores acuáticos (cocodrilos y *Arapaima gigas* en su caso).

18 En el caso de los "perros de agua" (*Pteronoura brasiliensis*) en el Perú se ha documentado la amenaza que representa la competencia de los humanos por las mismas presas (en especial el pez bocachico) (Schenck 1999:141).

M. Bernal

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de Corporinoquia y en especial a su director Orlando Piragauta, por abrir el espacio institucional para estos procesos y a Omar Baquero por sus discusiones. A Esteban Payan en la Fundación Panthera; Milton Romero, Andrés Etter, Emilio Constantino y Patricio von Hildebrand por compartir generosamente su conocimiento de la biodiversidad y de la región. Anabel Rial y Carlos A. Lasso hicieron valiosas sugerencias al manuscrito final.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga-Rossel, E. y R. W. Wallace. 2010. Tayassuidae y Suidae. Cap. 22. *En:* Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Simón I Patiño, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Andrade, G. I. 2008 Gestión de humedales. Logro de la sociedad amenazado. *Revista Javeriana* (Bogotá) 750 : 26 – 37.
- Andrade, G. I. y E. Wills 2010. Tipos, modos de generación y gobernanza del conocimiento para la gestión de la biodiversidad. *Ambiente y Desarrollo* 27:55-78.
- Arango, N. y J. Díaz. 2006. Representatividad del sistema de áreas protegidas de Colombia. Pp. 271 – 286. Tomo I. *En:* Cháves, M. E. y M. Santamaría. (Eds.). *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad* 1998 - 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. D.C. Colombia.
- Arias, J. 2004. Ganadería, paisaje, territorio y región: una historia ecológica y social de la Orinoquía colombiana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Programa Uso y Valoración. Línea saberes locales y uso de biodiversidad. Bogotá, Colombia. 141 pp.
- Bengtsson, J., P. Angelstam, T. Elmqvist, U. Emanuelsson, C. Folke, M. Ihse, F. Moberg, y M. Nystrom. 2003. Reserves, resilience and dynamic landscapes. *Ambio* 32: 389-396.
- Bennett, E. M. y P. Balvanera. 2007. The future of production systems: Challenges and opportunities in a globalized world. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 191-198.
- Cepeda, P. 2009. Colombia es el futuro genético del jaguar. Nota Uniandina. Agosto 2009. Bogotá.
- Clark, T. W., R. M. Warneke y G.G. George. 1990. Management and Conservation of Small Populations. Pp. 1-18. *En*: T. W. Clark y J. H. Seebeck (Eds). *Management and Conservation of Small Populations.* Chicago Zoological Society. Chicago. USA.
- Correa, H., S. Ruiz y L. Arévalo (Eds.). 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia: 2005 – 2005. Propuesta técnica, Bogotá, DC. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitropico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF Colombia, GTZ Colombia. Bogotá, DC. 330 pp.
- Corzo, G., M. C. Londoño-Murcia, W. Ramírez, H. García, C. Lasso y B. Salamanca (Eds.). 2011. Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ecopetrol S. A., Bogotá D. C., Colombia. 240 pp.
- Dudley, N. y Parrish, *J.* (Eds). 2006. Closing the Gap: Creating ecologically representative protected area systems. Convention on Biological Diversity. 116 pp.
- EEM. Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Aseessment). 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital natural y bienestar humano. 28 pp.
- Egoh, B., B. Reyers, M. Rouget, M. Bode y D. M. Richardson. 2009. Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa. *Biological Conservation* 142: 553-562.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado Vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- Etter, A. y P. Botero. 1990. La actividad de las hormigas (*Atta laevigata*) y sus efectos en la dinámica bosque/sabana en los Llanos Orientales. *Revista Colombia Amazonica.* 4: 77-98.
- Etter, A., M. Romero y A. Sarmiento. 2010. Land use change (1970-2007) and the carbon emissions in the Colombian Llanos. Chapter 20. Pp. 383 – 402. *En:* Hill, M. y N.P. Hanan (Eds.) *Ecosystem Function in Savannas: measurement and modeling at landscape to global scales*. Taylor & Francis CRC Press, Boca Raton.
- Fandiño-Lozano, M. y W. van Wyngaarden. 2005. Prioridades de Conservación Biológica para Colombia. Grupo ARCO. Bogotá. 188 pp.
- Fittkau, E. J. y H. Klinge. 1973. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystems *Biotrópica* 5: 2-14.
- Forero, J y C. Durana (Eds). 1997. Interacciones ecosistémicas y socioeconómicas de los sistemas de producción en la Orinoquia. Pp. 261 – 298. *En*: *Sabanas, vegas y palmares*. El uso del agua en la Orinoquia colombiana. Universidad Javeriana, Instituto Mayor Campesino y CIPAV. Bogotá.
- Galindo, G., C. Pedraza. Betancourt, R. Moreno y E. Cabrera. 2007. Planeación ambiental del sector hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en los llanos de Colombia. Convenio de cooperación 05-050. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.

M. Bernal

- Gómez, A. e I. Cavelier. 1998. Las sociedades indígenas de los llanos: sistemas económicos y característica socio-culturales. Pp. 167 – 184. *En*: Fondo Fen (Ed.). Colombia Orinoco. Bogotá.
- González, O. V. y M. T. Palacios. 2007. Guía para integrar consideraciones de biodiversidad en la Evaluaciones Ambientales Estratégicas EAE. Pp. 59-88. *En*: O. D. Amaya y M. Bonilla. (Eds.) Avances y perspectivas de la aplicación de las evaluaciones ambientales estratégicas en Colombia. Universidad Externado de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá.
- Gordon, L. J., G. D. Peterson y E. M. Bennett. 2007. Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. *Tree* 914: 9.
- Hoogesteijn, A. L. y R. Hoogesteijn. 2010. Cattle ranching and biodiversity conservation as allies in South America's flooded savannas. *Great Plains Research* 20 (Spring 2010): 37-50.
- IDEAM 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Editorial Scripto Ltda. Bogotá. Colombia. 440 pp.
- Klink, C. A. y R. B. Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707-713.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.
- Lasso, C., A. Rial, C. L. Matallana, W. Ramírez, J. C. Señaris, A. Deiaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. 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.
- Mueller, C. 1995. A sustentabilidade da expansão agrícola nos Cerrados. Instituto Sociedade, População e Natureza. Documento de Trabalho 36, Brasília. 21 pp.
- Peñuela, L., F. Trujillo y S. Usma. 2009. Alianzas para incrementar las áreas protegidas privadas en la cuenca del Orinoco. WWF- Colombia y RESNATUR.. Santiago de Cali. 5 pp.
- Ponce de León, E. 2004. Humedales. Designación de sitios Ramsar en territorios de grupos étnicos en Colombia. WWF Colombia. Santiago de Cali. 46 pp.
- Rial, A. 2006. Propuesta metodológica para la evaluación de la vegetación con fines de conservación en áreas privadas de los llanos del Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 31: 130-135.
- Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los llanos inundables del Orinoco,Venezuela. Editorial Orinoco-Amazonas. Caracas. 392 pp.
- Rial, A. 2011. Hatos privados de los Llanos de Venezuela: de la amenaza a la conservación. Pp. 248-269. *En*: C. Lasso, A. Rial, W. Ramírez, J. C. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). 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.
- Rial, A., A. C. Lasso y I. Ayarzagüena. 2010. Efectos en la ecología de un Humedal de los llanos de Venezuela (Cuenca del Orinoco) causados por la construcción de diques. Pp 417-432. *En*: C. Lasso, J. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia.
- Rincón, S. A., J. Toro y J. Burgos. 2009. Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C. 124 pp.
- Rodríguez, M., G. I. Andrade, G. Castro, A. Duran, G. Rudas, E. Uribe y E. Wills. 2009. La mejor Orinoquia que podemos construir. Elementos para la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Corporinoquia, Universidad de los Andes, Foro Nacional Ambiental y Fescol. Dupligraficas LTDA. Bogotá. 66 pp.
- Romero, M., G. Galindo, J. Otero. y D. Armenteras. 2004. Ecosistemas la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 189 pp.
- Romero, M., A. Etter, A. Sarmiento y K. Tansley. 2009. Spatial and temporal variability of fires in relation to ecosystem, land tenure and rainfall in savannas of northern South America. *Global Change Biology* 16: 2013-2023.
- Romero M. H., J. A. Maldonado-Ocampo, J. D. Bogotá-Gregory, J. S. Usma, A. M. Umaña-Villaveces, J. I. Murillo, S. Restrepo-Calle, M. Álvarez, M. T. Palacios-Lozano, M. S. Valbuena, S. L. Mejía, J. Aldana-Domínguez y E. Payán. 2009. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 133 pp.
- Schenck, C. 1999. Lobo de río *Pteronoura brasililensis*. Presencia, uso del hábitat y protección en el Perú. GTZ, Sociedad Zoológica de Frankfurt, Surapa e Inrena. Lima, Perú. 176 pp.
- Terborgh J.W. y K. J. 2010. Propagation of trophic cascades via multiple pathways in tropical rainforests. Pp. 125-140. *En*: Terborgh J. W. and J. A. Estes (eds.). Trophic cascades: Predators, prey, and the changing dynamics of nature. Island Press, Washington. USA.
- Vandermeer, J., I. Perfecto, S. Philpott y J. Chappell. 2008. Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. Capítulo 4. Pp. 75 – 104. *En*: C. A. Harvey y J-C. Sáenz. 2007. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBio, Costa Rica.

M. Bernal

a. Morichal, Tame. Foto: K. E. Pérez.
b. Bosque y morichal, Tame. Foto: K. E. Pérez.
c. Sabana de La Vieja, Tame. F. Mijares.
d. Morichal fragmentado por carretera, El Milagro. Foto: J. Delgado.
e. Río Meta. Foto: J. Delgado.
f. Bosque deforestado para ganadería. Foto: E. Constantino.

M. Bernal

g

h

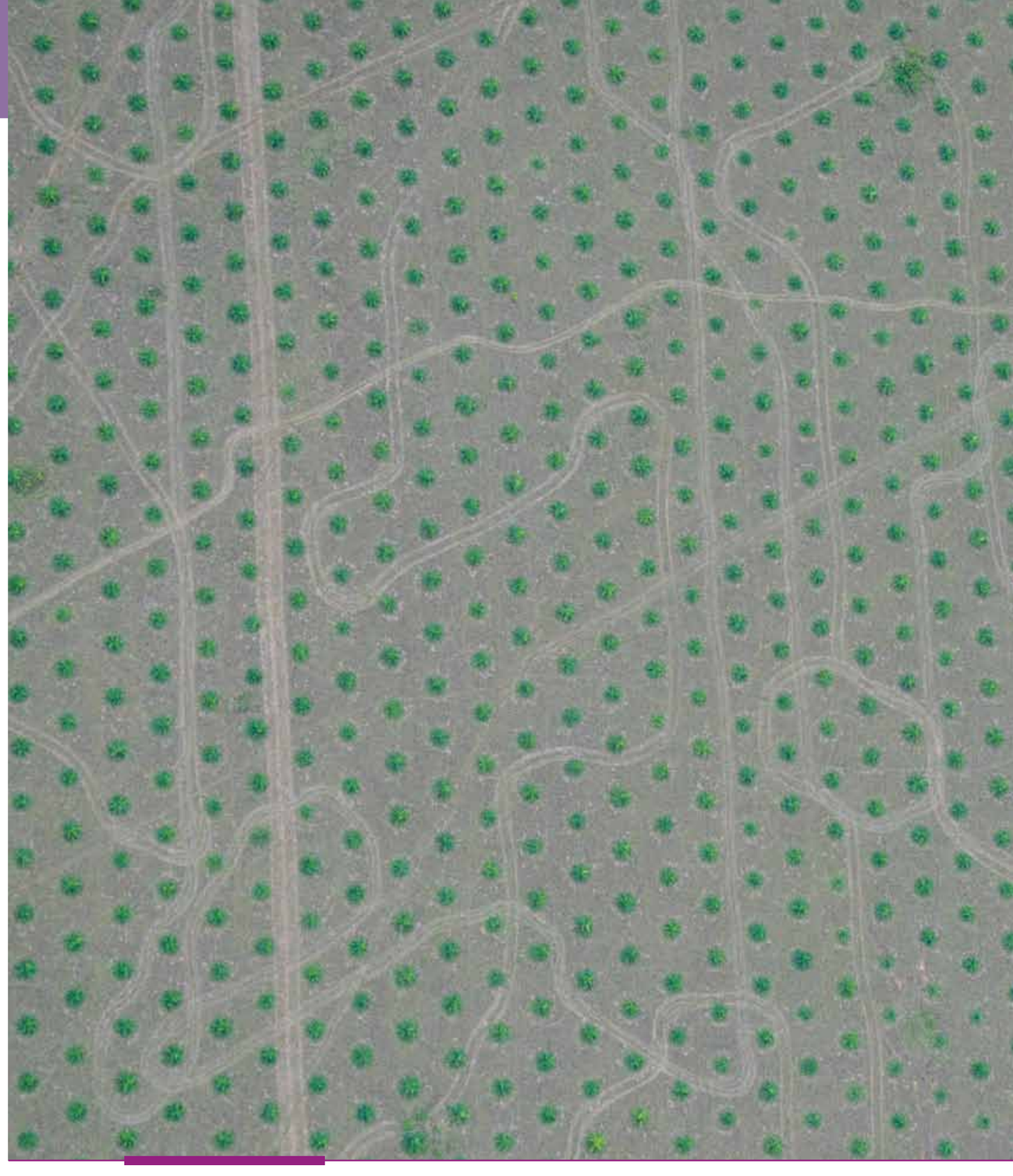
i

j

k

l

g. Acacias, Tamanaco. Foto: J. Delgado.
h. Cultivo de caucho, Rosa Blanca. Foto: J. Delgado.
i. Cultivo de soya en preparacion,Tamanaco. Foto: J. Delgado
j. Cultivo de soya, Pto Gaitan. Foto: J. Delgado
k. Palma africana, río Cravo Sur y Cusiana, Casanare . Foto: R. Antelo.
l. Silos de Sugranel, Burruna. Foto: J. Delgado.



Monocultivos de palma africana en la Orinoquia. Foto: F. Trujillo.

Pedernales, delta del Orinoco. Foto: J. Hernández.

.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA PESCA CAMARONERA DE ARRASTRE SOBRE LAS COMUNIDADES DE PECES BENTÓNICOS EN EL DELTA DEL ORINOCO

A. Giraldo

Paula Sánchez-Duarte y Carlos A. Lasso

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la pesca camaronera de arrastre sobre la diversidad, abundancia, densidad y biomasa íctica bentónica en caños del delta del río Orinoco, a lo largo de un ciclo hidrológico anual y mediante la comparación de un registro histórico disponible para la zona de estudio. Para ello, se realizó el acompañamiento a pescadores locales, durante las cuatro fases del ciclo hidrológico (aguas altas, bajada de aguas, aguas bajas y subida de aguas), utilizando como arte de pesca la red de arrastre camaronera. Se colectaron 53.246 peces, pertenecientes a ocho órdenes y 25 familias. La familia de bagres marino-estuarinos (Ariidae), fue la que más aportó en relación con la abundancia y biomasa. La época de subida de aguas registró una mayor ictiomasa; durante la época de aguas altas se obtuvo la mayor relación entre ictiomasa/biomasa de camarón y fue la época de aguas bajas en la que se obtuvo el mejor rendimiento en relación con los camarones. La familia Ariidae ha presentado la mayor variación a través de los últimos 25 años de pesca de arrastre camaronera. Al mismo tiempo, las rayas estuarinas (Dasyatidae) y el bagre sapo (Batrachoididae) son las especies más afectadas en cuanto a su abundancia y biomasa en el mismo lapso de tiempo.

Palabras clave: Pesca acompañante. Peces estuarinos. Comparación histórica. Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La pesca en el delta del Orinoco

Venezuela, como país ribereño del Atlántico Centro Occidental, tiene una ubicación favorable desde el punto de vista pesquero, a consecuencia de la corriente ecuatorial del norte y de fenómenos de surgencia localizados a lo largo de sus costas que inducen a una alta productividad en sus diversos ecosistemas y a la presencia de una variedad de especies de peces, crustáceos y moluscos (Marcano *et al.* 2001). La actividad pesquera en la zona Atlántica de Venezuela se realiza en dos ambientes claramente definidos: el golfo de Paria y el delta del río Orinoco. En ésta última, los pescadores restringen sus operaciones a la región noreste y en áreas cercanas al caño Macareo y zonas contiguas (Ecology & Environment 2003).

La pesca artesanal comercial en la desembocadura del caño Manamo y áreas adyacentes tiene una tradición de unos 40 años o más, y la pesca de subsistencia data del período precolombino. Los pescadores indígenas Warao, bajo la influencia y organización de pescadores margariteños, han venido operando comercialmente y destinando la producción a los centros de acopio que se han organizado en Pedernales y otras localidades de cierta importancia en esta parte del Delta costero, o bien intercambiando el pescado por artículos diversos con comerciantes de Irapa, Güiria,

J. Hernández

entre otros (Marcano *et al.* 2001). La actividad pesquera de camarones de la flota de Pedernales se concentra en las cercanías de la propia ciudad, en localidades como Plataforma, Bajo del Medio y Ensenada de Yaguaraparo, entre otras (Ecology & Environment, 2003).

Tradicionalmente, la pesca en la zona estuvo orientada a la captura de especies de peces empleando la red de ahorque o agallera, así como los artes de anzuelo, tales como el palangre y la línea o cordel. A partir de 1993, se estableció y consolidó la pesquería de arrastre camaronero empleando el modelo trinitario, basado en el uso de peñeros y redes de arrastre operadas manualmente (Novoa 2000a). El objeto de captura es el camarón, las especies que se presentan en el área son *Litopenaeus schmitti* (camarón blanco), *Farfantepenaeus subtilis* (camarón marrón) y *Xiphopenaeus kroyeri* (camarón tití), que son muy abundantes en los ecosistemas deltaicos, con bahías semicerradas y que representan un importante recurso alimenticio para numerosas especies.

Las investigaciones realizadas en el bajo Delta han demostrado que en el área de la desembocadura de los caños se presentan procesos costeros complejos que definen una condición de gran dinamismo reflejado en la propia comunidad íctica presente en esas áreas. En la barra de Pedernales, Novoa y Cervigón (1986) obtuvieron valores de rendimiento (kg/h) y biomasa (kg/ha) muy superiores a los obtenidos en la barra de Macareo, lo cual puede deberse a la mayor estabilidad relativa de las condiciones estuarinas de la barra de Pedernales y a la ausencia de la pesca de arrastre costero en esa zona, en esta época. Sin embargo, la situación ha cambiado desde la realización del estudio antes mencionado, ya que actualmente en las inmediaciones del municipio Pedernales se observan dos tipos de pesca: peces y camarones.

Antecedentes de la pesca camaronera de arrastre

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de camarones y peces ha variado notablemente entre las distintas zonas de pesca. La diversidad de peces e invertebrados en la captura de fauna acompañante del camarón también ha variado de forma notoria entre estaciones climáticas y localidades (Ecology & Environment 2003) (Tabla 1).

Como resalta Novoa (2000a) antes del 2002 no había regulaciones vigentes para esta pesquería, recomendando establecer límites debido a su desarrollo acelerado. Es a partir de mayo de 2002, que INAPESCA impone restricciones a las operaciones de arrastre en la zona, reduciendo el esfuerzo de pesca de tres maneras: un máximo de 22 embarcaciones, pescas interdiarias y una época de veda de dos meses y medio, entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre (Resolución No. 004, Gaceta de la República Bolivariana de Venezuela).

Además, los camarones, ubicados en eslabones inferiores de la cadena alimenticia, representan un elevado porcentaje de las capturas debido a la eliminación de sus depredadores naturales y a la progresiva adecuación de los fondos que tiende a acentuar la dominancia de estos organismos en la composición de la comunidad biológica del fondo. Este efecto simplificante de la pesca de arrastre como sistema de explotación pesquero ha sido señalado por numerosos

Tabla 1. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y porcentaje de camarón en las capturas (promedio ± DE), provenientes de diferentes localidades de pesca en las inmediaciones de Pedernales, (estado Delta Amacuro), evaluadas entre el 6 y 7 de noviembre de 2002. Fuente: Ecology & Environment (2003).

Localidad	CPUE (kg/h)				% camarón
	No. caladas	Camarones	Peces	Otros invertebrados	
Bajo del medio	4	2,3 ± 0,5	10,6 ± 2,6	0,2 ± 0,3	17,9 ± 6
Isla de Plata	1	1,5	10,5	0,1	12,4
La Lopa	2	0,8 ± 0,9	3,8 ± 3,4		16,0 ± 4
Oeste Isla Cotorra	2	9,9 ± 7,8	10,7 ± 3,1	0,1	44,1 ± 15
Yaguaraparo	7	2,6 ± 1,7	12,2 ± 8,4		22,7 ± 18
General	16	3,1 ± 3,6	10,5 ± 6,2	0,1 ± 0,2	22,7 ± 15

J. Hernández

autores (Malakoff 1999, Novoa 2000b, Novoa *et al.* 1980, Pauly 1983). El mismo se potencia aún más en los ecosistemas costeros por la eliminación de grandes cantidades de peces juveniles que como adultos, se alimentan de camarones y cangrejos. Más aún, las especies de peces pueden ser afectadas significativamente, porque al eliminarse grandes cantidades de juveniles en las áreas de crecimiento, disminuye el reclutamiento y solamente un número reducido de ejemplares alcanza el estado adulto (Novoa 2000b).

El investigador pionero en el delta del Orinoco, Daniel Novoa (q.e.p.d.), evaluó durante varios años el impacto que la pesca camaronera de arrastre había tenido sobre la comunidad de peces e invertebrados del área de Pedernales e Isla Misteriosa, comparando los muestreos de la fauna de fondo efectuados en 1980 – 81 con los realizados en 1998. Los resultados indicaron que el número de especies en términos absolutos no ha sufrido modificaciones substanciales, registrando 78 familias de peces y macroinvertebrados durante los primeros años de estudio (Novoa y Cervigón 1986) y 73 en 1998 (Novoa 2000b). Sin embargo, se presentaron cambios muy marcados en la captura por unidad de esfuerzo de algunas especies a lo largo del periodo 1980 – 1998 (Figura 1).

Posteriormente, Lasso *et al.* (2004) adicionan datos obtenidos en la misma zona, demostrándo una vez más la disminución en la captura por unidad de esfuerzo de la mayoría de las familias analizadas (Figura 1). Durante 1981 se capturaban en promedio 33,4 kg en una hora de arrastre y en 1988 cerca de 20 kg/h, esta tendencia disminuyó a 14,1 kg/h en el 2002. Se observa que persiste una tasa de disminución en las capturas de muchas de las familias como Dasyatidae, Tetraodontidae, Ariidae y Clupeidae-Engraulidae, siendo especialmente notoria en las dos últimas que bajaron de 12,5 a 4,6 kg/h y 1,5 a 0,4 kg/h, respectivamente. En el caso de las familias Sciaenidae y Batrachoididae hubo un ligero incremento en el 2002 respecto a 1998, pero en ninguno de los casos llegan a la mitad de lo que se capturaba en 1981. Únicamente la familia Soleidae mantiene una tendencia estable (Lasso *et al.* 2004).

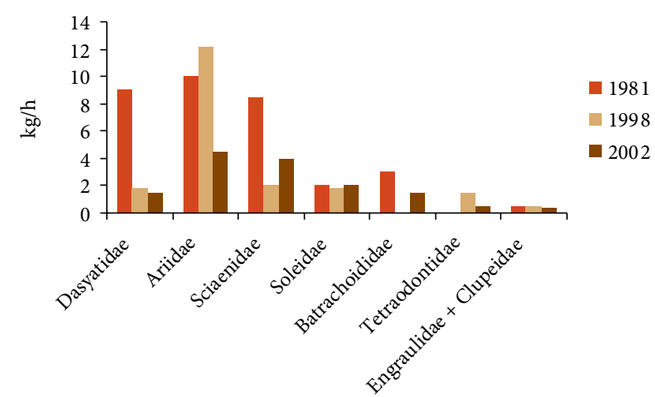


Figura 1. Cambios registrados en la captura por unidad de esfuerzo de las principales familias de peces en la desembocadura del caño Manamo y áreas adyacentes entre 1981, 1998 y 2002. Fuente: Lasso *et al.* (2004).

Con este panorama y estos antecedentes en mente, nos planteamos como objetivo la necesidad de seguir evaluando o monitoreando el efecto de la pesca camaronera de arrastre sobre las comunidades de peces bentónicos. Es por ello que a partir del año 2006 se realizó un estudio que abarcó un ciclo hidrológico completo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fase de campo

Para la evaluación del efecto de la pesca camaronera de arrastre se acompañó a dos (2) pescadores locales en la

J. Hernández

realización de siete arrastres de pesca de camarón, durante cada una de las fases hidrológicas de un año (ciclo 2006 – 2007). Estas son HFI: aguas altas, julio 2006; HFII: bajada de aguas, noviembre 2006; HFIII: aguas bajas, febrero 2007; HFIV: subida de aguas, abril 2007. Las faenas de pesca se llevaron a cabo en varios placeres de pesca activos: Manamo-Yaguaraparo, Las Isletas y Bajo Medio (Figura 2). El aparejo de pesca estuvo conformado por una lancha pequeña de madera recubierta de fibra de vidrio, un motor fuera de borda de 40 HP y una red de arrastre camaronera conocida localmente como "chica" y descrita por Novoa (2000a) (Figura 3).

Todos los arrastres tuvieron un tiempo de duración diferente, desde 20 hasta 60 minutos, luego del cual, la captura fue descargada en el interior de la embarcación y se procedió a la separación de los camarones y los peces (Figura 4). El total de camarón fue pesado para cada uno de los arrastres, mientras la pesca acompañante, localmente conocida como "broza", fue submuestreada en fracciones superiores al 20% de la captura total del lance, siguiendo los criterios metodológicos propuestos por Sparre y Venema (1995). De esta manera, de los 28 arrastres realizados, fue tenido en cuenta el 25% para ocho arrastres, 50% para dos arrastres y 100% para los 18 arrastres restantes.

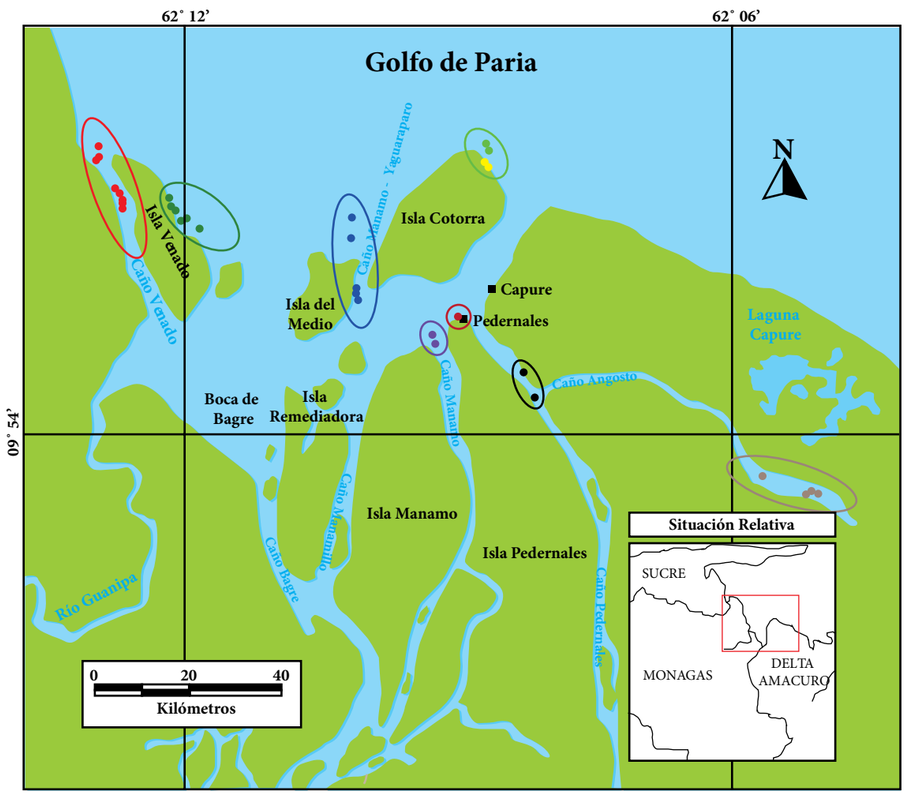


Figura 2. Desembocadura de los caños Angostura, Pedernales, Manamo, Manamito y Bagre cuenca del río Orinoco y río Guanipa, caño Venado, cuenca del golfo de Paria. El óvalo azul enmarca los puntos de muestreo de la pesca camaronera de arrastre.

J. Hernández

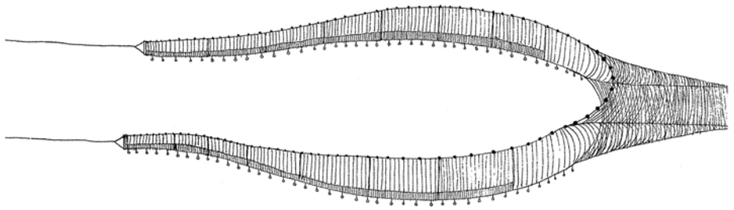


Figura 3. Esquema de una red de arrastre artesanal. Fuente: Novoa (2000a).

Figura 4. Producto de la pesca camaronera de arrastre, recurso objetivo (camarón) y fauna acompañante (broza). Proceso de separación y cuantificación de las muestras.

J. Hernández

Fase de laboratorio

Se procedió a la separación de los peces a nivel de familia y a la cuantificación de su abundancia y biomasa. La determinación se hizo a este nivel, ya que es el que ha sido utilizado en los trabajos anteriores y con los cuales se busca comparar (Novoa y Cervigón 1986, Novoa 1982, Novoa 2000b, Lasso *et al.* 2004). Los resultados fueron registrados en planillas diseñadas para tal fin.

Para el análisis de los datos, las submuestras que se tenían de diez arrastres fueron elevadas al 100%. Con base en los datos consignados en la matriz, se determinó la dominancia de las familias en función de su captura por unidad de esfuerzo y se comparó con estudios anteriores realizados en el área con el mismo arte de pesca.

Se hallaron los datos de abundancia y biomasa con base en la captura por unidad de esfuerzo para el presente estudio y se compararon con los datos del registro histórico, previa evaluación de la homocedasticidad entre los mismos. Los datos con varianza homogénea entre grupos se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia $p<0,05$ y no inferior a $p<0,01$; de resultar diferencias significativas se procedió a determinar entre qué familias se presentaban, utilizando para ello la prueba de Tukey (Montgomery 1984). Cuando la homogeneidad de las varianzas fue menor de $p<0,01$ se analizaron mediante una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Barletta *et al.* 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición y biomasa

Se colectaron 53.246 individuos, pertenecientes a ocho órdenes y 25 familias durante las cuatro hidrofases (Tabla 2). En relación con los órdenes, los Perciformes fueron el grupo más diverso con diez familias, seguido por Siluriformes (4 familias), Myliobatiformes y Pleuronectiformes (3 familias cada uno), Clupeiformes (2 familias) y finalmente Anguilliformes, Batrachoidiformes y Tetraodontiformes representados por una familia cada uno.

Durante la época de aguas altas se registraron 16 familias; para las fases de bajada de aguas y aguas bajas, se encontraron 17 familias en cada una y finalmente, durante la época de subida de aguas se registró el mayor número de familias (20). Las familias Clupeidae, Engraulidae, Ariidae, Auchenipteridae, Carangidae, Haemulidae, Mugilidae, Sciaenidae, Achiridae y Tetraodontidae estuvieron presentes durante todo el ciclo hidrológico. Las familias Potamotrygonidae y Pimelodidae fueron exclusivas de la época de aguas altas. La familia Muraenesocidae fue exclusiva de la segunda hidrofase (bajada de aguas) y las familias Gymnuridae, Gobiidae y Polynemidae fueron exclusivas de la época de subida de aguas. La fase de aguas bajas no presentó familias exclusivas.

La dominancia de las familias se estableció en función de la captura por unidad de esfuerzo en relación con la biomasa. Así, en cada una de las hidrofases una o dos familias representaron más del 50% de la biomasa. Durante la época de aguas altas (hidrofases I) la familia Ariidae aportó el 57,3% de la biomasa, seguida por Dasyatidae (13,4%) y Sciaenidae (8,2%), las 15 familias restantes representaron el 21,1% del total de la biomasa. Para la época de bajada de aguas (hidrofase II), la familia Ariidae sigue siendo la más importante, pero con un porcentaje menor al de la hidrofase anterior (28,5%) y cercano al de la familia Achiridae (21%); en tercer lugar se ubicó la familia Sciaenidae (17,9%) y luego la familia Tetraodontidae (15%); las 13 familias restantes aportaron menos del 5% del total de biomasa. Para la hidrofase III (aguas bajas) nuevamente la familia más importante fue Ariidae, con el 50,6% del total de biomasa colectado, le siguen Dasyatidae (16,6%) y Sciaenidae (10,8%); las 14 familias restantes aportaron menos del 7% del total capturado. Durante la última fase (subida de aguas) Sciaenidae (29,7%), Ariidae (25,4%) y Dasyatidae (25,1%) fueron las familias que más aportaron y las otras 17 familias contribuyeron con menos del 6,2% de la biomasa total (Figura 5).

Tabla 2. Listado de familias colectadas durante el acompañamiento a la pesca camaronera de arrastre, durante las cuatro fases del ciclo hidrológico 2006 – 2007. I: aguas altas; II: bajada de aguas; III: aguas bajas; IV: subida de aguas. Presencia (+) – Ausencia (-).

	Hidrofases			
	I	II	III	IV
MYLIOBATIFORMES				
Dasyatidae	+	-	+	+
Gymnuridae	-	-	-	+
Potamotrygonidae	+	-	-	-
ANGUILLIFORMES				
Muraenesocidae	-	+	-	-
CLUPEIFORMES				
Clupeidae	+	+	+	+
Engraulidae	+	+	+	+
SILURIFORMES				
Ariidae	+	+	+	+
Aspredinidae	-	+	+	+
Auchenipteridae	+	+	+	+
Pimelodidae	+	-	-	-
BATRACHOIDIFORMES				
Batrachoididae	-	+	+	+
PERCIFORMES				
Carangidae	+	+	+	+
Centropomidae	+	+	+	-
Ephippidae	+	+	-	+
Gerridae	+	+	-	-
Gobiidae	-	-	-	+
Haemulidae	+	+	+	+
Mugilidae	+	+	+	+
Polynemidae	-	-	-	+
Sciaenidae	+	+	+	+
Trichiuridae	-	-	+	+
PLEURONECTIFORMES				
Achiridae	+	+	+	+
Cynoglossidae	-	+	+	+
Paralichthyidae	-	-	+	+
TETRAODONTIFORMES				
Tetraodontidae	+	+	+	+

J. Hernández

J. Hernández

La dominancia de la familia Ariidae en la mayoría de las hidrofases confirma el hecho de que este es el grupo de peces más importante en términos de número de especies, densidad y biomasa en los estuarios tropicales (Dantas *et al.* 2010). Su capacidad euritermohalina y la posesión del aparato de Weber son consideradas las características más importantes en el éxito que ha tenido este grupo de especies de peces en ambientes dulceacuícolas, estuarinos y marinos (Cervigón 1985). La segunda familia en importancia, Sciaenidae, es la mejor representada en términos de número de especies y densidad en el delta del Orinoco (Cervigón 1985).

Respecto a la abundancia total, estandarizada mediante la captura por unidad de esfuerzo, se observó que durante la fase de aguas altas se colectó el mayor número de individuos (24.252), seguida por la época de subida de aguas con 17.408, luego la fase de aguas bajas (9.393) y finalmente durante el periodo de bajada de aguas se colectó el menor número de individuos (2.193). En relación con la biomasa, estandarizada mediante la captura por unidad de esfuerzo, tuvo el mismo comportamiento que la abundancia, durante la fase de aguas altas se reportó el mayor peso (583,3 kg), seguida por la época de subida de aguas (37,8 kg.), luego la fase de aguas bajas (133 kg) y finalmente la hidrofase de bajada de aguas (293 kg) (Figura 6).

Fauna acompañante

Como sucede en otras regiones tropicales, buena parte de la fauna acompañante está constituida por juveniles de especies pertenecientes a familias de importancia comercial como Sciaenidae, Carangidae, Ariidae, Gerreidae y Haemulidae. Este fenómeno tiene gran incidencia sobre otras

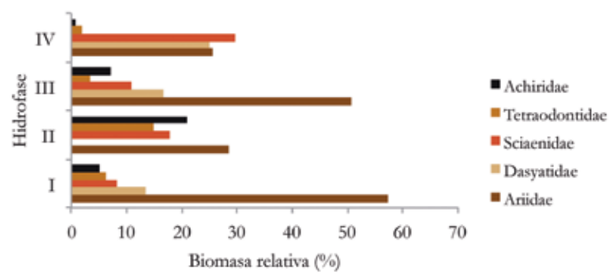


Figura 5. Variación del aporte en biomasa de las seis familias más importantes durante el ciclo hidrológico analizado (2006 – 2007). I: aguas altas; II: bajada de aguas; III: aguas bajas; IV: subida de aguas.

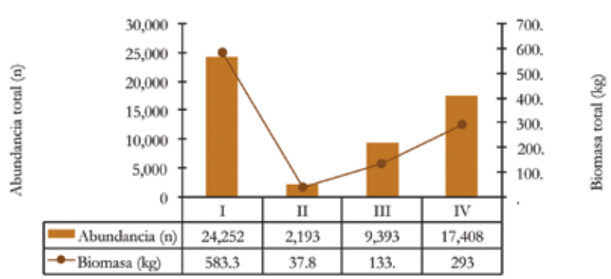


Figura 6. Variación de la captura por unidad de esfuerzo, con base en la abundancia y biomasa total, de la ictiofauna acompañante colectada por parte de la pesca camaronera de arrastre, durante el ciclo hidrológico estudiado (2006 – 2007).

J. Hernández

pesquerías, las cuales son dirigidas a los adultos de peces pertenecientes a las familias mencionadas (Barreto *et al.* 2001, Duarte *et al.* 2006). Como lo señalan Marcano y Alió (2000), entre la fauna acompañante se encuentran especies con interés comercial (peces), cuyos juveniles son capturados y desechados en grandes cantidades, ocasionando pérdidas a futuro, tanto al propio sector de la pesca de arrastre como a los pescadores artesanales, quienes explotan muchos recursos en forma compartida.

Existe un registro histórico de investigaciones anteriores realizadas en la zona. Se inició con el estudio de Novoa (1982) donde se reporta la composición de las capturas empleando pesca de arrastre en el área de la desembocadura del caño Manamo durante el año 1981. Posteriormente, Novoa (1995) proporciona los datos sobre composición de capturas correspondientes a 1988 en su "*Evaluación del potencial pesquero camaronero en el Área Especial de Pesca del delta del Orinoco*". En 1998 Novoa (2000b) en la desembocadura del caño Manamo evaluó el efecto causado por la pesca de arrastre costera sobre la fauna íctica. Los resultados obtenidos en los tres trabajos mencionados, fueron recopilados por Marcano *et al.* (2001) en su revisión de la pesca de arrastre en Venezuela. Y en el año 2002 Lasso *et al.* (2004) adicionan datos obtenidos para la misma zona de estudio, en la investigación realizada en el 2002.

En la tabla 3 se muestra la comparación de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) de las principales familias de peces capturadas en los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007 (presente trabajo), en la zona adyacente a la ciudad de Pedernales.

Para tener una mayor claridad al observar los datos, con base en la tabla 3 se realizaron las figuras 7 y 9, relacionadas con la captura por unidad de esfuerzo de la abundancia relativa (%) y biomasa (kg/h) de las familias de peces capturadas. Como mencionaba Novoa (2000b) para los datos de 1981 y 1998, se presentan cambios muy marcados en los niveles de abundancia relativa y biomasa total, reduciendo sus valores notablemente. Este es el comportamiento que se sigue registrando para algunas familias en posteriores estudios, incluido el presente.

Debido a la no normalidad de los datos, mediante un análisis de Kruskal-Wallis se compararon los valores de captura por unidad de esfuerzo con base en la abundancia relativa obtenidos a lo largo de los años para cada una de las familias estudiadas (Tabla 3), presentándose diferencias significativas ($p = 0.00$; $\alpha = 0.05$). Dichas diferencias se registran en mayor medida en la familia Ariidae, y en menor escala en las familias Sciaenidae, Dasyatidae y Achiridae, como lo muestran las medias de los datos analizados (Figura 8).

Una prueba de Tukey señala que las diferencias significativas se presentan entre la familia Ariidae con las restantes seis familias, al exhibir valores de p menores a $\alpha = 0.05$ (Tabla 4).

Tabla 3. Comparación de la captura por unidad de esfuerzo con base en la abundancia relativa (%) y la biomasa (kg/h) de las principales familias de peces capturadas en los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007, en la zona adyacente a la ciudad de Pedernales. Los datos correspondientes a los años 1981, 1988 y 1998 fueron tomados de Marcano *et al.* (2001). Los datos del 2002 corresponden a los reportados por Lasso *et al.* (2004).

AÑOS	1981		1988		1998		2002		2007	
FAMILIAS	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%	kg/h
1 - Dasyatidae	16	9.38	21.6	6.91	6.32	1.37	8.51	1.2	0.11	8.4
2 - Ariidae	34.8	19.9	42.5	14.5	26.5	12.5	32.6	4.6	66.5	23.5
3- Sciaenidae	14.4	8.47	9	2.96	10.4	2.24	27.7	3.9	19.8	7.5
4 - Achiridae	3.4	2.01	4.1	1.3	8.03	1.74	15.6	2.2	1.1	2.4
5 - Batrachoididae	5	2.95	0.8	0.27	0.42	0.09	9.93	1.4	0.01	0.1
6 - Tetraodontidae	0.18	0.1	2.2	0.69	7.1	1.54	2.84	0.4	1.3	2.5
7 - Engraulidae + Clupeidae	0.81	0.48	0.4	0.13	2.3	0.51	2.84	0.4	4.1	1.2

J. Hernández

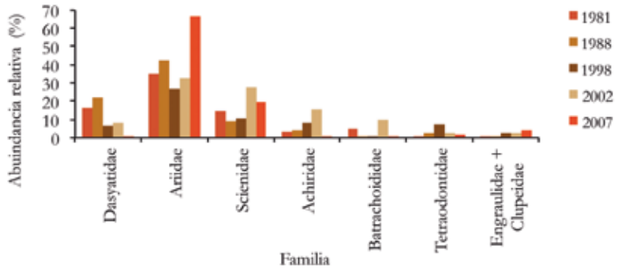


Figura 7. Cambios registrados en la abundancia relativa (%) de las familias de peces capturadas en los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007, en la zona adyacente a la ciudad de Pedernales. Los datos correspondientes a los años 1981, 1988 y 1998 fueron tomados de Marcano *et al.* (2001). Los datos del año 2002 corresponden a los reportados por Lasso *et al.* (2004).

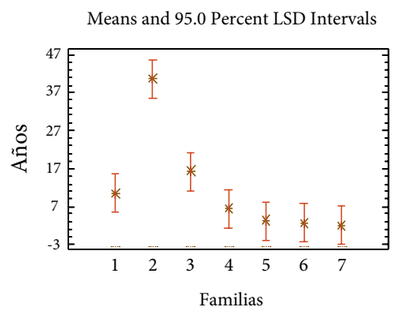


Figura 8. Medias de los valores de captura por unidad de esfuerzo de la abundancia relativa analizados, para cada una de las familias estudiadas, durante los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007. Familias: 1. Dasyatidae, 2. Ariidae, 3. Sciaenidae, 4. Achiridae, 5. Batrachoididae, 6. Tetraodontidae, 7. Engraulidae + Clupeidae.

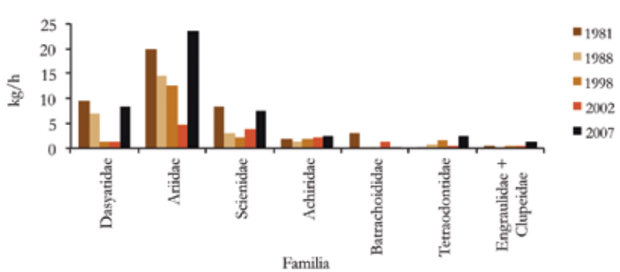


Figura 9. Cambios registrados en la captura por unidad de esfuerzo con base en la biomasa (kg/h) de las familias de peces capturadas en los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007, en la zona adyacente a la ciudad de Pedernales. Los datos correspondientes a los años 1981, 1988 y 1998 fueron tomados de Marcano *et al.* (2001). Los datos del año 2002 corresponden a los reportados por Lasso *et al.* (2004).

J. Hernández

Tabla 4. Valores de "p" obtenidos mediante la prueba de Tukey, al comparar la captura por unidad de esfuerzo de la abundancia relativa de la familia Ariidae, con la abundancia relativa de las restantes seis familias presentes en el estudio.

Familia	p
Dasyatidae	0,000166
Sciaenidae	0,000764
Achiridae	0,000147
Batrachoididae	0,000145
Tetraodontidae	0,000145
Engraulidae + Clupeidae	0,000145

Tabla 5. Valores de "p" obtenidos mediante la prueba de Tukey, al comparar la captura por unidad de esfuerzo de la biomasa de la familia Ariidae, con la biomasa de las restantes seis familias presentes en el estudio.

Familia	p
Dasyatidae	0,001965
Sciaenidae	0,001200
Achiridae	0,000160
Batrachoididae	0,000149
Tetraodontidae	0,000149
Engraulidae + Clupeidae	0,000147

Debido a la no normalidad de los datos, mediante un análisis de Kruskal-Wallis se compararon los valores de captura por unidad de esfuerzo con base en la biomasa obtenidos a lo largo de los años para cada una de las familias estudiadas (Tabla 3), presentándose diferencias significativas ($p = 0.00$; $\alpha = 0.05$). Nuevamente, dichas diferencias se dan en mayor medida en la familia Ariidae y en una menor escala en las familias Sciaenidae, Dasyatidae y Achiridae como lo muestran las medias de los datos analizados (Figura 10).

Una prueba de Tukey señala que las diferencias significativas se presentan entre la familia Ariidae con las restantes seis familias, al exhibir valores de p menores a $\alpha = 0.05$ (Tabla 5).

Al analizar por separado el cambio que se ha presentado en cada una de las familias comparadas durante los cinco periodos, se observa como la familia Dasyatidae, muestra un aumento en la biomasa en comparación con los datos anteriores. En relación con la abundancia se observa una disminución, registrándose los menores valores durante este año, tan bajos que no alcanzan a reflejarse en la gráfica (Figura 7). Este puede ser un indicio de la disminución en las capturas comentadas por Novoa (2000b) y Lasso *et al.* (2004).

Para la familia de los bagres marinos (Ariidae), se observa un aumento en la abundancia y biomasa en relación con todos los años anteriores. Cabe resaltar, que son adultos de

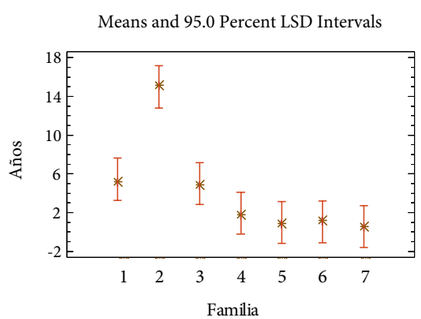


Figura 10. Medias de los valores de biomasa analizados, para cada una de las familias estudiadas, durante los años 1981, 1988, 1998, 2002 y 2006-2007. Familias: 1. Dasyatidae, 2. Ariidae, 3. Sciaenidae, 4. Achiridae, 5. Batrachoididae, 6. Tetraodontidae, 7. Engraulidae + Clupeidae.

J. Hernández

especies de pequeño tamaño de esta familia los que están dominando la comunidad para ese momento. Esta afirmación se hace al realizar una extrapolación de los resultados del índice de valoración de importancia y dominancia comunitaria obtenidos para el caño Manamo durante el ciclo hidrológico analizado, donde domina el bagre cuinche, *Cathorops* sp. y juveniles del bagre guatero *Sciades herzbergii*. Como lo mencionan Novoa *et al.* (1982) el bagre cuinche, *Cathorops* sp., es la especie de Ariidae más abundante en algunos caños del Delta y en las pescas realizadas con red de arrastre camaronera suele constituir un porcentaje muy elevado de la captura total. El bagre guatero, *Sciades herzbergii*, puede llegar a ser la segunda especie de Ariidae más abundante en algunos caños del Delta, luego del bagre cuinche.

En relación con la familia de las curvinas (Sciaenidae), también son adultos de especies de pequeño tamaño las de mayor captura, como el burrito *Stellifer naso* y juveniles de la curvina amarilla *Cynoscion acoupa*, como lo indican el índice de valoración de importancia y la dominancia comunitaria obtenidos para el caño Manamo durante el ciclo hidrológico analizado. La pesquería de arrastre está impactando un rango amplio de tallas de las poblaciones dominantes en el sistema, lo cual las hace vulnerables tanto a sobrepesca por reclutamiento como por crecimiento (Duarte *et al.* 2006).

Las familias de lenguados (Achiridae) y bagre sapo (Batrachoididae) registran en este estudio sus menores valores a través del tiempo, notándose una disminución mayor en la segunda familia, como lo resaltan en sus resultados Lasso *et al.* (2004). Para la familia de los tamborines (Tetraodontidae) se observa una disminución en la abundancia y un aumento en la biomasa, registrándose los mayores valores para el periodo analizado.

Las sardinas (Engraulidae y Clupeidae), registran un aumento en relación con la abundancia y la biomasa. Esto puede ser consecuencia de la simplificación de fondos (reducción de hábitat disponibles), lo que conlleva al aumento de especies de pequeño porte (camarones, cangrejos y peces de pequeño tamaño), más no de juveniles de especies de porte considerable, las cuales presentan importancia como recurso pesquero (Marcano *et al.* 2001). Asimismo, el aumento en abundancia y biomasa de estas familias de peces puede estar relacionado con sus hábitos alimenticios y reproductivos, ya que muchas de las especies son zooplanctívoras y consumen pequeños crustáceos que se encuentran en la columna de agua (Elliot *et al.* 2007), así como, debido a su pequeño tamaño, la mayoría de los individuos se han reproducido antes de la captura (Stobutzki *et al.* 2001).

El efecto de la pesca de arrastre

Sobre la broza

Como mencionaron Marcano *et al.* (2001), dentro del sector camaronero se planteaba la hipótesis de un efecto "positivo" del uso de la red de arrastre al permitir "arar" o "limpiar" el fondo marino, lo cual se creía que conlleva a la desaparición de especies de peces de poco interés (como el bagre cuinche *Cathorops* sp.) y el aumento de las poblaciones de camarones. Sin embargo, se afirma que son escasas las evaluaciones históricas que permitan verificar esta aseveración cualitativa. Este estudio puede ser una aproximación que permite contradecir dicha afirmación, ya que se ha evidenciado un aumento precisamente en las especies denominadas de bajo interés. En el delta del río Orinoco se ha podido evidenciar cómo el desarrollo de una pesquería de arrastre "artesanal" ha conducido a una rápida desaparición de ciertas especies de peces de gran tamaño (en particular elasmobranquios y bagres de la familia Ariidae), los cuales son depredadores del camarón (Novoa y Marcano 1999). Por otra parte, Novoa *et al.* (1993) describen como, luego de 30 años de actividad de la pesquería de arrastre en el golfo de Venezuela, la composición de los descartes (fauna acompañante) cambió, desapareciendo casi completamente la de peces cartilaginosos (rayas y pequeños tiburones) y algunos teleósteos de la familia Sphiraenidae. Los resultados obtenidos en el presente trabajo aportan una prueba más relacionada con el efecto negativo que causa la pesquería de arrastre de camarón, sobre ciertas familias de peces y del cambio en la composición de las capturas que se ha sufrido en los últimos 25 años en la ictiofauna acompañante del camarón explotado en el delta del río Orinoco.

En este caso, se ven reflejados los cambios que se observan en las pesquerías multiespecíficas tanto marítimas como de ambientes fluviales y que han sido documentadas por Welcomme (1979). Estos cambios son: 1) declinación y hasta extinción de las especies de gran tamaño fáciles de capturar y de crecimiento lento; 2) disminución de las tallas promedio de las especies capturadas; 3) incremento en la contribución relativa en la captura total de especies de pequeño tamaño y poco valor, que en este caso se ven representados por *Cathorops* sp., *Stellifer* spp. y *Pseudauchenipterus nodosus*, entre otros, y finalmente, 4) un incremento de la abundancia de componentes de la fauna anteriormente insignificantes en el sistema, lo cual es explicado por la remoción de los depredadores y competidores (Novoa *et al.* 1993).

J. Hernández

Sobre el recurso camaronero

Es importante resaltar que los camarones (familia Penaeidae), principal objetivo de la pesca de arrastre también han sufrido una disminución en sus capturas por unidad de esfuerzo (kg/h) a través de los años, como se observa en la figura 11.

La captura por unidad de esfuerzo de la biomasa de camarón colectada en cada una de las hidrofases presentó el mismo comportamiento que la salinidad, ascendiendo a través de las diferentes fases del ciclo hidrológico. Así, para la época de aguas altas (hidrofase I) se captura la menor biomasa de camarón con 33 kg/h y se registra la más baja salinidad (6,6 ppm). Para la hidrofase II, época de bajada de aguas, la biomasa de camarón colectada aumenta a 37,2 kg/h y la salinidad presenta un ligero incremento (7 ppm). Durante la época de aguas bajas (hidrofase III) la biomasa de camarón colectada es de 49,1 kg/h y la salinidad registrada es de 15,3 ppm. En la fase de comienzo de subida de aguas (hidrofase IV), se registra la mayor salinidad (19,7 ppm.) y el valor más alto de biomasa de camarón (59 kg/h) (Figura 12). Este es el comportamiento esperado en relación a la biomasa de camarón, ya que la mayor salinidad favorece la presencia de estos organismos. En el golfo de Paria, en Trinidad, las mayores capturas de camarón se registran desde mediados de junio hasta septiembre, en la época de lluvias y posteriormente desde octubre hasta diciembre (Maharaj y Recksiek 1991).

La relación entre la captura de ictiomasa y la captura de camarón en cada una de las hidrofases, advierte que es en la época de aguas altas (hidrofase I) y subida de aguas (hidrofase IV) cuando se obtienen los mayores valores, con 17,7 y 5 kg de peces por cada kilogramo de camarón. Mientras,

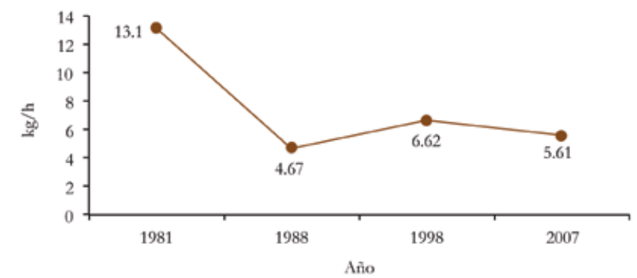


Figura 11. Variación en la captura por unidad de esfuerzo con base en la biomasa de camarón (familia Penaeidae) capturada, por parte de la pesca camaronera de arrastre, durante los años analizados. Los datos de 1981 1988 y 1998 fueron tomados de Marcano *et al.* (2001).

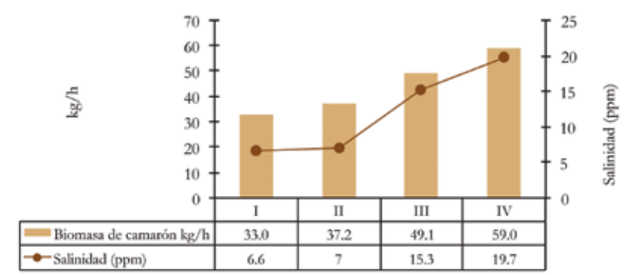


Figura 12. Captura por unidad de esfuerzo de la biomasa de camarón (kg/h) colectada por parte de la pesca camaronera de arrastre y salinidades registradas, durante el ciclo hidrológico 2006 – 2007.

J. Hernández

en la época de bajada de aguas (hidrofase II) se colectó un menor valor de ictiomasa por biomasa de camarón (1,0 kg) (Figura 13). En el golfo de Paria, Trinidad, las proporciones más altas para esta relación se obtienen durante la estación húmeda (julio a diciembre) y las tasas más bajas en la estación seca (enero a junio) (Maharaj y Recksiek 1991).

Durante todo el ciclo hidrológico se colectaron 6 kg peces / 1kg camarón. Esta es una proporción muy alta que refleja lo anotado por varios autores que han evaluado diversas pesquerías a nivel mundial y encontraron que la pesca de arrastre de camarón, es la que induce los mayores descartes de fauna acompañante (Alverson *et al.* 1994). Para la zona Oriente de Venezuela en el 2006 se estimaron desembarques artesanales de camarón por 800 t y fauna acompañante descartada de 2200 t (Alió *et al.* 2009). Valores similares de la relación existente entre camarón/fauna acompañante de 1:4, se han reportado para el Caribe colombiano (Herazo *et al.* 2006). Así mismo, la variación en la relación de la captura de ictiomasa/biomasa de camarón relacionadas con la época del año y las estaciones ha sido documentada alrededor de todo el mundo (Costa *et al.* 2008, Blaber *et al.* 2000, Maharaj y Recksiek 1991, Duarte *et al.* 2010).

Cuando se realiza el análisis del rendimiento (kilogramo de camarón colectado por hora de arrastre), se registra que es la época de aguas bajas (hidrofase III) en la que se obtiene la mejor utilidad, ya que por cada hora de arrastre se capturan 13 kg de camarón, seguida por la hidrofase IV (comienzo de la subida de aguas) donde el valor es de 8,5 kg/h. En las épocas de más baja salinidad (aguas altas y bajada de aguas) los valores de rendimiento son menores, con 7,3 kg/h y 5,9 kg/h, respectivamente (Figura 14). Estos resultados concuerdan con lo manifestado por los pescadores locales, quienes coinciden en afirmar que la temporada de máxima cosecha de camarón es el periodo comprendido entre noviembre y mayo. Trabajos anteriores, como el de Pérez-Mellado (1981), citado por Marcano y Alió (2000),

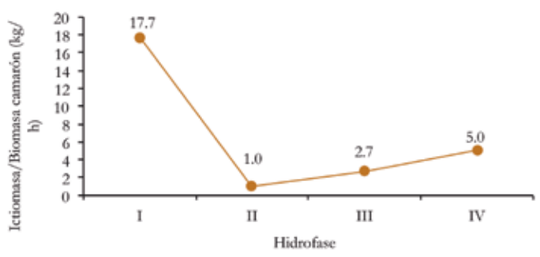


Figura 13. Proporción de ictiomasa/biomasa de camarón, capturada por parte de la pesca camaronera de arrastre, durante el ciclo hidrológico 2006 – 2007.

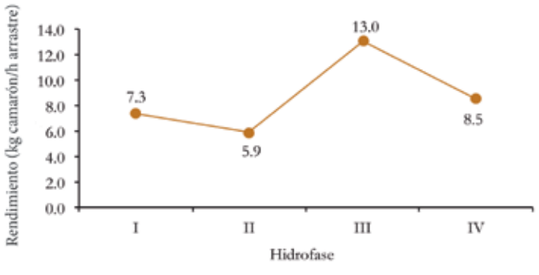


Figura 14. Rendimiento (kg camarón/hora de arrastre) de la pesca camaronera de arrastre, durante el ciclo hidrológico 2006 – 2007.

J. Hernández

anotan que la proporción de descarte/camarón, tiende a ser mayor durante el primer semestre del año y que está relacionado con las temperaturas del agua.

El empleo de un arte de pesca tan poco selectivo como es la red de arrastre camaronera tiene graves impactos resultantes para la biodiversidad marina, ya que muchas especies con estrategias de vida diferentes son capturadas de manera colateral cuando el esfuerzo de pesca se ejerce sobre un recurso objetivo de alto valor económico (Rico-Mejía y Rueda 2007, Manjarrés *et al.* 2008).

El impacto sobre los recursos

Los impactos biológicos y ecológicos de los descartes de fauna acompañante de camarón, pueden variar entre las especies en función de las cantidades extraídas, las tasas de supervivencia de las especies descartadas y las características de la población y las historias de vida de las especies afectadas. Por ejemplo, especies que tienen bajas tasas reproductivas, cuidado parental y bajas tasas de mortalidad natural pueden sufrir mayores impactos que las especies que presentan características de historia de vida contrarias (Alverson *et al.* 1994). Este es el caso de las rayas (Dasyatidae) estudiadas en la región y que se han visto fuertemente afectadas por el tipo de pesca allí desarrollado. Rayas y tiburones son los organismos que en primer lugar se ven afectados por la pesca de arrastre camaronero (Brander 1981). Muchas especies de gran tamaño y tasas de crecimiento lento han disminuido sus poblaciones luego de una explotación intensiva, así no sean éstas los objetivos primarios de la pesca (Jenning *et al.* 1999).

Sin embargo, no se puede descartar que esta pesca también afecte a especies con alta tasa reproductiva e interfiera con cambios en la estructura comunitaria y relaciones ecológicas complejas como puede ser la de depredador–presa. Algunas especies de peces, en particular los lenguados, pueden sobrevivir al proceso de captura y descarte (Berghahn *et al.* 1992, Robin 1992), sin embargo, la tasa de sobrevivencia de los peces es inferior a la de los crustáceos (Hill y Wassenberg 1990).

La estructura comunitaria puede cambiar directamente si la pesca elimina o reduce las poblaciones que representan niveles tróficos específicos de la comunidad (por ejemplo depredador o presa), o indirectamente debido a cambios en la naturaleza física del hábitat (por ejemplo mediante el dragado o el arrastre) o por el incremento de alimentos o nutrientes adicionales en forma de organismos de descarte. Caddy (1973, citado por Blaber *et al.* 2000), demostró que la pesca de arrastre puede alterar significativamente la estructura trófica del fondo y Wassenberg y Hill (1987) comprobaron el aumento en los organismos carroñeros debido al aumento en los organismos de descarte (Blaber *et al.* 2000).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Se evidencia un efecto negativo importante sobre la ictiofauna bentónica del delta del río Orinoco a consecuencia de la actividad de arrastre camaronero artesanal, que se manifiesta por la gran cantidad de pesca incidental (ictiomasa) que es sacrificada para la consecución de un recurso objetivo como es el camarón.

La familia de bagres marinos y estuarinos (Ariidae) es la que más aporta en relación con la abundancia y biomasa incidental de la pesca camaronera de arrastre. También es la que ha presentado la mayor variación según el registro histórico de 25 años que se tiene en la zona de estudio.

Se observa un mayor impacto por parte de la pesca camaronera de arrastre sobre las especies de crecimiento lento, que tienen bajas tasas reproductivas, cuido parental y bajas tasas de mortalidad natural, así como gran tamaño y fácil captura, muy particularmente en las rayas estuarinas de la familia Dasyatidae.

Los camarones, principal objetivo de la pesca de arrastre, también han sufrido una disminución en relación a la biomasa capturada durante los años analizados.

Como indicaron Lasso *et al.* (2004), algunas recomendaciones a seguir para la conservación de la ictiofauna bentónica son: 1) monitorear la pesca de arrastre y continuar con su regulación; 2) declarar vedas temporales y espaciales y 3) implementar métodos de pesca alternativos a la pesca de arrastre que no sean tan perjudiciales para la biota acuática. Como resultado de estas recomendaciones se realizó durante el periodo junio 2006 – mayo 2007 el proyecto "Programa de monitoreo de la biodiversidad acuática en el golfo de Paria y delta del Orinoco", en el cual uno de sus objetivos más importantes era realizar el seguimiento durante un ciclo hidrológico a la pesca camaronera de arrastre y cuyos resultados están expuestos en el presente capítulo. Durante la fase de campo de dicho monitoreo, se pudo comprobar que la regulación impuesta por el Instituto Nacional de la

J. Hernández

Pesca y Acuacultura (Resolución Nº 004) del 12 de junio 2002, a la actividad de pesca camaronera de arrastre artesanal en la zona, no se estaba cumpliendo en su totalidad, ya que de los tres apartados impuestos para reducir el esfuerzo de pesca, se estaban incumpliendo dos, la pesca interdiaria y la veda de 2,5 meses comprendida entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de cada año. Al parecer sólo se cumplía con el máximo de 22 embarcaciones para realizar la pesca camaronera de arrastre.

En Venezuela, a partir del 14 de marzo de 2009, quedó prohibida la pesca de arrastre industrial al implementar la nueva Ley de Pesca y Acuacultura, sin embargo, es importante que esta ley se extienda y abarque también la mal llamada pesca camaronera de arrastre "artesanal" que se practica en toda la zona costera del país, ya que como se ha podido observar también causa un gran daño a la fauna bentónica en general.

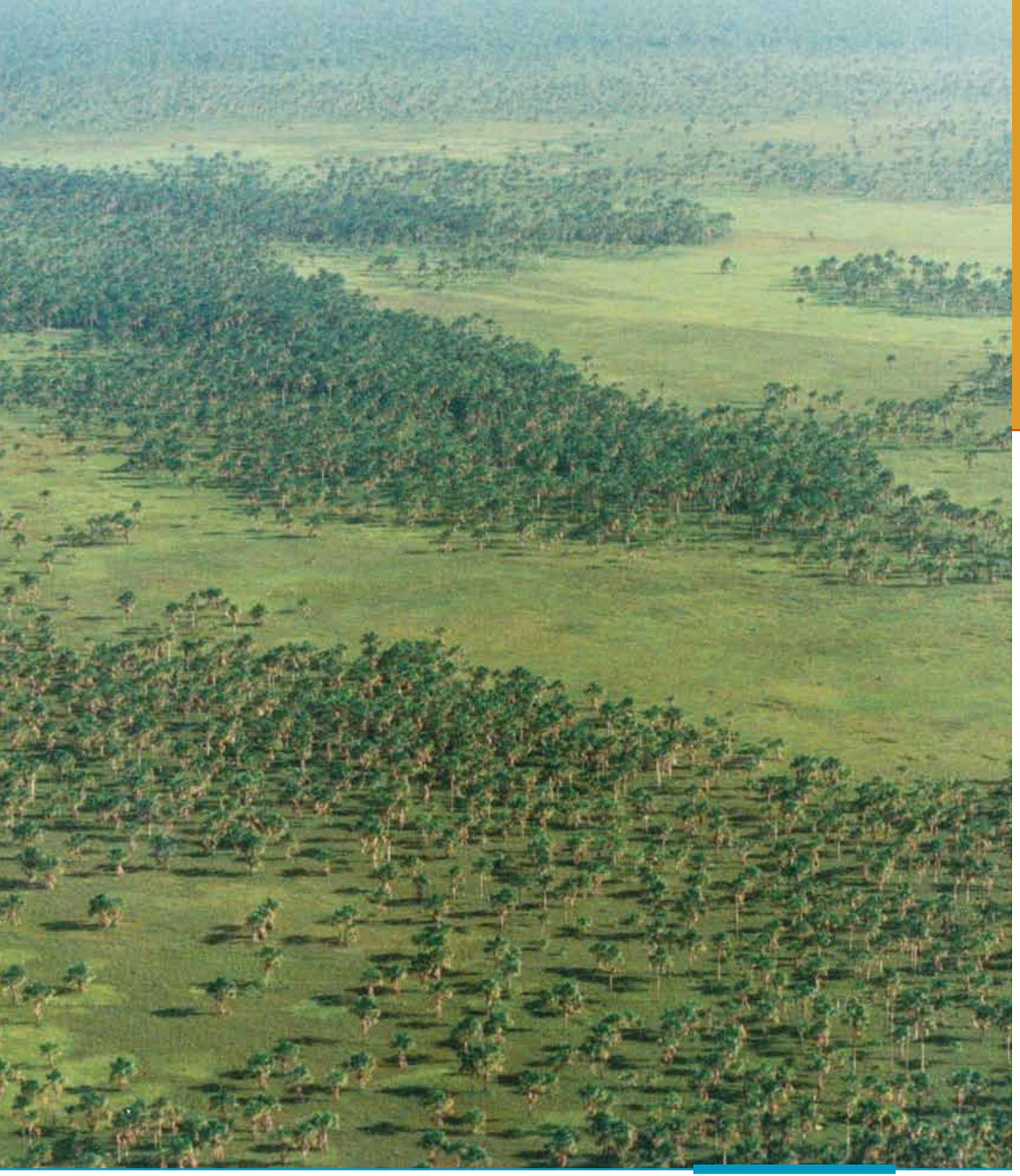
Un caso que merece especial atención, es el mencionado anteriormente por Lasso *et al.* (2004), sobre la afectación que ejerce la pesca camaronera de arrastre sobre los juveniles de los bagres pimelódidos del género *Brachyplatystoma* (laulaos, valentones). Estos grandes bagres, están distribuidos a lo largo del río Orinoco, los adultos se reproducen río arriba (río Meta fundamentalmente) y a medida que transcurre la deriva de los huevos y larvas, estas se van desarrollando gradualmente hasta llegar al tamaño juvenil en el Delta. Dos de las especies de este género (*B. filamentosum* y *B. vaillanti*), son capturados en estadio juvenil mediante la pesca de arrastre en esta zona (Lasso *et al.* 2004). Debido a su importancia comercial, gran tamaño y la amplia migración que realizan, estas especies se encuentran bajo algún grado de amenaza en los dos países que comparten el recurso, Colombia EN (En peligro - A1d, A2d) y Venezuela NT (casi amenazado).

BIBLIOGRAFÍA

- Alió, J., D. Altuve, L. Marcano, G. Viscaino, E. Trujillo y C. Torres. 2009. Técnicas para la reducción de capturas incidentales en las pesquerías de camarón en el Oriente de Venezuela. *En*: Libro de resúmenes del 62th Annual Conference of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Cumaná, Venezuela 2 – 6 Noviembre de 2009, p. 7.
- Alverson, D. L., M. H. Freeberg, J. G. Pope y S. A. Murawski. 1994. A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards. Pp. 339:233. *En*: FAO Fisheries Circular, Roma.
- Barletta, M., A. Barletta-Bergan, U. Saint-Paul y G., Hubold. 2003. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Marine Ecology Progress Series* 256: 217–228.
- Barreto, C.G., G. Polo y B. Páramo. 2001. Análisis biológico pesquero y económico de la fauna acompañante en la pesquería de arrastre industrial colombiana. Pp. 234 – 270. *En*: Circular de Pesca No. 974. FAO, Roma.
- Berghahn, R., M. Waltemath y A. D. Rijnsdorp 1992. Mortality of fish from the bycatch of shrimps vessels in the North Sea. *Journal Applied Ichthyology*. 8: 293-306.
- Blaber S. J. M., D. P. Cyrus, J.-J. Albaret, Chong Ving Ching, J. W. Day, M. Elliott, M. S. Fonseca, D. E. Hoss, J. Orensanz, I. C. Potter y W. Silvert. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. ICES *Journal of Marine Science* 57: 590–602.
- Brander, K M. 1981. Disappearance of common skate *Raja batis* from the Irish Sea. *Nature* 290 (5801): 48-49.
- Cervigón, F. 1985. La ictiofauna de las aguas estuarinas del delta del río Orinoco en la costa atlántica occidental, Caribe. Capítulo 5: 57-78. *En*: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: Hacia una integración de ecosistemas. UNAM México. 654 p.
- Costa, M. E., K. Erzini y T. Cerveira Borges. 2008. Bycatch of crustacean and fish bottom trawl fisheries from southern Portugal (Algarve). *Scientia Marina* 72(4): 1-14.
- Dantas D. V., M. Barletta, M. F. Costa, S. C. T. Barbosa-Cintra, F. E. Possatto, J. A. A Ramos, A. R. A. Lima y U. Saint-Paul. 2010. Movement patterns of catfishes (Ariidae) in a tropical semi-arid estuary. *Journal of Fish Biology* 76: 2540–2557
- Duarte, L. O., P. Gómez-Canchong, L. M. Manjarrés, C. B. García, F. D. Escobar, J. Altamar, J. E. Viaña, K. Tejada, J. Sánchez y F. Cuello. 2006. Variabilidad circadiana de la tasa de captura y la estructura de tallas en camarones e ictiofauna acompañante en la pesquería de arrastre del Mar Caribe de Colombia. *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 34 (1): 23-42.
- Duarte, L. O., L. M. Manjares y F. Escobar. 2010. Bottom Bottom trawl bycatch assessment of the shrimp fishery in the Caribbean sea off Colombia. *Proceedings of the Gulf an Caribbean Fisheries Institute* 62: 114-119.
- Ecology & Environment. 2003. La actividad pesquera en el golfo de Paria: Actualización del Estudio de Línea Base, CONOCO-Pillips. Disponible en: http://www.conocophillipsparia.com/files/LB_Pesquera.pdf. Consultada, 15 de enero de 2009.
- Elliot, M., A. K. Whitfield, I. C. Potter, S. J. M. Blaber, D. P. Cyrus, F. G. Nordlie y T. D. Harrison. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries* 8: 241-268.
- Herazo, D., A. Torres y E. Olsen. 2006. Análisis de la composición y abundancia de la ictiofauna presente en la pesca del camarón rosado (*Penaeus notialis*) en el Golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba*. 11 Suplemento (1): 47-61.
- Hill, B. J. y T. J. Wassenberg. 1990. Fate of discards from prawn trawlers in Torres Strait. *Australian Journal of Marine & Freshwater Research* 41:53–64.
- Jenning, S., S. P. R. Greenstreet y J. D. Reynolds. 1999. Structural change in an exploited fish community: a consequence of differencial fishing effects on species with contrasting life histories. *Journal of Animal Ecology* 68: 617 – 627.
- Lasso, C. A., O. M. Lasso-Alcalá, C. Pombo y M. Smith. 2004. Composición, abundancia y biomasa de la ictiofauna béntica del golfo de Paria y delta del Orinoco. *En*: Lasso, C. A., Alonso, L. E., Flores, A. L., Love, G. 2004. Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional. Washington DC, USA.
- Maharaj, V. y C. Recksiek. 1991. The by-catch from the artisanal shrimp trawl fishery, Gulf of Paria, Trinidad. *Marine Fisheries Review* 53 (2): 9-15.
- Malakoff, D. 1999. Paper posit grave impact of trawling. *Science Magazine* 282 (5397): 2168.
- Manjarrés, L., L. O. Duarte, J. Altamar, F. Escobar, C. García y F. Cuello. 2008. Effects of using bycatch reduction devices on the Colombian Caribbean Sea shrimp fishery. *Ciencias Marinas* 34 (2): 223-238.
- Marcano, L. y J. Alió 2000. La pesca de arrastre en Venezuela: II. Capturas incidentales. *Fonaiap Divulga* 65: 1-5.
- Marcano, L. A., J. J. Alió, D. Novoa, D. Altuve, G. Andrade y R. Álvarez. 2001. Revisión de la pesca de arrastre en Venezuela. En: FAO Fisheries Circular. No. 974. Tropical shrimp fisheries and their impact on living resources. Shrimp fisheries in Asia: Bangladesh, Indonesia and the Philippines; in the Near East: Bahrain and Iran; in Africa: Cameroon, Nigeria and the United Republic of Tanzania; in Latin America: Colombia, Costa Rica, Cuba, Trinidad and Tobago, and Venezuela. Rome, 378 pp.
- Montgomery, D. 1984. Design and Analysis of Experimental. Williams, Nueva York. 538 pp.
- Novoa, D. (Comp.). 1982. Los recursos pesqueros del Río Orinoco y su explotación. Corporación Venezolana de Guayana. Ed. Arte, Caracas. 385 pp.
- Novoa, D. 2000 (a). La pesca en el golfo de Paria y delta del Orinoco costero. CONOCO Venezuela. Ed. Arte. Caracas. 140 pp.
- Novoa, D. 2000 (b). Evaluación del efecto causado por el efecto de la pesca de arrastre costera sobre la fauna íctica en la desembocadura del caño Manamo (Delta del Orinoco, Venezuela). *Acta Ecológica Museo Mar Margarita* 2: 43-62.
- Novoa, D., J. E. Rabinovichy y A. Urbaneja. 1980. Las pesquerías de arrastre de la zona Nororiental de Venezuela. Evaluación biológica y económica y alternativas de manejo. *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 35 (138): 9 – 138.
- Novoa, D. y F. Cervigón. 1986. Resultados de los muestreos de fondo en el área estuarina del Delta del río Orinoco, Venezuela. *En:* IOC/FAO Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. Intergovernmental Oceanographic Comission, Workshop Report 44 – Supplement.
- Novoa, D., L. A. Marcano y L. Franco, 1993. Análisis histórico de la pesquería de arrastre del Golfo de Venezuela. Evaluación del estado actual de los recursos pesqueros y de la política de manejo de los años 1989-1990. *Memoria, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 53(139):81-119.
- Novoa, D. y L. A. Marcano. 1999. Los Recursos Pesqueros en la desembocadura del Caño Mariusa y su explotación comercial. Resultado del Plan de Supervisión de la Pesca Artesanal. Mimeog.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *En:* FAO Documento Técnico Pesca, (234): 49 pp.
- Rico-Mejía, F. y M. Rueda. 2007. Evaluación experimental bioeconómica de cambios en la tecnología de captura de camarón con redes de arrastre en aguas someras del pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 36: 79-109.
- Robin, J. P. 1992. The brown shrimp fishery of the Loire estuary: production and by-catch of juvenile fish. *Fisheries Research* 13: 153–172.
- Sparre, P y C. S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales parte 1. FAO. Valparaíso, Chile. 419 pp.
- Stobutzki, I., M. Miller y D. Brewer. 2001. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. *Environmental Conservation* 28 (2): 167–181.
- Welcomme, R. L. 1979. The fisheries ecology of floodplain rivers. London, Longman, 319 p.

J. Hernández

Potamotrygon sp. Delta del Orinoco. Foto: P. Sánchez.



Morichal en el delta del Orinoco. Foto: C. Lasso.

.4 LAS COMUNIDADES DE MORICHAL EN LOS LLANOS ORIENTALES DE VENEZUELA, COLOMBIA Y EL DELTA DEL ORINOCO: IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD HUMANA SOBRE SU INTEGRIDAD Y FUNCIONAMIENTO

V. González

Valois González y Anabel Rial B.

RESUMEN

Los denominados morichales cerrados o palmares densos de pantano de *Mauritia flexuosa* de los Llanos Orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco, se caracterizan por constituir un dosel en el que las copas de los individuos adultos de la palma se tocan entre sí. Este sistema ecológico está conformado por dos subsistemas: el terrestre y el lótico vecino, entre los cuales se mantiene un intercambio de materiales y energía del que depende la mayor parte de la cadena trófica del subsistema fluvial adyacente. Su importancia como proveedor de servicios ecosistémicos incluye su condición de sumidero de CO_2 y su capacidad para almacenar, depurar y liberar gradualmente el agua subterránea proveniente de los acuíferos del paisaje vecino de altillanura. Los morichales de la cuenca del Orinoco están siendo afectados severamente por la expansión demográfica y la creciente explotación de recursos que implican cambios en el uso de la tierra. La intensificación de la actividad humana en las últimas cuatro décadas ha degradado este sistema ecológico alterando su estructura vertical y reduciendo el área que originalmente ocupaba. Los diferentes tipos de fuego (superficiales, de corona y subterráneos), las actividades de explotación, almacenamiento y transporte del petróleo, las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en Venezuela, y otros monocultivos en Colombia, conforman el conjunto actual de amenazas que ya han impactado y siguen poniendo en riesgo no solo la integridad de los morichales que quedan en la cuenca, sino los bienes y servicios gratuitos que aportan a la población humana.

Palabras clave: *Mauritia*. Acuíferos. Amenazas. Fuego. Petróleo. Pinos. Plantaciones. Sabanas.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* o morichales de mayor extensión en área, están presentes en los valles de los Llanos Orientales y en las planicies de turba del delta del Orinoco (Bacon 1990, González 1987a, b, González 1999, Myers 1990,). En los Llanos Orientales de Colombia, habitan en los planos aluviales recientes y saturados de humedad de los ríos que drenan los valles de altillanuras planas, onduladas y quebradas, correspondientes al bloque levantado al Oriente del río Meta. En las dos regiones naturales de los Llanos de ambos países, la estructura florística y fisonómica del subsistema terrestre es relativamente similar (Caro-Fernández 2008, González 2010). Los estudios sobre este sistema ecológico en Venezuela han sido recientemente revisados por González (2009) y descritos en el "Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela" por Fernández (2007). Caro-Fernández (2008) cita los estudios respectivos en Colombia.

J. Fariñas

Este sistema ecológico es particularmente importante en Venezuela, donde ha sido reconocido por el Estado y protegido por ley mediante el decreto 486 (1990) que fija un marco legal para las actividades que pueden llevarse a cabo en estos ambientes y sus franjas adyacentes. No obstante y a pesar de las normas, estos ecosistemas ya han sido impactados y siguen amenazados por la actividad humana. Su importancia radica no solo en la provisión de servicios ecológicos, sino en el vínculo con la cultura y forma de vida de muchos colectivos humanos. En el caso de la etnia indígena Warao, habitantes del delta inferior y medio del río Orinoco, este grupo humano ha vivido desde siempre de los bienes y servicios que ofrecen los morichales, particularmente de la palma que define su estructura vertical, *Mauritia flexuosa* (moriche). Según Wilbert (1969) los Warao hacen uso de más de diez partes diferentes del moriche, a la que también llaman ojirú, árbol de la vida y símbolo de fecundidad. Ponce *et al.* (2000) describen diversos usos del moriche por parte de criollos e indígenas. En Colombia las etnias indígenas de los Llanos Orientales y de la Amazonía, aprovechan la palma igual que los Warao de Venezuela. Galeano y Berna (2010) dan cuenta de otros usos que los Uitotos dan también al moriche. De tal modo que no se trata solo de la importancia biológica de una comunidad vegetal, sino del mantenimiento de un complejo socioecosistema que ya ha sido reconocido en su valor y que amerita una urgente y eficaz protección.

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LOS MORICHALES

En Venezuela y Colombia los denominados morichales están constituidos por dos subsistemas. Uno terrestre dominado por la palma arborescente *Mauritia flexuosa* y uno lótico o fluvial que recibe continuos aportes de materia orgánica y energía en forma de flores, frutos, insectos y otros materiales orgánicos que forman parte de la cadena trófica del subsistema fluvial.

En el subsistema o comunidad terrestre de los morichales, los individuos adultos de la palma *M. flexuosa* suelen tener la misma altura por haberse originado en unos pocos eventos de colonización asociados a grandes claros -causados por perturbaciones naturales o antrópicas- (Burrows 1990, González 2004, 2009b, Huston y Smith 1987, Svenning 1999). Este evento ocurre en los planos aluviales, donde se recluta y establece simultáneamente una agrupación de propágulos de similar edad. Con el tiempo, los juveniles y subadultos de la misma cohorte inicial, intolerantes a la sombra, crecen hasta formar un contínuo en el dosel, consolidando el palmar denso de pantano de *Mauritia flexuosa* o morichal cerrado propiamente dicho. Concomitantemente, se establece una nueva condición en el sotobosque, en el que la sombra producida por este dosel de palmas inhibe el crecimiento de muchas hierbas y arbustos, a las que apenas llega un 4% de la luz incidente (Beard 1944, 1952, González 1987a, 2009b).

Dos factores regulan entonces la altura del estrato superior que alcanza el palmar denso de pantano de *M. flexuosa*: la lluvia anual y la luz, específicamente la competencia entre los individuos de la palma por este último recurso. Para comprender el desarrollo de estas comunidades, conviene tener en cuenta que los juveniles y subadultos de *M. flexuosa* son intolerantes a la sombra, de modo que una vez cerrado el dosel, el desarrollo de nuevos individuos suele estar condicionado por la formación de algún claro en el bosque; por la disponibilidad de suficiente luz para estimular la germinación del propágulo, lo que frecuentemente ocurre en los bordes más iluminados de la comunidad (Burrows 1990, Callaway y Walker 1997, González 2004, 2009b, Svenning 1999). Para alcanzar las siguientes etapas de desarrollo, el nivel de luz al interior del subsistema terrestre debe ser tal que genere un balance positivo de acumulación de carbono fotosintético en cada individuo juvenil, de modo que puedan alcanzar el dosel y llegar al estado adulto.

En los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia es posible reconocer un continuo de comunidades con distinta fisionomía y variable estructura florística, aunque siempre con individuos adultos de la palma moriche en el estrato emergente de la comunidad (González 1987a). Esto ocurre a lo largo del paisaje de valle asociado a los ríos de morichal de orden cuatro, en presencia de un relieve de plano aluvial ancho y permanentemente saturado de humedad. Estas comunidades pueden variar desde un herbazal de pantano con individuos aislados o en grupos de *M. flexuosa*, hasta un bosque de pantano dominado por la mayor abundancia relativa de los individuos de las especies arbóreas *Symphonia globulifera* y *Virola surinamensis,* como es frecuente en los Llanos Orientales de Venezuela. En los bosques de pantano, aún se reconocen unos pocos individuos de la palma por encima del dosel continuo de especies arbóreas (González 2009b) (Figura 1). Entre ambos extremos, se reconoce el morichal propiamente dicho o palmar denso de pantano de *M. flexuosa.*

Tanto en Venezuela como en Colombia los habitantes de los Llanos Orientales de ambos países denominan bajo el termino "morichal" no solo al palmar denso de pantano de

J. Fariñas

Mauritia flexuosa, sino también a las comunidades transicionales que varían desde herbazales de pantano con individuos aislados o en grupos de esta palma, hasta bosques de pantano con algunos moriches que sobresalen en altura. En los llanos de ambos países, los morichales están presentes en valles adyacentes a paisajes de mayor altura que se denominan altiplanicie y altillanura en Venezuela y Colombia respectivamente, siendo ambos términos equivalentes (COPLANARH 1974).

Este tipo de paisaje tiene un importante rol en el funcionamiento de los morichales en términos del recurso hídrico. La naturaleza relativamente gruesa de los materiales de su estrato sedimentario poroso (arena, gravilla y grava), que puede alcanzar hasta 200 m de espesor, y el hecho de que esté superpuesto a una capa de sedimentos más antiguos y arcillosos (González 1987a, Zinck y Urriola 1970), determinan la conformación de un acuífero libre de gran magnitud que mantiene el flujo de agua subterránea hacia el río de morichal todo el año. El origen de este movimiento hídrico es la diferencia de potencial hidráulico que se genera entre la altura relativa del nivel freático en la altiplanicie y en el fondo del valle (Figura 2). Esto suele determinar un caudal con pocas oscilaciones en el sistema lótico asociado a los ríos de morichal, y una limitación al ingreso de sedimentos en suspensión al subsistema lótico (González 2009b, Kemper 2004, Le Maitre *et al.* 1999).

Las aguas de los ríos de morichal son ligeramente ácidas, sin capacidad amortiguadora, bajo contenido de nutrientes y alto contenido de compuestos de carbón orgánico en solución que le imparten el típico color té (Colmenares 1984, Medina 1984, Sánchez *et al.* 1983, Vegas-Villarubia *et al.* 1988), debido a que las aguas subterráneas del acuífero pasan a los ríos de morichal a través de un profundo (hasta 1 m) sustrato orgánico en los planos aluviales adyacentes.

Además de su presencia en los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia, los morichales ocupan también grandes extensiones en las cuatro regiones naturales de la provincia fisiográfica del delta del Orinoco (González 1999, 2006). En esta última, no están asociados a valles como en los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia, sino a extensas planicies de turba, cuya génesis y conformación dependen del ingreso limitado de nutrientes al sistema, factor que podemos relacionar con los siguientes dos aspectos: 1) la ausencia de aportes sedimentarios de origen mineral (fluvial) de los tributarios del delta del Orinoco y 2) con el relieve semi-cóncavo cuya única entrada de agua es la lluvia.

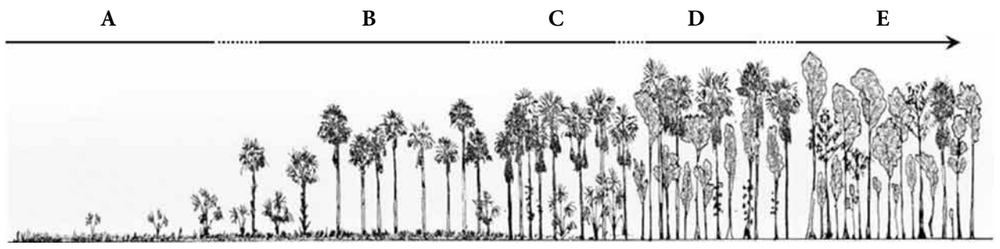


Figura 1. Continuo de comunidades de morichal presentes en el plano aluvial reciente a lo largo de un río de morichal. Fuente: González (2009b).

En esta forma de relieve semi cóncavo, se acumula una lámina de agua que favorece la acumulación de un sustrato orgánico que puede alcanzar hasta 3 m de profundidad denominado "peat" o turba (Andriesse 1988, Howard 1977, Rydin y Jeglum 2006). En su sección superior, el sustrato orgánico que soporta las dos comunidades arbóreas del delta del Orinoco, tiene un alto contenido de fibras proveniente de la descomposición parcial de hojas, raíces, ramas y tallos tanto de los palmares de *M. flexuosa* como de *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera* de los bosques de pantano. El contenido de lignina de estos restos orgánicos poco descompuestos, la acidez y el escaso oxígeno del sustrato a nivel superficial, los definen como Histosoles y los sitúan en el gran grupo de los Tropofibrists (Andriesse 1988).

A diferencia de las estrechas franjas de morichal en el valle de los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia, en el

J. Fariñas

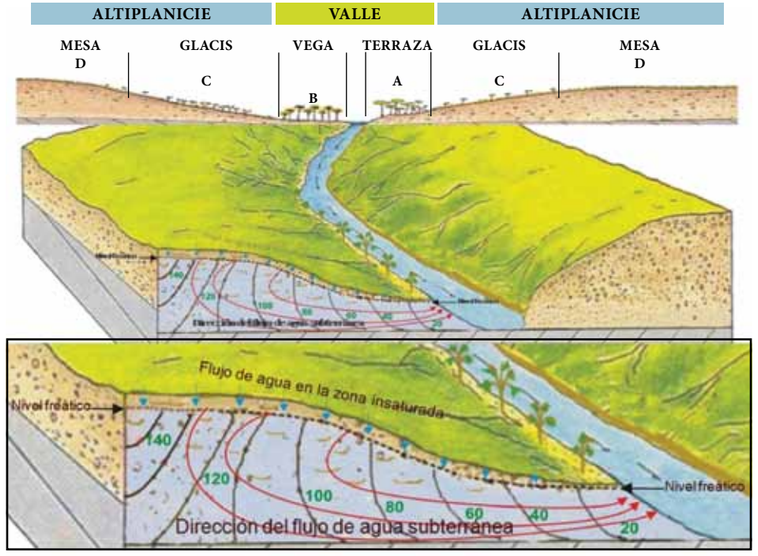


Figura 2. Paisajes de altiplanicie y valle, y tipos de relieve asociados. Los morichales están presentes en el plano aluvial reciente y permanentemente saturado de agua denominado vega. Fuente: González (2009b).

Delta medio e inferior y la región natural conocida como la Planicie Cenagosa Nororiental del Delta del Orinoco, los morichales forman extensiones continuas de hasta 1000 ha sobre planicies de turba. Estos morichales están separados de las comunidades de manglar de la planicie limo arcillosa, por una cubeta de marea (Figura 3). Esta zona de transición o ecotono, marca el límite lateral hasta el que se extienden las mareas anuales de mayor magnitud. Dicha cubeta de marea se reconoce por la presencia de individuos de mangles, *Rhizophora racemosa* y *Laguncularia racemosa,* individuos aislados de la palma *Euterpe predatoria,* y colonias de la planta acuática *Montrichardia arborescens*. La sección más alta y superior de la planicie de turba, soporta un bosque medio denso de pantano de *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera* y disminuye gradualmente hacia las cubetas inferiores ocupadas por los herbazales altos y densos de pantano de *Lagenocarpus guianensis*, capaces de tolerar por más tiempo una mayor profundidad de la lámina de agua.

El microrelieve en los bosques de pantano es relativamente plano, aunque interrumpido por las raíces aéreas emergentes en forma de arco de *S. globulifera*. Gradualmente y a medida que desciende la pendiente del plano de turba, se hacen mas comunes en la estructura vertical del bosque de pantano los individuos adultos de la palma, hasta que por su mayor abundancia relativa, conforman un continuo en el estrato superior (20 m) denominado palmar medio denso de pantano de *M. flexuosa* (González 1999, 2006). La transición de estas comunidades se completa en las áreas mas bajas de las cubetas con herbazales de hasta 2 metros de altura, graminoides y casi monoespecíficos de *Lagenocarpus guianensis*.

EL MORICHE COMO RECURSO

La palma *Mauritia flexuosa* (moriche) constituye un bien asociado del ecosistema morichal o palmar de pantano. Los diversos usos que las etnias indígenas y los criollos le dan a los distintos órganos de la palma (hojas, tallo y frutos), han sido esenciales en sus culturas. Algunos se describen a continuación.

J. Fariñas

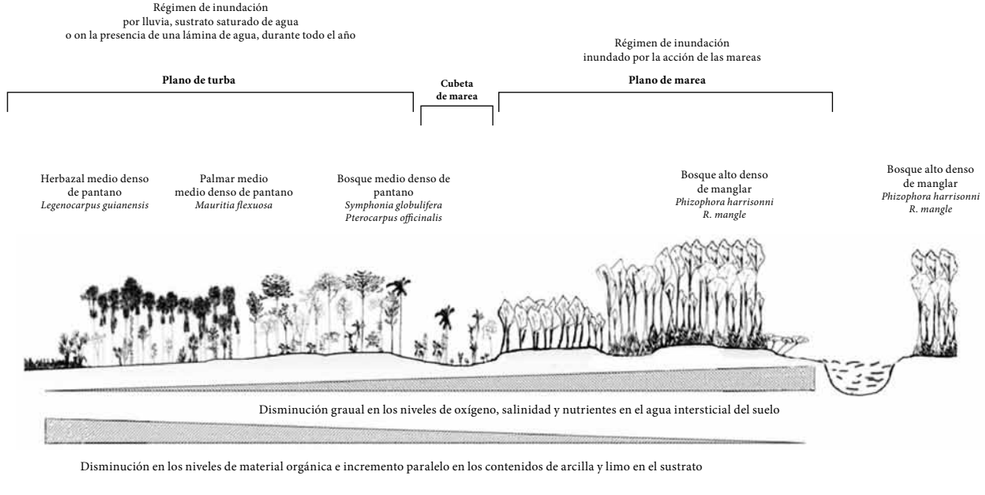


Figura 3. Los dos tipos de paisaje asociados al Delta Medio e Inferior del Orinoco. Fuente: González (2009b).

Recurso alimenticio y cosmético

Una comunidad de morichal silvestre puede producir hasta 7 Mg ha^{-1} $año^{-1}$ de frutos (González 2007b). Sin embargo, en una plantación experimental con un menor número de individuos masculinos, la producción puede llegar a 20 Mg ha^{-1} $año^{-1}$ (Carrera 2000). Con el mesocarpio se preparan pastas, bebidas y helados y se puede extraer un aceite del que se han obtenido otros productos vitamínicos así como una crema rica en vitamina E (Escriche *et al.* 2000, Kahn y Mejía 1988, Pereira *et al.* 2003, Villachica 1996, Zanatta *et al.* 2010). Los troncos caídos de la palma, son sitios de ovoposición de un insecto del orden Coleoptera, Familia Curculionidae, denominado *Rhynchosporum palmarum* cuyas larvas son fuente importante de grasa y proteínas para estos indígenas del Delta del Orinoco y Amazonia venezolana. Podría añadirse a favor de su potencialidad, que las pruebas realizadas con turistas extranjeros a quienes se les ofreció sin explicar su origen, demostraron ser muy apetecibles (Cerda *et al.* 2000, 2001).

Durante el período de sequía, entre enero y abril, los grupos familiares de la etnia Warao se dirigen a las planicies de turba para extraer el almidón de los tallos de los morichales. Hacen una hendidura central a lo largo de la corteza del tronco y extraen la masa fibrosa que constituye la sección central de la médula del tallo, la pasan por un cedazo y tras repetidos lavados con agua limpia, colectan el almidón en el fondo de un tronco hueco de la palma con el cual elaboran tortas parecidas al casabe, denominadas yuruma (Heinen y Ruddle 1974). Asimismo, mediante pequeños orificios en el tallo de la palma, obtienen una exudación del floema del que se deriva un líquido azucarado, que también se produce mediante un corte de la sección inferior de las inflorescencias aún inmaduras. También se aprovecha la yema apical, un palmito que consumen con frecuencia.

Recurso artesanal y utilitario

Del endocarpio pétreo que envuelve a la semilla, se tallan miniaturas. Con las fibras juveniles aún cerradas de las hojas, producidas periódicamente en el centro de la corona foliar, largas y de alta resistencia a la tracción, se confeccionan hamacas, chinchorros y un conjunto variado de otras piezas de artesanía. Las hojas también sirven para techar las casas. Con los pecíolos de las hojas megáfilas construyen esteras y flechas y con las secciones de la corteza de los tallos los Warao construyen útiles caminerías de acceso a los janokos (viviendas) situados al borde de los caños de marea (Heinen y Ruddle 1974, Padoch 1988, Wilbert 1995).

J. Fariñas

SERVICIOS ECOLÓGICOS ASOCIADOS A LOS MORICHALES

Fijación de carbono

Las comunidades de bosque, palmar de pantano de *M. flexuosa* y manglar, ocupan cerca de 1.650.000 ha de las 3,3 millones de hectáreas de suelos inundados del delta del Orinoco (Comerma 2009). Estas actúan como sumideros de carbono cuyo aporte por fijación se estima entre 59 Mg ha $^{-1}$ año $^{-1}$ en los herbazales de pantano, hasta 255 Mg ha $^{-1}$ año $^{-1}$ en las comunidades más complejas de bosque y palmares de *M. flexuosa* (Mitsch *et al.* 2009, Page *et al.* 2009, Posa *et al.* 2011).

Balance hídrico

Los sustratos orgánicos de los morichales de las llanuras colombo-venezolanas actúan también como enormes esponjas que liberan gradualmente el agua suministrada por el acuífero libre del paisaje de altiplanicie vecino. A través del flujo subterráneo gradual durante todo el año, estas aguas del paisaje de valle de los Llanos Orientales de ambos países, surten a los ríos de morichal. En este balance hídrico vital, interfiere sin duda la tala de los morichales o la muerte progresiva de sus individuos por la acción de los fuegos. Menos palmas implica una reducción del proceso transpiratorio del dosel de esta comunidad, en la que un individuo adulto con unas 16 hojas megáfilas puede perder diariamente hasta 90 litros de agua por transpiración. Al eliminar o reducir este proceso en una comunidad de 120 a 170 individuos por ha, la lámina de agua podría elevarse un metro de altura sobre el sustrato edáfico (González 1987, 2007a), lo que lejos de constituir una ganancia, representa un serio desbalance hídrico para el sistema.

Drenaje y movimiento lateral del agua

También los sustratos de turba del delta del Orinoco de varios metros de espesor, facilitan este movimiento a través de la sección porosa superior de la turba denominada acrotelmo. El agua retenida es gradualmente drenada a los caños de marea en la sección más baja del paisaje, como en el caso de caño La Brea en la Planicie Cenagosa Nororiental del Delta del Orinoco.

Reducción de la contaminación del agua

Los subsistemas terrestre y lótico vecino del sistema ecológico del morichal, interactúan a través de la denominada zona hiporreica. En esta, el agua subterránea más fría y poco oxigenada, emerge y se une a la más cálida y aireada a través de las paredes laterales y el fondo del lecho del río. La mezcla origina gradientes geoquímicos de óxido-reducción que favorecen el establecimiento de las denominadas biopelículas microbianas. Estos gremios de microorganismos han demostrado ser capaces de reducir considerablemente la contaminación del agua proveniente de los acuíferos afectados por sustancias hidrocarbonadas tóxicas, tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos antraceno y benzopireno (Boulton *et al.* 1988, Kinkle y Kane 2000).

Refugio de fauna

La mayor riqueza y diversidad de fauna se relacionan con la mayor diversidad de hábitats y complejidad estructural del morichal en relación con las sabanas vecinas. El morichal ofrece un mayor y más variado conjunto de flores y frutos, y un corredor lineal de amplia cobertura, asociado al paisaje de valle que actúa a su vez como sitio de apareamiento y de protección contra potenciales depredadores. Marrero *et al.* (1976) caracterizaron la ictiofauna asociada a un conjunto de ríos de morichal de los Llanos Orientales de Venezuela y concluye que su inusual alta diversidad y riqueza de especies, está asociada a la heterogeneidad del sustrato o lecho del río constituido por parches de arena, fango, hojarasca, troncos sumergidos y cavidades socavadas bajo la orilla del río. Lo mismo ocurre con la complejidad estructural de la vegetación del subsistema terrestre vecino y del cuerpo lótico adyacente. En este, las plantas acuáticas muestran distintas formas de crecimiento: emergentes arraigadas, flotantes, sumergidas arraigadas y sumergidas flotantes. Tal heterogeneidad vertical y espacial dentro del curso de agua fluvial, provee distintos nichos y sitios de refugio que se traduce en mayor riqueza biológica. Marrero *et al.* (1976) comentan que la presencia en el subsistema terrestre vecino de un palmar denso de pantano de *Mauritia flexuosa,* también denominado morichal cerrado (González 1984), determina una mayor cantidad de micro hábitats en el cuerpo lótico vecino y genera el 70% del material aloctono que consumen los peces de los ríos de morichal (Brightsmith y Bravo 2006, González 1987a, 2009, Marrero *et al.* 1997) (Figura 4).

IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD HUMANA

EL FUEGO

Fuego superficial. En una de sus variantes, la quema anual de las sabanas es una acción premeditada del hombre con el

J. Fariñas

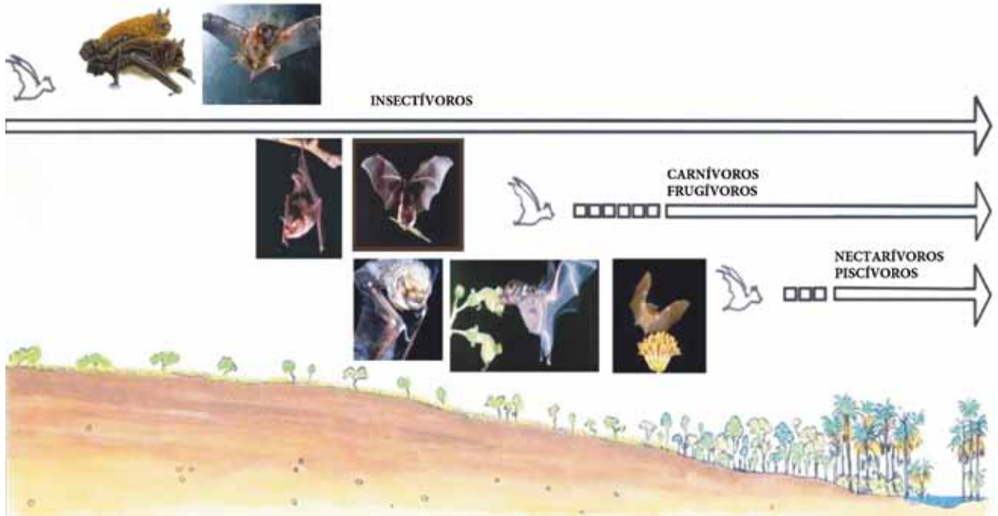


Figura 4. La mayor oferta de flores, frutos y néctar en las comunidades de morichal, amplia la diversidad de nichos tróficos ejemplificado por los murciélagos. Fuente: González (2009b).

fin de promover la aparición de rebrotes foliares de buena calidad para el ganado vacuno (bajo contenido de lignina, alto nivel de humedad y cerca de 7% de contenido proteico). Esta práctica se ha extendido a los planos aluviales que bordean los ríos de morichal y que pueden estar ocupados por herbazales de pantano con individuos aislados o en grupos de *M. flexuosa*. Al final del período de sequía, la biomasa seca del estrato graminoide, en combinación con el descenso del nivel freático, favorece la acción del fuego. Generalmente en las sabanas de *Trachypogon* o en los herbazales de pantano el fuego es inducido en horas de la tarde, bajo la influencia de los vientos Alisios del noreste, lo cual facilita la combustión de la biomasa aérea seca en pie. Este se propaga rápidamente y consume las gramíneas y ciperáceas perennes presentes. Curiosamente, los individos de *Mauritia flexuosa* son resistentes a estos fuegos. Por una parte la escasa biomasa aérea seca acumulada al final de la sequía -como resultado de las quemas anuales- produce fuegos de menor magnitud que no alcanzan el dosel del morichal. Por otra, la forma de crecimiento arborescente de la palma y su condición de monocotiledónea, con haces vasculares distribuidos al interior del tallo, la hacen más tolerante a este tipo de fuego. Tampoco son afectados mayormente las plántulas y juveniles, ya que en dichas etapas del ciclo de vida de la palma, la única yema apical presente se encuentra aún por debajo del suelo, el cual resulta un mal conductor del calor (Bond y Keeley 2005, Sarmiento 1984, Tomlinson 2006, Vareschi 1962).

El denominado **fuego de corona** comienza como superficial, y se propaga rápidamente a la corona foliar, dependiendo de la disponibilidad de biomasa aérea seca graminoide y de las tres o cuatro hojas megáfilas secas que cuelgan de la sección media inferior del tronco de la palma. (Kimmins 2003). Este tipo de fuego, es común en las cárcavas de erosión regresiva que sirven de eje de drenaje de primer orden en las cabeceras de los ríos de morichal. En estos ambientes, encontramos sabanas de *Trachypogon* en ambos bordes de la cárcava, e individuos adultos de la palma alineados en el eje estrecho de drenaje. Durante el período de sequía, la presencia de gramíneas secas en los bordes, la acción de los vientos Alisios y la alta incidencia de quemas antrópicas, se combinan para que fragmentos particulados e incandescentes producidos durante el incendio de las sabanas vecinas, inicien un nuevo fuego que se transmite a las hojas megáfilas secas y colgantes aún adheridas al tronco de los

J. Fariñas

individuos adultos de *M. flexuosa*. Una vez que el fuego asciende, se transmite a la copa de la palma y va pasando a las coronas foliares de los individuos adyacentes. Es entonces cuando las temperaturas que sobrepasan los 400 °C eliminan la única yema de crecimiento presente en el centro de la corona foliar ocasionando la muerte de los individuos de moriche (Figura 5).

El fuego subterráneo se diferencia del superficial por el pulso de onda de calor y temperatura que avanza lentamente transmitiéndose hasta 100 cm por debajo de la superficie del sustrato orgánico. Cuando este tipo de fuego avanza a partir de los herbazales de *L. guianensis* sobre los morichales y bosques de pantano en el delta del Orinoco, las altas temperaturas causan la muerte no solo de la vegetación superficial sino de las raíces vivas de los árboles. A diferencia de los fuegos superficiales, el 80% del material combustible del fuego subterráneo se encuentra en el suelo orgánico, constituido por raíces, restos de troncos y turba gruesa y fina con altos valores de energía térmica por unidad de peso. La temperatura de ignición de la turba ronda los 259 °C y la expansión de la llama comienza a los 300 a 400 °C llegando a superar los 450 °C. La letalidad que este tipo de fuego representa para las especies arbóreas, se basa tanto en la mayor energía térmica que se libera por oxidación de la materia orgánica, como en la menor velocidad de transmisión del fuego, cuyo frente se desplaza unos 12 a 60 cm día^{-1} en los primeros 30 cm, siendo mayor en los 10 cm iniciales, en los que se propaga a una tasa de 42 a 155 cm día^{-1}. La combinación de estas dos variables lo hace más destructivo que el fuego superficial (Dennis *et al.* 2001, Cochrane y Ryan 2009, Usup *et al.* 2004).

Si bien la lluvia media anual en el delta inferior y medio del Orinoco es de unos 1800 mm, y el período de sequía se reduce de enero a fines de marzo, este ciclo se altera cada cinco años a causa del fenómeno del Niño. Los fuegos subterráneos de turba coinciden con este fenómeno. Así lo observamos en ciertos sectores del delta en los años 1996, 2002 y 2008. A consecuencia de este fenómeno, el período de sequía se extiende de diez a doce meses consecutivos. Este hecho condiciona la evaporación del agua de los espacios porosos de la sección superior de la turba, y reduce el nivel freático hasta 1 m por debajo de la superficie.

Cuando los indígenas Warao incendian los herbazales de pantano para cazar animales, el fuego se transmite al interior de la turba y puede mantenerse vivo hasta por cuatro meses. Se sabe además, que este tipo de fuego produce un humo blanco que limita la visibilidad del tráfico aéreo y terrestre, y es causa de alergias en los pobladores de Caripito y Maturín. La reconocida magnitud de ambos efectos, ha obligado a contratar un sistema de transporte aéreo que descargue agua sobre el frente del fuego con el fin de reducir las emisiones de humo, mejorar la visibilidad de la atmósfera baja y disminuir los casos de enfermedades respiratorias de los habitantes de ambas ciudades. (Aditama 2000, Murty *et al.* 2000, Page *et al.* 2002). Así, los fuegos subterráneos en las planicies de turba del delta del Orinoco generan importantes emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera que aun no han sido cuantificados.

A los morichales asociados a planos de turba, le siguen en su sección inferior y más baja, los herbazales de pantano dominados por la ciperacea *Lagenocarpus guianensis*. Este herbazal prácticamente monoespecifico, se propaga vegetativamente. Su producción primaria neta es cercana a 15 Mg ha^{-1} año^{-1} y su altura alcanza los 2 m con una biomasa aérea que se seca en pie al final de la época seca. En ciertas localidades del delta medio e inferior del Orinoco, donde hay

Figura 5. La foto de la derecha, ilustra la acción de un fuego superficial. Las otras dos, son ejemplos del fuego de corona que causa la muerte de los individuos adultos de la palma. Fuente: González (2009b).

J. Fariñas

caseríos Warao a lo largo de los principales caños de marea, la combinación de dos actividades de subsistencia causan la quema de estos herbazales de pantano. 1) la extracción de almidón -que implica la eliminación de un número importante de tallos de individuos adultos de la palma *M. flexuosa*.-, y 2) la cacería (al final del período de sequía).

Los Warao queman el herbazal de *L. guianensis* para evitar las hojas aserradas de esta ciperácea y caminar fácilmente en busca de morrocoyes (tortugas terrestres del género *Chelonoidis*) y juveniles de psitácidos (loros) en los troncos erectos, aunque muertos de *M. flexuosa*. El hecho de que este herbazal haga contacto lateral con los palmares de pantano de *M. flexuosa*, hace que el fuego se propague superficialmente hasta alcanzar las primeras hojas megáfilas transformándose en un letal fuego de corona. Más tarde, en el ecotono de ambas comunidades, los grandes claros que dejan los individuos de *M. flexuosa* al quemarse, son rápida y nuevamente colonizados por *L. guianensis* cuyas semillas son dispersadas por el viento.

La combinación de estas prácticas tradicionales de la etnia Warao, ha causado la desaparición casi completa de los palmares de pantano o morichales de *M. flexuosa* en algunos sectores del delta medio e inferior del Orinoco y concomitantemente, el avance del herbazal alto denso de *L. guianensis* hacia los bosques de pantano, en la medida que estos también retroceden por la acción del fuego. La figura 6 muestra un diagrama que indica la dinámica de las comunidades de morichal del delta del Orinoco ante la acción del fuego.

LA INDUSTRIA PETROLERA

En los Llanos Orientales de Venezuela, existe una larga tradición de explotación petrolera asociada a las actividades

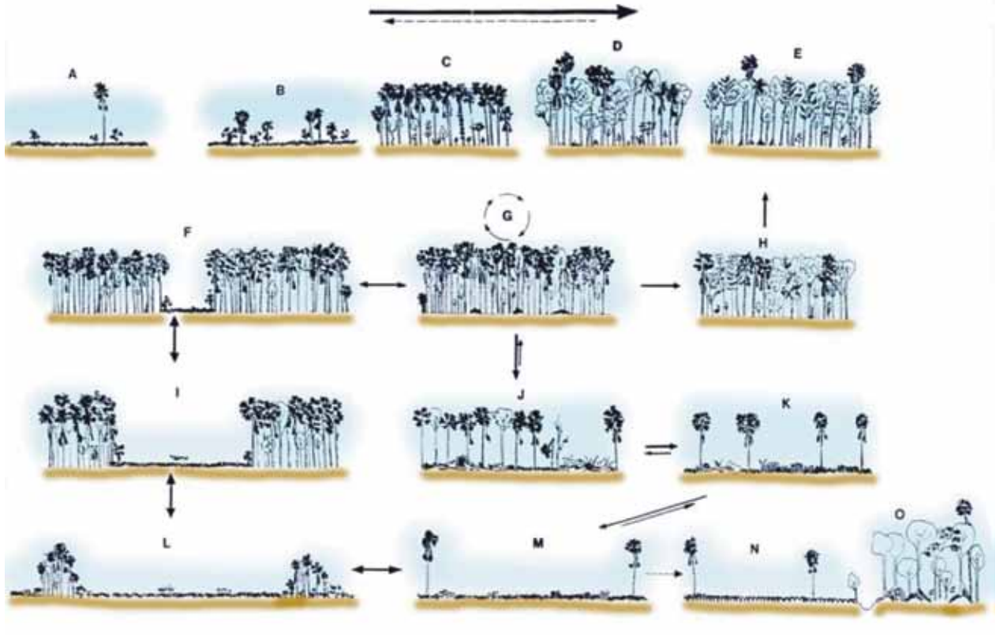


Figura 6. Efecto de las perturbaciones antrópicas, fuego y tala, en la degradación de la estructura vertical de los palmares de pantano de *Mauritia flexuosa* en el delta del Orinoco. Fuente: González (1997).

J. Fariñas

de extracción, almacenamiento y transporte por tuberías desde los yacimientos hasta los sitios de refinación o exportación. También se han encontrado yacimientos de hidrocarburos en distintas localidades de los Llanos Orientales de Colombia, por lo que lamentablemente se espera que estos morichales de la Orinoquia colombiana, acusen el impacto de estas labores, algunas con indeseable frecuencia como en el caso de los derrames de crudo (González 2009 a, Machado-Allison 2005).

La explotación de petróleo suele producir aguas salobres con hidrocarburos policíclicos de bajo peso molecular, contaminantes solubles en agua, que a través del suelo alcanzan el manto freático. La ubicación de los morichales en la sección más baja del paisaje de valle y el hecho de que recarguen agua de los acuíferos de la altiplanicie o altillanura vecina, los hacen muy vulnerables a la actividad petrolera. Es indudable que estas aguas salobres de producción pueden alcanzar ambos subsistemas del morichal, tanto por drenaje profundo hasta alcanzar el acuífero, como por escorrentía superficial (Figura 7).

Generalmente, en un pozo de petróleo la sección superior menos densa está ocupada por gases, la intermedia por petróleo y la inferior más densa, por aguas salobres derivadas del origen marino de los sedimentos en los que se produjeron los hidrocarburos. Debido a la profundidad y a la presión a la que está sometida esta agua salobre, su temperatura puede acercarse al punto de ebullición al momento de ser extraída del pozo de producción mezclada con el petróleo. Esto ocurre en los pozos con largo tiempo de explotación, pues el espesor de la capa de petróleo ha mermado tanto que inevitablemente se extraen con cada barril de petróleo unos 6 ó 7 barriles de agua de producción, de modo que la mayoría de las aguas de producción de petróleo son salobres.

En los Llanos Orientales de Venezuela ya se han reportado eventos de contaminación por esta causa, pues ni la palma *Mauritia flexuosa* ni la mayor parte de los componentes de la biota del sistema lótico, son tolerantes al desbalance osmótico que origina la concentración de sales disueltas en estas aguas residuales (González 2009c). Cerca de la localidad conocida como Punta de Mata (Llanos Orientales de Venezuela), en un pozo a punto de comenzar su explotación, la rotura de una válvula produjo una explosión de gases que expulsó por la tubería interna grandes cantidades de arena del yacimiento mezcladas con las aguas salobres de producción. La mezcla se desplazó por gravedad a lo largo de la pendiente hasta alcanzar un morichal situado en el plano aluvial del río Amana. Al llegar allí, los tallos de los individuos adultos de *M. flexuosa* sirvieron de barrera al movimiento de la mezcla, que no obstante alcanzó a cubrir su sección inferior con más de 1 m de sedimentos arenosos. Este hecho, sumado al efecto osmótico que produjeron las altas concentraciones de sales de sodio, ocasionó gradual y finalmente la muerte de los individuos de la palma *M. flexuosa* (Figura 7).

Figura 7. La explosión de los gases de un pozo en perforación provocó que los sedimentos arenosos del yacimiento con las aguas salobres de producción causaran la muerte del morichal.

J. Fariñas

La amenaza que representa la industria petrolera para estos ecosistemas, radica en los frecuentes accidentes de esta y otra índole. La mayoría de los eventos de contaminación en los Llanos Orientales de Venezuela han sido causados por derrames de petróleo, por ejemplo, como consecuencia de fracturas de los cabezales de pozos que ya no están activos y que ocurren por las altas presiones de la mezcla de gases y petróleo al interior del yacimiento. Este hecho ocurrió en la región citada de los Llanos de Venezuela cerca de la ciudad de Temblador. Ambos subsistemas del morichal del río Tabasca, fueron afectados por el petróleo expulsado que alcanzó los subsistemas tanto por gravedad como en forma de "lluvia", al ser expulsado a presión tras la explosión de un pozo abandonado (Bevilaqua y González 1994). Sumado a ambos daños, habría que señalar que una vez finalizadas las labores de limpieza, la comunidad terrestre del morichal fue incendiada. La combinación de la energía térmica acumulada en las cadenas largas y complejas del hidrocarburo derramado, con la liberada por la quema de la biomasa leñosa del morichal, generó temperaturas superiores a los 450 °C asociadas al fuego de corona producido, lo que causó la desaparición de los individuos adultos de *M. flexuosa* y del resto de especies arbóreas presentes (Cochrane y Ryan 2009, Kimmins 2003). En este desafortunado evento, la comunidad de morichal más compleja tanto florística como estructuralmente fue remplazada por un herbazal monoespecífico de pantano de *Cyperus ferax*.

Los subsecuentes estudios realizados mostraron que las hojas megáfilas de los individuos adultos de *M. flexuosa*, impactadas por la lluvia de gotas de petróleo y gradualmente afectadas por los componentes más tóxicos y de menor peso molecular del crudo, adquirieron un color amarillento y murieron. Posteriormente fueron remplazadas por unas nuevas (Bevilaqua y González 1994). Según lo anterior podríamos decir que las especies arbóreas incluyendo a *M. flexuosa* resultan ser más tolerantes a ciertas concentraciones de hidrocarburos, dada su capacidad de almacenar carbohidratos complejos de reserva que pueden ser translocados a la sección superior del tallo para la producción

Figura 8. La contratación de personal inexperto puede causar más daño que el petróleo derramado.

J. Fariñas

de nuevas hojas. Sin embargo, no hay que perder de vista que este mecanismo de emergencia del moriche ocurre en detrimento de otras funciones metabólicas, tales como la floración o el crecimiento en altura.

Se insiste en la variedad de accidentes posibles y en la necesidad de formación de personal a todos los niveles de la industria petrolera (Machado-Allison *et al.* caso de estudio 5.1) pues los lamentables ejemplos conocidos así lo sugieren. En los Llanos Orientales de Venezuela, la falta de conocimiento sobre la ecología de ambos subsistemas de morichal, por parte del personal contratado para las actividades de recolección del petróleo derramado, ha hecho que se empleen métodos inadecuados para la recuperación del petróleo vertido, con lo cual se produce un daño mayor que el causado incluso por el propio derrame (Figura 8). Otro ejemplo ilustra como el empeño en extraer el petróleo del estrato inferior y la superficie del suelo creó un talud, que luego se derrumbó a causa del drenaje subsuperficial del agua. Esta pérdida gradual del sustrato desestabilizó a los individuos adultos de *M. flexuosa*, la falta de soporte los inclinó unos contra otros hasta que finalmente el avance de la cárcava los desarraigó por completo del sustrato original. Una vez caídos, los moriches adultos fueron cortados con motosierra y no se retiraron de la fosa. El resultado fue la completa desintegración del morichal.

Como hemos visto, las causas de los derrames de petróleo son variadas y sus impactos muy destructivos. Resaltamos la falta de mantenimiento de tuberías antiguas y las explosiones de pozos en producción o inactivos (Figura 9), pero también y si cabe mas grave aún, son los frecuentes daños intencionales a las válvulas de las tuberías de transporte, causados para originar derrames.

Figura 9. La falta de mantenimiento de tuberías puede provocar su ruptura y ocasionar la contaminación masiva por petróleo de los ríos de morichal.

Construcción de carreteras

Las comunidades de morichal en los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia, se ubican en valles que limitan con un paisaje mas alto de altiplanicie a través de un plano inclinado denominado glacis. En este plano, el sustrato edáfico del horizonte superior es de textura franco-arenosa y la cobertura de la vegetación de sabana de *Trachypogon* llega al 70 %. La construcción de carreteras bajo estas condiciones, elimina la cobertura vegetal y expone al sustrato a la acción de las lluvias. Así, los pocos agregados del suelo, constituidos por partículas arenosas con poca o ninguna cohesividad, se rompen y se desplazan con el agua de escorrentía a lo largo de la pendiente. Este proceso se inicia con una erosión de tipo laminar, seguida de otra en surcos que se completa con la formación de cárcavas de erosión regresiva. Se produce así el desalojo de materiales del suelo de la cárcava, y su deposición por fenómenos coluviales sobre las raíces aéreas o neumatóforos -a cargo del transporte de oxigeno al interior a las raíces subterráneas- de *M. flexuosa*. De este modo, la construcción rudimentaria de carreteras en estas laderas ha provocado el arrastre hasta de dos metros de sedimento hasta los morichales. Los efectos de este impacto se hacen visibles cuando la interferencia en el intercambio de oxígeno -por depósito de sedimentos sobre los neumatóforos- ocasiona la muerte gradual de los individuos de la palma (Figura 10). Este tipo de erosión denominada retrogradante, tiene su origen en el fenómeno de cavitación, en el cual el agua que desciende por el tope de la cárcava experimenta un movimiento turbulento, socava la pared y produce el derrumbamiento de la sección superior del techo de esta, trasladando la erosión hacia la cuenca del eje de drenaje.

Cuando las carreteras de tierra cruzan los ríos de morichal, la erosión de las cárcavas en las laderas de los cursos de agua, produce ingentes cantidades de material arenoso que se deposita en los cauces poco profundos del sistema lótico de los morichales. La consecuencia es una marcada reducción en el flujo de agua del sistema, y si la acumulación de sedimentos llega a cerrar el cauce, las aguas se estancan y las palmas mueren por la falta de oxígeno.

LA AGRICULTURA MIGRATORIA

La constante saturación hídrica del suelo en las comunidades de morichal determina que la tasa de descomposición de hojas, tallos y raíces de los individuos muertos de *M. flexuosa* sea muy baja. De modo que el balance entre acumulación y descomposición, favorece al primer proceso, lo que condiciona la formación de suelo orgánico del gran grupo de los Tropofibrists. En los Llanos Orientales de Venezuela, donde la densidad de población humana es

J. Fariñas

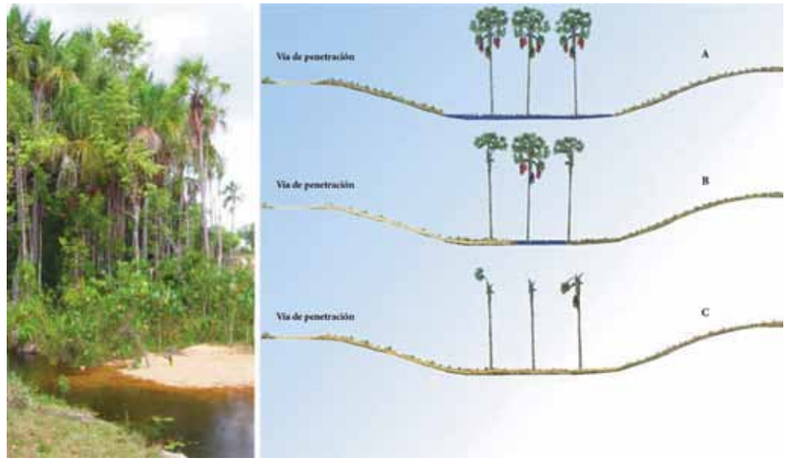


Figura 10. Las carreteras en los bordes de los valles causan erosión y arrastre de sedimentos que al al depositase sobre las raíces aéreas de las palmas originan su muerte. Fuente: González (2009).

mayor que del lado colombiano, los habitantes criollos de los caseríos cercanos a los ríos de morichal, practican la denominada agricultura migratoria para producir parte de los alimentos que consumen. Esta actividad comienza con la deforestación parcial de un sector del plano aluvial del subsistema terrestre del morichal. A esto le sigue la construcción de canales de drenaje, orientados paralelamente a la pendiente entre el plano aluvial y el lecho menor del río de morichal. Para construir estos canales, se elimina todo el material orgánico acumulado sobre el sustrato arenoso basal, reduciendo o eliminando la saturación hídrica del suelo para cultivar especies de bajo requerimiento nutricional como los tubérculos *Colocasia esculenta* (ocumo chino) y *Manihot esculenta* (yuca) además de plátanos, cambures (bananos) y caña de azúcar. Después del drenaje, la aireación de los suelos orgánicos favorece la oxidación de la materia orgánica originando la subsidencia y la compactación irreversible del sustrato. Estas prácticas agrícolas, cambian e invierten las funciones básicas de los suelos orgánicos de los morichales, como ha podido comprobarse en los llanos del estado Anzoátegui (Rial 2003, Rial y Giraldo 2003, 2004). De ser sumideros naturales de carbono y agua pasan a ser sustratos secos y fuente de gases de efecto invernadero, emisores de dióxido de carbono que aportan entre 2.9 y 10.3 Mg ha^{-1} CO_2^{-1} $año^{-1}$ (Ilnicki y Zeitz 2002). La agricultura migratoria en los morichales, también emplea fertilizantes que eutrofican el sistema y convierten en maleza a ciertas especies de plantas acuáticas, cuyo crecimiento acelerado cubre especialmente los remansos de ríos (González 1987, Ilnicki y Zeitz 2002).

Explotación periódica de la hoja juvenil (penca) de *M. flexuosa*

Las largas fibras de la epidermis que recubren la hoja juvenil aún sin expandir - tipo lanza o penca- del moriche, son extraídas y secadas al aire tanto por las comunidades indígenas como por las criollas, para elaborar hamacas y otros artículos (Figura 11). González (2007b) demostró que el corte frecuente en el mismo individuo, retrasa el crecimiento en altura de la palma y reduce la producción de flores y frutos. Aún cuando los efectos no deberían ser importantes, dada la alta densidad de individuos (hasta 170 por hectárea) y baja densidad de población humana en los Llanos Orientales de Venezuela y Colombia, esta práctica no parece sostenible. Haciendo uso de este conocimiento, es oportuno recomendar la rotación, en lugar de la eliminación de otra penca del mismo individuo en el mismo año.

Plantaciones de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Como hemos mencionado, el acuífero libre es la fuente de agua subterránea que mantiene el caudal permanente de los ríos de morichal. La recarga anual ocurre por infiltración durante la estación lluviosa, la cual es mayor en los Llanos Orientales de Colombia (> 2000 mm promedio anual) que

J. Fariñas

Figura 11. En el centro de la foto se observa la hoja tipo lanza aún sin expandir. Los indígenas y criollos extraen las fibras largas para su uso. Fuente: González (2007b).

en los de Venezuela (1200 mm promedio anual). En este relieve de tope plano de la altiplanicie en Venezuela, y hasta ahora, en menor grado en Colombia, se han plantado cerca de 700.000 ha de una conífera introducida denominada *Pinus caribaea var. hondurensis*. Esta especie representa una de las tres variedades de pino tropical de baja altitud conocida como *Pinus caribaea* cuyo rango de distribución en Centroamérica va desde las tierras bajas de Belice hasta el este de Honduras y el noreste de Nicaragua (Francis 1992, Richardson 1998). Figura 12. A partir de los años 60, se establecieron en los Llanos Orientales de los estados Monagas y Anzoátegui de Venezuela, plantaciones forestales de *Pinus caribaea* que en la actualidad ocupan una extensión cercana a las 700.000 ha (Cedeño *et al.* 2001).

La mayor parte se sembraron en los topes planos de la altiplanicie de la Formación Mesa, sobre suelos de los ordenes Ultisoles, Oxisoles y Entisoles arenosos, usualmente ácidos, distróficos, de baja capacidad de intercambio catiónico y

Figura 12. Plantación de *Pinus caribaea var. hondurensis* en los llanos orientales de Venezuela. La gramínea presente, *Trachypogon spicatus* constituye la especie dominante de la sabana original.

originalmente cubiertos por la gramínea *Trachypogon spicatus* que aun está presente. En estas sabanas originales de *Trachypogon*, que hoy son plantaciones de pino, se practicó la ganadería extensiva, y en las áreas más pobladas, la agricultura bajo riego con empleo de fertilizantes. Curiosamente este requerimiento nutricional puso fin a la mayor parte de esta actividad una vez que el gobierno eliminó el subsidio para estos insumos. Se presentó entonces la alternativa de las plantaciones forestales, que además de reducir la presión de deforestación sobre los bosques nativos, permitía obtener mayor rendimiento económico a partir de la madera producida en menor tiempo que en los bosques mixtos tropicales. Los siguientes atractivos decidieron a su favor en su momento:

- Ofrecen mayor productividad primaria neta de 20 Mg ha $^{-1}$ año $^{-1}$ (Kadeba 1991). Más madera por unidad de área en menor tiempo (12 -15 años) que los bosques naturales citados.
- Son altamente eficientes en el uso de los escasos nutrientes de los suelos distróficos donde son plantados.
- Pueden ocupar áreas del Neotrópico donde los bosques naturales fueron destruidos y los suelos erosionados y/o compactados, o sabanas tropicales de muy baja productividad primaria.

J. Fariñas

- Los individuos de *Pinus caribaea* tienen una alta tasa de crecimiento porque explotan un mayor volumen del recurso hídrico con su mayor densidad de raíces (hasta dos metros de profundidad en el suelo). En un período de doce a quince años, cada pino puede alcanzan alturas hasta de 20 m y diámetros entre 26 a 30 cm.
- Se consideran sumideros de carbono debido a su alta tasa de productividad primaria. Condición que ha convencido a muchos países en vías de desarrollo a aceptar -en el marco del Protocolo de Kioto- el establecimiento de plantaciones forestales a través de compañías transnacionales.

Así pues, las ventajas de las plantaciones parecen muy evidentes. Si bien *Trachypogon spicatus* aporta la mayor biomasa aérea en la sabana, respecto a la conífera introducida *P. caribaea*, sobre el mismo tipo de sustrato y bajo condiciones climáticas similares *Trachypogon spicatus* tiene una productividad primaria neta menor (en suelos con alto contenido de arena de los Llanos orientales) 2 Mg ha $^{-1}$ año $^{-1}$ respecto a la conífera *Pinus caribaea*, la cual produce entre 15 a 20 Mg ha $^{-1}$ año $^{-1}$. Esto es debido a que *Pinus caribaea* asigna la mayor producción de carbono a la biomasa aérea, por lo que su relación biomasa aérea/biomasa radicular es varias veces > 1, mientras que en *Trachypogon spicatus* dicha relación es < 1. Por otra parte, el estrato graminoide de *T. spicatus* relativamente continuo, no supera los 50 cm de altura y no es rugoso, características que limitan su intercambio gaseoso y su productividad primaria al período de lluvias, mientras que las plantaciones de *Pinus caribaea* tienen un dosel mucho más irregular, así que la radiación neta absorbida por su follaje es mayor y de menor albedo.

Pero estas ventajas son solo en términos de productividad primaria. De hecho no todo es ganancia en las plantaciones de pino. La mayor energía radiante neta absorbida- que se emplea en la fotosíntesis- también se disipa en el proceso de transpiración. Así que la pérdida de agua de estas plantaciones de pino, puede representar hasta el 54 % de la lluvia media anual (1150 mm) en los Llanos Orientales de Venezuela (Sansigolo y Ferraz 1982). Si a esto le sumamos el 22% por intercepción del dosel y un 8% por la hojarasca del suelo, obtendríamos que la evapotranspiración real anual de la plantación puede llegar a representar el 84 % de la lluvia anual de la región. Una cifra muy importante en el balance hídrico que amerita una reflexión sobre el costo-beneficio ambiental de estas plantaciones.

Las plantaciones de *Pinus caribaea* en Venezuela

Hasta 1989 la industria nacional dependía en un 50 % de la explotación por tala y deforestación de los bosques naturales de los Llanos Occidentales. Hasta entonces y en detrimento de las áreas naturales del país, la madera provenía de especies nativas como *Samanea saman* (samán) y *Bombacopsis quinata* (saqui-saqui), el 50% restante se extraía de distintas reservas forestales sometidas a planes de manejo. A partir de 1990 las plantaciones de *P. caribaea* contribuyeron con el 6% de la producción nacional (32.409,75 m^3) hasta alcanzar la cifra record de 70% en el año de 1999, de modo que ya en ese momento, estas plantaciones abastecieron la mayor parte de la demanda de madera en Venezuela. Actualmente la producción nacional de madera de *P. caribaea* supera los 6 x 10^6 m^3 año^{-1}, sin embargo a pesar de su contribución al abastecimiento del mercado, se ha vuelto a extraer madera de los bosques naturales. Las grandes extensiones de bosque nativo de los Llanos Occidentales, protegidos bajo figuras legales de Reservas Forestales (Caparo, Ticoporo, Turen y San Camilo) han desaparecido casi por completo. Sucesivas invasiones que sustituyeron los bosques por áreas agropecuarias, no solo no reflejan un auge en la pretendida producción de alimentos, sino que causan la deforestación de 280.000 ha año^{-1} (Lozada, 2007). De tal modo que si bien las plantaciones de *P. caribaea* aportan en la actualidad más del 70 % de la producción nacional, el objetivo de reducir con estas, la elevada tasa anual de destrucción masiva de bosques naturales al norte del Orinoco ha fallado, con el agravante de que tampoco han aumentado en los últimos diez años, las áreas bien planificada destinadas a nuevas plantaciones forestales (Lozada, 2007).

Por otra parte, habría que considerar los potenciales efectos negativos relacionados con estas plantaciones. Por ejemplo, la susceptibilidad a fenómenos como los ya citados de El Niño. En los Llanos Orientales de Venezuela, al sur del núcleo inicial de la plantación de Uverito en el estado Monagas, se combinan dos variables ambientales que inciden desfavorablemente en el crecimiento y la producción primaria neta de esta especie. La primera se refiere a la lluvia, cuya media anual no supera los 900 mm al año, lo que en combinación con los suelos de textura predominantemente franco-arenosa a arenosa, limita la disponibilidad de agua para estas plantaciones durante los prologados periodos de sequía. Esto se agrava durante los años del Niño y se relaciona con la presencia del hongo, *Sphaeropsis sapinea* que vive como saprofito en los tejidos superficiales del pino. En años de prologada sequía, este hongo se vuelve patógeno y ataca los tejidos internos del árbol cuyas defensas metabólicas disminuyen por el estrés hídrico. Durante el efecto Niño en 1997 y parte de 1998, cientos de miles de árboles murieron a causa de este hongo que atacó la sección apical del tronco principal o cogollo, produciendo la muerte regresiva del árbol (Cedeño *et al.* 2001, Rojas *et al.* 2010).

J. Fariñas

Una vez que la lluvia se normalizó, se detuvo el fenómeno de mortalidad. Adicionalmente podríamos esperar otro problema relativo a la inestabilidad de estas plantaciones forestales en el tiempo. Si se cumple una mayor frecuencia de fenómenos climáticos tipo Niño y con ello una mayor probabilidad de que los insectos nativos se adapten al consumo de esta especie introducida, como ya está ocurriendo con la hormiga *Atta laevigata* cortadora de acículas, cabría esperar mayores daños por causa de este insecto que actualmente afecta las plantaciones juveniles a razón de 5 o más nidos por hectárea.

Desventajas de la sustitución de *Trachypogon spicatus* por plantaciones de *Pinus caribaea*

Ciertamente la transpiración potencial de las sabanas de *Trachypogon* es menor que la de las plantaciones de *Pinus caribaea* (Figura 13). Los cálculos realizados sobre la base de lo obtenido por Waterloo (1994) en una plantación de la misma especie en la isla tropical de Fiji, han permitido estimar que la transpiración anual de la plantación de *P. caribaea* en los Llanos orientales de Venezuela es del orden de 621 mm, lo que representa el 54 % de la lluvia anual. Este valor constituye la diferencia del total de lluvia anual evapotranspirada, 84%, al restarle el 30% del agua interceptada por el dosel y la hojarasca que vuelve de nuevo a la atmósfera. De acuerdo a estas estimaciones solo el 16 % de la lluvia anual (184 mm) quedaría disponible para la recarga anual del acuífero (Waterloo *et al*., 1993, 1999, 2007). La cosecha de la plantación de *P. caribaea* en un sector de dicha isla permitió a Waterloo *et al.* (2007) calcular el agua de escorrentía que se infiltra y recarga el acuífero, aumentando al doble el flujo de base del río más cercano, al eliminar la plantación. La estimación realizada y extrapolada a la región citada de Venezuela también permitió estimar que la lluvia anual que infiltraría al acuífero bajo la cubierta de la sabana de *Trachypogon* alcanzaría los 423 mm en comparación con los 184 mm previstos para la actual plantación de *P. caribaea*. También se ha demostrado que a nivel individual, la especie *Pinus caribaea*, por ser arbórea, de rápido crecimiento y con un volumen importante de raíces en los primeros dos metros del suelo transpira a una tasa media de 58 litros de agua por individúo por día, cuando la densidad de la plantación varían entre 700 a 1300 individuos por hectarea (Waterloo 1994). Las consideraciones citadas, sugieren que la recarga del acuífero libre de la Formación Mesa en la Orinoquia de Venezuela, ha disminuido en más de 200 mm al año, lo que implicaría un menor rendimiento hídrico de los caudales de los ríos de morichal (Jobbágy *et al*. 2006).

La interacción del conjunto de variables citadas para las plantaciones de *Pinus caribaea,* determina una disminución en lo que se ha denominado rendimiento hidrológico de una cuenca (Dye y Versfeld 2007, Farley *et al*. 2005). El aumento en la tasa de transpiración bajo iguales condiciones de lluvia, restringen el agua disponible para otros flujos de agua líquida, como la escorrentía superficial y el drenaje profundo, del cual dependen los ríos de morichal y la recarga de los acuíferos (Figura 14).

También hay que tomar en cuenta que por fenómenos asociados a la senescencia de la biomasa aérea en pie, la tasa

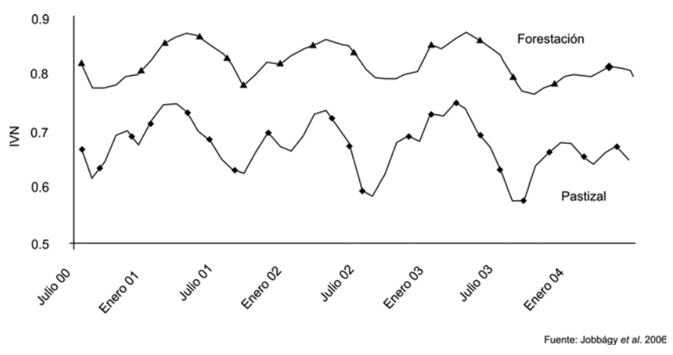


Figura 13. Se compara la mayor absortividad del espectro visible del dosel de una plantación de *Pinus caribaea* versus un pastizal o sabana mediante un indicador satelital (IVN).

J. Fariñas

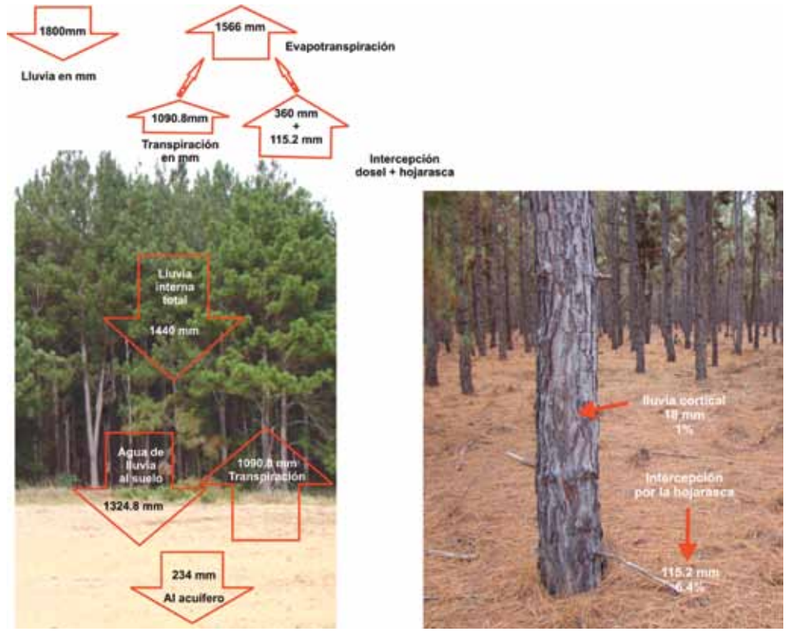


Figura 14. Balance hídrico de una plantación forestal de seis años de edad de *P. caribaea var hondurensis*, elaborado con los datos de Waterloo (1994) en la isla tropical de Fiji.

de transpiración de la sabana de *Trachypogon* disminuye prácticamente a cero durante el período anual de sequía.

Las estimaciones realizadas a partír de los datos de Waterloo (1994) indican que en las sabanas de los Llanos Orientales de Venezuela, el volumen de agua que infiltra en el suelo, asociada a la recarga del acuífero, es más del doble (423 mm) en relación a las 700.000 ha de pinos en donde solo infiltran 184 mm de lluvia media anual. Estos valores están a favor de las sabanas y ameritan reflexión en cuanto a su sustitución por plantaciones de pino (Zhang *et al*. 2001) (Figura 15).

Además de reducir el balance hídrico en comparación con las sabanas que remplazan, las plantaciones forestales requieren una adicional cantidad de cationes básicos como el Ca^{++}, el Mg^{++} y el K^{+} así como otros nutrientes para el balance estequiométrico de la biomasa extra que produce (Farley *et al.* 2008, Jobbágy *et al.* 2006) (Figura 16). Este hecho, produce la acidificación gradual del suelo de las plantaciones e induce al uso de fertilizantes para compensar la pérdida de nutrientes exportados en la corteza y la madera de *P. caribaea* en cada ciclo de siembra y cosecha de la plantación. El uso de fertilizantes no es una rutina en estas plantaciones porque no es rentable en la mayoría de los casos. Como alternativa, se ha propuesto un manejo más ecológico. Evitar por ejemplo, 1) el uso de maquinarias pesadas en la cosecha, que compactan el suelo y reducen el establecimiento de las nuevas plántulas del siguiente turno; 2) evitar el arado del suelo, empleando en su lugar, técnicas de manejo y preparación que disminuyan la pérdida de nutrientes; 3) evitar la quema de los residuos de la cosecha; 4) descortezar los pinos en el sitio de producción para conservar la parte de los nutrientes que se exportarían con la cosecha de los troncos y 5) redistribuir los residuos de acículas para evitar la erosión del suelo y conservar la materia orgánica (Berthrong *et al*. 2009).

La disminución del rendimiento hidrológico que ha producido el cambio de uso de sabana por plantaciones foresta-

J. Fariñas

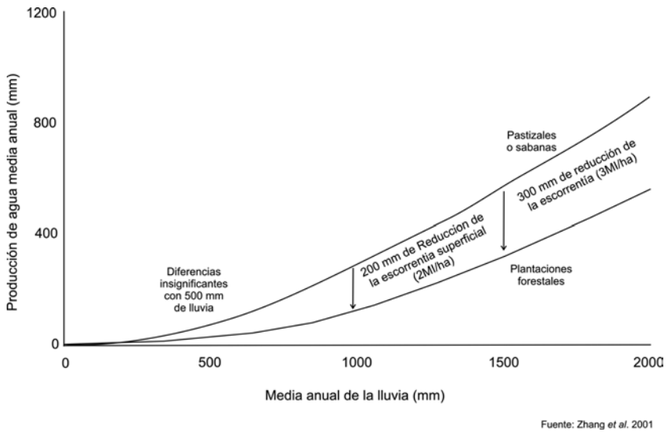


Figura 15. La curva superior muestra el rendimiento hidrológico de las microcuencas cubiertas por pastizales o sabanas. La inferior el de plantaciones como las de *Pinus caribaea var hondurensis.*

les en extensos sectores continuos de los Llanos orientales de Venezuela, ya se refleja en algunas localidades al norte del límite de la Formación Mesa, donde el nivel freático ha descendido aún durante el período de lluvia, por debajo de las raíces de los individuos adultos de la palma *Mauritia flexuosa*, por lo que se espera una gradual sustitución del palmar de pantano por otro tipo de comunidad de plantas (Farley *et al.* 2005, Jobbágy *et al.* 2006, Zhang *et al.* 2001).

La amenaza más importante que suponen estas extensas plantaciones de pino es su potencial para desplazar indirecta y gradualmente a los morichales en el paisaje de altiplanicie de Mesa. Se ha comprobado que un individuo adulto de *M. flexuosa* con 16 hojas megáfilas puede perder por transpiración hasta 90 litros de agua por individuo (Urich, com. pers.) por lo que habrá que determinar en el futuro, si la disminución en el rendimiento hidrológico de los ríos de morichal, afecta o no, el potencial desplazamiento de este subsistema por otro más tolerante a la sequía estacional.

Finalmente vale la pena recordar que por mas de 40 años, Venezuela fue uno de los países mas prolíficos en investigación aplicada sobre estos temas en América Latina (Carrero *et al.* 2008). Pero las políticas incoherentes, los problemas

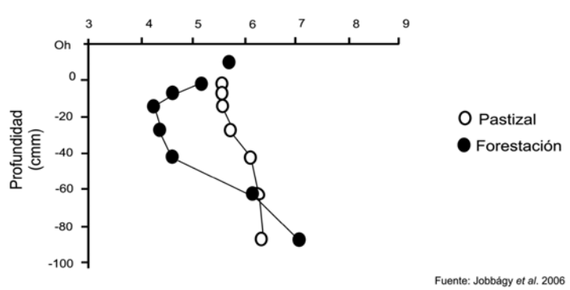


Figura 16. Disminución del pH del suelo cuando se sustituye un pastizal o sabana por una plantación monoespecifica de *Eucalyptus camaldulensis* de más de 10 años de edad (Fuente: Jobbágy *et al.* 2006).

J. Fariñas

de control y vigilancia por parte del Estado, la escasa educación ambiental de la población y la falta de incentivos para el desarrollo de una economía real y sostenible, han hecho fracasar los intentos de consolidar a la industria de la madera como forma indirecta de conservación de los bosques nativos y directa de desarrollo y crecimiento económico del país.

CONCLUSIONES

- Los distintos tipos de fuego, son la mayor causa de reducción del área espacial y simplificación de la estructura fisionómica y florística del subsistema terrestre de los morichales, tanto en los Llanos Orientales de Venezuela como en los del Delta del Orinoco. Incendios que en más del 95 % de los casos, son originados por el hombre.
- En los Llanos Orientales de Venezuela la siguiente amenaza se vincula a las distintas actividades de explotación, almacenamiento y transporte del petróleo. El hecho de que esta región se considere la segunda cuenca petrolífera de Venezuela, y la entrada en operación de la denominada Faja Petrolífera del Orinoco, predispone al aumento en la frecuencia anual de accidentes relacionados con los derrames de petróleo. Sin bien tanto PDVSA como una de sus filiales INTEVEP, mantienen programas de investigación tanto en el control de derrames como en la restauración del subsistema terrestre de los morichales, aun parecen insuficientes los planes de contingencia desarrollados para controlar los derrames de acuerdo a su magnitud y el tipo de ambiente en el que ocurran.
- La tercera amenaza está representada por las 700.000 ha de pinos plantados en los topes planos del paisaje de altiplanicie de los Llanos Orientales de Venezuela. La más extensa plantación monoespecifica de *Pinus caribaea* en el mundo, ha sustituido la sabana de *Trachypogon* por una plantación comercial que ha causado y seguirá causando entre otras, la disminución apreciable del rendimiento hidrológico de los ríos de morichal.
- Habrá que definir en el futuro, si el agua subterránea acumulada en el acuífero libre de la Formación Mesa, representa el suficiente volumen para soportar el gasto hídrico que supone la alta tasa de evapotranspiración de estas plantaciones. Considerando además que al combinarse con la menor recarga anual del acuífero que alimenta los ríos de morichal, significa una importante pérdida total de agua en relación a la disponibilidad este sistema ecológico en 1969, antes de este cambio en el uso de la tierra.
- Merece urgente atención el efecto que tienen y puedan tener los descubrimientos de nuevos yacimientos de petróleo y la promoción de nuevas inversiones agrícolas asociadas a compañías transnacionales en los Llanos Orientales de Colombia. Es un hecho que las sabanas distróficas de *Trachypogon* presentes en el paisaje plano de las altillanura están siendo rápidamente remplazadas por plantaciones monoespecíficas de palma africana (*Elaeis guineensis*), caucho (*Hevea brasiliensis),* aparte de las 10.000 ha ya existentes de *P. caribaea* y los extensos cultivos de soya que exigen agua, fertilizantes, herbicidas y pesticidas.
- Deberíamos emplearnos en preservar la integridad y funcionalidad de los morichales de nuestra cuenca binacional. Actuar contando con lo que ya sabemos y emprender nuevas investigaciones básicas y aplicadas, planes de protección y manejo que preserven los bienes y servicios que los morichales proveen.
- Alterar la estructura y estabilidad de los subsistemas terrestre y lótico de los morichales, podría dejarnos por ejemplo, sin agua. Estamos obligados a detectar de antemano, el efecto que las continuas quemas, explotación de petróleo, construcción de vías, plantaciones y agricultura tendrá sobre estos excepcionales ecosistemas de la cuenca del Orinoco.
- Pensemos a largo plazo al decidir o sugerir nuevas acciones, teniendo en cuenta lo que habría de perderse con cada transformación de hoy. Planifiquemos el cambio de uso de la tierra haciendo un balance respecto a los bienes gratuitos que obtenemos de los morichales de la Orinoquía.

BIBLIOGRAFÍA

- Aditama, T. 2000. Impact of Haze from Forest Fire to Respiratory Health: Indonesian Experience. *Respirology* 5: 169–174.
- Andriesse, J. P. 1988. Nature and management of tropical peat soil. FAO Soil Bulletin 59. Rome. 164 pp.
- Bacon, P. R. 1990. Ecology and Management of swamp forests in the Guianas in and the Caribbean region. Pp 213 – 250. *En*: A. E. Lugo, M. Brinson, and S. Brown (Eds). Forested Wetland. Elsevier, Amsterdam.
- Beard, J. S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158.
- Beard, J. S. 1955. The classification of tropical American vegetation-types. *Ecology* 36: 89 -100.
- Berthrong S. T, E. G Jobbágy, R. B Jackson. 2009. A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation. *Ecological Applications* 19:2228-2241.
- Bevilacqua, M. P., y V. González. 1994. Consecuencias de derrames de petróleo y la acción del fuego sobre la fisonomía y composición florística de una comunidad de morichal. *ECOTROPICOS* 7: 23-34.

J. Fariñas

- Bond, W. J., y J. E Keeley. 2005. Fire as global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 387-394.
- Boulton, A. J., S. Findlay, P. Marmonier, E. H. Stanley, y H. M. Valett. 1988. The functional significance of the hyporheic zone in streams and rivers. *Annual Review of Ecology and Systematic* 9: 59–81.
- Brightsmith, D. J. y A. Bravo, 2006. Ecology and Management of Nesting Blue and Yellow macaw (*Ara ararauna*) in *Mauritia* palm swamps. *Biodiversity and Conservation* 5: 296 -305.
- Burrows, C. J. 1990. Processes of Vegetation Change. Unwin Hyman. London. 551 pp.
- Callaway, R. M., y L. R. Walker, 1997. Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology*. 78: 1958 – 1965.
- Caro-Fernández, M. X. 2008. Caracterización florística y estructural de la vegetación de un morichal en la hacienda Matarredonda, Municipio de San Martín, Meta. Tesis de Pregrado. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Carrera de Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, D. C., Colombia. 113 pp.
- Carrera, L. 2000. Aguaje (*Mauritia flexuosa*) a promising crop of the Peruvian Amazon. Pp 229 - 235. *En*: Proceeding of Second Conference of (Sub) tropical Fruits. Eds. M. Blanke y J. Pohlan. Eds. *Acta Horticulturae*. 531.
- Carrero O., V. Andrade, G. Orlandoni y F. Cubage. 2008. Predicción del consumo aparente per capita de madera rolliza en Venezuela mediante el uso de modelos Arima. *Revista Forestal Venezolana* 52 (2) 227-237.
- Cedeño, L., C. Carrero., W. Franco., y A. Torres-Lezama. 2001. *Sphaeropsis sapinea* asociado con quema del cogollo, muerte regresiva y cáncer en troncos, ramas y raíces del pino caribe en Venezuela. *Interciencia* 26: 210-215.
- Cerda, H. 2000. Nutritional composition, small scale production and palatability to tourists of palm worm (Coleoptera: Curculionidae) Rhynchophorus palmarum, a traditional food in Amazonas, Venezuela. *Antenna* 24: 159-161.
- Cerda, H., R. Martinez, N. Briceño, L. Pizszoferrato, P. Manzi, M. Tommaseo Ponzeta, O. Marin & Paoletti, M 2001. Palm worm (Insecta, Coleoptera, Curculionidae: *Rhynchophorus palmarum*) traditional food in Amazonas: nutritional composition, small scale production and tourist palatability. *Ecology and Food Nutrition* 40:13-32.
- Cochrane, M, A y C. R. Ryan. 2009. Fire and fire ecology: Concepts and Principles. Pp. 25-62. *En*: Cochrane M. A. (Ed.). Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics. Springer.
- Colmenares, R. A. 1984. Estudio del equilibrio químico en solución en las aguas de los ríos Morichal Largo y Yabo, estados Anzoátegui y Monagas, Venezuela. Tesis de Maestría IVIC. Centro de Estudios Avanzados. Caracas. 145 pp.
- Comerma, J. A. 2009. Suelos mal drenados en Venezuela. *Agronomía Tropical* 59: 25-32.
- COPLANARH. 1974. Estudio Geomorfológico de los Llanos Orientales. Publicación N. 38. Caracas.
- Crutzen, P. J. y M. O. Andreae, 1990. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biochemical cycle. *Science* 250: 1669-1678.
- Dennis, R., E. Meijaard, G. Applegate, R. Nasi y P. Moore, 2001. Impacts of human-caused fires on biodiversity and ecosystem functioning, and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes. CBD Technical Series No 5. UNEP, CBD. Secretariat of the Convention on Biodiversity. 27 pp.
- Dye, P., y D. Versfeld, 2007. Managing the hydrological impacts of South African plantation forests: An overview. *Forest Ecology and Management*. 251: 121–128.
- Escriche, I., J. Restrepo, J. A. Serra y L. F. Herrera, 2000. Composition and nutritive value of Amazonian palm fruits. *Food and Nutrition Bulletin*. 21: 361- 365.
- Farley, K. A., E. G. Jobbágy y R. B. Jackson. 2005. Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. Global Change Biology. 11: 1565-1576.
- Farley, K. A., G. Piñeiro., S. Palmer., E. G., Jobbágy, y R. Jackson. 2008. Stream acidification and base cation losses with grassland afforestation. *Water Resources Research*. 44: W00A03.
- Fernández, A. 2007. Los Morichales de los Llanos de Venezuela. Pp. 91-98. *En*: *Catalogo Anotado e Ilustrado de la Flora vascular de los Llanos de Venezuela*. Fudena- Fundación Empresas Polar- FIBV.
- Francis, J. K. 1992. *Pinus caribaea* Morelet: Caribbean pine. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Paper SO-ITF-SM-53. 10 pp.
- Galeano, G., y R. Bernal. 2010. Palmas de Colombia Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogota. 688 pp.
- González, V. 1987a. Los Morichales de los Llanos Orientales un Enfoque Ecológico. Ediciones Corpoven. Caracas. 56 pp.
- González, V. 1987b. Bases para el diseño de medidas de mitigación y control de las cuencas hidrográficas de los ríos Caris y Pao. Estado Anzoátegui. Tomo IV. Ecosistema Morichal. UCV-MENEVEN IZT. Caracas.111 pp.
- González, V. 1997. Caracterización de las distintas comunidades de plantas a ser interceptadas por la ruta y el corredor del oleoducto Caripito – Guiria. Ecology and Environment Caracas. 57 pp.
- González, V. 1999. La Vegetación del Delta del Orinoco. Entre los caños Manamo y Macareo. PDVSA. Proyecto DAO. 212 p. con 4 mapas de la vegetación a escala 1:100.000. Caracas.
- González, V. 2004. La vegetación y sus interrelaciones con el ambiente geomorfológico y edáfico de las cuencas de los ríos Limo y Cicapro en los Llanos Orientales de Venezuela. Funindes- Ameriven. Caracas. 62 pp.
- González, V. 2006. Proyecto Ven /99/G31 Conservación y Uso sustentable de la Diversidad Biológica en la Reserva de Biosfera y los Humedales del Delta del Orinoco "Evaluación Ecológica Rápida Componente: Vegetación. PNUD- Ambioconsult. Caracas. 439 pp.
- González, V. 2007a. Manejo de las comunidades de *Mauritia flexuosa* afectadas por el mantenimiento periódico de las líneas I, II y III a 765 Kv Guri.- Malena en el Estado Bolívar. CVG EDELCA. Caracas. 130 pp.
- González, V. 2007b. Floración y Producción de frutos de la palma *Mauritia flexuosa* en los Llanos Orientales de Venezuela Funindes- Ameriven. Caracas. 68 pp.
- González, V. 2009a. El control de derrames de petróleo en el subsistema lótico y terrestre del ecosistema morichal (palmares de pantano de *Mauritia flexuosa*) en los Llanos orientales de Venezuela. INTEVEP. PDVSA. Los Teques. 99 pp.
- González, V. 2009b. Estructura funcionamiento y dinámica de los morichales de los Llanos orientales de Venezuela INTEVEP, PDVSA. Los Teques. 112 pp.
- González, V. 2009c. Caracterización de los cambios que se han originado en la vegetación de las sabanas de bancos, bajíos y esteros asociadas a la planicie aluvial subreciente del río Arauca, a consecuencia del vertido diario de 700.000 barriles de las aguas de producción del campo Guafita. Estado Apure. Funindes. PDVSA 33 pp.
- González, V. 2010. Caracterización cuantitativa de distintos Morichales (subsistema terrestre) a lo largo de la carretera entre Villavicencio - Puerto Gaitán y sus alrededores. Presentación y discusión de los resultados por los participantes. Curso Internacional de Conocimiento, Manejo y Conservación de Ecosistemas de Morichal. UNILLANOS. Villavicencio, octubre 25 a noviembre 6 de 2010.
- Heinen, H. D., y K. Ruddle. 1974. Ecology ritual and economic organization in the distribution of the palm starch among the Warao of the Orinoco Delta. Venezuela. *Journal of Anthropology Research* 30:116-138.
- Howard, W. C. 1977. Swamp Ecosystems. *The Malayan Nature Journal* 31: 113-125.
- Huston, M and Smith, T. 1987. Plant succession: Life history and competition. *The American Naturalist* 130: 168 - 198.
- Ilnicki, P., y J. Zeitz. 2002 Irreversible loss of organic soil functions after reclamation Pp. 15-32. *En*: L. E. Parent y P. Ilnicki. Eds. Organic Soils and Peat Material for Sustainable Agriculture. CRC Press. Boca Raton.
- Jobbágy, E. G., M. Vasallo., K. Farley., G. Piñeiro, M. Garbulsky, M. Nosetto, R. Jackson, y J. M Paruelo. 2006. Forestación en pastizales: Hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia* 10:109-134
- Kadeba, O. 1991. Above-ground biomass production and nutrients accumulation in an age sequence of *Pinus caribaea* stands. *Forest Ecology and Management* 41: 237- 248
- Kahn, F y K. Mejía. 1988. Las palmeras de importancia económica en la Amazonía peruana. *Folia Amazónica* 1: 99-112.
- Kemper K. E. 2004. Groundwater - from development to management. *Hydrogeology Journal* 12: 3–5.
- Kimmins, J. P. 2003. Forest Ecology. Benjamin Cummings. San Francisco. 720 pp
- Kinkle B. K., y T. C Kane. 2000. Chemolithotrophic microorganisms and their potential role in subsurface environments. Pp 309– 318. *En*: Wilkens, H. D., C Culver, y W. F Humphreys (Eds) Ecosystems of the world, vol 30. Subterranean ecosystems. Elsevier. Amsterdam.
- Le Maitre, D. C., D. F. Scott y C. Colvin. 1999. A review of information on interactions between vegetation and groundwater. Water S A. 25: 137-152
- Lozada, J. R. 2007. Situación actual y perspectivas del manejo de recursos forestales en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51: 195-218.
- Machado-Allison, A. 2005. Los Peces del Llano de Venezuela: un ensayo sobre su Historia Natural. (3ra. Edición). Consejo Desarrollo Científico y Humanístico (UCV), Editorial Torino, 2005, Caracas, 222 pp.
- Machado-Allison, A., A. Rial y C. A Lasso, 2011. Amenazas e impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia venezolana. Pp 62-87. *En*: C. A. Lasso, A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. C. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado- Allison (Eds). Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. 304 pp.
- Marrero, C., A. Machado-Allison, V. González y J. Velázquez, 1997. Ecología y Distribución de los peces de los morichales de los llanos Orientales de Venezuela. *Acta Biológica Venezuélica*, 17: 65-79.
- Medina, M. 1984. Caracterización fisicoquímica de las aguas de 13 ríos del Estado Monagas y T. F. D. A., M.A.R.N.R. Serie de informes científicos. Zona 12/lC/58. Maturin.
- Mitsch, W. J., A. M. Nahlik., P. Wolski., B. Bernal., L. Zhang., y L. Ramberg. 2009. Tropical wetlands: Seasonal hydrologic pulsing, carbon sequestration, and methane emissions. *Wetlands Ecology and Management* 18: 573 -586.
- Murty, T. S., D. Scott y W. Baird. 2000. The 1997 El Niño, Indonesian Forest Fires and the Malaysian Smoke Problem: A Deadly Combination of Natural and Man-Made Hazard *Natural Hazards* 21: 131–144.
- Myers, R. L. 1990. Palm Swamps. Pp. 267 – 286. *En*: Lugo, A. E., M. Brinson, y S. Brown (Eds.) Forested Wetland. Elsevier, Ámsterdam.
- Padoch, C. 1988. Aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) in the economy of Iquitos, Peru. *Advances in Economic Botany* 6: 214 – 224.
- Page, S. E., F. Siegert., J. O. Rieley., H.- D. V. Boehm., A. Jaya, y S. H. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat forest fire in Indonesia during 1997. *Nature* 420: 61-65.
- Page, S. E, A. H. Langner., A. K. Tansey., F. Siegert., S. Limin y J. O. Rieley. 2009. Tropical peatland fires in Southeast Asia. Pp. 263–287 *En*: Cochrane M. A., (Ed.) Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics. Springer. New York.
- Pereira, S. de J., G. I. B. Muniz, M. Kaminski, U. Kloch, S. Nigoski y F. J. Fabrowski. 2003. Buriti (*Mauritia vinifera*) (Martius) pulp. *Scientia Forestales* 63: 202- 213.
- Posa, M R. C., L. S. Wijedasa y R. T. Corlett. 2011. Biodiversity and Conservation of Tropical Peat Swamp Forests *BioScience* 61: 49-57.
- Ponce, M.E., F.W. Stauffer, M.L. Olivo y M.A Ponce. 2000. Mauritia flexuosa L.f. (Arecaceae). Una revisión de su utilidad y estado de conservación en la cuenca Amazónica, con especial énfasis en Venezuela. *Acta Botánica Venezuélica* 23 (1): 19-46.
- Rial, B. A 2003. Evaluación de Potencialidades de Áreas Naturales. Estado Anzoátegui. Componente Vegetación. Proyecto Conservación y Uso sustentable en la Ecorregión de los Llanos del Orinoco. FUDENA – GEF. 26 pp.
- Rial, B. A. y D. Giraldo 2004. Factibilidad de la conservación en áreas privadas de la ecorregión de los Llanos. Informe Técnico FUDENA – GEF. 76 pp.
- Rial, B. A. y D. Giraldo 2003. Análisis y Perspectivas para la Conservación en áreas privadas de la ecorregión de los Llanos de Venezuela. Informe Técnico FUDENA- GEF. 120 pp.
- Richardson, D. M. 1998. Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press. Cambridge. 525 pp.
- Rojas, L. M., H. Saavedra., J. Márquez y A. Torres-Lezama. 2010. Análisis e incidencias de la variabilidad climática en las áreas de plantación de pino caribe al sur de los estados Monagas y Anzoátegui (Venezuela) *Revista Geográfica Venezolana*. 51: 249-268
- Rydin, H y J. K. Jeglum. 2006. The Biology of Peatland. Oxford University Press. 343 pp.
- Sánchez, J. C., Peña, R., Rodríguez. y K. Brandwisk, 1983. Caracterización fisicoquímica de los ríos Uracoa, Yabo y Morichal Largo. Informe No. INT - 00683.83. INTEVEP.
- Sansigolo, C. A., y E S. B., Ferraz, 1982. Measurement of transpiration and biomass in a tropical *Pinus caribaea* plantation with tritiated water. *Agriculture Meteorology* 26: 25-33.
- Sarmiento G 1984. The Ecology of Neotropical savannas. Harvard University Press. Cambridge. 235 pp.

J. Fariñas

J. Fariñas

- Svenning, J. C. 1999. Recruitment of tall arborescent palms in the Yasuni National Park, Amazonian Ecuador: are large treefall gaps important? *Journal of Tropical Ecology* 15: 355 – 366.
- Tomlinson, P. B. 2006. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 5-14.
- Urrego, L. E. 1987. Estudio Preliminar de la fenología de la canangucha (*Mauritia flexuosa L. F.*) *Colombia Amazónica* 2: 57-81.
- Usup, A., H. Hashimoto., H. Takahashi y H. Hayasaka. 2004. Combustion and thermal characteristics of peat fire in tropical peatland in Central Kalimantan, Indonesia. *TROPICS* 14: 1-19.
- Vareschi, V. 1962. La quema como factor ecológico en los Llanos. *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 23: 9-26
- Vegas-Villarubia, T., J. Paolini, y R. Herrera. 1988. A physicochemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela. *Archiv fur Hydrobiologie* 4: 491-506.
- Villachica, H. 1996. Aguaje (*Mauritia flexuosa* L). En: Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonía. Pp. 4-11. TCA – Secretaria Pro –Tempore No. 44.
- Waterloo, M. J., F. J. Beekman, L. A. Bruijnzeel., K. F. A. Frumau, E. Harkema, H. Opdam, J. Schellekens, H. F. Vugts, y T. T. Rawaqa. 1993. The impact of converting grassland to pine forest on water yield in Viti Levu, Fiji. Pp. 149-156. *En* J. S. Gladwell, (Ed.), Hydrology of Warm Humid Regions. IAHS Publication No. 216.
- Waterloo. M. J. 1994. Water and Nutrient Dynamics of *Pinus caribaea* Plantation Forests on degraded grassland soils in Southwest Viti Levu, Fiji. PhD dissertation. Vrije Universiteit, Amsterdam.. The Netherlands. 462 pp.
- Waterloo, M. J., L. A. Bruijnzeel, y H. F. Vugts. 1999. Evaporation from *Pinus caribaea* plantations on former grassland soils under maritime tropical conditions. *Water Resources Research*. 35: 2133 – 2144.
- Waterloo, M. J., J. Schellekens, L. A. Bruijnzeel y T. T. Rawaqa. 2007. Changes in catchment runoff after harvesting and burning of a Pinus caribaea plantation in Viti Levu, Fiji. *Forest Ecology and Management*. 251: 31– 44.
- Wilbert, J. 1969. Textos Folklóricos de los Indios Warao. Los Angeles: Latin American Center. University of California. Latin American Studies, Vol.12.
- Wilbert, W. 1995. Conceptos Etnoecologicos Warao. *Scientia Guainae*. 5: 335 - 370.
- Zanatta, C. F. M. Mitjans, V. Urgatondo, P. A. Rocha-Filho, y M. P. Vinardell. 2010 Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology* 48: 70-75.
- Zea, E. 1997. Demografia de *Mauritia flexuosa* en una sabana mal drenada de La Orinoquia Colombiana y su aplicacion en la evaluación de alternativas de manejo. Tesis de Pregrado. Carrera de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, D. C., Colombia. 185 pp.
- Zhang, L., W. Dawes y G. R. Walker. 2001. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research*. 37: 701–708.
- Zinck, A. y P. Urriola, 1970. Origen y Evolución de la Formación Mesa. Un enfoque edafológico. MOP. División de Edafología, Barcelona.

Ecotono entre el morichal y el herbazal de pantano, Venezuela. Foto: J. Fariñas.

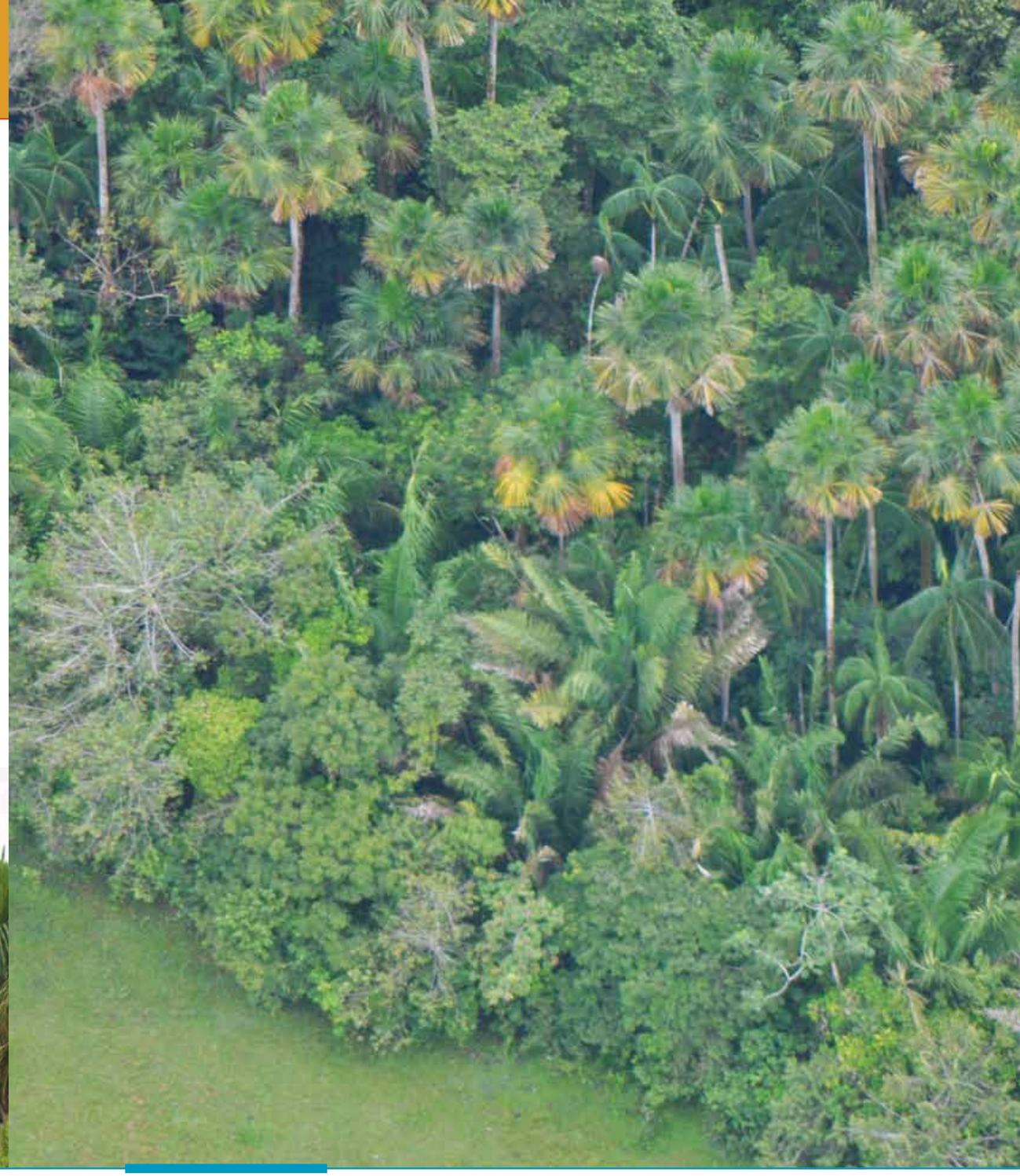


Foto: F. Trujillo.

Niña indígena con fauna silvestre para la venta. Foto: F. Trujillo

.5 USO Y MANEJO DE LA FAUNA SILVESTRE EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA: CACERÍA Y TRÁFICO DE ESPECIES

E. Payán

Fernando Trujillo, Luis Miguel Jiménez-Ramos, Juanita Aldana, María Victoria Rodríguez-Maldonado, Andrea Caro y Paola Rodríguez

RESUMEN

Se presenta información sobre el aprovechamiento de fauna silvestre en la Orinoquia colombiana. Primero, una evaluación de la cacería por parte de comunidades indígenas donde se reporta una gran dependencia de especies de mamíferos, aves y reptiles como fuente proteica. Igualmente se realiza un análisis del uso de fauna silvestre y conflictos en el caso de llaneros, específicamente con felinos. De manera ilustrativa, se presenta una evaluación de los patrones de uso de tres especies amenazadas: las tortugas arrau y terecay; y los manatíes, cuyas poblaciones se han reducido dramáticamente. Además, se analiza el aprovechamiento de las poblaciones de chigüiros y sus implicaciones ecológicas. Por último, se analiza el impacto del tráfico ilegal de especies en la región. Se concluye que el aprovechamiento de fauna está generando impactos negativos y que se requieren medidas apropiadas de manejo de especies y ecosistemas, además de evaluaciones estandarizadas que cuantifiquen estos impactos.

Palabras clave: Cacería. Conflictos con fauna silvestre. Tráfico de especies. Tortugas. Manatíes. Chigüiros.

INTRODUCCIÓN

El manejo de fauna se ha convertido en uno de los principales retos en el siglo XXI para la mayoría de los países del mundo, especialmente de aquellos que aún dependen en gran medida de este recurso. Colombia no es la excepción a esta regla, ya que la mayoría de la población rural del país obtiene un importante porcentaje de la proteína animal de la cacería. Esta actividad parece soportar una buena parte de la seguridad alimentaria de muchos pueblos, basados en prácticas ancestrales que de una u otra forma han guiado a estos grupos humanos a usar de manera sostenible los recursos. Este tipo de relacionamiento entre los humanos y su entorno ha cambiado dramáticamente en las últimas décadas, fundamentalmente por el factor demográfico y la incorporación de prácticas inadecuadas de aprovechamiento, degradación del hábitat y cambio de un uso de consumo local a otro con carácter más comercial.

Nuestro país, al igual que otros de la región ha sido sacudido por bonanzas temporales basadas en procesos de extractivismo exagerado como el de la época de las pieles (años cuarenta a cincuenta), donde miles de nutrias, caimanes y felinos fueron sacrificados para satisfacer un mercado en Europa y Estados Unidos (Medem 1968, Smith 1974, Donadio 1978, Trujillo *et al*. 2010a).

Los indígenas cada vez deben hacer incursiones más lejanas en sus comunidades para poder cazar y/o colectar especies que antes estaban disponibles más fácilmente. Los calendarios ecológicos de caza y pesca se han modificado por factores climáticos y por alteraciones en la abundan-

E. Iraba

cia de las especies. De manera interesante, por citar un ejemplo, en los años ochenta en la Amazonia colombiana algunos estudios concluían que en diciembre y enero había más disponibilidad de fauna y que por eso los datos de cacería y pesca eran los mayores. Sin embargo, al cruzar esta información con estudios biológicos no se veía un patrón que respaldara esto; por otro lado, al hacer una evaluación socio-económica se encontró que el esfuerzo de cazadores y pescadores aumentaba en respuesta a las festividades de diciembre y la necesidad de útiles escolares y uniformes para sus hijos. Esto ponía de manifiesto que el relacionamiento tradicional con la fauna se iba modelando por las economías de la región. De manera similar, se ha identificado la importancia de hábitats estratégicos para garantizar la permanencia de fauna como son los salados, pero hasta la fecha los esfuerzos de conservación han sido muy incipientes.

Para el manejo de la fauna existen diversas variables que deben ser tenidas en cuenta, y una de ellas es el componente legal. En Colombia, la fauna terrestre está considerada como un recurso protegido con legislación específica, pero en el caso de la fauna acuática, desafortunadamente ha sido definida más como un recurso hidrobiológico, cuyo manejo depende más de instancias del orden pesquero que del propio Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Este divorcio conceptual ha generado inconsistencias en el manejo de los recursos faunísticos del país a lo largo del tiempo. Igualmente, vinculado al tema legal, está el tráfico de especies, que en Colombia presenta cifras muy preocupantes, en término de animales sacados ilegalmente del país, decomisos e inversión económica del Estado por frenar este flagelo (Cruz-Antía y Gómez 2010, Gómez 1997, Trujillo 2009).

Ante esta situación, el Gobierno colombiano ha promovido vedas, ha generado normativas, e incluso ha apoyado procesos locales basados en acuerdos de conservación. Entre estos últimos sobresalen las iniciativas de ONGs, Parques Nacionales y Resguardos Indígenas alrededor del manejo de la tortuga charapa en el medio Caquetá (Hildebrand y Peñuela 1994, Monje y Martínez 2008). Desde entonces existe un número interesante de esfuerzos dirigidos a diversos grupos de fauna, muchos de ellos acompañados igualmente por las Corporaciones Regionales, pero que de alguna manera siguen sin consolidarse de manera definitiva. Esto genera una disyuntiva seria, ya que es preciso realizar un ejercicio serio que permita reflexionar sobre el uso de fauna en el país, evaluar los vacíos normativos y recoger lecciones aprendidas tanto buenas como malas de los procesos adelantados, todo esto dentro del marco del Convenio de Diversidad Biológica, y ajustando el uso de estas especies en los principios generales de Addis Abeba (Trujillo *et al.* 2010b). Estos principios fundamentalmente buscan generar unas condiciones de uso sostenible como instrumento para combatir la pobreza y lograr un desarrollo adecuado, garantizando que todos los actores que administran y usan los recursos tomen parte activa de este proceso.

El presente caso de estudio no pretende ser un análisis exhaustivo del estado del arte sobre cacería y uso de fauna en Colombia, pero si presenta la situación general en la Orinoquia, por lo que se ilustran diversos procesos a través de casos de estudio en los que existe información disponible.

METODOLOGÍA

El análisis del uso de fauna para la Orinoquia colombiana, se basó en la revisión de literatura científica, reportes, tesis de grado, capítulos de libros, entre otros, enfocados en la cacería, el aprovechamiento de fauna por comunidades locales y el tráfico de especies para presentar una evaluación preliminar. Esto último se abordó a través de una revisión de información de incautaciones de fauna por parte de la Policía Nacional, además de datos de las Corporaciones Autónomas.

El capítulo se divide en tres secciones: la primera, sobre cacería de fauna por comunidades indígenas y llaneras; la segunda, enfocada en casos de estudio de especies con alta presión de caza como el chigüiro, las tortugas del género *Podocnemis* y los manatíes (*Trichechus manatus*); y la última, analiza el tráfico de especies en la región. Las especies seleccionadas en la segunda parte se abordaron dado su nivel de amenaza y la disponibilidad de información.

RESULTADOS

Cacería de fauna por comunidades locales (indígenas y llaneros)

La cacería es una de las actividades más antiguas del ser humano que junto a la agricultura consolidaron los asentamientos humanos en muchos lugares del planeta. En muchos países, la transformación y deterioro de los ecosistemas sumados a un aumento poblacional severo, hicieron que esta actividad fuera desapareciendo y dando paso a la domesticación de animales como fuente de proteína.

F. Trujillo

Sin embargo, se sabe que al menos en 62 países del mundo muchos pueblos dependen aún de esta actividad para acceder a su principal fuente de alimento (Redford y Robinson 1991, Steartman y Redford 1995).

Moure y Etter (2001) identifican modalidades de cacería de subsistencia en Colombia, afirmando que cuatro están presentes en el Orinoco. Las modalidades varían entre sí de acuerdo a la dependencia de carne que provee la cacería. De esta manera, si para los indígenas cazadores-recolectores es la principal fuente, para los colonos y campesinos ésta solo complementa su dieta. En el caso cultural también existe una diferenciación en cuanto a la importancia de la cacería; para los indígenas define roles de género (el papel masculino) y muestra su presencia en el territorio, en contraste para las comunidades no indígenas, la cacería tiene una baja valoración cultural y es una actividad de tipo transitorio determinada básicamente por la accesibilidad y disponibilidad de la fauna culturalmente aceptada para el consumo.

Indígenas

Los espacios donde los indígenas capturan las especies que aprovechan pueden estar asociados a cuerpos de agua o a zonas de tierra firme y dependen de la estacionalidad de las lluvias. En los bosques inundables es posible encontrar reptiles como el morrocoy (*Chelonoidis denticulata*), el cachire (*Paleosuchus palpebrosus*), monos como *Cebus apella y Alouatta seniculus*, fauna acuática y también aves que sirven para la consecución de proteína (Ayres *et al.* 1997, Rodríguez 2006). La zona de tierra firme es la que habitan las comunidades y donde poseen conucos (sistemas de producción de mínima utilización de insumos implementados por indígenas y campesinos), en éstas zonas se produce una mayor extracción de medianos y pequeños mamíferos como danta (*Tapirus terrestris),* lapa *(Agouti paca),* venado *(Mazama americana),* venado sabanero (*Odocoileus virginianus),* picure (*Dasyprocta fuliginosa)* y báquiro *(Tayassu pecari).* Dentro de ésta zona de tierra firme están los rastrojos (lugar donde hubo conuco y se está dando sucesión vegetal) que son muy importantes en la dinámica de los ecosistemas por ser espacios en regeneración que ofrecen alimento para la fauna silvestre.

No son muy numerosos los estudios que hay sobre cacería en el Orinoco colombiano, e igualmente no existe una aproximación metodológica equivalente entre ellos. Algunos miden la importancia de una especie en términos de porcentaje de captura y otros de manera cualitativa por la percepción de los cazadores sobre si una especie es abundante o no.

Rodríguez (2006), por ejemplo reportó que en la selva de Matavén los indígenas cazan especies de acuerdo al tipo de ecosistema. Los parches de selva por ejemplo, ofrecen hábitats para aves y mamíferos tanto arbóreos como terrestres, como la pavas (*Penelope jacquacu*), tucán (*Ramphastos* sp.), paujil (*Crax* sp.) picure, (*Dasyprocta fuliginosa*), cachicamo (*Dasypus kappleri*), lapa (*Agouti paca*), oso palmero (*Tamandua tetradactyla*), venado (*Mazama americana*) y mico de noche (*Aotus* sp.), entre otros. El cachicamo (*Dasypus novemcinctus*), el picure (*Dasyprocta* sp.) y el báquiro (*Pecari tajacu*) son especies que se adaptan en cierto grado a las modificaciones antrópicas del paisaje por lo cual se pueden encontrar en la transición entre conucos y bosques. Algunos otros animales que también son objeto de caza en esta región, corresponden a la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*), la terecay (*Podocnemis unifilis*), venado sabanero (*Odocoileus virginianus*), oso perezoso (*Bradypus variegatus*) y pato aguja (*Anhinga anhinga*). Este estudio, concluyó que los mamíferos corresponden al grupo que más aporta biomasa a la actividad de cacería.

Usos de la fauna

Es de resaltar que los indígenas han dejado de lado muchos de los usos que le daban a ciertas especies en el pasado ya que las creencias han variado con el tiempo. La abstinencia de ciertas carnes que no eran aceptadas socialmente, ha desaparecido y actualmente son consumidas por adultos y jóvenes. También se tejen una serie de creencias alrededor de lo que una mujer embarazada y su pareja no deben comer. Por otro lado, hay especies que no se capturaban en el pasado pero debido a factores de tipo económico hoy en día son utilizadas (Vanegas 2006). Rodríguez (2006) identificó que la evangelización tuvo una fuerte influencia en los usos que los indígenas le dan a la fauna silvestre en cuanto a la medicina, el simbolismo y las propiedades mágicas de ciertos subproductos de los animales, suprimiendo muchas de sus manifestaciones culturales. Actualmente, los usos predominantes corresponden a la alimentación, la comercialización, el intercambio y regalo, el control y la tenencia como mascota (Robinson y Bodmer 1999, Ojasti 2000).

Alimentación

Se prefieren animales que tengan un buen tamaño que puedan ser consumidos por varias personas, entre los cuales están la lapa (*Agouti paca*) y el báquiro (*Pecari tajacu*) (Rodríguez 2006). Los reptiles también tienen un papel importante, especialmente las tortugas del género *Podocnemis*. Rodríguez (2006) reporta que algunas otras especies que son cazadas para consumo por los indígenas Curripaco de la Selva del Matavén son: *Tapirus terrestris, Mazama gouazoubira, Odocoileus virginianus, Hydrochaeris hydrochaeris,*

E. Iraba

Lagothrix lagothricha, Priodontes maximus, Panthera onca y *Saimiri sciureus,* entre otras.

Comercialización
Es una de las pocas actividades donde los indígenas pueden involucrarse en mercados locales para obtener ingresos monetarios que sirven para suplir algunas de las necesidades básicas, por ejemplo de los productos de la pesca ornamental y de la captura de algunos reptiles dentro de los cuales está el cabezón (*Peltocephalus dumerilianus).*

Intercambio y regalo
Se da cuando hay celebraciones religiosas, si se quiere convidar de los productos de la cacería, en el caso que se haya colaborado en alguna manera en la faena de caza y al transarse por otros bienes o servicios (Ojasti 1993, 2000).

Control
Se procura eliminar a los individuos que representan una amenaza para los intereses de los indígenas, para que no causen daño a animales domésticos ni atenten en contra de su seguridad como en el caso de los felinos.

Tenencia como mascota
Es una práctica que se da entre las comunidades indígenas del Orinoco especialmente de crías o juveniles; entre las especies predilectas están los monos araguato (*Aloutta seniculus*) y mico de noche (*Aotus* sp.), el oso perezoso (*Bradypus variegatus*), las tortugas morrocoy (*Chelonoidis denticulata*) e incluso las nutrias gigantes (*Pteronura brasiliensis*) (Baptiste *et al*. 2002, Nassar-Montoya 2000, Trujillo 2009, Cruz-Antia y Gómez 2010).

Jornadas y artes de cacería
Existen algunas investigaciones donde se describe en detalle las jornadas de cacería que llevan a cabo grupos indígenas del Orinoco, ya sean para autoconsumo o para la venta. Plata (2006), Rodríguez (2006) y Vanegas (2006) identificaron que efectivamente la caza hace parte de la cotidianidad de la comunidad indígena, siendo posible distinguir tipos de cazadores (profesionales, expertos, cazadores-pescadores profesionales u ocasionales) y tipos de cacería, que están determinados por el destino del producto capturado, el requerimiento de proteína animal, la destreza del cazador, y el ejercicio de otras actividades productivas, razón por la cual divide los tipos de cacería en directa y ocasional. Los cazadores ocasionales se dedican a otras actividades productivas predominantes a la caza como lo son la pesca y la agricultura en el conuco (Vanegas 2006, Rodríguez 2006). Existen jornadas de cacería de corta, mediana y larga duración.

Las jornadas de cacería son llevadas a cabo casi exclusivamente por hombres, las mujeres por su parte son las encargadas de "arreglar" las presas cuando los hombres las llevan a la casa. Si el cazador no captura la presa de su preferencia opta por otras o por ir a pescar en el caso que fracase en la jornada, ya que en lo posible no se debe volver con las manos vacías a la casa.

Como técnicas de cacería se hacen caminatas para buscar animales por medio de seguimiento de huellas, rastros que han dejado al alimentarse, dormideros, ruidos, entre otros. También se usan linternas para alumbrar a los ojos de las presas, se espera pacientemente a que las presas lleguen a sitios comunes para ellas, se imitan sonidos, se usa la asfixia (con humo o agua) y se utilizan trampas para mamíferos y reptiles. Los perros juegan un rol importante en las faenas de cacería debido a que son una gran ayuda para acechar a las presas, acorralarlas y en algunos casos darles muerte, que en su mayoría son de porte mediano. En cuanto a las artes de cacería que usan los indígenas, la escopeta es una de las predilectas ya que permite que la jornada de cacería sea más exitosa, reduciendo también el esfuerzo que invierte el cazador, desplazando el uso de armas tradicionales como las flechas y la cerbatana. También se usan el arpón y los anzuelos para captura de reptiles, así como machete, arco, flechas y palos (Jiménez 2004, Plata 2006, Rodríguez 2006, Vanegas 2006).

En la tabla 1 se describen algunas características de la actividad cacería llevada a cabo por algunos grupos indígenas de la Orinoquia colombiana, con base en la información suministrada por Sánchez (2007).

Llaneros
Los hatos llaneros pueden llegar a ser sitios de conservación para la fauna silvestre propia de la sabana dentro de los cuales están el venado (*Odocoileus virginianus*), el cachicamo (*Dasypus sabanicola*), el oso hormiguero (*Myrmecophaga trydactila*) y el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) ya que se ejerce un mayor control por medio de prohibiciones de cacería, lo cual puede llevar a que las poblaciones estén en relativo buen estado de conservación dado que la presión de caza es muy baja. Es de resaltar la facilidad que el llanero tiene dentro de los hatos para obtener carne de res, por lo cual no depende de la cacería para la obtención de proteína animal (Hernández 2007) y que en últimas las prácticas conservacionistas al interior del hato dependen del propietario, es decir, si éste decide tomar medidas para proteger la fauna silvestre (Herrera 1999).

El llanero es un cazador ocasional, atendiendo a variaciones voluntarias en su dieta. Se enfocan principalmente en

F. Trujillo

Tabla 1. Descripción de algunas prácticas de cacería llevadas a cabo por comunidades indígenas del Orinoco en Colombia.

Grupo indígena	Algunas características de la actividad de cacería
Achagua	La cacería se ve limitada por las restricciones de los hatos ganaderos, sin embargo en las épocas de cacería se pueden obtener chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cachirres (*Paleosuchus palpebrosus* y *P. trigonatus*), armadillos (*Dasypus sabanicola*), lapas (*Agouti paca*) y pavas (*Nothocrax urumutum*).
Betoye	En la actualidad cazan ratones de agua (*Chironectes minumus*), picures (*Dasyprocta fuliginosa* y *D. punctata*), micos araguatos (*Alouatta seniculus*) y ardillas (*Sciurus igniventris*).
Kuiba	Utilizan perros para llevar a cabo las faenas de cacería. Algunas de las especies consumidas corresponden a tortugas (*Podocnemis expansa*), armadillos (*Dasypus sabanicola*), picures (*Dasyprocta punctata* y *D. fuliginosa*), chigüiros (*Hydrochaeris hyrdochaeris*) e iguanas (*Iguana iguana*).
Guayabero	De manera diaria se cazan tortugas (*Podocnemis expansa*), monos (*Lagothrix lagothricha*), cachirres (*Paleosuchus trigonatus* y *P. palpebrosus*) e iguanas (*Iguana iguana*).
Hitnu	Usualmente cazan cháchara (*Tayassu pecari*), picure (*Dasyprocta punctata* y *D. fuliginosa*) y danta (*Tapirus terrestris*).
Kurripaco	Los mamíferos más consumidos son el chigüiro (*Hydrochaeris hyrdochaeris*), el cafuche (*Tayassu pecari*), la danta (*Tapirus terrestris*), el venado (*Odocoileus virginianus* y *Mazama americana*) y monos (*Cebus albifrons, Alouatta seniculus, Lagothrix lagothricha, Saimiri sciureus*).
Sáliva	Con frecuencia se cazan cafuches (*Tayassu pecari*), venados (*Odocoileus virginianus* y *Mazama americana*) y saíno (*Tayassu tajacu*) y algunas tortugas como (*Podocnemis expansa* y *P. unifilis*). La escopeta es la principal herramienta para cazar, pero aún se usan el arco y la flecha.
Sikuani	Se sabe que usan los animales cazados con fines alimenticios y mágico-religiosos, de acuerdo con un calendario estacional. Entre los animales que cazan se encuentran cafuches (*Tayassu pecari*), dantas (*Tapirus terrestris*), lapas (*Agouti paca*) y armadillos (*Dasypus sabanicola*).
U'wa	Con la presión de los recursos y del territorio, y la colonización, la caza disminuyó. Esta se llevaba a cabo con trampas de cabuya, escopeta y flechas. Aún es común que se capturen el armadillo (*Dasypus sabanicola*), el paujil (*Pauxi pauxi*) y la gallineta de monte (*Crytarellus ondulatus*).

lapas (*Agouti paca*), cachicamos (*Dasypus* sp.), cafuches (*Tayassu pecari*), babillas (*Caiman crocodilus crocodilus*), tortugas (*Podocnemis expansa, P. unifilis*) y eventualmente en aves y chigüiros (Franco 2004, Sánchez-Silva 2007).

Este grupo social percibe como perjudiciales a ciertas especies debido a que compiten por agua y alimento con el ganado. El jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) son considerados como una amenaza debido a la predación que ejercen sobre el ganado (Figura 1), convirtiéndolos en objeto de caza con el fin de controlar sus poblaciones, así como también al caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) y el güio negro (*Eunectes murinus*). De la misma forma que los chigüiros son protegidos en algunas fincas, también se les persigue debido a que se ha dicho que pueden contaminar con sus heces aguas poco profundas que son consumidas por el ganado, lo que puede generar enfermedades y por consiguiente pérdidas monetarias en los propietarios de la fincas, razón por la cual se opta por llevar a cabo matanzas contra ellos (Sastre 2003). Por medio de entrevistas, Hernández (2007) identificó que las quemas realizadas controladamente por lugareños de Orocué (Casanare) influye negativamente en poblaciones de osos hormigueros (*Myrmecophaga trydactila*), chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cachicamos sabaneros (*Dasypus sabanicola*), así como a serpientes y aves. De acuerdo con el mismo autor, las prácticas de cacería han llevado a que la fauna silvestre haya desaparecido cerca de asentamientos humanos, que según Zapata (2001) se puede ver reflejado en extinciones locales de especies.

E. Iraba

Figura 1. Cazador de jaguares en la época de las pieles. Foto: R. Herrera. Retoque color: J. García Robles.

ANÁLISIS DE USO SOBRE FAUNA ACUÁTICA Y TERRESTRE EN LA ORINOQUIA

Basados en la disposición de información, se presenta una evaluación sobre el impacto de la cacería en tres grupos de fauna de la Orinoquia: tortugas, manatíes y chigüiros.

Tortugas del género *Podocnemis*

La información relacionada con el uso y aprovechamiento de quelonios se remonta a los siglos XVIII y XIX, a través de relatos de misioneros y escritores de la época, donde se daban a conocer aspectos relacionados con la historia natural de las especies y el estado poblacional de éstas, al tiempo que narraban cómo este grupo de animales eran usados como recurso alimenticio en las comunidades que habitaban los lugares en los que se distribuían.

Ya en el siglo XX, la adquisición de conocimientos acerca de las tortugas colombianas empezó a tener un enfoque científico. Como fruto de dichos procesos investigativos, se sentaron las bases de una política de manejo de recursos naturales renovables y de protección para las tortugas fluviales, además de la elaboración del primer diagnóstico sobre el estado del conocimiento y distribución de los Testudinata en Colombia, el establecimiento de varias vedas para las tortugas y recomendaciones en cuanto a la protección y estudio de las áreas de anidamiento importantes (Bermúdez-Romero *et al.* 2010, García-Mora *et al.* 2008; Hildebrand *et al.* 1997, Trujillo *et al.* 2008).

Uso

La tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) y la terecay (*P. unifilis*) son las especies más apetecidas de tortugas en la región, debido a su tamaño y muchos años atrás por su abundancia (Matheus 1879). Constituyen una de las fuentes de proteína más importantes para los habitantes ribereños, asentados en ríos como el Meta, Guaviare, Arauca, Casanare y Orinoco (Figura 2).

Desde la época de los cronistas se hace referencia a la abundancia de estas especies, que en su momento sustentó una industria extractivista de millones de huevos colectados en las playas del Orinoco y el Meta, y que eran utilizados para producir aceite que se enviaba en grandes cantidades a Europa. Smith (1974) estimó que en los siglos XVIII y XIX se exportaron cerca de 8.000 potes de aceite de huevos de tortuga por año desde Brasil, equivalentes a la eliminación del esfuerzo reproductivo de 400.000 hembras. Desde entonces, las poblaciones se han reducido dramáticamente hasta el punto de sólo ser viables en determinados ríos de la Amazonia y la Orinoquia.

F. Trujillo

Figura 2. Aprovechamiento de tortugas por comunidades indígenas. Foto: F. Trujillo.

Las artes de caza incluyen trampas, anzuelos, arpones, flechas y más recientemente mallas (Trujillo *et al.* 2008). El tamaño y el número de huevos de la tortuga arrau (70-140) han hecho que esta especie sea particularmente aprovechada (Alderton 1988), y que se reporten más de 18 usos: alimenticio (carne, huevos), medicinal (grasa), combustible (grasa), ornamental (huesos y caparazón), entre otros (Castaño-Mora 2002, Moll y Moll 2004, Pritchard y Trebbau 1984).

La eliminación de huevos por crecientes del río hace que se estime que tan sólo el 5% de los neonatos sobreviven (Ojasti 1993). A esto se suma la predación por parte de comunidades humanas, que generalmente extraen todos los huevos del nido, argumentando que una vez que se destapa, los huevos se vuelven infértiles, creencia que no tiene ninguna validez (Martínez-Sánchez *et al.* 2004).

Debido a la presión de caza sobre la tortuga arrau, y su drástica disminución poblacional, se reorientó el esfuerzo de captura hacia la terecay generando una situación similar de amenaza. Las tallas reportadas de captura en ambas especies sugieren que se están cazando principalmente individuos juveniles, y que no se está logrando un "stock" de animales adultos y sexualmente maduros (Hernández y Espín 2006).

Una situación similar se reporta en la Orinoquia venezolana, en donde en 1989, el Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) y Profauna, lideraron la creación del Refugio de Fauna Silvestre y una Zona Protectora para la tortuga arrau, que incluyó un programa de manejo de nidos de tortugas del género *Podocnemis,* y que ha contribuido con la liberación de unos 45.000 neonatos al año en el medio Orinoco (Hernández y Espín 2003, 2006). (Figura 3).

En Colombia se han reportado iniciativas similares en menor escala tanto en los ríos Meta y Bita como en Casanare, lideradas por Corporinoquia y algunas ONGs (Fernández y Martínez 2005, Trujillo *et al.* 2008).

El valor comercial de un individuo de charapa en mercados locales oscila entre $15.000 y $50.000 según su tamaño, sin embargo su precio en el exterior como mascota puede ser

E. Iraba

Figura 3. Programa de liberación de tortugas en el medio Orinoco Venezolano. Foto: F. Trujillo.

hasta de US$150 dólares por individuo. El precio de una docena de huevos de tortuga charapa en el mercado local es de entre $10.000 y $15.000 pesos la docena.

En la Orinoquia colombiana, la tortuga charapa actualmente se encuentra en Peligro Crítico (CR) por la rápida reducción del tamaño y viabilidad de sus poblaciones (Castaño-Mora 2002). Esto se debe principalmente al saqueo de nidos y neonatos, el acoso a las hembras anidantes, la alta presión por caza y la destrucción de hábitats críticos, además de factores no antrópicos como, los cambio abruptos en los pulsos de inundación, que provocan la pérdida de muchas posturas a lo largo de los ríos. A pesar de toda esta problemática, en la actualidad no hay una estrategia para el uso racional y sostenible del recurso.

Desde el punto de vista legal, existen convenios y acuerdos internacionales que promueven la protección, conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas del país, estos involucran de manera tangencial o indirecta a las tortugas o sus hábitats. Dentro de estos convenios y acuerdos se encuentran: Convención para la Protección de

F. Trujillo

la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América, firmado en Washington en Octubre de 1940, Convención sobre la Protección de la Naturaleza y la Vida Silvestre en el Hemisferio Occidental, la cual entró en vigor a partir de 1942, Convención sobre la Plataforma Continental, firmada en Suiza en 1958, Tratado de Cooperación para el Desarrollo de la Cuenca Amazónica (OTCA) firmado en Brasilia en 1978, Declaración Universal de los Derechos del Animal, pactada en 1978, Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) ratificada mediante Ley 17 de 1981, Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) suscrito en Río de Janeiro en 1992, ratificado mediante Ley 165 de 1994.

De manera específica, en Colombia la resolución 219 de 1964 expedida por el Ministerio de Agricultura, establece una veda nacional para la caza de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*), terecay (*Podocnemis unifilis*) y tortuga de agua (*Podocnemis lewyana*). De manera complementaria, la promulgación del Decreto 1608 de 1978 reglamentó el código de los Recursos Naturales Renovables (Decreto 2811 de 1974) en materia de fauna silvestre, y normalizó el aprovechamiento de los Recursos Hidrobiológicos, estableciendo las reglas y requisitos mínimos indispensables para el aprovechamiento de la fauna silvestre y de sus derivados, fijando prohibiciones de carácter general, como la de saquear los nidos y neonatos de los animales, acosar a las hembras anidantes, destruir o deteriorar las áreas de reproducción.

El 31 de agosto de 1981, Colombia ratificó los acuerdos establecidos en CITES, convención que promueve reglamentar de manera estricta el comercio de especies que se encuentran en peligro de extinción, con el fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.

Propuestas de manejo

Ya existen algunas iniciativas tanto de Corporaciones Regionales como de ONGs para generar procesos de conservación de estas especies, que incluye el registro de información en su área de distribución, campañas educativas y algunos planes de acción regional (Trujillo *et al.* 2008). Sin embargo es necesario consolidar estos procesos en una escala regional e identificar cuáles son los ríos y sus sectores donde aún hay buenos relictos poblacionales. Esto permitirá diseñar mecanismos efectivos de conservación que incluyan el manejo de nidos y el aumento en la tasa de supervivencia de tortuguillos con su posterior liberación, de manera similar a lo que se ha implementado en otros países de la región.

Manatíes (*Trichechus manatus*)

Los manatíes (*Trichechus manatus*) son los mamíferos acuáticos de mayor tamaño en la cuenca del Orinoco, con pesos que oscilan entre los 500 y los 1.500 kg (Caldwell y Caldwell 1985). Su dieta es fundamentalmente herbívora, y se localizan principalmente en ríos de aguas blancas con alta productividad que garantice la presencia de macrófitas acuáticas. Se puede considerar como una especie con pequeñas migraciones estacionales, en las que durante aguas altas se desplazan hacia tributarios y sistemas lagunares, y en aguas bajas hacia los canales principales de ríos como el Meta, Arauca, Guaviare, Casanare y Orinoco (Trujillo *et al.* 2006, 2008).

Esta especie se considera en Peligro Crítico (EN) de acuerdo a las categorías de la UICN, fundamentalmente por el bajo número poblacional, la cacería de la que es objeto y la degradación de sus hábitats (Trujillo *et al.* 2006).

Uso

La abundancia y distribución de esta especie no está bien descrita en la Orinoquia, no obstante se sugiere que sus poblaciones se encuentran muy disminuidas y restringidas a sectores de ciertos ríos. Esta reducción poblacional está vinculada principalmente a patrones de cacería intensa entre los siglos XVIII y XIX, cuando se instalaron fábricas francesas, inglesas y holandesas a lo largo de grandes ríos suramericanos para extraer grasa y aceite de animales para subsanar la demanda en Europa (Domning 1982). A partir de ese momento, la explotación de los manatíes se resume en tres etapas históricas. En la primera, se aprovechaban miles de animales para extraer su grasa y enviarla a Europa para ser usada en la iluminación de ciudades como Londres y París entre los siglos diecisiete y dieciocho; adicionalmente se aprovechaba la carne, que se conservaba seca y en grasa. Otra etapa entre 1935 y 1954, cuando se cazaron más de 20.000 individuos en la región Amazónica con el propósito de exportar sus pieles para procesos industriales, como poleas y correas. Esta explotación decayó abruptamente a finales de la década de los años cincuenta, posiblemente por la masificación en el uso del látex y otros productos en la industria. La tercera etapa correspondió casi simultáneamente con el final de la anterior, al introducirse en la Amazonia y la Orinoquia sistemas de cuartos fríos que permitieron conservar gran cantidad de peces y carne de fauna silvestre. Sin embargo, las poblaciones de estas especies se redujeron abruptamente, al parecer debido a su larga historia de sobreexplotación, lo que hizo que se perdiera el interés comercial en su aprovechamiento, y se reforzara una prohibición generalizada para su cacería en la mayoría de

E. Iraba

Figura 4. Manatí cazado en el río Meta. Foto: F. Trujillo.

países donde habitan (Domning 1982) (Figura 4). Desde entonces, sólo se ha mantenido el aprovechamiento basado en la caza de subsistencia, que no ha sido documentado adecuadamente.

En la Orinoquia, varios autores señalan que además del consumo de carne, la especie es usada con fines medicinales (Trujillo *et al.* 2010b). Mondolfi y Müller (1979) reportan el uso de partes del animal en el Delta Amacuro para curar asma, artritis, heridas y úlceras. Igualmente reportan el empleo de polvo de huesos de las costillas para el control del flujo menstrual (Correa-Viana *et al.* 1990, Correa-Viana y O'Shea 1992). En la cultura Wuarauno, Wilbert, (1970) sostiene que esta especie era de importancia religiosa, y que muchas casas conservan el esternón de este animal como un símbolo de buena suerte y salud. En la Orinoquia colombiana no se han encontrado simbologías similares, y el uso de los animales se restringe principalmente al consumo de carne y uso de partes de su cuerpo con carácter medicinal (Bermúdez 2003).

La forma de captura de estos animales fue tradicionalmente el arpón, y es de esta forma que existieron pescadores dedicados exclusivamente a esta técnica. Sin embargo, el bajo número de animales fue generando que esta práctica se abandonara en la década de los años ochenta, y que cada vez existieran menos cazadores de esta especie. No obstante, la introducción de redes y trasmallos, provocó que muchos animales comenzarán a ser capturados de manera accidental, especialmente crías y juveniles (Castelblanco y Bermúdez 2004). Actualmente, los sitios donde se reporta más cacería de esta especie corresponden a la parte baja del río Meta y el Orinoco, donde Castelblanco y colaboradores (2009) realizaron una evaluación en la que se obtuvieron 870 observaciones de manatíes a lo largo de más de mil horas de esfuerzo entre el 2001 y el 2005. Estos autores, basados en entrevistas, consolidaron 90 registros de manatíes muertos entre 1980 y el 2004 (Figura 5).

A lo largo del río Meta esta especie se ha reducido de manera importante, con registros ocasionales para el río Manacacías, Casanare y Cravo Norte. La cacería de esta especie se reporta de manera muy ocasional desde La Primavera aguas abajo hasta el río Orinoco.

Dado que la cacería con arpón desapareció casi por completo, el uso de mallas se convirtió en la principal amenaza para esta especie, especialmente durante el período de aguas altas, que es cuando se incrementa su uso. La cacería de esta especie no es sostenible debido a su bajo número poblacional, y a su estrategia reproductiva que se basa en animales maduros sexualmente después de 5 años de edad para las hembras y 7 para los machos, y en un período de gestación de 13 meses con cuidado parental de mínimo dos años (Trujillo *et al.* 2006).

Desde el punto de vista legal, la especie se encuentra protegida por la Resolución 574 de 1969 que establece una veda

F. Trujillo

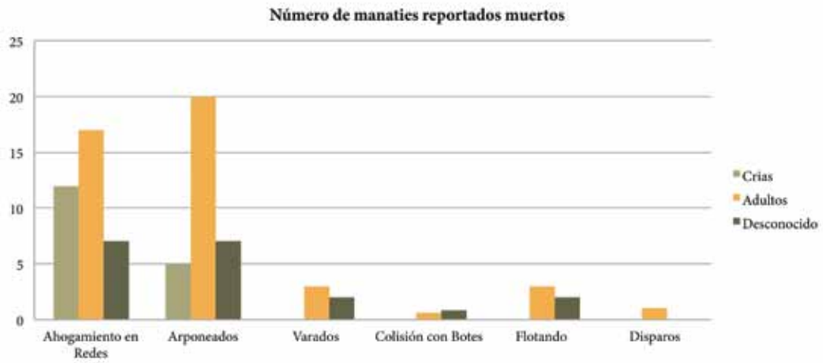


Figura 5. Manatíes reportados muertos en el área de confluencia de los ríos Meta y Orinoco 1980-2004, basado en entrevistas. Modificado de Castelblanco y Bermúdez (2004).

completa de caza. El desacato de esta norma está penalizado con 2 a 5 años de prisión y una multa de hasta 10.000 salarios mínimos (Ley 599 del Código Penal 2000).

Propuestas de manejo

Se requiere identificar de manera robusta donde se encuentran aún relictos poblacionales de esta especie y promover iniciativas para investigación y conservación. Entre las primeras se sugiere evaluación de disponibilidad de alimento, y seguimiento por telemetría para establecer áreas clave de conservación. Dentro de los esfuerzos de protección, se deben realizar procesos educativos que desestimulen la caza de esta especie, y en las áreas donde haya grupos importantes de manatíes, generar mecanismos para evitar incidentalidad por redes de pesca.

Chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

El chigüiro es el roedor más grande del mundo y es cazado por la calidad de su carne y cuero. En la Orinoquía colombiana, el chigüiro alcanza densidades elevadas en zonas donde encuentra el hábitat apto y donde las poblaciones han sido protegidas de la caza ilegal. Durante la última década, en el país se han realizado una gran cantidad de estudios sobre el chigüiro debido a la creciente preocupación por la disminución de las poblaciones silvestres y a la necesidad de proponer soluciones viables al tráfico ilegal (Aldana-Domínguez *et al.* 2003, 2004, Caro *et al.* 2005, López *et al.* 2002, 2006, Montenegro *et al.* 2006, Rodríguez *et al.* 2003) (Figura 6).

Uso

Los chigüiros han sido criados en cautiverio y cazados directamente en el medio natural. La cría en cautiverio no ha mostrado buenos resultados, debido a la elevada mortalidad de los animales producto del incremento en el comportamiento agresivo, y a los deficientes resultados costo-beneficio, relacionados con la gran inversión económica que se requiere para el inicio de un proyecto de zoocría (Ramírez-Perilla 1992). Sin embargo, existen algunas experiencias exitosas de esta actividad "en el patio de la casa", donde los campesinos mantienen unos pocos animales en encierros para el autoconsumo (Coral 2004).

La caza directa en el medio natural se ha realizado en las sabanas inundables de la Orinoquia para la comercialización legal e ilegal de carne seca y salada hacia Venezuela. La caza furtiva de las poblaciones silvestres ha causado su disminución y en algunos casos, extinciones locales (Hernández *et al.* 1983). La cacería de chigüiro en esta zona del país se ha favorecido debido a la demanda de carne en Venezuela principalmente durante la Semana Santa, a la abundancia de chigüiros y a los limitados controles de las autoridades en Colombia y Venezuela.

E. Iraba

Figura 6. Ejemplar de chigüiro en las sabanas inundables de Casanare. Foto: F. Trujillo.

A pesar de que la mayoría de la demanda de carne de chigüiro se encuentra en Venezuela, en el interior del país también existe un comercio ilegal. Tan solo en Bogotá hay al menos 15 restaurantes típicos del Llano que anuncian la venta de carne de chigüiro. La carne que se vende en estos sitios proviene de poblaciones silvestres que son cazadas ilegalmente.

En algunas zonas de los llanos de Colombia, la gran abundancia de chigüiros hizo que los dueños de los hatos los consideran como una plaga que compite con el ganado por agua y pastos, en la época seca. Esto estimuló el aprovechamiento irracional y sin ningún control del chigüiro, como una estrategia para disminuir la competencia (Aldana-Domínguez y Ladino 2006).

Las actividades de caza para el comercio ilegal de carne se conocen localmente como "chigüiranzas" y ocurren durante la época seca (enero, febrero y marzo). El método de caza empleado es selectivo en cuanto al tamaño de los individuos, pues se prefieren los animales adultos a los juveniles. Sin embargo no permite diferenciar entre hembras y machos; esto ocasiona que alrededor de la mitad de los animales cazados sean hembras, lo cual puede afectar negativamente las tasas de natalidad y hacer insostenible el aprovechamiento (Payan 2007).

En la actualidad la caza ilegal constituye la principal amenaza para los chigüiros. Sin embargo, la transformación del hábitat del chigüiro para el desarrollo de cultivos de arroz y especies forestales también constituye una amenaza, así como las dificultades para la legalización de la caza comercial. A pesar de esto, en los últimos años se han dado grandes avances en la legislación y normatividad y se espera que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial pueda implementar en los próximos años las normas que se encuentran en proceso de desarrollo.

En el Casanare los dueños de los hatos ganaderos donde se encuentran poblaciones silvestres de chigüiros, se han organizado en cinco asociaciones de "criadores" de chigüiro, quienes han querido legalizar las actividades de explotación de chigüiro bajo la modalidad de caza comercial. Las asociaciones han participado en el proceso de formulación de la normatividad y han ejercido una presión constante para que ésta sea implementada.

El uso legal del chigüiro se ha dado mediante diversas figuras jurídicas. En 1985 el Ministerio de Agricultura y el Inderena permitieron la caza de especímenes de fauna silvestre con fines de fomento en zoocriaderos. El programa de zoocría de chigüiro se estableció bajo las modalidades de zoocría intensiva y semiextensiva. El sistema intensivo permitía capturar máximo 1.000 individuos silvestres como pie de cría que debían ser mantenidos en altas densidades en encierros o jaulas. Por su parte, el sistema semiextensivo establecía el aprovechamiento de la producción obtenida a partir de máximo 15.000 ejemplares capturados del medio natural. En el segundo caso, la población debía permanecer en un determinado predio gracias al mejoramiento ambiental y a la protección que el propietario de las tierras ejercía. Esta segunda modalidad solo fue permitida en la Orinoquia. Bajo el sistema de zoocría semiextensiva se permitió el aprovechamiento de chigüiro del medio natural con fines comerciales. Durante 1990 y 2001 se comercializaron legalmente 135.642 individuos provenientes de la región de la Orinoquia, específicamente de los hatos de El Canadá (Arauca), La Aurora y La Prevención (Casanare). La carne fue comercializada principalmente en Venezuela (Figura 7).

Los permisos de "zoocría" de chigüiro solo estaban disponibles para la especie *H. hydrochaeris* en la región de la Orinoquia. La cuota de aprovechamiento se calculaba como un porcentaje (entre el 30-20%), de la población estimada a partir de un conteo directo de los animales realizado por la autoridad ambiental. Sin embargo no se tenía una metodología estandarizada que permitiera hacer un seguimiento a la sostenibilidad del aprovechamiento, y que justificaran la cantidad de animales que eran permitidos cazar. Adicionalmente los zoocriaderos legales sirvieron de "fachada" para legalizar la cacería realizada en forma ilegal.

En el año 2000 se promulgó la Ley 611 donde se estableció que el aprovechamiento de la fauna y de sus productos se puede efectuar a través de la cosecha directa del medio y de zoocría en ciclo cerrado y/o abierto. "Los **zoocriaderos abiertos** se establecen a partir de la captura periódica en el medio silvestre de individuos en cualquier fase del ciclo biológico. Estos se incorporan en el zoocriadero hasta llevarlos a una fase de desarrollo que permita su aprovechamiento final. Por su parte, los **zoocriaderos cerrados** se inician con un pie parental obtenido del medio silvestre o de cualquier otro sistema de manejo de fauna. A partir del pie parental se desarrollan todas las fases del ciclo biológico para obtener los especímenes a aprovechar" (Aldana-Domínguez *et al.* en prensa).

En el 2003 Corporinoquia autorizó la caza de 6.800 chigüiros en el municipio de Paz de Ariporo bajo la figura de aprovechamiento en zoocriaderos abiertos, con el propósito de exportar la carne a Venezuela. Sin embargo, en ese momento las normas para permitir este tipo de exportación estaban aún en proceso de formulación y la carne no pudo ser comercializada. Los usuarios se vieron afectados económicamente pues tuvieron que vender la carne en Yopal y los pueblos cercanos a un valor de $4.000/kg en lugar de ganar $16.000/kg en el mercado venezolano (El Tiempo 2003).

Con el fin de regular el aprovechamiento de chigüiro con mayor claridad, y dado que se estaba permitiendo la caza

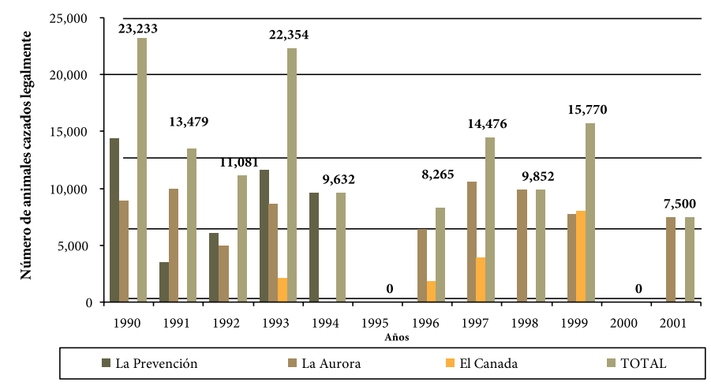


Figura 7. Número de animales cazados legalmente en los "zoocriaderos" La Prevención, La Aurora y El Canadá entre 1990 y 2001. Fuente: López *et al.* (2002), que reportan los expedientes AO1, AO-05 y A63 del Ministerio del Medio Ambiente.

F. Trujillo

E. Iraba

comercial bajo el rótulo de "zoocriadero abierto", se reglamentó la Ley 611 de 2000 por medio del decreto 4688 de 2005. Se definió caza comercial como "la que se realiza por personas naturales o jurídicas para obtener beneficio económico". Dentro de la caza comercial se incluyen las actividades de captura de especímenes de la fauna silvestre, la recolección de los mismos o de sus productos, y su comercialización. En este decreto se dan las especificaciones requieras para elaborar el estudio de impacto ambiental, requerido para acceder a la autorización de caza.

Los usuarios deben solicitar a la Corporación Autónoma Regional una licencia ambiental en la cual detallan en el estudio de impacto ambiental la evaluación poblacional para determinar la dinámica y estructura de ésta. Con base en esta información y luego de la corroboración en campo por parte de Corporinoquia, se sugieren los cupos de aprovechamiento. Los cupos de aprovechamiento se van calculando con base en la información poblacional que se levantará anualmente, haciendo el manejo adaptativo.

De forma paralela a la formulación de la normatividad que permite realizar la caza comercial, se ha venido trabajando en la formulación de la normatividad específica para garantizar que la carne proveniente de chigüiros sea apta para el consumo humano y por tanto pueda ser exportada. En este sentido, el Ministro de la Protección Social (MPS) formuló una resolución sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne de chigüiros destinada para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación.

Los estudios sobre poblaciones de chigüiro se han desarrollado principalmente en la región de la Orinoquia en los departamentos de Arauca y Casanare. Estos estudios surgieron para evaluar el impacto de la caza ilegal y establecer los lineamientos para el aprovechamiento sostenible.

En términos generales, para el chigüiro, se reportan densidades entre 0,1 individuos por hectárea (ind/ha) hasta 10 ind/ha (Tabla 2).

Esta variación puede deberse a los diferentes métodos empleados, a la extensión y calidad del hábitat apto para la especie en cada zona y a la presión de cacería que históricamente ha soportado. La mayor densidad reportada fue establecida a partir del conteo de chigüiros utilizando aerofotografía digital (Mulligan *et al.* 2007). Con esta metodología se capturan imágenes donde aparecen los chigüiros concentrados alrededor de los cuerpos de agua haciendo los estimativos poblacionales muy altos al extrapolar los resultados de poblaciones altamente agregadas en hábitats específicos a áreas más grandes.

Tabla 2. Datos de densidad de chigüiros en la Orinoquía.

Departamento	Lugar	Densidad (ind/ha)	Año	Cita
Arauca	Caño Limón	0,3 – 1,7	1998-1999	Aldana-Domínguez (2002)
Arauca	Laguna Venero	4,06 – 7,1	1976-1978	Jorgenson (1986)
Casanare	Hato Corozal	1,06	2002-2003	Rodríguez (2003)
Casanare	Hato Corozal	0,38 – 0,39	2004	Caro (2005)
Casanare	Hato Corozal	0,11 – 0,14	2003	Aldana-Domínguez y Ángel-Escobar (2007)
Casanare	Hato Corozal - Paz de Ariporo	10 – 4,1	2003	Mulligan (2007)
Casanare	Orocué	1,38	2002-2003	Rodríguez (2003)
Casanare	Paz de Ariporo	1,18	2002-2003	Rodríguez (2003)
Casanare	Paz de Ariporo	2,64 – 2,86	2004	López (2006)
Casanare	Paz de Ariporo	6,21 – 6,44	2005	López (2006)
Casanare	Paz de Ariporo	4,80 – 5,93	2006	López (2006)
Casanare	Paz de Ariporo	4,11 – 2,22	2003	Aldana-Domínguez y Ángel-Escobar (2007)

F. Trujillo

Los estudios realizados en Arauca muestran altas densidades de chigüiros, pero esto no representa la situación típica de la región. La situación de los chigüiros en Arauca es muy preocupante pues la caza furtiva ha diezmado las poblaciones y solo es posible encontrar grupos remanentes en áreas privadas donde no se permite la caza.

En el Casanare se presentan dos situaciones. La primera ocurre en el norte de este departamento donde se ubica el municipio de Hato Corozal. Allí, debido a su cercanía con Arauca, se presenta una alta incidencia de la caza ilegal de chigüiros para su comercialización en Venezuela. Esto se ve reflejado en las bajas densidades reportadas y en el comportamiento esquivo de los animales. La segunda situación se presenta en el municipio de Paz de Ariporo, donde las poblaciones de chigüiros son abundantes en la mayoría de las zonas que han sido evaluadas. En esta región los dueños de las fincas ganaderas están interesados en aprovechar legalmente el chigüiro y han favorecido a las poblaciones mediante el control efectivo de la caza y el aumento de la disponibilidad de agua mediante la construcción de pozos (Caro *et al.* 2005, Aldana-Domínguez y Ángel-Escobar 2007).

En síntesis, el estatus poblacional del chigüiro es altamente variable pues depende de las condiciones del hábitat y de la historia de cacería, haciendo que el manejo de cada población sea particular según su estatus. Así, en las áreas que cuentan con poblaciones grandes de chigüiros, es posible realizar un aprovechamiento legal y sostenible. Mientras que en las zonas donde las poblaciones se encuentran muy diezmadas, se requiere propiciar su recuperación mediante la prohibición de caza y la conservación y el mejoramiento del hábitat a través de la construcción de pozos que mantengan el agua durante la época seca (Aldana-Domínguez y Ángel-Escobar 2007).

Propuestas de manejo

Los lineamientos para el uso del chigüiro se han venido desarrollando a lo largo de ocho años por medio de diversos estudios sobre la especie, el ecosistema, el mercado y la situación social, logrando la formulación de una normatividad específica que permite realizar la caza comercial de chigüiros silvestres y la comercialización de la carne.

Se ha previsto la generación de información poblacional de la especie por parte de los usuarios siguiendo una metodología estandarizada, que permitirá tomar las decisiones de aprovechamiento. También está prevista la verificación y análisis de ésta información por parte de la autoridad ambiental para aprobar los cupos de aprovechamiento. Esta es la base para realizar un manejo adaptativo basado en información.

No obstante, los estudios requeridos para hacer la evaluación de impacto ambiental son extensos y complejos y podrían desanimar a los usuarios a hacer el trámite legal para acceder al permiso de caza. O tal y como ocurrió en el pasado, los usuarios sólo hacen un estudio que es copiado por los demás, desvirtuando la base del manejo adaptativo que es la información. En este sentido, sería aconsejable revisar los requerimientos para el trámite de licencia ambiental y definir cuáles son los indispensables para realizar el aprovechamiento.

Es preciso recalcar que con base en los estudios poblacionales realizados, no es posible extrapolar la información de densidades poblacionales de un lugar a otro, pues éstas varían significativamente (Aldana-Domínguez y Ángel-Escobar 2007). Por esta razón, cada predio que vaya a realizar actividades de caza comercial debe levantar sus propios datos de campo sobre densidades y estructura poblacional.

En este momento es necesario implementar las normas formuladas para el aprovechamiento de chigüiros como primer paso para dar inicio al proceso de manejo adaptativo. Se tenía previsto que en el 2010 se autorizara la caza comercial de chigüiro, pero esto aún no ha sido establecido.

Para el caso del chigüiro en el Casanare y Arauca el uso sostenible bajo la modalidad de caza comercial es la mejor opción de manejo de las poblaciones silvestres pues los incentivos para realizar un aprovechamiento insostenible e ilegal son muy altos, como lo demuestran los decomisos que todos los años se llevan a cabo en esta región del país. El aprovechamiento ilegal ha causado la disminución de varias poblaciones silvestres y extinciones locales, así que la legalización de la actividad, siguiendo la normatividad que acoge los lineamientos para el uso sostenible, constituye una estrategia para la conservación de la especie en los hatos ganaderos. Adicionalmente, la generación de beneficios económicos a partir de la caza del chigüiro permitirá darle un valor adicional a los ecosistemas de sabanas inundables que podría ser superior a las ganancias obtenidas por medio de otras actividades agropecuarias, como el cultivo de arroz, que implican la transformación del hábitat.

El proceso de obtención y monitoreo de la licencia ambiental requiere de capacitación continua a los usuarios de chigüiro y a los funcionarios de las autoridades ambientales involucradas en las metodologías para hacer las evaluaciones poblacionales y analizar la información para la toma de

E. Iraba

decisiones. Finalmente es necesario avanzar, en la medida de lo posible, en el trabajo conjunto con las autoridades venezolanas para el control del tráfico ilegal de chigüiro, ya que la especie se distribuye en las sabanas inundables de los dos países.

TRÁFICO DE FAUNA

Otra modalidad de uso de la fauna es el comercio ilegal de la misma, ya sea a través de especímenes vivos o partes de ellos. La Orinoquia colombiana es una región clave para el tráfico ilegal de fauna silvestre, no sólo por la gran biodiversidad que posee, sino también por las oportunidades con las que cuentan los traficantes a raíz de la falta de control de las autoridades. En cifras del Área de Protección Ambiental y Ecológica, de la Policía Nacional de Colombia, se han decomisado 8.409 animales entre 2005 y 2010, en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. Este número, sin duda bastante alto, contrasta con los decomisos realizados para el mismo período en otras zonas del país, representando tan sólo un 2,4% del total. A pesar de la baja representación porcentual, estas cifras dan un estimado de la problemática en la región, y permite asimismo llegar a algunas conclusiones sobre las clases de animales terrestres que más se están traficando recientemente (Tabla 3).

La distribución de las incautaciones muestra que los que sufren más el tráfico ilegal son los reptiles, de los que la Policía Nacional ha decomisado 3.680 individuos, correspondientes al 43,76% del total de incautaciones de la región. Le siguen las aves, con 3.293 individuos –el 39,16% del total-, y los mamíferos, con 1.436 -17,08% del total-. Estos números indican que se estaría movilizando una cantidad más o menos equivalente entre aves y reptiles, mientras que los mamíferos aparentemente no se verían tan afectados. El resultado podría indicar que la preferencia principal de los traficantes en la zona es la de comerciar reptiles y aves, tal vez debido a las facilidades de transporte de los mismos, o a los precios a los que se venden en mercados nacionales e internacionales. Al respecto, el periódico El Tiempo reportaba en el año 2007, luego de una entrevista con un policía ambiental de la región, que un ejemplar de guacamaya bandera (*Ara macao*) podía valer entre $900.000 y $1.000.000 de pesos colombianos en el mercado negro, incentivo suficiente para cualquiera que desee traficar con este animal desde los Llanos Orientales (Figura 8).

Figura 8. Comunidades indígenas con fauna silvestre para la venta. Foto: F. Trujillo.

F. Trujillo

A lo largo de los seis años evaluados, el departamento que más decomisos ha presentado es el Meta, con 3.906 individuos, correspondientes al 46,45% de las incautaciones totales de la región, cifra que parece estar influenciada por valores muy altos en el 2009 cuando se decomisaron 1.803 animales sólo en este Departamento (Figura 9). De igual forma, se puede ver que el Casanare ha tenido un número más o menos considerable de incautaciones a lo largo de los años, con una tendencia al ascenso desde 2006, al igual que Arauca, pero distinto al Vichada, que ha presentado en general pocas incautaciones, y una tendencia al descenso desde 2008.

La importancia del Meta y Casanare se confirma en los casos de incautaciones de reptiles, mamíferos y aves. Los datos de aves muestran un drástico descenso en estos departamentos entre 2005 a 2006, junto a un nuevo ascenso en 2009 (Figura 10). Esto parece indicar que en el 2005 y 2009 hubo un mayor esfuerzo de los traficantes para sacar animales de la región. El patrón para mamíferos es un poco diferente, ya que para 2005 Arauca tuvo incautaciones importantes, que han venido disminuyendo desde entonces, mientras que las de Meta permanecieron casi estables, y las de Arauca aumentaron considerablemente de 2006 a 2009 (Figura 11). Las incautaciones de reptiles, por su parte, muestran un decomiso importante en Vichada, que tuvo lugar en 2005 –de 456 reptiles-, y uno aún más grande en Meta en 2009 -de 1370 reptiles-, lo que contrasta con un comportamiento general más o menos estable de Casanare y Arauca, que no muestran puntajes tan significativos ni variantes (Figura 12).

Es importante resaltar que los datos de decomisos dependen en gran medida de la efectividad policial, y sobre todo,

Tabla 3. Número de individuos decomisados por clase y departamento entre 2005 y 2010.

Departamento	Aves	Mamíferos	Reptiles	Total por departamento
Arauca	557	340	444	1.341
Casanare	860	543	820	2.223
Meta	1.589	458	1.859	3.906
Vichada	287	95	557	939
Totales por clase	3.293	1.436	3.680	8.409

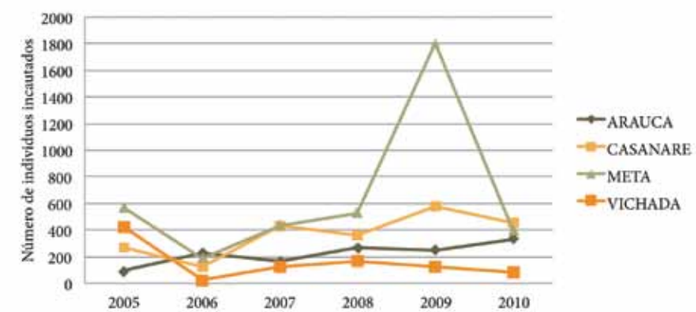


Figura 9. Incautaciones totales entre los años 2005 al 2010 de individuos pertenecientes a los grupos de aves, mamíferos y reptiles, provenientes de la Orinoquia colombiana.

E. Iraba

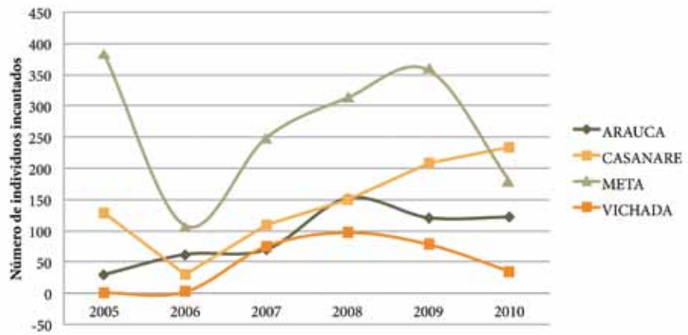


Figura 10. Incautaciones de aves entre los años 2005 al 2010 provenientes de la Orinoquia Colombiana.

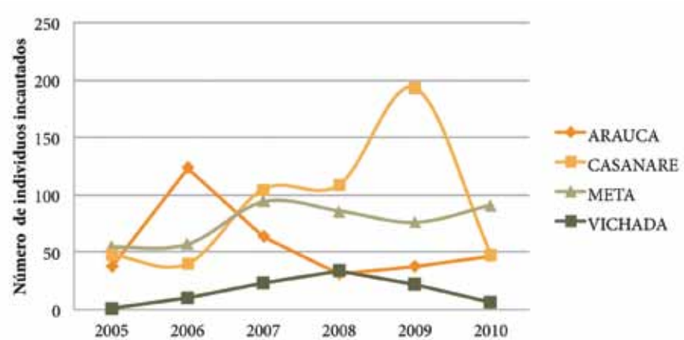


Figura 11. Incautaciones de mamíferos entre los años 2005 al 2010 provenientes de la Orinoquia Colombiana.

de la cantidad de policías ambientales por territorio. Según información suministrada por el Área de Protección Ambiental y Ecológica, de la Policía Nacional de Colombia, los cuatro departamentos de la Orinoquía cuentan con apenas 23 policías ambientales, cuerpo policial especializado en hacer decomisos de fauna y otras tareas policivas medioambientales (Tabla 4). Estos 23 policías tienen que cubrir un área de 259.890 km^2, lo que en teoría significa 11.299,56 km^2 para cubrir por policía. La cifra es irrisoria, si se la compara con ciudades como Medellín o Bucaramanga, que cuentan cada una con 23 y 21 policías ambientales, para un área muchísimo menor, o departamentos como Santander, que disponen de un cuerpo policial ambiental de 43 efectivos, en un área también mucho menor a la de toda la Orinoquía colombiana.

Estas cifras parecen indicar que lo que se ha decomisado es tan sólo una mínima proporción del total que se está traficando, pues los policías existentes no pueden dar abasto para cubrir toda el área que les corresponde y hacer los correspondientes decomisos.

A esta difícil situación de control policial, hay que agregar que los pocos animales que son incautados tienen un destino incierto en la mayoría de ocasiones. Para toda la región de la Orinoquía, existe un sólo Centro de Atención y Valo-

F. Trujillo

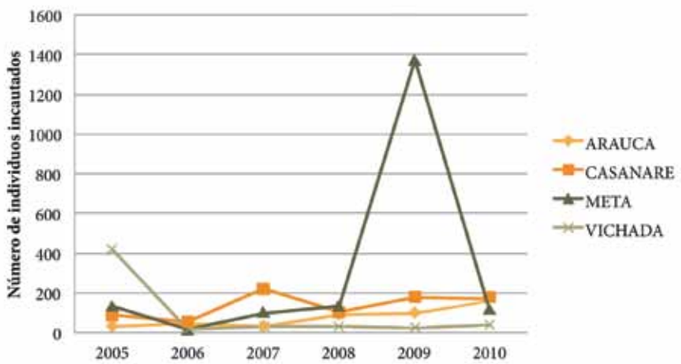


Figura 12. Incautaciones de reptiles entre los años 2005 al 2010 provenientes de la Orinoquia Colombiana. Los datos se muestran en escala logarítmica.

Tabla 4. Número de policías ambientales por departamento, área departamental, y área que cubre cada efectivo policial en el departamento, según datos de 2010-2011 de la Policía Nacional.

Departamento	No. de policías ambientales	Área del Dpto. (km^2)	Área departamental por policía (km^2)
Arauca	1	23.818	23.818,0
Casanare	13	44.490	3.422,3
Meta	7	85.635	12.233,6
Vichada	2	105.947	52.973,5
Total	23	259.890	11.299,6

ración de Fauna Silvestre (CAV), ubicado en Yopal, a cargo de Corporinoquía. En teoría, este centro es el encargado de disponer de todos los animales incautados en la jurisdicción de esta corporación, pero dada la cantidad de animales, la baja cantidad de policías ambientales, y sobre todo la lejanía a la que se encuentra de gran parte del territorio orinoquense, es de esperar que los resultados de liberación, o de envío a terceros como zoológicos o tenedores privados de fauna, de este CAV sean poco representativos del total de animales incautados.

Otra problemática concierne al destino de los animales que son incautados en el Meta, territorio bajo la supervisión de Cormacarena. A la fecha, esta corporación no cuenta aún con CAV, por lo que se infiere que algunos son liberados sin protocolos adecuados y otros dados en custodia al Parque los Ocarros (problemática que suele ser frecuente a nivel nacional (Baptiste-Ballera *et al.* 2002)). Algunos de estos animales pueden terminar en el CAV de la CDA (si son incautados en el sur del Vichada), o incluso en el CAV de la Secretaria de Ambiente de Bogotá. A pesar de que alguno de estos dos centros pueda presentar buenos resultados de liberación (por ejemplo, el CAV de la Secretaria de Ambiente liberó 270 animales de la Orinoquía en 2009 (Caracol Radio, 2009; http://www.caracol.com.co/nota.aspx?id=905454), no pueden dar abasto a la cantidad de animales que llegan de la región, y al mismo tiempo a los de su propia zona. Con base en esto, y lo anteriormente mencionado sobre la limitada capacidad de la policía en la región, se puede afirmar que tal y como lo señala la Con-

E. Iraba

traloría General de la República (2010), en la Orinoquía colombiana, al igual que en el resto del país, el tráfico ilegal de especies desborda las capacidades del Estado.

Ahora bien, al igual que en otras regiones del país, las redes de tráfico ilegal dependen siempre de varios grupos humanos locales, que tienen amplio conocimiento sobre los animales con los que conviven, y terminan por extraerlos para el mercado ilegal. Debido a la preocupante situación de pobreza rural, muchos de esto grupos humanos acuden a este tipo de actividades como solución temporal a sus problemas económicos, no obstante no reciben sino un mínimo margen de ganancia sobre cada animal traficado (Baptiste-Ballera *et al*. 2002).

La región de la Orinoquía cuenta con una población de 36.829 indígenas, dispersa en su mayoría en los 31.615 km^2 de territorios indígenas, pertenecientes a 18 etnias distintas (Sánchez 2006). En términos generales, los indígenas tienen un uso adecuado de la fauna silvestre, de tal suerte que no la ven como un objeto que sólo sirve para el consumo humano, sino dentro de redes simbólicas complejas, en las que no existe distinción alguna entre persona y animal (Sánchez-Silva 2007). No obstante, en algunos casos, han ido perdiendo y sustituyendo sus prácticas tradicionales con el tiempo, básicamente debido al largo y complejo proceso de colonización y al cambio de valores que han experimentado a lo largo de muchas décadas. Este proceso ha hecho posible que, entre otras cosas, empiecen a ver la fauna silvestre como un objeto comercial, el cual pueden vender e intercambiar por víveres básicos, o incluso por servicios como agua o electricidad. Las redes de traficantes aprovechan también su gran conocimiento de la biodiversidad, que usan para extraer todo tipo de especies en los diversos ecosistemas de los Llanos Orientales.

Los campesinos y colonos presentan por su lado unos usos bastante diferentes de la fauna silvestre, siendo un poco más lejanos de la idea cultural indígena del animal como persona, y más cercanos a verla como un objeto consumible y aprovechable (Sánchez-Silva 2007). Para ambos grupos, podemos decir que son tanto extractores como usufructuarios directos de la fauna silvestre, usándola con fines medicinales, y aún como mascotas. Incluso, durante la década de los cuarentas y cincuentas y sesentas, los colonos fueron los protagonistas del "tigrilleo" o caza de tigrillos, y del tráfico masivo de pieles (Sánchez-Silva 2007). Así pues, este uso histórico se ha convertido en un incentivo para los traficantes, quienes aparte de aprovechar la situación socioeconómica de estos grupos, han sabido expandir los usos de fauna –por ejemplo los del consumo de tortugas- entre campesinos e indígenas.

Entre los grupos sociales que extraen fauna silvestre en la Orinoquía, hay que mencionar también a los militares, de los que se sabe compran o intercambian animales, especialmente felinos y serpientes. Allí, la fauna se convierte no sólo en mascota, sino también en símbolo de poder, ya que al intentar tener un animal poderoso, están queriendo mostrar también una idea de virilidad y de "amansamiento" de las bestias salvajes, que se complementa perfectamente con su estatus social de militares. Es importante aclarar que estos tipos de práctica están prohibidos dentro de las Fuerzas Armadas, pero la falta de control o interés hace que sea una actividad relativamente frecuente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El aprovechamiento de fauna en la Orinoquia es una práctica importante para muchas comunidades indígenas y llaneras en la región. Los primeros dependen en gran medida de la cacería y la pesca para obtener fuentes proteicas para su subsistencia, de lo que se deriva que requieran que las poblaciones se mantengan en condiciones adecuadas para que esta práctica sea sostenible en el tiempo. Como señala Robinson y Bodmer (1999), muchas comunidades nativas no pueden acceder a comprar carne de animales domésticos por limitaciones económicas. Desafortunadamente, los pocos estudios y valoraciones existentes muestran un patrón de declinación poblacional de la fauna en la mayoría de áreas pobladas de la región ocasionado en gran medida por un aumento demográfico y de demanda de carne de monte, como también por la pérdida dramática de hábitats poco intervenidos y de corredores biológicos.

La cacería es cada vez más difícil para las comunidades indígenas, quienes deben desplazarse grandes distancias para conseguir algo, o incurrir en prácticas negativas como el uso del fuego para quemar grandes extensiones y luego recoger sus presas. El aumento demográfico de las poblaciones humanas hace inferir que la cacería no sea sostenible en la región, siguiendo el mismo proceso descrito para el neotropico (Robinson y Benett 2000).

Algunas especies son más vulnerables que otras, ya sea por aprovechamiento masivo como en el caso de las tortugas, chigüiros o venados, o por que tienen requerimientos de

F. Trujillo

hábitats exigentes y períodos largos de reproducción como en el caso de los manatíes.

Los ecosistemas naturales van desapareciendo a grandes pasos para ser sustituidos por monocultivos donde no hay cabida para la presencia de fauna silvestre, especialmente de grandes y medianos mamíferos. A esto se suman los conflictos entre felinos y ganadería, que se basan más en percepciones erradas que en datos concretos de pérdidas económicas, que requieren con urgencia un análisis detallado.

Con base en todo lo anterior es fundamental mantener la integridad ecológica de grandes áreas geográficas en la Orinoquia, y el funcionamiento de corredores biológicos para que pueda existir flujo de especies entre zonas. Esto es urgente y debe basarse en la ampliación de áreas protegidas de orden nacional y regional, y fortalecer figuras como las Reservas Privadas y Reservas Municipales. Es igualmente importante apoyar las Corporaciones Regionales en la implementación de Planes de acción con especies amenazadas con visiones de mediano y largo plazo, apoyadas por gobiernos regionales y sectores productivos.

Con las comunidades locales se debe trabajar la generación de alternativas para la obtención de alimento, y la promoción de acuerdos de conservación y manejo de fauna que permita la recuperación de especies en su territorio. De la misma forma se debe propender por medidas de manejo basadas en modelos simples de sostenibilidad, tratando de estandarizar las variables empleadas.

El análisis preliminar de tráfico de especies muestra que la región es importante para los traficantes y que el esfuerzo que hacen la Policía Nacional y las Corporaciones no es suficiente. Las leyes que castigan este tipo de delito son muy laxas y la mayoría de jueces de la nación no saben como fallar ante este tipo de delitos. La mayoría de las veces las especies incautadas mueren en penosas condiciones por falta de recursos económicos para fortalecer los Centros de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAVs), limitada capacidad técnica y la muy baja respuesta a liberar animales antes que se impronten. Esto último es crítico porque muchas veces se mantienen los animales como prueba del delito por meses o años y mueren en cautiverio o las liberaciones ya no son viables.

En pocos años más habrá que evaluar si Colombia sigue siendo un país megadiverso con suficientes especies y biomasa para sustentar el uso y aprovechamiento de su fauna.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldana-Domínguez, J., J. Forero-M, J. Betancur y J. Cavelier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*: Rodentia, Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24: 445-458.
- Aldana- Domínguez, J. y E. Ladino. 2006. El caso del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp 95-97. En: Plan de Acción en Biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/2005-2015-Propuesta técnica (Correa, H. D., S. L. Ruiz, y L. M. Arévalo, eds). Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá, Colombia.
- Aldana- Domínguez, J., D. C. Ángel-Escobar, M. I. Vieira-Muñoz, C. E. Payán., P. A. Lozada, G. Ramírez y G. Castro. 2004. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento del Casanare. Fase II. Informe final Convenio 043-2002. Instituto Alexander von Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. Colombia. 295 pp.
- Aldana- Domínguez, J., D. C. Ángel-Escobar, y M. I. Vieira-Muñoz 2003. Evaluación del estado actual de las poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y los hábitat asociados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal-departamento del Casanare. Fase I. Informe final. Instituto Alexander von Humboldt- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Bogotá. Colombia. 168 pp.
- Aldana- Domínguez, J., y D. C. Ángel-Escobar. 2007. Evaluación del tamaño y densidad de poblaciones silvestres de chigüiros en el departamento del Casanare. Pp 33-48. *En*: Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia (Aldana-Domínguez, J., M. I. Vieira-Muñoz, y D.C. Ángel-Escobar, eds.) Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Aldana-Domínguez J., Vieira-Muñoz M. I. y P. Bejarano (En prensa). Estado del conocimiento, conservación y uso del chigüiro y el ponche en Colombia. En: José Roberto Moreira J. R., Ferraz K. M., Herrera E. A. y Macdonald D.W. Capybara: biology, use and conservation. Brasil.
- Alderton, D. 1988. Turtles and tortoises of the World. Blandford Press, Australia. 191 pp.
- Ayres, J., R. Barthem, D. Lima, A. Albernaz, R. Da Silveira, P. Santo y H. Queiroz. 1997. Mamiraua: Un proyecto de preservación de la biodiversidad de la várzea Amazónica. *Ciência Hoje, São Paulo*, 20 (118): 23-33.
- Baptiste-Ballera, L. G., S. Hernández-Pérez, R. Polanco-Ochoa y M. P. Quiceno-Mesa. 2002. La Fauna Silvestre colombiana: una historia económica y social de un proceso de marginalización. Pp. 295 – 340. En: Astrid Ulloa (Ed.), Rostros Culturales de la Fauna: Las relaciones entre los humanos y los animales en el contexto colombiano. Bogotá D. C.: Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Fundación Natura.
- Bermúdez-Romero, A. L., F. Trujillo, C. Solano, J. C. Alonso y B. L. Ceballos-Ruíz. (Eds). 2010. Retos locales y regionales para la Conservación de la Fauna Acuática del Sur de la Amazonia colombiana. Corpoamazonía, Instituto Sinchi, Fundación Omacha, Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 189 pp.
- Caldwell, D y M. Caldwell. 1985. Manatees Trichechus manatus, *Trichechus senegalensis* and *Trichechus inunguis*. Pp. 33-66. *En*:

E. Iraba

F. Trujillo

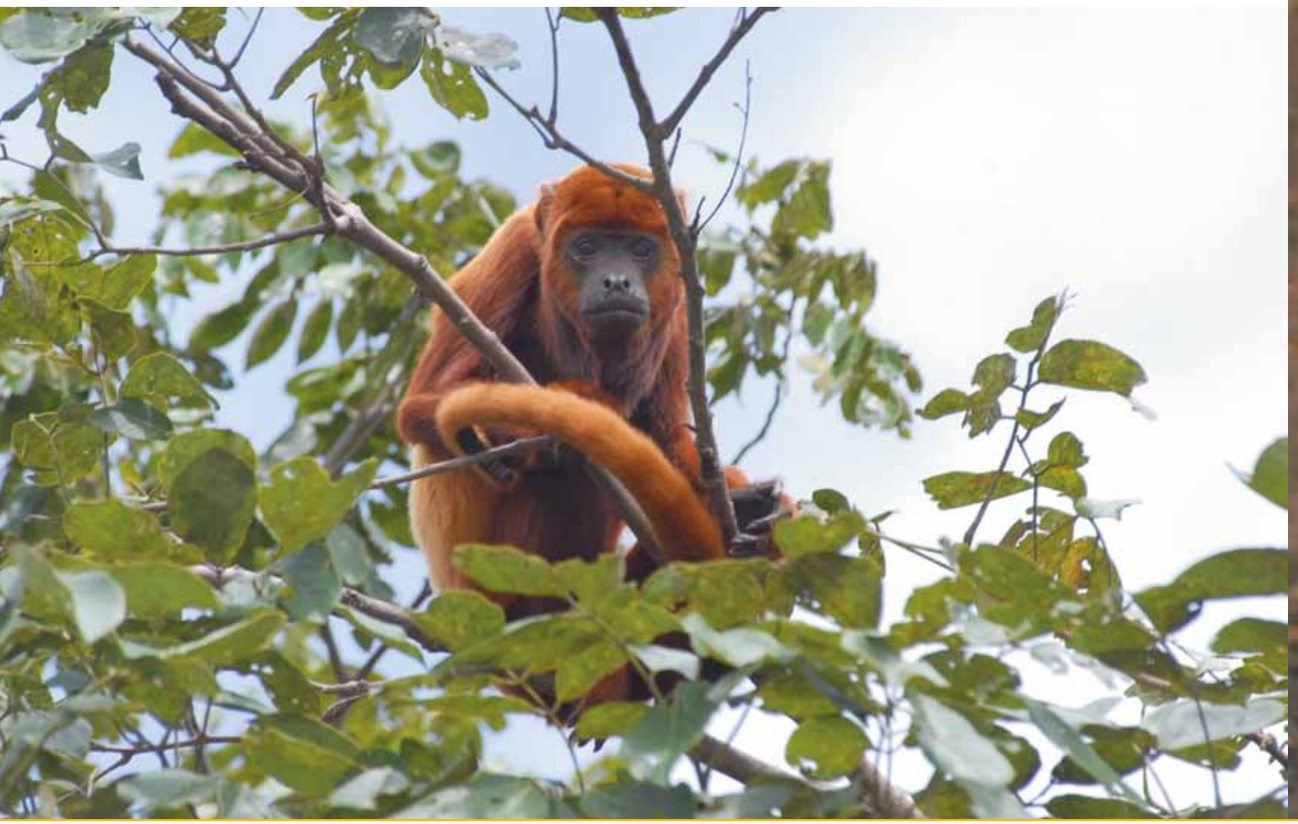
Handbook of Marine Mammals, The Sirenian and Baleen Whales. S.H. Ridgway and S.R. Harrison (Eds.). Academic Press. New York.

- Caro, C., H. F. López, P. Sánchez, E. Mesa, N. Atuesta, A. R. Lenis, A. Camargo, Y. Hernández. 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones naturales de chigüiro para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare - Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Fase III. Informe final. UNILLANOS-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Villavicencio, Colombia. 234 pp.
- Castaño-Mora. O. 2002. Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional. Bogotá, 160 pp.
- Castelblanco, N. y L. Bermúdez. 2004. Manatíes del Orinoco: factores de riesgo y Estrategia para su conservación. Pp 159-178 *En:* Diazgranados, M. C. y F. Trujillo (Eds.). Fauna Acuática de la Orinoquia Colombiana, Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IAvH-GTZ. Bogotá.
- Castelblanco, N., A. L. Bermúdez, I. Gómez, F. Rosas, F. Trujillo, y E. Zerda. 2009. Seasonality of habitat use, mortality and reproduction of the vulnerable Antillean manatee Trichechus manatus manatus in the Orinoco river, Colombia: implications for conservation. *Oryx* 43: 235-242
- Controlaría General de la República. 2005. Comercio de bienes derivados de la vida silvestre. Bogotá. Controlaría Delegada para el Medio Ambiente. En: Informe anual al Congreso de la República de Colombia Bogotá D. C. 225 pp.
- Coral, A. J. 2004. Zoocría de chigüiros en el patio. Pp: 56-58. En: Memorias del encuentro latinoamericano sobre investigación y aprovechamiento sostenible del chigüiro (OIKOS, Corporinoquia eds.). Yopal. Colombia.
- Correa-Viana, M. y T. O'Shea. 1992. El manatí en la tradición y el folklore de Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 10: 7-13.
- Correa-Viana, M., T. J. O'Shea, M. E. Ludlow y J. Robinson. 1990. Distribución y abundancia del manatí, Trichechus manatus, en Venezuela. *Biollania* 7: 101-123.
- Cruz-Antía, D y J. Gómez. 2010. Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 26: 64-94.
- Domning, D. P. 1982. Comercial explotation of manatees Trichechus in Brazil: 1785-1973. *Biological Conservation* 22: 101-126.
- Donadio, A. 1978. Some comments on otter trade and legislation in Colombia. 34-42 pp. En: Proceedings of the First Working Meeting of the IUCN Otter Specialist Group. Duplaix (Ed.). Paramaribo, Suriname, Marzo, 1977.
- El Tiempo. 2003. Carne de chigüiro en las calles. Articulo del periódico El tiempo. 20 de Mayo de 2003.
- El Tiempo. 2007. Guacamaya Bandera puede costar entre 900.000 u un millón de pesos. Articulo del periódico El Tiempo. 20 de Julio 2007.
- Fernández, A. y E. Martínez. 2005. Conservación de áreas estratégicas para la protección de la Tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el Departamento de Casanare. Fundación Terrapreta-WWF. Convenio QY85. 68 pp.
- Franco, R. 2004. El Hato Santana. Ganadería y biodiversidad en los llanos de Casanare. Documento inédito elaborado para el Instituto Alexander von Humboldt y el Fondo de Cooperación Alemana GTZ. 84 pp.
- García-Mora, N., D. Orozco, S. Kendall y F. Silva. 2008. Manejo y Conservación de las tortugas *Podocnemis expansa*, *P. unifilis* y *P. sextuberculata* en las playas de Puerto Nariño, Amazonas. Pp. 109-123. *En*: Trujillo, F., Alonso, J.C., Diazgranados, M.C y C. Gomez (Eds.). Fauna Acuática Amenazada en la Amazonía colombiana: Análisis y propuestas para su conservación. Fundación Omacha, Fundación Natura, Instituto Sinchi, Corpoamazonía. Bogotá, Colombia, 152 pp.
- Gómez, M. 1997. Estadísticas del tráfico ilegal de fauna silvestre. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General Forestal y de Vida silvestre, Subdirección de fauna. Santa Fé de Bogotá. D.C. 14 pp.
- Hernández, J., J. Rodríguez, y J. Pachón. 1983. Evaluación de poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los hatos "Brasilia", "Guamito", "La Aurora", "La Borra", "El Danubio", "La Veremos" y "Mapurisa", municipio de Hato Corozal. INDERENA. Bogotá. Colombia. 48 pp.
- Hérnandez, O. y R. Espín. 2006. Efectos del reforzamiento sobre la población de tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco Medio, Venezuela. *Interciencia* 6: 424-430.
- Hernández, R. 2007. Influencia de la ganadería en el proceso de configuración del paisaje en Orocué (Casanare) durante el periodo 1950-2006. Una aproximación desde la historia ambiental. Tesis pregrado Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 106 pp.
- Hernández. O. y R. Espín. 2003. Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el río Orinoco medio, Venezuela, Caracas. *Acta Biológica Venezuélica* 23: 17-26.
- Herrera, E. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: el caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7: 41-46.
- Hildebrand, P., N. Bermúdez y M. C. Peñuela. 1997. La Tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) en el río Caquetá, Amazonas Colombiano. Aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo. COAMA-Unión Europea. 152 pp.
- Jiménez, R. 2004. Visión y conocimiento ancestral de la biodiversidad desde el pensamiento del pueblo Sikuani. Informe de consultoría. Proyecto: Biodiversidad y Desarrollo en Ecorregiones Estratégicas de Colombia-Orinoquia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 96 pp.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1: 31-40.
- López, H. F, P. Sánchez, O. Montenegro, G. Quiroga, E. Mesa, N. Atuesta, A. A. Camargo, A. R. Guzmán, O. Álvarez, R. Delgado, D. Tovar, y R. Arenas. 2006. Conservación y uso sostenible del chigüiro (Hydrochaeris hydrochaeris) en la Orinoquia Colombiana. Fase IV. Informe final. Universidad Nacional de Colombia – CORPORINOQUIA. El Yopal, Colombia. 76 pp.
- López, H. F., E. Mesa y J. H. Sánchez. 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquia colombiana y acopio de información complementaria. Informe final. Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorio. Bogotá. Colombia. 186pp.
- Martínez-Sanchéz, A. M., M. C. Diazgranados, F. Trujillo y R. Alvarez-León. 2004. Censo de tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) y Terecay (*P. unifilis*)(Reptilia:Testudinata:Pelomedusidae) en los ríos Meta y Bita durante la época de aguas bajas, Orinoquia colombiana. Pp. 188-200. En: M.C. Diazgranados y F. Trujillo (Eds.). Fauna Acuática en la Orinoquia colombiana. Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IAvH-GTZ. Bogotá.
- Matheus, E. C. 1879. Up the Amazon and Madeira rivers, through Bolivia and Peru. London. 168pp.
- Medem, F. 1968. Exterminación de la fauna de los Llanos Orientales de Colombia. Publicación Especial No. 1. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 13 pp.
- Moll, D. y E. Moll. 2004. The Ecology, explotation and conservation of river turtles. Oxford University Press. 393 pp.
- Mondolfi, E. H. 1995. Plan de Acción para la investigación y protección de las poblaciones de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en Venezuela. En: Delfines y otros mamíferos acuáticos de Venezuela.
- Montenegro, O., P. Sánchez, E. Mesa, N. Atuesta, A. Maldonado, O. Álvarez, C. Sarmiento, C. Correa, y P. Bejarano. 2006. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquia Colombiana. Fase V. Informe final. Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorio. Bogotá, Colombia. 244pp.
- Moure, A y A. Etter. 2001. Propuesta de indicadores para la evaluación de factores que inciden en la sostenibilidad de la cacería de subsistencia en Colombia. Ambiente y desarrollo 9: 33-55.
- Mulligan, M., A. Jarvis, S. Burke, y J. Aldana-Domínguez. 2007. Aplicación de la fotografía aérea digital y la videografía para la estimación de las poblaciones del chigüiro en los Llanos Orientales de Colombia, departamento del Casanare. Pp 51-67 En: Aldana-Domínguez, J., M.I. Vieira-Muñoz, y D.C. Ángel-Escobar, eds. Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Nassar-Montoya, F. 2000. Actitud y pensamiento sobre la fauna silvestre en Colombia. Pp. 27-43. *En*: F. Nassar-Montoya & R. Crane (Eds.), Actitudes hacia la fauna en Latinoamérica. Bogotá: Humane Society International, Humane Society Press Centro de Primatología Araguatos.
- Ojasti, J. 1973 Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 181 pp.
- Ojasti J. 1993. Utilización de fauna silvestre en América Latina, situación y perspectivas para el Manejo Sostenible. FAO, Guía FAO, Conservación No. 25. Roma. 126 pp.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. F. Dallmeier (Eds): SIMAB, Series N. 5. Smithsonian Institution, MAB Program. Washington. 290 pp.
- Payán, E. 2007. Análisis de proporciones de edad y sexo a partir de cráneos resultantes de cosechas de chigüiros en los Llanos Orientales de Colombia, departamento del Casanare, para el uso y conservación de la especie. Pp. 87-103. *En*: Aldana-Domínguez, J., M.I. Vieira-Muñoz, y D.C. Ángel-Escobar, eds. Estudios sobre la ecología del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia, Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Plata, A. 2006. Uso y percepción de la fauna silvestre en la cultura Sikuani, comunidad de Cumarianae, Selva de Matavén, Vichada, Colombia. Tesis pregrado Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 93 pp.
- Pritchard, P. C. y P. Trebbau. 1984. The Turtles of Venezuela. Soc. Stud. Amphib. Rept. 403 pp.
- Quesada, J. 2006. Estimación de la densidad de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su relación con la composición de paisaje y presión de caza en dos hatos del municipio de Orocue (Casanare) en la época seca. Tesis pregrado Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 86 pp.
- Redford, K. H. y J. G. Robinson. 1991. Subsistence and commercial uses of wildlife in Latin America. Pp. 6-23. *En*: Robinson, J.G., y K.H. Redford (Eds.). Neotropical wildlife use and conservation. The University of Chicago Press, Chicago. 520 pp.
- Robinson, J. y R. Bodmer. 1999. Hacia el manejo de la vida silvestre en los bosques tropicales. Pp: 15-26. *En*: T. Fang, O. Montenegro y R. Bodmer (Eds.) Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina. UAGRM.
- Rodríguez M., N. Vélez, P. Torrijos, P. Bejarano, N. Burgos, E. Ladino, N. Barrera y R. González. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Grupo de Estudios Ecológicos OIKOS – Gobernación de Casanare. Bogotá. Colombia. 224 pp.
- Rodríguez, A. 2006. Cacería en la comunidad Guayabal-Anapo a partir del uso indígena del territorio en el gran resguardo de la Selva del Matavén, Vichada. Tesis pregrado Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 76 pp.
- Sánchez-Silva, L. F. 2007. Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca hidrográfica del Orinoco en Colombia. Bogotá: Instituto Alexander Von Humboldt. 79 pp.
- Sánchez, H. 2006. Plan de Acción Regional para la Orinoquia. Conflictos y Biodiversidad en Territorios Indígenas de la Orinoquia en Colombia. Bogotá: Instituto Alexander Von Humboldt. 56 pp.
- Sastre, H. 2003. Descripción, situación actual y estrategias de conservación de la raza bovina colombiana criolla Casanare. Tesis Doctoral Veterinaria. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 156 pp.
- Smith, N. J. H. 1974. Destructive explotation of South American River Turtles. *Biological Conservation* 16: 165-176.
- Steartman, A. M. y K. H. Redford. 1995. Game managment and cultural survival: the Yuqui ethnodevelopment project in lowland Bolivia. *Oryx* 29: 29-34.
- Trujillo, F. 2009. Biodiversidad colombiana y Tráfico de Especies. Plan Lector Voluntad PVL. Ciencia, Tecnologia y Medio Ambiente. Bogota, Colombia. 96 pp.
- Trujillo, F., A. L. Bermudez-Romero, X. P. Galindez y B. L. Ceballos. 2010a. Instrumentos de planificación y gestión: estrategias, acuerdos y perspectivas para el uso, manejo y conservación de la fauna acuática del Sur de la Amazonía colombiana. Pp. 165-172. *En*: Bermúdez-Romero, A. L., F. Trujillo, C. Solano, J. C. Alonso y B. L. Ceballos-Ruíz. (Eds). Retos locales y regionales para la Conservación de la Fauna Acuática del Sur de la Amazonia colombiana. Corpoamazonía, Instituto Sinchi, Fundación Omacha, Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 189 pp.
- Trujillo, F., M. Beltrán, A. Díaz-Pulido, A. Ferrer y E. Payán. 2010b. Mamíferos. Pp: 311-336. *En*: Lasso, C., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. 2010 (Eds.). Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: Bases Científicas para la identificación de areas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexandor von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional). Bogotá, Colombia. 609 pp.

E. Iraba

- Trujillo, F., D. Caicedo, N. Castelblanco, S. Kendall y V. Holguín. 2006. Manatí del Caribe *Trichechus manatus*. Pp 161-166. *En*: Rodríguez-Mahecha, J. V., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (Eds.). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Trujillo, F., Portocarrero, M. y C. Gomez (Eds.) 2008. Plan de Manejo y Conservación de Especies Amenazadas en la Reserva de Biosfera El Tuparro: Delfines de rio, manaties, nutrias, jaguares y tortugas del género *Podocnemis*. Proyecto Pijiwi Orinoko (Fundacion Omacha-Fundacion Horizonte Verde), Forest Conservation Agreement, Bogota, Colombia. 144 pp.
- Vanegas, M. 2006. Caracterización de la cacería y su importancia en la seguridad alimentaria familiar de una comunidad indígena Piaroa en el Resguardo Unificado Selva De Matavén, Vichada Colombia. Tesis pregrado Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 125 pp.
- Wilbert, J. 1970. Folk literatura of the Warao Indians: narrative material and motif content. University of California, L.A., Latin American Studies. Series 15. 614 pp.
- Zapata, G. 2001. Sustentabilidad de la cacería de subsistencia: el caso de cuatro comunidades Quichuas en la Amazonía nororiental ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical / J. Neotrop. Mammal* 8:59-66.

Mono aullador o aragüato. Foto: F. Trujillo



Aprovechamiento de fauna silvestre. Foto: F. Trujillo

Liberación de tortugas en el río Caura (Venezuela). Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

.6 TORTUGAS CONTINENTALES DE LA ORINOQUIA VENEZOLANA: SITUACIÓN ACTUAL E INICIATIVAS PARA SU CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE

F. J. M. Rojas-Runjaic

Fernando J. M. Rojas-Runjaic, Arnaldo Ferrer y J. Celsa Señaris

RESUMEN

Casi el 80% de la riqueza de tortugas continentales de Venezuela se encuentran en la Orinoquia venezolana y muchas de ellas son usadas local o regionalmente, ya bien con fines de subsistencia, medicinal o comercial. Lamentablemente su aprovechamiento no ha sido sustentable por cuanto algunas especies se encuentran actualmente en categorías de amenaza. En este trabajo presentamos una síntesis del conocimiento sobre la diversidad y biogeografía de las tortugas de la cuenca del Orinoco en Venezuela, sus factores de riesgo y amenazas, además de las iniciativas de conservación llevadas a cabo en el país desde hace más de dos décadas, haciendo especial énfasis en las actividades realizadas en el marco del "Programa de Conservación, Manejo y Uso sustentable de las tortugas continentales de Venezuela", que adelanta la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Confiamos en que esta actualización y los resultados de estas iniciativas sirvan para evaluar los logros obtenidos, además de servir de base para mejorar y enfocar las futuras acciones.

Palabras clave: Tortugas dulceacuícolas. Amenazas. Conservación. Uso sustentable. Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La fauna silvestre es un recurso de vital importancia social y económica para las comunidades humanas en gran parte de la Orinoquia. Así, las actividades cotidianas de cacería y pesca aseguran la alimentación local o regional y a su vez, ofrecen ingresos económicos para muchas poblaciones indígenas y rurales en Venezuela. En el país se reconocen unas 150 especies de mamíferos, aves y reptiles que están sometidas a alguna modalidad de aprovechamiento – subsistencia, deportivo, científico y/o comercial - (Fergusson-Laguna 2010) y el impacto del uso de estos recursos es variable según la región o localidad pero por lo general, ha sido considerable para muchas especies, comprometiendo su sobrevivencia a largo plazo y su posible aprovechamiento futuro.

De las 300 especies de tortugas continentales que existen en el mundo (terrestres y de agua dulce), cerca del 70% están catalogadas en la lista roja de la IUCN como animales en peligro de extinción (Turtle Conservation Fund 2002), resultado de la explotación desmedida de sus huevos, juveniles y adultos para ser utilizados como alimento, mascotas o en la medicina tradicional, sin consideración alguna de sustentabilidad. El uso de los quelonios acuáticos en Sur-

F. J. M. Rojas-Runjaic

América probablemente está subestimado, ya bien por su ilegalidad o porque no se incluyen en las estadísticas de caza ni de pesca (Ojasti 1995). Algunas de las especies de tortugas dulceacuícolas de la Orinoquia venezolana son lamentablemente, ejemplos de este aprovechamiento desmedido (en algunos casos históricos) y actualmente están consideradas en las categorías más altas de amenaza.

En este trabajo se presenta una síntesis del conocimiento sobre la diversidad y biogeografía de tortugas de la cuenca del Orinoco en Venezuela, sus amenazas y la situación actual. Igualmente se hace un recuento detallado de las actividades realizadas en los últimos diez años en el marco del Programa de Conservación, Manejo y Uso Sustentable de las Tortugas Continentales del país, que adelanta la Fundación La Salle de Ciencias Naturales.

COMPOSICIÓN Y RIQUEZA DE TORTUGAS CONTINENTALES DE LA ORINOQUIA VENEZOLANA

De las 19 especies de tortugas continentales registradas en Venezuela (dos de ellas con dos subespecies) (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007), 15 de ellas (79%) están presentes en la Orinoquia venezolana. Se agrupan en cinco familias de las cuales Chelidae ocupa el primer lugar en términos de representatividad taxonómica, con cuatro géneros (*Chelus*, *Mesoclemmys*, *Platemys* y *Phrynops*) y seis especies. La familia Podocnemididae, ocupa el segundo lugar en cuanto a riqueza en la región, con dos géneros (*Peltocephalus* y *Podocnemis*) y cinco especies. Siguen las familias Testudinidae (con dos especies del género *Chelonoidis*), Geoemydidae con una especie de *Rhinoclemmys* (con dos subespecies) y finalmente Kinosternidae, representada por una sola especie de *Kinosternon*.

A nivel genérico *Podocnemis* es el taxón mejor representado en la Orinoquia venezolana, con cuatro especies (*P. expansa*, *P. erythrocephala*, *P. unifilis* y *P. vogli*). Le siguen *Mesoclemmys* con tres especies (*M. gibba*, *M. heliostemma* y *M. raniceps*), *Chelonoidis* con dos especies (*C. carbonaria* y *C. denticulata*), y *Rhinoclemmys* con una sola especie (*R. punctularia*) pero representada por dos subespecies (*R. p. flammigera* y *R. p. punctularia*). Los cinco géneros restantes tienen una sola especie cada uno (*Chelus fimbriatus*, *Platemys platycephala*, *Phrynops tuberosus*, *Peltocephalus dumerilianus* y *Kinosternon scorpioides*).

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMOS

En líneas generales el 19% de las tortugas presentes en la Orinoquia venezolana (dos especies y una subespecie) presentan patrones de distribución "Muy Amplia", es decir, extendidas por gran parte del norte de Suramérica; 38% (cuatro especies y dos subespecies) tienen distribución Guyano-Amazónica, por cuanto abarcan otras cuencas además del Orinoco y Amazonas (p. ej. el Esequibo) dentro de estas biorregiones; otro 31% (cuatro especies) restringen su distribución a las cuencas del Orinoco y Amazonas. El 12% restante está representado por dos taxones exclusivos de la Orinoquia, uno de ellos (*Podocnemis vogli*) extendido por los llanos y sabanas de la Orinoquia colombo-venezolana, en tanto que el otro corresponde a la subespecie *Rhinoclemmys punctularia flammigera,* endémica de los enclaves de sabana de la confluencia Orinoco-Ventuari en el alto Orinoco (Figura 1).

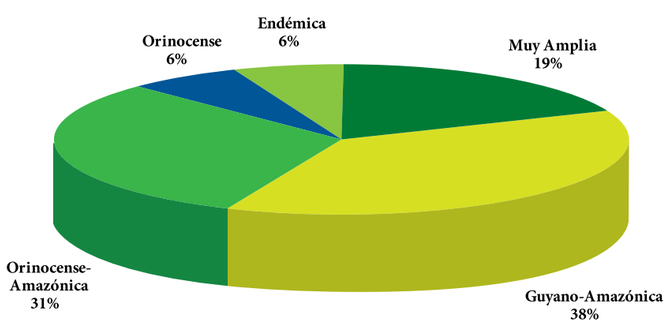


Figura 1. Patrones de distribución general de las tortugas continentales de la Orinoquia venezolana.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Si bien el 69% de las tortugas presentes en la Orinoquia venezolana presenta distribuciones extendidas, sea Guyano-Amazónica (38%) u Orinoquense-Amazónica (31%), algunas ocupan superficies relativamente restringidas dentro de la porción venezolana de la cuenca del Orinoco. Este es el caso de la subespecie *Rhinoclemmys punctularia punctularia*, presente sólo en la cuenca baja del Orinoco, y *Mesoclemmys heliostemma*, *M. raniceps* y *Podocnemis erythrocephala*, todas restringidas en Venezuela al alto Orinoco (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución general y dentro de la cuenca de las tortugas continentales de la Orinoquia venezolana.

Especie	Patrón de distribución general	Distribución en la cuenca de la Orinoquia venezolana [a]		
		Alta	Media	Baja
Chelus fimbriatus	OA	X	X	X
Mesoclemmys gibba	GA	X		X
Mesoclemmys heliostemma	OA	X		
Mesoclemmys raniceps	OA	X		
Phrynops tuberosus	GA		X	X
Platemys platycephala platycephala	GA	X	X	X
Rhinoclemmys punctularia flammigera	E	X		
Rhinoclemmys punctularia punctularia	GA			X
Kinosternon scorpioides scorpioides	MA	X	X	X
Peltocephalus dumerilianus	OA	X	X	
Podocnemis erythrocephala	OA	X		
Podocnemis expansa	GA	X	X	X
Podocnemis unifilis	GA	X	X	X
Podocnemys vogli	O		X	X
Chelonoidis carbonaria	MA	X	X	X
Chelonoidis denticulata	MA	X	X	X
TOTAL		**13**	**10**	**11**

* Subdivisión de la Cuenca del Orinoco según Huber (1995); **MA:** distribución muy amplia; **GA:** distribución guayano-amazónica; **OA:** distribución orinoquense-amazónica; **O:** distribución orinoquense; **E:** endémica de la Orinoquia venezolana.

F. J. M. Rojas-Runjaic

F. J. M. Rojas-Runjaic

CATÁLOGO DE LAS TORTUGAS DE LA ORINOQUIA VENEZOLANA

Familia Chelidae

Chelus fimbriatus (Schneider, 1783)

Chelus fimbriatus. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: matamata, caripatúa.

Distribución general: cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, en Colombia, Venezuela, Surinam, Guyana Francesa, Brasil, Ecuador, Perú y norte de Bolivia. También presente en la isla de Trinidad.

Distribución en Venezuela: amplia en todos los tributarios llaneros y guayaneses de la Orinoquia venezolana (Figura 2).

Historia natural: *Chelus fimbriatus* es la especie de mayor tamaño de la familia Chelidae. Alcanza hasta 53 cm de largo de caparazón y supera los 17 kg (Barrio-Amorós y Manrique 2006). Es una especie estrictamente acuática, de hábitos bentónicos, habita principalmente en cuerpos de aguas lénticos como caños, madreviejas, lagos, pozos y remansos de ríos, tanto de aguas blancas y turbias como de aguas negras. De actividad tanto diurna como nocturna (Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008). Su dieta es carnívora, se alimenta principalmente de peces e invertebrados acuáticos (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). La temporada reproductiva coincide con la llegada del verano y el descenso de las aguas de los ríos (agosto a noviembre). Desova entre 12 y 28 huevos en bancos de arena a orillas de los cuerpos de agua, barrancos e incluso en albardones con hojarasca. La incubación tarda alrededor de 200 días (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Rara vez es capturada con fines de consumo por indígenas y criollos de la Orinoquia venezolana; no es una especie apetecible para el consumo debido a su aspecto desagradable, sin embargo los neonatos tienen gran demanda en el mercado internacional de mascotas.

Mesoclemmys gibba (Schweigger, 1812)

Mesoclemmys gibba . Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: galápago hediondo.

Distribución general: patrón de distribución disyunto en el norte de Suramérica, con dos grandes enclaves (uno al oeste y otro al este), separados por los Llanos y las tierras altas de la Guayana. El enclave del este se extiende desde la desembocadura del Orinoco en Venezuela, pasando por Trinidad, Guayana, Surinam y Guyana Francesa, hasta la desembocadura del Amazonas en Brasil. El enclave del oeste se extiende desde el suroeste del estado Amazonas en Venezuela, a través de Colombia, Ecuador y Perú, hasta el estado de Acre en Brasil. Se desconocen registros en la Amazonia central.

Distribución en Venezuela: el enclave del oeste se extiende por las tierras bajas del estado Amazonas hasta los alrededores de Puerto Ayacucho. Las poblaciones del enclave del este se extienden al este del estado Monagas, todo Delta Amacuro y la cuenca del río Cuyuní en el noreste del estado Bolívar (Figura 3).

Historia natural: tortuga de talla pequeña, excepcionalmente puede alcanzar hasta 23 cm (Pritchard y Trebbau 1984). Principalmente nocturna, habita en pequeños arroyos, caños de aguas lentas, pozas dentro del bosque y morichales. Se desconocen sus hábitos alimenticios en vida silvestre, pero animales cautivos adultos prefieren dietas principalmente carnívoras, en tanto que los juveniles tienen hábitos omnívoros (Mittermeier *et al.* 1978, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008). Desovan de dos a cuatro huevos en nidos superficiales, bajo la hojarasca del suelo del bosque, entre raíces de árboles, junto a troncos y termiteros, en sitios sombreados cerca de cuerpos de agua. Los huevos tardan alrededor de 200 días en eclosionar (Mittermeier *et al.* 1978, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008). Aunque raramente es consumida por indígenas, no es muy apetecible ni es buscada activamente para consumo, en parte por ser una especie rara y además por el olor fétido que expele al ser manipulada. Las poblaciones venezolanas no están sometidas a extracción con fines comerciales.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Mesoclemmys heliostemma McCord, Joseph-Ouni y Lamar, 2001

Nombre común: hedionda.

Distribución general: amplia en la cuenca alta del Amazonas, desde el sur de Venezuela, a través del oeste de Brasil, sureste de Colombia y este de Ecuador hasta el noreste de Perú.

Distribución en Venezuela: conocida sólo de una localidad en el río Baria, en la base del Cerro La Neblina, al sur del estado Amazonas (McDiarmid y Paolillo 1988) (Figura 3).

Historia natural: talla mediana (hasta 31 cm), con machos y hembras de tamaños similares (McCord *et al.* 2001). Semiacuática y de actividad nocturna; habita en bosques altos no inundables, cerca de pozas y caños someros, de aguas claras y escasa corriente. De hábitos carnívoros, se alimenta principalmente de pequeños peces y otros animales de cuerpo blando (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Se desconocen sus hábitos reproductivos. Su carne carece de valor comercial y la demanda de neonatos para el mercado internacional de mascotas es muy baja (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Las poblaciones venezolanas no están sometidas a extracción con fines comerciales.

Mesoclemmys raniceps (Gray, 1855)

Nombre común: tortuga cabeza de sapo, cabezón.

Distribución general: amplia en la cuenca del Amazonas (Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia) y el alto Orinoco en Venezuela.

Distribución en Venezuela: sur del estado Amazonas, cuenca alta del Orinoco en Venezuela (Figura 2).

Historia natural: talla mediana, con hembras de mayor tamaño que los machos (hasta 33 cm). De vida acuática y actividad nocturna; habita en caños, pozas y lagos poco profundos bordeados de bosque primario; durante el invierno penetra a los bosques rebalsados. Su dieta es carnívora, se alimenta de peces, ranas, renacuajos e invertebrados acuáticos (Rueda-Almonacid *et al.* 2007), con predominio de gasterópodos en su dieta (Fachín-Terán *et al.* 1995). Anidan en terraplenes cercanos a los cuerpos de agua y sus nidadas constan de dos a cuatro huevos. Su carne carece de valor comercial y la demanda de neonatos para el mercado internacional de mascotas es muy baja (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Las poblaciones venezolanas no están sometidas a extracción con fines comerciales.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Phrynops tuberosus (Peters, 1870)

Phrynops tuberosus. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: bachala, charapa.

Distribución general: sureste de Venezuela, Guyana, Surinam, Guayana Francesa y noreste de Brasil.

Distribución en Venezuela: conocida sólo del estado Bolívar, en los ríos Caroní, Paragua (cuenca del Orinoco) y cuenca del Cuyuní (Figura 3).

Historia natural: tortuga de talla mediana a grande, las hembras adultas pueden alcanzar los 39 cm. De hábitos diurnos, heliotérmica, vive en caños y lagunas de ambientes boscosos. También frecuenta cabeceras de ríos con corriente y aguas bien oxigenadas. Su alimentación es carnívora y se compone principalmente de peces, moluscos y otros invertebrados acuáticos. Desova en bancos de arena junto a los cuerpos de agua; sus nidadas constan de 10 a 20 huevos. La eclosión tarda unos 120 días (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). No existen registros de consumo de esta especie por parte de indígenas o criollos de la Orinoquia venezolana. Las poblaciones venezolanas no están sometidas a extracción con fines comerciales, no obstante, por su coloración vistosa potencialmente puede ser sometida a extracción con fines ornamentales. Aparentemente la carne y huevos de esta especie producen reacciones alérgicas al ser consumidas (Rueda-Almonacid *et al.* 2007).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Platemys platycephala platycephala (Schneider, 1792)

Platemys platycephala del Casiquiare. Foto: C. L. Barrio-Amorós

Nombre común: chata, galápago chato.

Distribución general: Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana Francesa, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

Distribución en Venezuela: tierras bajas de los estados Amazonas y Bolívar, este de Monagas y Delta Amacuro (Figura 4).

Historia natural: talla pequeña (hasta 18 cm), con dimorfismo sexual revertido donde los machos son ligeramente más grandes que las hembras. Semiacuática y de actividad nocturna, habita en morichales, pantanos, caños y pozas de aguas someras dentro del bosque (Medem 1983, Pritchard y Trebbau 1984). Su dieta es carnívora, compuesta principalmente de pequeños vertebrados e invertebrados acuáticos (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Desovan una o dos veces por año; sus puestas constan de un solo huevo de gran tamaño que es depositado directamente sobre la hojarasca del suelo del bosque. La incubación tarda unos 110 a 198 días (Medem 1983, Métrailler 2001). No existen registros de consumo de esta especie por parte de indígenas o criollos de la Orinoquia venezolana. Las poblaciones venezolanas de esta subespecie no están sometidas a extracción con fines comerciales.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Familia Podocnemididae

Peltocephalus dumerilianus (Schweigger, 1812)

Peltocephalus dumerilianus. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: cabezón.

Distribución general: cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas en Venezuela, Colombia, Ecuador, noroeste de Perú, Brasil y Guyana Francesa.

Distribución en Venezuela: amplia en el alto Orinoco, Brazo Casiquiare, Río Negro y los tributarios de estos ríos en el estado Amazonas. También presente en el Orinoco medio, en los ríos Parguaza y Cuchivero del estado Bolívar, y Capanaparo, Cinaruco y Potrerito del estado Apure (Figura 5).

Historia Natural: talla grande (hasta 45 cm y 11 kg) y dimorfismo sexual revertido, con machos de mayor tamaño que las hembras. Habita principalmente en caños, madreviejas, lagunas y remansos de ríos de aguas negras, profundos y con fondos empalizados. *P. dumerilianus* es un omnívoro oportunista, su dieta se compone de material vegetal alóctono como frutos y semillas, moluscos, crustáceos, otras tortugas, peces y carroña (Pérez-Emán y Paolillo 1997); se ha registrado un caso de oofagia canibalística (De la Ossa *et al.* 2009). El desove tiene lugar al comienzo de la temporada de lluvias (agosto-septiembre); anidan dentro del bosque, junto a troncos de árboles caídos y en descomposición, o en sustratos arenosos mezclados con hojarasca (Pritchard y Trebbau 1984, Pérez-Emán 1990). Las nidadas constan de 8 a 13 huevos (Pritchard y Trebbau 1984, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008) y la incubación toma unos 100 a 120 días (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). La carne de esta tortuga es altamente apreciada por indígenas y criollos de la región, de manera que existe una fuerte presión de cacería con fines comerciales sobre especímenes subadultos y adultos. El aprovechamiento y comercio ilegal de esta especie en Venezuela ha sido ampliamente documentado (Pérez-Emán 1990, Gorzula 1995, Gorzula y Señaris 1998, León *et al.* 2006, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis erythrocephala (Spix, 1824)

Podocnemis erythrocephala (adulto)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis erythrocephala (juvenil)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: chipiro, chimpire.

Distribución general: este de Colombia, Venezuela y norte de Brasil.

Distribución en Venezuela: al sur del estado Amazonas, incluyendo todo el alto Orinoco y sus tributarios, brazo Casiquiare y río Negro (Figura 4).

Historia natural: es la tortuga más pequeña del género *Podocnemis*; las hembras alcanzan en promedio unos 18 cm, aunque excepcionalmente pueden llegar a 32 cm. De actividad principalmente diurna; habita en caños, pequeños tributarios, lagunas y bosques de rebalse, tanto en aguas negras y claras como blancas, y menos frecuente en cauces principales. Su dieta es en esencia herbívora, compuesta básicamente de plantas acuáticas y frutos alóctonos, aunque eventualmente consume carne de pescado (Mittermeier y Wilson 1974). La temporada reproductiva tiene lugar al inicio de la sequía (octubre-noviembre); desova durante la noche, sola o en pequeños grupos, en pequeñas playas arenosas y albardones parcialmente cubiertos de gramíneas y con vegetación arbustiva. Las nidadas constan de 5 a 12 huevos (Milaré y Vogt 2008). A pesar de su pequeña talla corporal y su escaso número de huevos por nido, tanto los adultos como sus nidadas están sometidos a una fuerte presión de cacería para el consumo, indistintamente por indígenas y criollos de la región (Pritchard y Trebbau 1984, Gorzula 1995, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis expansa (Schweigger, 1812)

Podocnemis expansa (adulto)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis expansa (juvenil)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: tortuga, tortuga arrau

Distribución general: amplia en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en Venezuela, Colombia, Brasil, Perú, Ecuador y Bolivia. También en Trinidad y en la cuenca del río Esequibo.

Distribución en Venezuela: amplia en toda la cuenca del río Orinoco, desde los rápidos de Peñascal en el alto Orinoco hasta el delta, incluyendo todos los principales tributarios guayaneses y llaneros. También en el Brazo Casiquiare y Río Negro (Pritchard y Trebbau 1984, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008) (Figura 3).

Historia natural: es la tortuga fluvial más grande de Suramérica. Las hembras, de mayor tamaño que los machos, alcanzan unos 80 cm de longitud de caparazón y superan los 30 kg de peso (Pritchard y Trebbau 1984). De vida esencialmente acuática, habita en los cursos principales de los ríos, en caños, lagunas, bosques de rebalse y sabanas inundadas, tanto de aguas blancas, claras y negras. Su alimentación es principalmente herbívora, aunque eventualmente incluye esponjas dulceacuícolas y algunos insectos acuáticos (Ojasti 1971). Los juveniles son de tendencia omnívora (Malvasio *et al.* 2003). El desove es gregario y tiene lugar durante el pico de máxima sequía (febrero-abril). Anida en bancos y playas de arena; sus principales áreas de anidación en Venezuela se ubican en el Orinoco medio. Una sola puesta por año. Las nidadas contienen 96 huevos en promedio y la incubación comprende unos 45 días (Ojasti 1971). La carne y huevos de la tortuga arrau son altamente apreciados por indígenas y criollos de la región, y aun cuando se encuentra protegida por la legislación ambiental venezolana, existe una fuerte presión de cacería con fines comerciales sobre sus nidadas, subadultos y adultos. El aprovechamiento y comercio ilegal de esta especie en Venezuela ha sido ampliamente documentado (Ojasti 1971, Smith 1974, Pritchard y Trebbau 1984, Gorzula 1995, Hernández y Espín 2003).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis unifilis Troschel, 1848

Podocnemis unifilis (adulto)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis unifilis (juvenil)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: terecay.

Distribución general: amplia en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas en Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guayana Francesa, Brasil, Ecuador, Perú y Bolivia.

Distribución en Venezuela: amplia en los tributarios guayaneses y llaneros de la Orinoquia venezolana (Pritchard y Trebbau 1984) (Figura 2).

Historia natural: talla grande, las hembras pueden alcanzar hasta 50 cm (Barrio 2001). De vida acuática, habita principalmente en caños secundarios, tributarios, lagunas y bosques de rebalse; en verano se concentra en los cauces principales de los ríos (Pritchard y Trebbau 1984). Su dieta es herbívora, se compone principalmente de hojas, frutos y semillas, aunque también consume con cierta frecuencia invertebrados acuáticos y peces (Balensiefer y Vogt 2006). Los juveniles son de hábitos omnívoros (Malvasio *et al.* 2003). La temporada reproductiva tiene lugar al inicio de la sequía (enero-marzo); anida en playas y bancos de arena, aunque también en barrancos arcillosos. Las nidadas constan de 11 a 32 huevos y la incubación toma entre 50 y 70 días (Rueda-Amonacid *et al.* 2007). Su carne y huevos son muy apreciados por indígenas y criollos, tanto para autoconsumo como para el comercio, de manera que existe una fuerte presión de cacería sobre las nidadas y los subadultos y adultos. Los juveniles son bien cotizados en el mercado internacional de mascotas y desde Venezuela se han exportado legalmente a Europa y Asia en años recientes algunos lotes de tortuguillos provenientes de zoocriaderos comerciales. Su sobreexplotación en la Orinoquia venezolana y las implicaciones sobre su supervivencia han sido ampliamente documentadas (Pritchard y Trebbau 1984, Thorbjarnarson *et al.* 1993, 1997, Gorzula 1995, Escalona y Fa 1998, Fidenci 2002, Escalona y Loiselle 2003, Hernández y Espín 2003, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008, Escalona *et al.* 2009)

F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis vogli Müller, 1935

Podocnemis vogli (adulto)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Podocnemis vogli (juvenil)
Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: galápago llanero, galápago sabanero, sabanera.

Distribución general: amplia en los llanos y sabanas de la Orinoquia en Colombia y Venezuela.

Distribución en Venezuela: en todos los estados llaneros hasta el suroeste de Delta Amacuro y al norte de los estados Bolívar y Amazonas (Pritchard y Trebbau 1984, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008) (Figura 5).

Historia natural: tortuga de talla mediana; las hembras adultas pueden alcanzar 36 cm (Pritchard y Trebbau 1984). De actividad diurna; habita en lagunas, esteros, morichales, sabanas inundadas, charcas y caños de aguas lénticas, turbias y poco profundas; rara vez ingresa a cursos principales de grandes ríos. Su dieta es principalmente herbívora e incluye hojas de pastos, plantas acuáticas, semillas y algas; también es un omnívoro oportunista, de manera que eventualmente consume invertebrados acuáticos (moluscos, crustáceos e insectos), peces y carroña (Ramo 1982). El desove ocurre al comienzo de la sequía (noviembre-febrero), anida en sabanas abiertas, lejos de los cuerpos de aguas, sobre suelos arcillosos y compactos; puede efectuar de dos a cuatro puestas por temporada. Las nidadas constan de siete a 13 huevos y la incubación toma unos tres a cuatro meses (Ramo 1982). Su carne es muy apreciada por los pobladores de los llanos del Orinoco y existe una fuerte presión de cacería (especialmente durante la cuaresma), enfocada sobre los adultos y particularmente sobre las hembras ovadas (Ramo 1982, Pritchard y Trebbau 1984, Hernández y Espín 2003, Lee 2004, Rueda-Almonacid *et al.* 2007).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Familia Kinosternidae

Kinosternon scorpioides scorpioides (Linnaeus, 1766)

Kinosternon scorpioides scorpioides. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: galápago mión, pecho quebrao, tapaculo.

Distribución general: amplia en Suramérica. Presente en Panamá, Colombia, Venezuela, Trinidad, Guyana, Surinam, Guayana Francesa, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay y Argentina (Turtle Taxonomy Working Group 2010).

Distribución en Venezuela: amplia en las tierras bajas de la cuenca del Lago de Maracaibo, norte costero, los llanos, norte de Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro (Figura 2).

Historia natural: talla pequeña con machos de mayor tamaño que hembras; excepcionalmente alcanzan los 27 cm (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). De actividad tanto diurna como nocturna y de vida acuática; habita en una gran variedad de cuerpos de agua somera, tanto lénticos como lóticos, naturales y de origen antrópico. Su dieta es principalmente carnívora, con tendencia a la omnivoría; esta incluye una amplia gama de invertebrados y pequeños vertebrados acuáticos, carroña e incluso algas y plantas acuáticas (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Sus nidadas constan de uno a seis huevos; pueden desovar a varios cientos de metros lejos de los cuerpos de agua, en sustratos con hojarasca, en la base de plantas herbáceas y arbustos. La incubación toma de tres a seis meses (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). No existe una importante presión de cacería de esta subespecie en la Orinoquia venezolana; su pequeño tamaño y olor fétido le hacen poco atractiva para el consumo. Algunas personas emplean su sangre con fines medicinales, en especial para el tratamiento del asma.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Familia Geoemydidae

Rhinoclemmys punctularia flammigera Paolillo, 1985

Rhinoclemmys p. flammigera. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: morrocoy negro, galápago negro.

Distribución general: Venezuela.

Distribución en Venezuela: conocida sólo de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari en el estado Amazonas (Paolillo 1985) (Figura 5).

Historia natural: esta subespecie constituye un elemento endémico de la Orinoquia venezolana. De talla pequeña, las hembras alcanzan unos 23 cm, los machos son ligeramente más pequeños. Habita en los enclaves de sabana de arenas blancas, en caños, sabanas inundadas, morichales y en bosques de galería durante la temporada de lluvias. Poco se sabe de sus hábitos alimentarios; se le ha observado consumiendo frutos de moriche (*Mauritia* sp.) (Paolillo 1985); juveniles en cautividad muestran hábitos omnívoros (Rojas-Runjaic *obs. pers.*). Sus nidadas constan de uno a dos huevos, parcialmente enterrados y ligeramente cubiertos con hojarasca (Paolillo 1985). No existen evidencias de cacería con fines de consumo de esta subespecie por parte de indígenas y criollos de la confluencia Orinoco-Ventuari, sin embargo se presume que ejemplares hallados accidentalmente puedan ser aprovechados para este fin. En 2008 observamos un neonato mantenido como mascota en una comunidad Piaroa del bajo río Ventuari. Las poblaciones de esta subespecie no están sometidas a extracción con fines comerciales.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Rhinoclemmys punctularia punctularia (Daudin, 1801)

Rhinoclemmys punctularia hembra. Foto: C. L. Barrio-Amorós

Nombre común: galápago guayanés.

Distribución general: Venezuela, Trinidad, Guyana, Surinam, Guayana Francesa y norte de Brasil.

Distribución en Venezuela: estados Monagas, Delta Amacuro y noreste de Bolívar (Figura 5).

Historia natural: tortuga de talla pequeña, excepcionalmente alcanza los 25 cm. Semiacuática; puede hallarse en caños, madreviejas, lagunas, ciénagas, morichales, sabanas y bosques inundables entre otros (Pritchard y Trebbau 1984). Su dieta es omnívora, consume gran variedad de invertebrados y pequeños vertebrados acuáticos, carroña, algas y plantas acuáticas. Aparentemente se reproduce a lo largo de todo el año; sus puestas constan de uno a tres huevos que son puestos a medio enterrar en grietas, entre raíces o cubiertos parcialmente de hojarasca (Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Si bien es consumida por los indígenas y criollos de las regiones donde habita, no existe evidencia de una fuerte presión de cacería (Pritchard y Trebbau 1984). Las poblaciones venezolanas de esta subespecie no están sometidas a extracción con fines comerciales.

F. J. M. Rojas-Runjaic

Familia Testudinidae

Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824)

Chelonoidis carbonaria. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: morrocoy sabanero

Distribución general: amplia en Suramérica al oriente de los Andes, en Panamá, Colombia, Venezuela, Trinidad, las tres Guyanas, Brasil, Bolivia, Paraguay y Argentina.

Distribución en Venezuela: amplia en tierras bajas de la cuenca del lago de Maracaibo, todo el norte costero, los llanos y norte de los estados Amazonas y Bolívar (Pritchard y Trebbau 1984, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008) (Figura 4).

Historia natural: tortuga de tamaño mediano a grande, puede alcanzar los 45 cm y 8 kg de peso. De vida terrestre; habita en sabanas, bosques secos y bosques de galería, con frecuencia cerca de cuerpos de agua. Su actividad es básicamente diurna y su alimentación principalmente herbívora; se alimenta de una gran variedad de frutos, flores, semillas, hojas, tallos de plantas y hongos, aunque también incluye en su dieta pequeños invertebrados y carroña (Pritchard y Trebbau 1984, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). La temporada reproductiva tiene lugar entre de septiembre y marzo (Hernández 1997); desova en lugares sombreados de zonas boscosas, entre tres y cinco puestas por temporada, a intervalos de 30 a 40 días; las nidadas constan de uno a 10 huevos, excepcionalmente hasta 15; la incubación comprende hasta 128 días (Hernández 1997, Rueda-Almonacid *et al.* 2007). Su carne es muy apreciada por indígenas y criollos, tanto para autoconsumo como para el comercio, especialmente durante la cuaresma, además es frecuente su tenencia como mascotas en zonas rurales, de manera que existe una fuerte presión de cacería sobre ejemplares de todas las clases etáreas. En la región de Imataca, al norte del estado Bolívar, ocupa el primer lugar en frecuencia de captura de fauna silvestre (Bisbal 1994). Los juveniles son demandados en el mercado internacional de mascotas y desde Venezuela se exportan anualmente a Europa y Asia pequeños lotes de tortuguillos provenientes de zoocriaderos comerciales. Su sobreexplotación en la Orinoquia venezolana ha sido ampliamente documentada (Pritchard y Trebbau 1984, Gorzula 1989, Bisbal 1994, Gorzula y Señaris 1998)

F. J. M. Rojas-Runjaic

Chelonoidis denticulata (Linnaeus, 1766)

Chelonoidis denticulata. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

Nombre común: morrocoy montañero.

Distribución general: Colombia, Venezuela, las Guayanas, Brasil, Ecuador, Perú y Bolivia.

Distribución en Venezuela: sur y oriente de Venezuela, en los estados Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro y Monagas (Figura 4).

Historia natural: talla grande, por lo regular alcanzan unos 50 cm y unos 15 kg de peso, pero excepcionalmente pueden alcanzar 82 cm (Pritchard y Trebbau 1984). De vida terrestre; habita en ambientes selváticos como bosques deciduos, semideciduos y pluviales de tierras bajas. De actividad diurna; su dieta es omnívora oportunista e incluye frutos, semillas, hojas y tallos de diversas plantas, hongos, termitas y carroña. La temporada de desove tiene lugar entre agosto y febrero, las nidadas constan de cinco a ocho huevos y producen múltiples nidadas por temporada; la incubación tarda de cuatro a cinco meses. Al igual que ocurre con su congénere, la carne de *C. denticulata* es muy apreciada por indígenas y criollos, tanto para autoconsumo como para el comercio, y también es frecuente su tenencia como mascotas (Barrio-Amorós y Narbaiza 2008), de manera que sobre esta especie también existe una fuerte presión de cacería. En la región de Imataca, al norte del estado Bolívar, las dos especies de *Chelonoidis* ocupan el primer lugar en frecuencia de captura de fauna silvestre (Bisbal 1994). Los juveniles son demandados en el mercado internacional de mascotas (aunque menos que *C. carbonaria*) y desde Venezuela se exportan eventualmente a Europa y Asia pequeños lotes de tortuguillos provenientes de zoocriaderos comerciales. Su aprovechamiento en la Orinoquia venezolana ha sido documentado por Bisbal (1994), Gorzula y Señaris (1998) y Barrio-Amorós y Narbaiza (2008).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Figura 2. Registros de distribución de las tortugas de la Orinoquia venezolana (1).

Figura 3. Registros de distribución de las tortugas de la Orinoquia venezolana (2).

F. J. M. Rojas-Runjaic

Figura 4. Registros de distribución de las tortugas de la Orinoquia venezolana (3).

Figura 5. Registros de distribución de las tortugas de la Orinoquia venezolana (4).

F. J. M. Rojas-Runjaic

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y AMENAZAS

De las especies de tortugas conocidas de esta región, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) considera sólo cuatro en la categoría de "Vulnerable" y otra (*Podocnemis expansa*) como "Casi Amenazada" y dependiente de medidas de conservación. *Peltocephalus dumerilianus* y *Podocnemis unifilis* están categorizadas como "VU A1acd" lo cual indica disminución del tamaño poblacional del 50%, por lo menos en los últimos 10 años y con base en observaciones directas, reducción en el área de ocupación territorial y elevados niveles de explotación observados. Por su parte *Podocnemis erythrocephala* es considerada vulnerable (VU A1bd) debido a sus bajos índices de abundancia y el uso actual o potencial. En el caso de *Chelonoidis denticulata* (VU A1cd+2cd) se suma el criterio de irreversibilidad en la calidad del área de su distribución, además de los altos niveles de explotación actuales y potenciales. También en el ámbito internacional, todas las especies de las familias Podocnemididae y Testudinidae están incluidas en el Apéndice II del CITES.

A nivel nacional y según la última actualización del libro rojo de la fauna venezolana (Rodríguez y Rojas-Suárez 2008), la tortuga arrau esta considerada "En Peligro Critico", el cabezón y la terecay como "Vulnerables", en tanto que el chipiro y los dos morrocoyes son categorizados como casi amenazados. Por su parte, *Mesoclemmys heliostemma* aparece en la categoría de "Datos insuficientes". Para Colombia, y según la recopilación de Castaño-Mora (2002) estas mismas especies están consideradas en diferentes categorías según sus amenazas en la Orinoquia y Amazonia. La tabla 2 sintetiza la posición que ostentan según la IUCN y en los libros nacionales de los dos países.

Hernández y Marín (2008) sintetizan la situación actual de la tortuga arrau en la Orinoquia venezolana, señalando que su principal amenaza sigue siendo la sobreexplotación de sus poblaciones como fuente de alimento y productos derivados. Hernández y Espín (2003) afirman que entre el 2000 y el 2002 el 71% de las tortugas consumidas por pobladores ribereños del Orinoco medio correspondía a la arrau y que en su mayoría (casi el 95%) pertenecían a las clases juveniles y subadultos, lo que implica la eliminación de la generación de relevo. Estos resultados contrastan significativamente con los enormes esfuerzos llevados a cabo por diversas instituciones nacionales para su conservación, que van desde su protección legal en 1946 (Decreto N° 1485 del 11 de septiembre de 1996 ratificando la veda indefinida y Decreto N° 1486 declarativo de especie en peligro de extinción), la creación de un refugio de fauna silvestre y zona protectora de la Tortuga Arrau (Decreto N° 271 del 7 de junio de 1989), hasta los programas de conservación *ex situ*, *in situ* y educativo-ambientales llevados a cabo por diversos actores nacionales desde hace más de dos décadas.

Por su parte, Ojasti *et al.* (2008) sintetizan la situación de las poblaciones venezolanas de terecay, señalando que la pesca de adultos y el saqueo de nidos son sus principales amenazas y en menor proporción, la captura de hembras desovadoras. La cacería de esta especie es legal en el país pero está regulada por un calendario de caza deportiva, y la cuota de ejemplares por cazador es establecida por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

El cabezón (*Peltocephalus dumerilianus*) es especialmente importante en la cacería de subsistencia de comunidades indígenas y criollas del sur de Venezuela y adicionalmente, objeto de aprovechamiento con fines comerciales en aquellas zonas donde son escasas *Podocnemis unifilis* y *P. expansa* (Arteaga 2008).

Las causas actuales de extinción o amenazas sobre la fauna son variadas, sin embargo la cacería indiscriminada, la destrucción de hábitat y la introducción de especies exóticas se consideran las más importantes (Baillie *et al.* 2004). Precisar estas causas y las presiones de riesgo actuales y potenciales de especies o poblaciones animales puede resultar difícil, aún más si ocurren simultáneamente y se sobreponen diversos factores (Rodríguez y Rojas-Suárez 2008). La IUCN ha propuesto la clasificación de los factores de amenaza en 12 categorías con la finalidad de unificar y facilitar los análisis de riesgo, y van desde afectaciones de origen antrópico (pérdida o degradación de hábitat, cosecha, contaminación, etc), hasta otros factores intrínsecos de las especies (p. ej., cambios en las dinámicas poblacionales, biología o ecología particular del taxón), sin descartar las catástrofes naturales o causas desconocidas. Partiendo de esta clasificación, en la tabla 3 agrupamos los diversos factores que afectan la sobrevivencia o estabilidad de las poblaciones de tortugas de la Orinoquia venezolana (señalados en la literatura así como los observados por nosotros) detallando el grado de intensidad que a nuestro juicio, tiene cada uno de ellos en la actualidad.

De los 12 factores de riesgo establecidos por la IUCN, siete no aparecen como amenazas, bien por el desconocimiento que se tiene sobre las poblaciones de tortugas de la Orinoquia venezolana (p. ej. la incidencia de especies exóticas invasivas que pueden estar afectando la especie de tortuga,

F. J. M. Rojas-Runjaic

Tabla 2. Clasificación de categoría de amenaza de las tortugas de la Orinoquia según la UICN y los libros rojos regionales (Venezuela y Colombia).

ESPECIE	CATEGORIA DE AMENAZA			CITES
	IUCN	Libro Rojo Venezuela (2008)	Libro Rojo Colombia (2002)	
ORDEN TESTUDINES				
FAMILIA Chelidae				
Chelus fimbriatus (Schneider, 1783)			NT 2002	
Mesoclemmys gibba (Schweigger, 1812)				
Mesoclemmys heliostemma (McCord, Ouni y Lamar, 2001)		DD		
Mesoclemmys raniceps (Gray, 1856)				
Phrynops tuberosus (Peters, 1870)				
Platemys platycephala (Schneider, 1792)				
FAMILIA Geomydidae				
Rhinoclemmys punctularia flammigera (Paolillo, 1985)				
Rhinoclemmys punctularia punctularia (Daudin, 1802)				
FAMILIA Kinosternidae				
Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766)				
FAMILIA Podocnemididae				
Peltocephalus dumerilianus (Schweigger, 1812)	VU A1acd	VU A2abd	NT	II
Podocnemis erythrocephala (Spix, 1824)	VU A1bd	NT	VU A1acd + 2cd	II
Podocnemis expansa (Schweigger, 1812)	NT	CR A2abd	CR A1acd+2cd	II
Podocnemis unifilis Troschel, 1848	VU A1acd	VU A2abcd	CR A1acd+2cd	II
Podocnemys vogli Muller, 1935			NT	II
FAMILIA Testudinidae				
Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824)		NT	CR A1acd+ A2cd	II
Chelonoidis denticulada (Linnaeus, 1766)	VU A1cd+2cd	NT	EN A1acd + 2cd	II

cambios en la dinámica poblacional de especies nativas que interaccionan con la especie amenazada), o por que su impacto actual se considera poco significativo con respecto al resto de las amenazas actuales (p. ej., mortalidad accidental, persecución y contaminación). Es así como los principales factores de riesgo actuales sobre las tortugas venezolanas en la cuenca del Orinoco quedan incluidas en las categorías de: 1) pérdida o degradación del hábitat, 2) cosecha, 3) desastres naturales, 4) factores intrínsecos de la especie y, 5) perturbación humana. De ellas la "cosecha" o utilización (extracción directa con fines de alimento, medicinas, etc., o su aprovechamiento con fines culturales, científicos o de recreación) es sin duda alguna la amenaza más importante, tanto por el número de especies sobre el que incide, como por su intensidad. Le sigue en orden de importancia la "pérdida o degradación ambiental", en este caso considerada en las poblaciones de las especies de tortugas que se distribuyen al norte del curso principal del río Orinoco, principalmente en los llanos inundables, los no inundables y el piedemonte andino. La "perturbación humana" sólo se considera como riesgo para *Podocnemis unifilis* y *P. vogli* , en vista de que su cacería es legal en el país, aunque sólo con fines deportivos.

Entre los "factores intrínsecos" sólo hemos considerado como riesgo para *Rhinoclemmys punctularia flammigera* su distribución puntual y aislada en el estado Amazonas venezolano, y su aparente baja densidad poblacional, aspectos que deben ser estudiados con profundidad para concretar los aspectos que definen su prioridad de conservación. Igualmente sobre esta subespecie, tratada por Barrio-Amorós y Narbaiza (2008) como especie plena, debería hacerse un estudio taxonómico y genético que aclare su relación con la subespecie *R. p. punctularia*. Por su parte para la tortuga arrau, *Podocnemis expansa,* se ha considerado su lento crecimiento poblacional (derivado de alcanzar la madurez sexual alrededor de 17 años) y su reproducción gregaria o comunal; este último atributo que la hace particularmente susceptible a la extracción masiva de hembras adultas y huevos durante este período. Gorzula y Señaris (1999) ya habían señalado esta problemática al considerar que, además de la desaparición anual del un porcentaje del "stock" reproductivo, se suma la ausencia de reclutamiento poblacional en la dinámica de la especie, lo cual es confirmado por Hernández y Espín (2003). A pesar de que hemos considerado estos riesgos en la categoría de "factores intrínsecos" sólo para los dos taxones señalados anteriormente, hay que tener en cuenta que las características de las historias de vida de algunas de las otras especies de tortugas limitan su posible aprovechamiento sustentable, e incluso modestas cosechas de poblaciones silvestres podrían causar disminuciones poblacionales importantes, tal como ha sido señalado por Crouse *et al.* (1987) y Thorbjarnarson *et al.* (2000). Así, por ejemplo, el ambiente o hábitat seleccionado para la postura de los huevos podría ser considerado como otro factor que hace a una especie más o menos susceptible a la depredación en este período.

En la categoría de "desastres naturales" hemos considerado principalmente los riegos de las inundaciones, por cuanto

F. J. M. Rojas-Runjaic

Tabla 3. Factores de riesgo o amenaza que afectan actualmente a las especies de tortugas de la Orinoquia venezolana.

ESPECIE	FACTORES DE RIESGO				
	Pérdida/ degradación hábitat	Cosecha	Desastres naturales	Factores intrínsecos	Perturbaciones humanas
Chelus fimbriatus	X	X (juveniles)	X		
Mesoclemmys gibba					
Mesoclemmys heliostemma					
Mesoclemmys raniceps		X			
Phrynops tuberosus		X			
Platemys platycephala		X			
Rhinoclemmys p. flammigera				XX	
Rhinoclemmys p. punctularia	X	XX			
Kinosternon scorpioides	X				
Peltocephalus dumerilianus		XXX			
Podocnemis erythrocephala		XX	X		
Podocnemis expansa	X	XXX	X	XX	
Podocnemis unifilis	X	XXX	X		X
Podocnemis vogli	X	XXX	X		X
Chelonoidis carbonaria	XX	XX			
Chelonoidis denticulada	X	XX			

XXX = alto o muy alto
XX = medio
X = bajo

F. J. M. Rojas-Runjaic

ha sido una de las principales causas de la disminución del éxito reproductivo de las tortugas dulceacuícolas, junto con la depredación de nidos (tanto natural como antrópica). En este ítem también podrían ser consideradas las sequías, tormentas, variaciones extremas en la temperatura y precipitación (cambio climático), entre otros. Los porcentajes de pérdida de nidadas por inundación van desde el 25% hasta su totalidad en varias especies del género *Podocnemis* y para *Chelus fimbriatus* (Hernández *et al.* 2010b), razón por la cual el manejo de nidos ha sido contemplado en los planes de conservación como medida para incrementar el éxito reproductivo y a la vez disminuir la depredación en este estadío de vida (Hernández y Martínez, 2010b).

Haciendo un análisis mas detallado de la categoría "cosecha" en las tortugas orinoquenses, se observa una importante intensidad de uso sobre todas las especies de la familia Podocnemididae, resultado sinérgico de su aprovechamiento con fines de subsistencia (tanto por comunidades indígenas como criollas) y su extracción con fines comerciales (Gorzula y Señaris 1999, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Barrio-Amorós y Narbaiza 2008). León-Mata *et al.* (2006) mencionan el incremento en la demanda y precios de la fauna silvestre, entre ellos *Peltocephalus dumerilianus*, *Podocnemis erythrocephala* y *P. unifilis*, como resultado del establecimiento de campamentos mineros ilegales en los alrededores de la confluencia Orinoco-Ventuari (incluyendo el P. N. Yapacana). Es así como actividades ajenas a la cultura local o desarrollos no sustentables deben ser considerados como factores de riesgo sustanciales por cuanto no sólo inciden puntualmente en la estabilidad de las poblaciones de tortugas de la Orinoquia, sino también en las dinámicas ambientales y socioeconómicas regionales. En el caso de *Chelus fimbriatus* la cosecha ocurre fundamentalmente durante los estadios juveniles (para mascotas), mientras que en los morrocoyes afecta a todas las etapas de vida, al igual que en las especies de *Podocnemis*.

Un factor de riesgo que amerita ser estudiado se refiere a la contaminación de los cuerpos de agua y su incidencia en las poblaciones de tortugas; se supone que este factor podría estar afectando algunas poblaciones de tortugas al norte de Venezuela (p. ej. *P. unifilis* en el río Cojedes), curso principal del Orinoco, así como en localidades puntuales donde ocurre minería ilegal con uso de mercurio (p. ej. confluencia Orinoco-Ventuari y cuenca del Cuyuní en Venezuela). Este último aspecto es especialmente importante en los quelonios que consumen peces e invertebrados, por cuanto se han detectado altos nivel de contaminación mercurial en la ictiofauna de estas regiones (Lasso *et al.* 2006, Farina *et al.* 2009), comprometiendo a su vez la salud de las comunidades que consumen estos recursos.

INICIATIVAS DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS CONTINENTALES EN LA ORINOQUIA VENEZOLANA

De las tortugas continentales presentes en Venezuela, la tortuga arrau es sin duda la más emblemática por su larga historia de sobreexplotación. Su otrora particular abundancia, su gran talla corporal (la mayor de entre las tortugas fluviales de Suramérica), y su conducta gregaria durante la temporada reproductiva le hicieron objeto una desmesurada explotación desde tiempos precolombinos, inicialmente por parte de indígenas y luego también por los colonos, quienes aprovechaban principalmente el aceite de sus huevos y la carne de las hembras adultas (Mosqueira 1960, Smith 1974).

En vista de tal situación, la primera medida oficial destinada a regular el aprovechamiento de una especie de quelonio en Venezuela estuvo dirigida a la tortuga arrau. Esta corresponde a una resolución del entonces Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) (Resolución MAC No. 4, del 28 de enero de 1946) en la que se prohibía la recolección de huevos y tortuguillos de las playas de nidificación y regulaba el número de tortugas adultas capturadas. De manera complementaria, desde 1945 se desarrollaron varios proyectos de investigación fomentados por el MAC y destinados a caracterizar la biología reproductiva, dinámica poblacional y el aprovechamiento de esta especie, con miras a regular su explotación (Blohm y Fernández 1948, Ramírez 1956, Mosqueira 1960, Roze 1964, Ojasti y Rutkis 1965, Ojasti 1967).

La explotación de la arrau en sus playas de anidación en el Orinoco, aunque ya reglamentada desde el año 1946, llegó a ocasionar la extracción de hasta el 93% de las hembras que salían a desovar (Ramírez 1956), lo cual motivó la declaración en el año 1962 de una primera veda de cinco años para la especie en algunas de sus playas de anidación masiva y se ordenó la vigilancia de estas (Resolución MAC No. 288, del 22 de diciembre de 1962).

En 1965 se llevó a cabo la primera experiencia de rescate de tortuguillos de arrau de las playas de anidación susceptibles de inundación. Un total de 80.500 tortuguillos fueron rescatados y liberados luego en ríos y caños adyacentes. Con

F. J. M. Rojas-Runjaic

esta actividad se pretendía disminuir la elevada mortalidad de neonatos provocada no sólo por la inundación de los nidos sino por depredación de aves y peces en las playas de anidación (Ojasti y Rutkis 1965). Incluso varios miles de tortuguillos obtenidos en rescates en años subsiguientes fueron destinados a un programa experimental de "siembra" de tortuga arrau en varios embalses del país, aparentemente con fines conservacionistas, pero con el objeto principal de hacerla disponible como fuente de proteína para los habitantes de poblaciones periféricas a estos cuerpos de agua. Sólo en el año 1968 más de 50.000 tortuguillos fueron destinados a este programa (Fernández 1968).

En 1970 se promulgó la Ley de Protección a la Fauna Silvestre (LPFS), aún vigente, que según su Artículo 1, rige la protección y aprovechamiento racional de la fauna silvestre y de sus productos, y el ejercicio de la caza (Gaceta Oficial No. 29.289 del 11 de agosto 1970). En este mismo año, en conformidad con el Artículo 75 de la LPFS, el MAC estableció la lista oficial de animales de caza (Resolución MAC No. RNR-5-276 del 13 de noviembre 1970), en la que se incluyó (entre otros vertebrados) a las tortugas arrau (*Podocnemis expansa*), terecay (*P. unifilis*), el galápago llanero (*Podocnemis vogli*), la cabezona (*Peltocephalus dumerilianus*), y a los dos morrocoyes (*Chelonoidis carbonaria* y *C. denticulata*), por reunir atributos para el ejercicio de la caza.

En 1978 se impuso una segunda veda de cinco años en todo el territorio nacional para la tortuga arrau (Resolución MAC No. 103, del 22 de marzo 1978) y al año siguiente se le incluyó en la lista de animales en veda indefinida junto con otras 35 especies de la fauna silvestre nacional (Resolución MARNR No. 95, del 28 de noviembre 1979).

Entre los años 1979 y 1988, la protección de las áreas de nidificación pasó a ser una labor a cargo de la Zona 10 del entonces Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR) - hoy MinAmb - que, en conjunto con efectivos de las Fuerzas Armadas de Cooperación (FAC - Guardia Nacional), ejercían las labores de vigilancia, censos de nidos, recolección y liberación de tortuguillos entre los meses de enero a mayo.

Adicionalmente, la declaratoria de varias áreas protegidas en la región de los llanos desde la década de los 70 ha preservado los hábitats tanto de la tortuga arrau como del terecay y el galápago llanero. El primero en decretarse fue el Parque Nacional (PN) Aguaro-Guariquito (Decreto 1.686 del 07 de marzo 1974); en 1988 se decretó el PN Santos Luzardo, también conocido como Cinaruco-Capanaparo (Decreto No. 2.018 del 24 de febrero de 1988); en 1989 decretaron dos Refugios de Fauna Silvestre (RFS): RFS Caño Guaritico (Decreto 2.702 del 11 de enero de 1989), y el RFS y Zona Protectora de la Tortuga Arrau (Decreto No. 271, del 07 de junio de 1989), este último con el objetivo principal de resguardar de manera integral tanto las playas de anidación masiva de esta especie en el Orinoco medio (Apure y Bolívar), como la principal población reproductora de Venezuela. Finalmente en el 2000 se decreta la Reserva de Fauna Silvestre Esteros de Camaguán (Decreto 729 del 09 de marzo del 2000), que si bien tiene como objetivo primordial el establecimiento de programas experimentales de aprovechamiento sostenible de sus recursos pesqueros, también ofrece protección a las poblaciones locales del galápago llanero.

En 1989, mismo año de la creación de los RFS Caño Guaritico y De La Tortuga Arrau, el Servicio Autónomo para la Protección, Restauración, Fomento y Racional Aprovechamiento de la Fauna Silvestre y Acuática del País (Profauna), asumió las labores de vigilancia del RFS de la Tortuga Arrau en conjunto con las FAC, y extendieron a ocho meses por año el período de vigilancia de las playas de anidación y zona aledañas. Para el mismo año, luego de la declaratoria del RFS de la Tortuga Arrau, se da inicio al programa "Bases para el Manejo de la Tortuga Arrau en el Orinoco", contemplando entre sus actividades el manejo, la guardería y la educación ambiental (Licata y Elguezabal 1997).

Hoy día el programa es conducido por el MinAmb y cuenta con el apoyo de varias ONGs, entre las cuales FUDECI figura como el aliado más importante en la historia del programa, por su importante contribución desde 1994 en las actividades de levantamiento de neonatos en cautiverio con fines de refuerzo poblacional, educación ambiental e investigación (Espín 1997, Hernández *et al.* 1998, Hernández y Espín 2006, Hernández *et al.* 2010a).

Como resultado del esfuerzo de casi dos décadas, el programa de conservación de tortuga arrau ha liberado más de 330.000 tortuguillos de un año de edad (Hernández *et al.* 2010a), tanto en las playas del Orinoco medio en los estados Apure y Bolívar, como en algunos tributarios llaneros (principalmente en el estado Apure).

En años recientes el programa de conservación conducido por el MinAmb ha extendido su radio de acción con los proyectos de manejo de poblaciones de quelonios fluviales del río Suripá en el estado Barinas, y del Brazo Casiquiare en el estado Amazonas, los cuales contemplan la participación protagónica de los habitantes locales en las activida-

F. J. M. Rojas-Runjaic

des de manejo y conservación de las tortugas. El proyecto desarrollado en el río Suripá se enfoca en el manejo de las poblaciones locales de terecay, en tanto que el del Brazo Casiquiare comprende el manejo de cuatro quelonios fluviales: chipiro, arrau, terecay, y cabezón.

En 2003 se creó el Grupo de Trabajo de Tortugas Continentales de Venezuela (GTTC) con el objeto de promover la conservación y el manejo sustentable de los quelonios de agua dulce y terrestres del país. Ese mismo año el GTTC, en comunicado formal al MinAmb sugirió la desincorporación de *Podocnemis unifilis y P. vogli* del calendario cinegético por considerar inapropiado el aval y fomento oficial de la caza de estas especies sin tener suficiente conocimiento biológico de base para sustentar un programa de este tipo, además por considerar que este tipo de extracción es aditiva a la cacería comercial ilegal y de susbsistencia, que ya ejercen una fuerte presión sobres las poblaciones venezolanas de estos quelonios.

En 2008 el GTTC comenzó a trabajar en la elaboración de la Estrategia Nacional para la Conservación de las Tortugas Continentales de Venezuela y su Plan de Acción, para lo cual se convocó a un primer taller y se contó con la participación de un número importante de especialistas en el manejo y conservación de tortugas y fauna silvestre en general. No obstante, si bien se logró la elaboración de una primera versión del documento, esta iniciativa a la fecha no ha sido llevada a término.

Otras medidas legales de fecha más reciente y que aunque de alcance más general han contribuido a la protección de los quelonios de la Orinoquia son: el Reglamento de la LPFS (Gaceta Oficial No. 5.302, del 29 de enero de 1999) que en su Capítulo IV contempla la posibilidad de establecer zoocriaderos comerciales, y la Resolución RNR-171 de 1995, que establece las normas generales para la creación y funcionamiento de zoocriaderos de fauna silvestre con fines comerciales. A partir de esta resolución se han creado varios zoocriaderos de tortugas continentales en el país, tanto con fines comerciales como de conservación e investigación, que han involucrado la zoocría de algunas de las especies de quelonios más importantes de la Orinoquia venezolana en términos de conservación, como la tortuga arrau, el terecay, el chipiro, y las dos especies de morrocoyes.

Adicionalmente se establecieron por resolución del MinAmb (No. 95; Gaceta Oficial No. 356.291, del 20 de agosto del 2007) las "Normas para el Programa de Zoocría de la Especie *Geochelone carbonaria* (Morrocoy Sabanero)", en parte con el objeto de formalizar la tenencia familiar de planteles de cría de dicha especie y reducir la presión de cacería de ejemplares silvestres mediante la promoción de la comercialización de ejemplares criados en cautividad.

Por último, se cuentan el Decreto No. 1.485 (Gaceta Oficial No. 36.059, del 7 de octubre de 1996) que declara en veda un número de especies incluidas o no en la lista oficial de animales de caza, entre ellas varias especies de tortugas continentales de la Orinoquia venezolana; y el Decreto No. 1.486 (Gaceta Oficial No. 36.062, del 10 de octubre de 1996) que declara en peligro de extinción a *P. expansa* (entre otras 46 especies de vertebrados silvestres).

Recientemente Hernández y Martínez (2010a) presentan una interesante evaluación de la efectividad de las áreas naturales protegidas en la conservación de los quelonios dulceacuícolas venezolanos, especialmente de *P. expansa* en el refugio creado para su resguardo. Estos autores resumen que no se encontraron resultados que permitirán evaluar el éxito de estas áreas en cuanto al mejoramiento o mantenimiento de las variables poblacionales de las tortugas, así como la ausencia de evaluación de los programas de conservación en función al aumento de las poblaciones que protegen.

EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS CONTINENTALES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO CAURA

Contexto geográfico e histórico

La cuenca del río Caura se ubica al oeste del estado Bolívar y comprende una superficie de 45.336 km^2. Sus cabeceras se encuentran cerca de la frontera con Brasil y su cauce discurre en dirección norte unos 730 km hasta desembocar en el río Orinoco (Vispo y Knab-Vispo 2003a). El Caura es uno de los tributarios principales del Orinoco y a juicio de muchos constituye la última gran cuenca tropical en condiciones virtualmente prístinas (Rosales y Hubber 1996a, Bevilacqua y Ochoa 2001).

Además de su condición prístina, su elevada diversidad biológica y el alto porcentaje de endemismos que componen su biota le han convertido en área de estudio de numerosas investigaciones biológicas (p. ej., Rosales y Huber 1996b, Huber y Rosales 1997, Chernoff *et al*. 2003, Vispo y

F. J. M. Rojas-Runjaic

Knab-Vispo 2003b). Entre ellas destacan varias efectuadas en la última década del siglo pasado e inicios de la primera del corriente, orientadas a evaluar el aprovechamiento de la fauna silvestre por parte de los habitantes de la región (Escalona y Fa 1998, Vispo 2000, Ferrer *et al*. 2001, 2002, 2003, Escalona y Loiselle 2003, Ferrer *et al*. 2006, Cárdenas *et al*. 2006). Los resultados de estos estudios dan cuenta de una creciente presión de caza, con fines de autoconsumo y comerciales, sobre la fauna silvestre en general, pero con un particular y alarmante efecto sobre la tortuga terecay, en la cual ya era evidente el decrecimiento poblacional por causa de la sobreexplotación de huevos y adultos.

Particularmente Escalona y Fa (1998) reportaron al menos 70% de nidos de terecay saqueados por el hombre en las playas de anidación de los ríos Nichare y Tawadu (además otro 22% de nidos perdidos por depredación de otros animales, inundación y otras causas ambientales), en tanto que, Escalona y Loiselle (2003) determinaron que existe una fuerte extracción de ejemplares de todas las tallas para autoconsumo local, pero que adicionalmente un número desproporcional de hembras adultas de gran talla son extraídas anualmente y destinadas al comercio para suplir la demanda de los mercados de centros urbanos fuera de la cuenca del Caura.

En vista de la alarmante situación de sobreexplotación de las poblaciones de terecay en el Caura se sugirió, entre otras medidas, la creación de programas locales de conservación de tortugas que involucrarán a las comunidades locales (Escalona y Fa 1998, Escalona y Loiselle 2003), el desarrollo de programas de educación ambiental, de uso sustentable de la especie como recurso y la implementación de actividades de vigilancia y control (Ferrer *et al*. 2002).

Origen y fundamentos del programa

En atención a tales sugerencias, la Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN) en conjunto con la alcaldía del municipio Sucre del estado Bolívar organizaron y ejecutaron en 2002 en la ciudad de Maripa (cuenca baja del río Caura) el foro-taller "Uso y manejo de fauna silvestre y acuática por comunidades de la cuenca baja del río Caura", en el que participaron representantes de comunidades indígenas Ye'kuana y criollas, y miembros de instituciones gubernamentales y ONGs, del cual derivó un documento que plantea la voluntad de estos sectores hacia la conservación de los recursos de la fauna silvestre y acuática de la cuenca. Entre los años 2003 y 2004, se consolida el Programa de Conservación de Tortugas Continentales de la Cuenca Baja del Río Caura e inicia la construcción del Zoocriadero Experimental Wasaña, en alianza con la empresa Wasaña Travels y Ecotours del biólogo Zabdiel Arenas. Dicho programa se fundamentó en la idea que la utilización sustentable de la fauna silvestre como alternativa a su protección estricta constituye una medida real de conservación de la biodiversidad.

El programa se planteó tres principios básicos: el primero propuso la necesidad de conservar la biodiversidad que es fundamental para guiar todas las demás acciones y, en tal sentido, se establecieron las actividades encaminadas a estimular la conservación de la vida silvestre y la preservación de los hábitats que la sostienen a largo plazo. El segundo principio contempló mejorar la calidad de vida de las poblaciones locales, y se concreta dentro del programa reconociendo la importancia que por igual tienen los tres componentes del sistema, conformados por el recurso, su hábitat y quien lo aprovecha. En el programa no se considera la conservación de los quelonios exclusivamente por su importancia dentro de los ecosistemas que ocupa, sino además porque representa una fuente de alimentación proteica importante para los pobladores locales y un elemento relevante dentro de su economía. Finalmente el tercer lineamiento se refirió a la sensibilización y capacitación de los habitantes de las comunidades locales para la conservación de su propio entorno natural y de los recursos que este les provee. Para esto se trata de actuar localmente, facilitando el manejo de las especies que sean de interés para las comunidades indígenas y criollas.

El programa de conservación comprende entre sus objetivos la zoocría de siete especies de tortugas fluviales y dos terrestres: arrau (*Podocnemis expansa*), tercay (*P. unifilis*), galápago llanero (*P. vogli*), chipiro (*P. erythrocephala*), morrocoy sabanero (*Chelonoidis carbonaria*), morrocoy montañero (*C. denticulada*), galápago de Maracaibo (*Rhinoclemmys diademata*), chata (*R. punctularia*) y matamata (*Chelus fimbriatus*), pero haciendo énfasis en el manejo de la terecay por su particular situación de sobreexplotación en el Caura.

La tortuga arrau fue incorporada estrictamente con fines de refuerzo poblacional en el Caura, en vista que la población local está virtualmente extinta. Con la incorporación de esta especie se presta apoyo al programa de conservación de la tortuga arrau que ejecuta el MinAmb, quien provee al zoocriadero de una cuota anual de neonatos obtenidos de las playas de anidación masiva del RFS de la Tortuga Arrau en el Orinoco medio.

F. J. M. Rojas-Runjaic

El manejo de las ocho especies restantes tiene fines simultáneos de comercialización de juveniles para el mercado de mascotas, conservación a través del refuerzo poblacional, e investigación. En el caso particular de las dos especies de *Chelonoidis* y las dos de *Rhinoclemmys,* la zoocría se basa en la reproducción de parentales mantenidos en cautividad, en tanto que para las demás especies se basa en la obtención de huevos de nidos naturales y su incubación *ex situ* bajo condiciones artificiales.

Actividades del programa y logros

Previendo la necesidad de personal calificado para las actividades de rancheo de nidadas de terecay, se dictaron en 2005 varios talleres de identificación y manejo de nidadas de tortugas fluviales, dirigidos a miembros de las comunidades Ye'kuana del bajo Caura. En febrero de 2006 se efectuó el primer rancheo, del cual se obtuvieron 1570 huevos que fueron trasladados a las instalaciones del Zoocriadero Experimental Wasaña e incubados en bancos artificiales de arena. El 26 de junio de 2007 se organizó el primer acto de liberación de unos 1500 tortuguillos de terecay en el río Caura, en los alrededores de las poblaciones de Maripa y Jabillal. En el marco de esta actividad, y en atención al principio sensibilizador del programa se dictaron charlas sobre el programa de conservación, sobre las actividades del zoocriadero y sobre aspectos biológicos y ecológicos de las especies de tortugas incluidas en el programa, además de visitas guiadas a las instalaciones del zoocriadero. En esta actividad participaron estudiantes de la escuela y el liceo de Maripa, y de la Univeridad Simón Rodríguez, autoridades regionales del MinAmb, y de la alcaldía de Sucre entre otros.

Durante el mismo año se recibió un primer lote de 1000 tortuguillos de arrau provenientes del Orinoco medio para ser criados en los tanques por un año; además se efectuó el segundo rancheo de 2500 huevos de terecay y se incorporaron pequeños planteles de cría de las dos especies de morrocoyes. Para el 2010 se inició una nueva etapa del proyecto de zoocría, en la cual se involucró a la comunidad de Aripao, quienes además de participar en las actividades de rancheo de nidos en caño Mato, contribuyeron activamente con las labores de cría de 2500 tortuguillos; se asignaron tanques y lotes de 250 tortuguillos a diez grupos familiares para que se encargaran del levantamiento de los neonatos durante un año. Esta iniciativa tuvo muy buena acogida en la comunidad y ha contribuido de manera relevante a la sensibilización y el sentido de compromiso de los habitantes de Aripao con la preservación de las tortugas fluviales del Caura.

En mayo de 2011 se liberaron casi 600 tortuguillos de terecay y poco más de 14000 tortuguillos de arrau, con lo cual se calcula en 6861 juveniles de terecay y 21245 de arrau los ejemplares liberados en los seis años de actividades del programa de conservación (Tabla 4).

Una nueva iniciativa de conservación de tortugas fluviales puesta en marcha en 2008 por la Fundación La Salle, fue el proyecto "Manejo y conservación de tortugas continentales en las cuencas bajas de los ríos Caura y Ventuari: lineamientos de manejo económico sustentable para el aprovechamiento de las comunidades locales". Con esta nueva actividad se dio continuidad al programa de conservación del Caura entre 2008 y 2010, en tanto que el desarrollo de actividades en la cuenca baja del Ventuari y su confluencia con el alto Orinoco (estado Amazonas) pretendieron atender a las recomendaciones generadas de los estudios de biodiversidad y uso de fauna efectuados en la región durante el 2006, en los cuales se evidenció que la zona, además de contener la mayor riqueza de especies de tortugas del país, presenta problemas de sobreexplotación con fines comerciales de varias de estas especies (León-Mata *et al.* 2006, Señaris y Rivas 2006).

Tabla 4. Sinopsis de las liberaciones de tortuguillos de terecay y arrau efectuadas entre 2007 y 2011 en el marco del Programa de Conservación de Tortugas Continentales de la cuenca baja del río Caura.

Lugar de liberación	Fecha	Terecay (*Podocnemis unifilis*)		Arrau (*Podocnemis expansa*)	
		liberados	marcados	liberados	marcados
Maripa, Mcpo. Sucre, edo. Bolívar	26 de junio de 2007	1500	663	0	0
Jabillal, Mcpo. Cedeño, edo. Bolívar	02 de mayo de 2008	1000	1000	983	983
Rápidos de Cinco Mil, Mcpo. Sucre, edo. Bolívar	10 de junio de 2009	1800	1800	0	0
Caño Mato, Mcpo. Cedeño, edo. Bolívar	04 de junio de 2010	2000	0	5900	0
Caño Mato, Mcpo. Cedeño, edo. Bolívar	05 de junio de 2011	561	561	4582	4582
Pozón Babilla, Mcpo. Atures, edo. Amazonas	06 de junio de 2011	0	0	9780	0
TOTAL		**6861**	4024	**21245**	5565

F. J. M. Rojas-Runjaic

Las actividades desarrolladas en el Ventuari comprendían en una primera etapa la evaluación del estatus poblacional de todas las especies de tortugas que habitan en la cuenca baja del río, y el aprovechamiento que las comunidades locales hacen de estas especies, para luego, en una segunda etapa, desarrollar planes de manejo y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales. La primera etapa fue ejecutada y los resultados serán publicados (Ferrer *et al.* en prep.), en tanto que la ejecución de la segunda etapa espera aun por la obtención de nuevos fondos.

COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES

Casi el 80% de la riqueza de tortugas continentales de Venezuela se encuentran en la Orinoquia venezolana y muchas de ellas son usadas local o regionalmente, ya bien con fines de subsistencia, medicinal y/o comercial. Lamentablemente su aprovechamiento no ha sido sustentable por cuanto algunas especies se encuentran en categorías de amenaza. Venezuela destaca por su larga trayectoria en programas gubernamentales y privados para la conservación de las tortugas dulceacuícolas, especialmente la tortuga arrau, incluyendo actividades de conservación *in situ*, *ex situ*, y de educación ambiental, aunado a una base legislativa amplia. A pesar de ello no existen evaluaciones de la eficacia de estos programas de conservación en función de la recuperación de las poblaciones mermadas, o de un uso sustentable actual. Como lo señalan Hernández y Martínez (2010a) "no se puede determinar si estas acciones son adecuadas para recuperar a la especie [refiriéndose a la arrau], lo que puede implicar pérdida de esfuerzo y de recursos".

La información recogida durante estos estudios y programas de conservación, de estar disponibles, no ofrecen una visión clara de sus resultados por cuanto no contemplaron o contemplan entre sus actividades, la medición del éxito ecológico de los mismos. De igual manera, datos recientes sobre genética poblacional de *Podocnemis unifilis* en la cuenca del Caura muestran que dos poblaciones geográficamente cercanas deberían ser tratadas como unidades de manejo y conservación independientes (Escalona 2010), requiriendo no sólo de los estudios biológicos oportunos, sino del incremento del número poblacional, resguardo de la calidad y tamaño del hábitat y del aumento de la diversidad genética. Este caso podría extrapolarse a otras especies, una de las prioritarias sería *Rhinoclemmys punctularia flammigera* elemento endémico de la Orinoquia venezolana.

La evaluación del uso de las tortugas dulceacuícolas por parte de las comunidades, con toda su diversidad cultural, social y económica en la Orinoquia, es fundamental para trazar y ajustar los planes de manejo y conservación. En todos los casos es imprescindible el acompañamiento y compromiso de las comunidades locales que hacen uso de estos recursos, para lograr el éxito de estos programas y garantizar su aprovechamiento de forma sustentable. Igualmente necesarias son las políticas públicas estables así como los recursos económicos de permitan la continuidad al desarrollo de los planes y estudios seleccionados.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, A. 2008. Cabezón *Peltocephalus dumerilianus*. Pp. 171. En: Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (eds.) *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S.A., Caracas, Venezuela.
- Baillie, J. E. M., C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. IUCN XXIV. 191 pp.
- Balensiefer, D. C. y R. C. Vogt. 2006. Diet of *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) during the dry season in the Mamirauá sustainable development reserve, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 5: 312-317.
- Barrio, C. L. 2001. Natural History: Testudines: *Podocnemis unifilis*. Maximum Size. *Herpetological Review* 32: 39.
- Barrio-Amorós, C. L. y R. Manrique. 2006. Record de taille por une Matamata (*Chelus fimbriata*) au Venezuela. *Manouria* 9: 23-26.
- Barrio-Amorós, C. L. y I. Narbaiza. 2008. Turtles of the Venezuelan Estado Amazonas. *Radiata*. 17: 2-19.
- Bevilacqua, M. y J. Ochoa G. 2001. Conservación de las últimas fronteras forestales de la guayana venezolana: propuesta de lineamientos para la cuenca del río Caura. *Interciencia* 26: 491-497.
- Bisbal, F. 1994. Consumo de fauna silvestre en la zona de Imataca, Estado Bolívar, Venezuela. *Interciencia* 19: 28-33.

F. J. M. Rojas-Runjaic

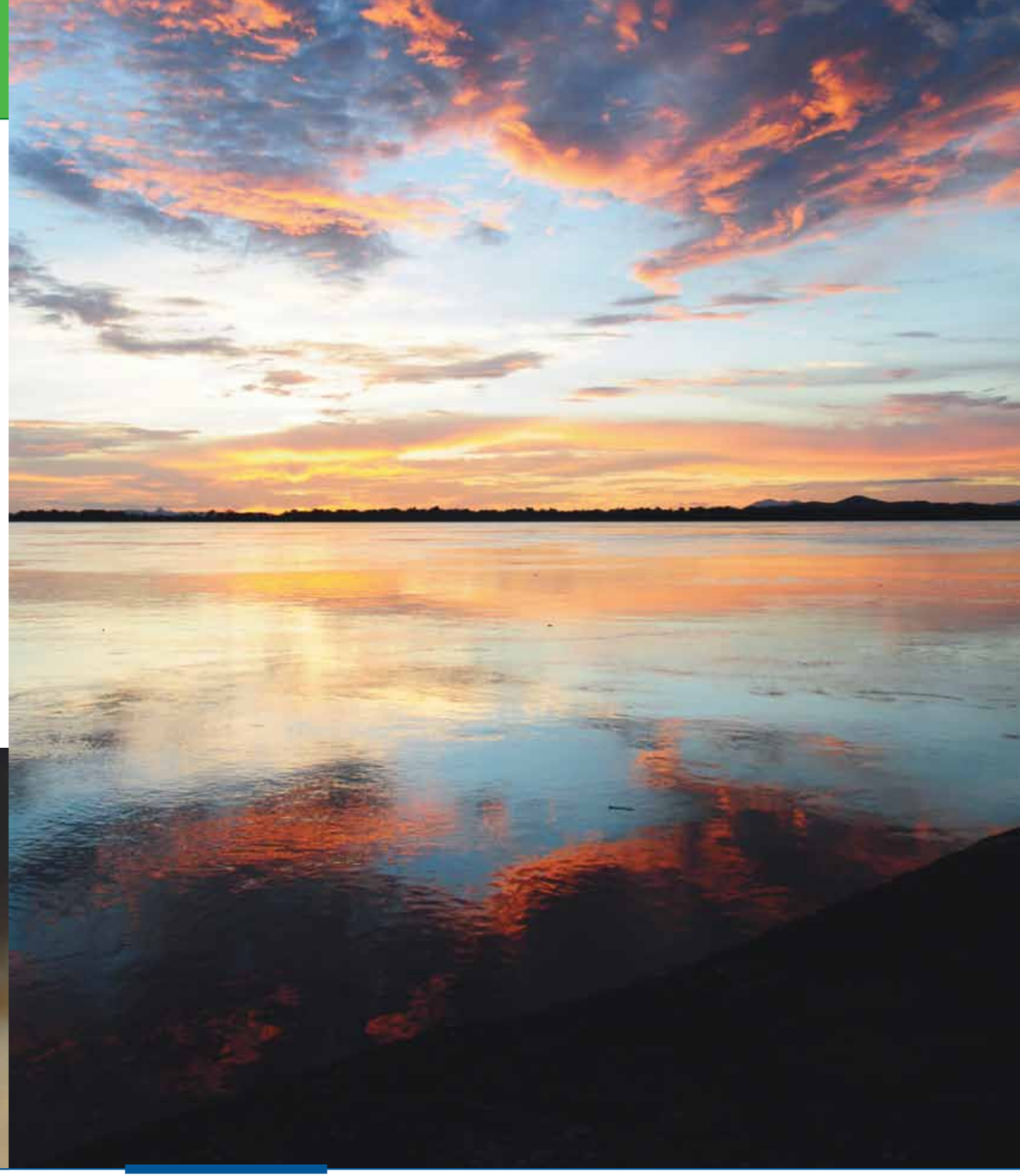
- Blohm, T. y A. Fernández. 1948. La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle en Pararuma. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 8: 35-69.
- Cárdenas, L., J. Espinoza, M. Bevilacqua, A. Caura, R. Martínez, J. Ochoa y D. Medina. 2006. Patrones de consumo de fauna terrestre y acuática en la comunidad Ye'kuana Wünküyadinña, cuenca del río Caura, Guayana venezolana. En: Programa y libro de resúmenes. I Congreso Internacional de Biodivesidad del Escudo Guayanés. Santa Elena de Uairén, Venezuela.
- Castaño-Mora, O. V. (Ed). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie: Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá, Colombia. 160 pp.
- Chernoff, B., A. Machado-Allison, K. Riseng y J. R. Montambault (Eds.). 2003. Una evaluación rápida de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. Boletín RAP de Evacuación Biológica 28. Conservation International, Washington DC. 284 pp.
- Crouse, D.T., L.B. Crowder y H. Caswell. 1987. A state-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology* 68:1412-1423.
- De la Ossa V., J., R. C. Vogt y A. de la Ossa-Lacayo. 2009. Hallazgo de oofagia canibalística en *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines: Podocnemididae). *Actualidades Biológicas* 31: 78-82.
- Escalona, T. y B. Loiselle. 2003. *Podocnemis unifilis*, a valuable freshwater turtle used as a local and commercial food resource in the lower Caura basin. En: Vispo, C. y C. Knab-Vispo (eds.). *Plants and vertebrates of the Caura's riparian corridor: their biology, use and conservation*. *Scientia Guaianae* 12: 419-440.
- Escalona, T. y J. E. Fa. 1998. Survival of nests of the Terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu Reviers, Venezuela. *Journal of Zoology* 244: 303-312.
- Escalona, T., T. N. Engstrom, O. E. Hernández, B. C. Bock, R. C. Vogt y N. Valenzuela. 2009. Populations genetics of the endagered South American freshwater turtle, *Podocnemis unifilis*, inferred form microsatellite DNA data. *Conservation Genetics* 10: 1683-1696.
- Espín, R. 1997. Zoocriadero de la Tortuga Arrau *Podocnemis expansa*, una alternativa para su conservación. *Natura* 110: 49-53.
- Fachín-Terán, A., R. C. Vogt y M. F. S. Gómez. 1995. Food habits of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *Journal of Herpetology* 29: 536-547.
- Farina, O., D. Pisapia, M. González y C. A. Lasso. 2009. Evaluación de la contaminación por mercurio en la biota acuática, aguas y sedimentos de la cuenca alta del río Cuyuní, Estado Bolívar, Venezuela. Pp. 74-88. *En*: Carlos A. Lasso, Josefa C. Señaris, Ana Liz Flores y Anabel Rial (Eds.). *Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos del Alto Río Cuyuní, Guayana Venezolana*. RAP Bulletin of Biological Assessment Nº 55. Conservation International, Arligton, USA.
- Fergusson-Laguna, A. 2010. El aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica en Venezuela. Pp. 185-204. *En*: *Simposio Investigación y Manejo de la Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti*. Embajada de Finlandia, Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, FUDECI, IZET, UNELLEZ, USB, Provita, Fundación La Salle, PDVSA y Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Fernández Y., A. 1968. La tortuga arrau. *El Lago* 2: 148-151.
- Ferrer, A., D. Lew y C. Vispo. 2001. Uso de la fauna silvestre y acuática en la cuenca baja del río Caura (Estado Bolívar): consumo y comercialización Pp. 129. *En*: Libro de Resúmenes. V Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Criterios de Sostenibilidad. Cartagena de Indias, Colombia.
- Ferrer, A., D. Lew y C. Vispo. 2002. Uso de la fauna silvestre y acuática en la cuenca baja del río Caura. *Presencia* 66: 16.
- Ferrer, A., D. Lew y C. Vispo. 2003. La fauna silvestre y acuática de la cuenca baja del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela: consumo y comercialización. Pp. 79. *En*: Programa y Libro de Resúmenes. V Congreso Venezolano de Ecología. Isla de Margarita, Venezuela. 03 al 07 de noviembre de 2006.
- Ferrer, A., V. Romero y D. Lew. 2006. Aprovechamiento y consumo de fauna silvetsre en dos localidades de la cuenca baja del río Caura, Venezuela. Pp 149. *En*: Programa y libro de resúmenes. I Congreso Internacional de Biodivesidad del Escudo Guayanés. Santa Elena de Uairén, Venezuela.
- Fidenci, P. 2002. Chelonian notes along the Caura River, Venezuela, 2001. *Turtle and Tortoise Newsletter* 5:6-8.
- Gorzula, S. 1989. *Chelonoides carbonaria* (red footed tortoise). *Herpetological Review* 20: 56.
- Gorzula, S. 1995. Diagnóstico faunístico del Estado Amazonas, propuesta para un manejo sustentable. Pp. 228-247. *En*: Carrillo, A. y M. A. Perera (eds.). *Amazonas modernidad y tradición*. SADA-Amazonas y Deutche Gesellshcaft für Tecnische Zusammenarbeit, Caracas.
- Gorzula, S. y J. Señaris. 1998. Contribution to the Herpetofauna of the Venezuelan Guayana I. A Data Base. *Scientia Guaianae* 8: 270
- Hernández P., O. E. 1997. Reproducción y crecimiento del morrocoy, *Geochelone* (*Chelonoidis*) *carbonaria* (Spix, 1824) (Reptilia, Testudinidae). *Biollania* 13:165-183.
- Hernández, O. y R. Espín. 2003. Consumo ilegal de tortugas por comunidades locales en el río Orinoco medio, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 23:17-26.
- Hernández, O. y R. Espín. 2006 Efectos del reforzamiento sobre la población de Tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco medio, Venezuela. *Interciencia* 31:424-430.
- Hernández, O. y E. Marín. 2008. Tortuga Arrau *Podocenmis expansa*. Pp. 172. *En*: Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (Eds.) *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S.A., Caracas, Venezuela.
- Hernández, O. y E. Martínez. 2010a. Efectividad de las áreas naturales protegidas para la conservación de las especies de tortugas de agua dulce de Venezuela. Pp. 87-96. *En*: R. De Oliveira-Miranda, J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro & F. Rojas-Suárez (Eds.). *Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación Basada en Evidencias e Intervenciones Estratégicas*. Provita, Caracas, Venezuela.
- Hernández, O. y E. Martínez. 2010b. Efectividad del cuido de nidos y reforzamiento poblacional en la recuperación de las poblaciones de las especies de tortugas de agua dulce de Venezuela. Pp. 97-104. *En*: R. De Oliveira-Miranda, J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro & F. Rojas-Suárez (Eds.). *Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación Basada en Evidencias e Intervenciones* Estratégicas. Provita, Caracas, Venezuela.
- Hernández, O., I. Narbaiza y R. Espín. 1998. Zoocriadero de Tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*) con fines de reforzamiento de poblaciones silvestres. Pp 69-75. *En*: López, J., I. Saavedra y M. Dubois (Eds). *"El Río Orinoco: aprovechamiento sustentable" Memorias de las primeras jornadas de investigación sobre el Río Orinoco*. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Mecánica de Fluidos, Caracas, Venezuela.
- Hernández, O., R. Espín, E. O. Boede y A. Rodríguez. 2010a. Algunos factores que afectan el crecimiento en cautiverio de crías de caimanes y tortugas del Orinoco (*Crocodylus intermedius*, *Crocodylus acutus* y *Podocnemis expansa*). Pp: 213-224. *En*: Machado-Allison, A. (Ed.). *Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en Homenaje al Dr. Juhani Ojasti*. Embajada de Finlandia, FUDECI, IZET, UNELLEZ, USB, Provita, FLSCN, PDVSA y Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. Todías Lasser", Caracas, Venezuela.
- Hernández, O., A. S. Espinosa-Blanco, M. Lugo Castillo, M. Jiménez-Oraá y A. E. Seijas. 2010b. Manejo de nidadas de terecay (*Podocnemis unifilis*) en los ríos Cojedes y Manapire, como medida para evitar su pérdida por inundación y depredación. Pp. 207- 212. *En*: R. De Oliveira-Miranda, J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro & F. Rojas-Suárez (Eds.). *Ciencia y conservación de especies amenazadas en Venezuela: Conservación Basada en Evidencias e Intervenciones Estratégicas*. Provita, Caracas, Venezuela, 234 pp.
- Huber, O. 1995. Geographical and physical features. Pp. 1-61. En: Berry, P. E., B. K. Holst y K. Yatskievych (Eds.). Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1. Introduction. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Timber Press, Pórtland, Oregon.
- Huber, O. y J. Rosales (Eds.). 1997. Ecología de la cuenca del río Caura, Venezuela II. Estudios especiales. *Scientia Guaianae* 7:473.
- Lasso, C., A. Giraldo, O. M. Lasso, O. León-Mata, C. DoNascimiento, N. Milani, D. Rodríguez-Olarte, J. C. Señaris y D. Taphorn. 2006. Peces de los ecosistemas acuáticos de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela: resultados del AquaRAP 2003. Pp. 114-122. *En*: Carlos A. Lasso, Josefa C. Señaris, Leeanne E. Alonso y Ana Liz Flores (Eds.). *Evaluación rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela*. RAP Bulletin of Biological Assessment N° 30. Conservation International, Washington, D.C., USA.
- Lee, D. 2004. Cultural harvest of the Llanos Side-Neck Turtle, *Podocnemis vogli*, in the Venezuelan Llanos. *Turtle and Tortoise Newsletter* 8: 5-8.
- León-Mata, O. J., D. Taphorn, C. A. Lasso y J. C. Señaris. 2006. Uso de los recursos acuáticos, fauna y productos forestales no maderables en el área de confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. Pp. 141-146. *En*: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). *Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos de la Confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Licata, L. y X. Elguezabal. 1997. Management plan for the giant amazonian turtle, *Podocnemis expansa*, in La Tortuga Arrau Wildlife Refuge, Orinoco river, Venezuela. Pp. 171-173. En: Van Abbema, J. (Ed.). *Proceedings, conservation, restoration, and management of tortoises and turtles – an international conference*. New York Turtle and Tortoise Society, New York.
- Malvasio, A., A. M. de Souza, F. De Barros M. y F. de Arruda S. 2003. Comportamento e preferência alimentar em *Podocnemis expansa* (Schweigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 161-168.
- McCord, W. P., M. Joseph-Ouni y W. W. Lamar. 2001. A taxonomic reevaluation of *Phrynops* (Testudines: Chelidae) with the description of two new genera and a new species of *Batrachemys*. *Revista de Biología Tropical* 49: 715-764.
- McDiarmid, R. W. y A. Paolillo. 1988. Herpetological collections: Cerro Neblina. Pp. 667-670. *In*: Brewer-Carías, C. (ed.). *Cerro de la Neblina. Resultados de la expedición 1983-1987*. FUDECI, Caracas, Venezuela.
- Métrailler, S. 2001. Elevage et reproduction de *Platemys platycephala* (Schneider, 1792). *Manouria* 4: 21-32.
- Milaré B., A. y R. C. Vogt. 2008. Nesting Ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) of the Rio Negro, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 7: 12-20.
- Mittermeier, R. A. y R. A. Wilson. 1974. Redescription of *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824), an Amazonian pelomedusid turtle. *Papeis Avulsos de Zoologia* 28:147-162.
- Mittermeier, R. A., A. G. J. Rhodin, F. Medem, P. Soini, M. S. Hoogmoed y N. Carrillo de Espinosa. 1978. Distribution of the South American chelid turtle, *Phrynops gibbus* with observations on habitat and reproduction. *Herpetologica* 34: 94-100.
- Mosqueira M., J. M. 1960. Las Tortugas del Orinoco. 2da Edición. Editorial Citania, Buenos Aires, Argentina. 149 pp.
- Ojasti, J. 1967. Consideraciones sobre la ecología y conservación de la tortuga *Podocnemis expansa* (Chelonia, Pelomedusidae). *Atlas do Simpósio sóbre a Biota Amazónica* 7: 201-206.
- Ojasti, J. 1971. La tortuga arrau del Orinoco. *Defensa de la Naturaleza* 1: 3-10.
- Ojasti, J. 1995. Uso y conservación de la fauna silvestre en la Amazonía. Secretaría Pro-Tempore-Tratado de Cooperación Amazónica Nº 35. Lima, Perú.
- Ojasti, J. y Rutkis, E. 1965. Operación tortuguillo, un planteamiento para la conservación de la tortuga del Orinoco. *Agricultor Venezolano* 228:32-37.
- Ojasti, J., A. Arteaga y P. Lacabana. 2008. Terecay *Podocnemis unifilis*. Pp. 173. En: Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (eds.) Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S.A., Caracas, Venezuela.
- Paolillo, A. 1985. Description of a new subspecies of the turtle *Rhinoclemmys punctularia* (Daudin) (Testudines: Emydidae) from southern Venezuela. *Amphibia-Reptilia* 6: 293-305.
- Pérez-Emán, J. L. 1990. Aspectos básicos de la biología y el valor socioeconómico del quelonio cabezón, *Peltocephalus dumerilianus* (Schweigger) (Testudines, Pelomedusidae) en el territorio Federal Amazonas. Trabajo Especial de Grado. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela. 210 pp.
- Pérez-Emán, J. L. y A. Paolillo. 1997. Diet of the Pelomedusid turtle *Peltocephalus dumerilianus* in the Venezuelan Amazon. *Journal of Herpetology* 31: 173-179.
- Pritchard, P. C. H. y P. Trebbau. 1984. *Turtles of Venezuela*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Nueva York, UAS. 403 pp.
- Ramírez, M. 1956. Estudio biológico de la tortuga "arrau" del Orinoco, Venezuela. *Agricultor Venezolano* 90: 44-63.
- Ramo, C. 1982. Biología del Galápago (*Podocnemis vogli* Müller, 1935) en el Hato "El Frío" Llanos de Apure (Venezuela). *Doñana Acta Vertebrata* 9: 1-161.

F. J. M. Rojas-Runjaic

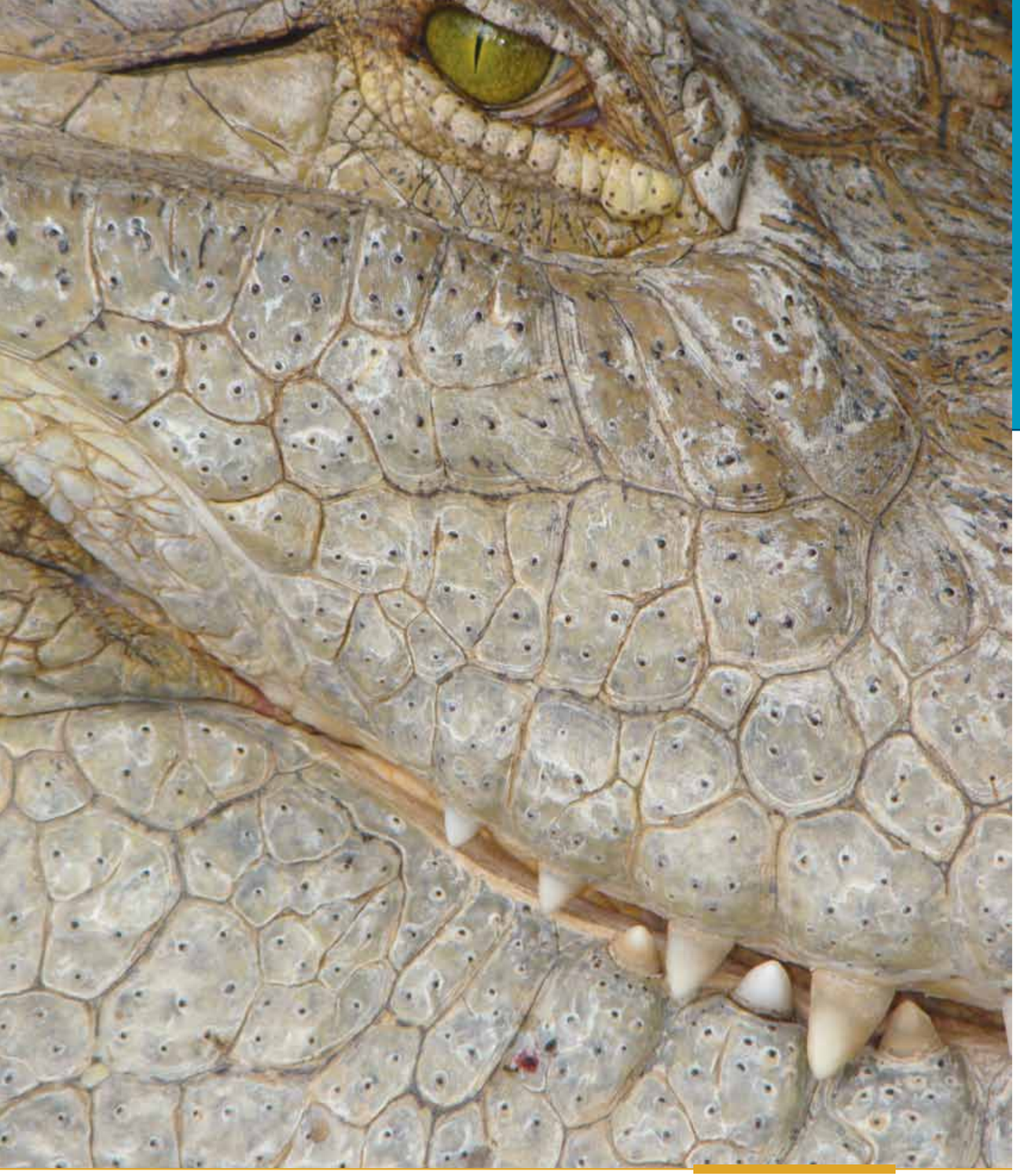
F. J. M. Rojas-Runjaic

- Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (Eds.). 2008. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S.A., Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rosales, J. y O. Huber. 1996a. Introducción. En: Rosales, J. y O. Huber (Eds.). *Ecología de la cuenca del río Caura, Venezuela: I. Caracterización general*. *Scientia Guaianae* 6: 1-3.
- Rosales, J. y O. Huber (Eds.). 1996b. Ecología de la cuenca del río Caura, Venezuela: I. Caracterización general. *Scientia Guaianae* 6: 131.
- Roze, J. A. 1964. Pilgrim of the river life cycle of the Orinoco turtle has many unusual features. *Natural History* 73: 34-41.
- Rueda-Almonacid, J. V., J. L. Carr, R. A. Mittermeier, J. V. Rodríguez-Mahecha, R. B. Mast, R. C. Vogt, A. G. J. Rhodin, J. de la Ossa-Velásquez, J. N. Rueda y C. G. Mittermeier. 2007. *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Serie de guías tropicales de campo Nº 6. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos, Bogotá, Colombia. 538 pp.
- Señaris, J. C. y G. Rivas. 2006. Herpetofauna de la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. Pp. 129-135. *En*: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). *Evaluación Rápida de la Biodiversidad de los Ecosistemas Acuáticos de la Confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservation International, Washington, DC, USA.
- Smith, N. 1974. Destructive exploitation of the South American river turtle. *Association of Pacific Coast Geographers* 36:85-101.
- Thorbjarnarson, J. B., N. Pérez y T. Escalona. 1993. Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. *Journal of Herpetology* 27: 344-347.
- Thorbjarnarson J. B., N. Perez y T. Escalona. 1997. Biology and conservation of aquatic turtles in the Cinaruco-Capanaparo National Park, Venezuela. Pp 109-112. *En*: Van Abbema, J. (Ed.) *Proceedings, conservation, restoration, and management of tortoises and turtles – an international conference*. New York Turtle and Tortoise Society, New York, USA.
- Thorbjarnarson, J., C. Lagueux, D. Bolze, M. Klemens y A. Meylan. 2000. Human use of turtle: a worldwide perspective. pp. 33-84. *En*: M.W. Klemens (Ed.). Turtle Conservation. Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA.
- Turtle Conservation Fund. 2002. A Global Action Plan for Conservation of Tortoises and Freshwater Turtles. Strategy and Funding. Prospectus 2002–2007. Conservation International and Chelonian Research Foundation, Washington DC, USA.
- Turtle Taxonomy Working Group (A.G. J. Rhodin, P.P. van Dijk, J.B. Iverson y H. B. Shaffer). 2010. Turtles of the World, 2010 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. *Chelonian Research Monographs* 5: 85-164.
- Vispo, C. 2000. Uso criollo actual de la fauna y su contexto histórico en el bajo Caura. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 63: 115-144.
- Vispo, C. y C. Knab-Vispo 2003a. Introduction: a general description of the lower Caura. *En*: Vispo, C. y C. Knab-Vispo (Eds.). *Plants and vertebrates of the Caura's riparian corridor: their biology, use and conservation*. *Scientia Guaianae* 12: 1-34.
- Vispo, C. y C. Knab-Vispo (Eds.). 2003b. Plants and vertebrates of the Caura's riparian corridor: their biology, use and conservation. *Scientia Guaianae* 12: 525.

Foto: F. Trujillo.



Atardecer en la Orinoquia. Foto: F. Trujillo.



Caimán del Orinoco. Foto: F. J. M. Rojas-Runjaic

.7 FUDECI Y LA CONSERVACIÓN DE LA TORTUGA DEL ORINOCO (*Podocnemis expansa*), LA TERECAY (*Podocnemis unifilis*) Y EL CAIMÁN DEL ORINOCO (*Crocodylus intermedius*): RESULTADOS Y PROPUESTAS DE ACCIÓN BINACIONAL

F. Rojas-Runjaic

Omar Hernández, Andrés Eloy Seijas, Ernesto O. Boede, Rodolfo Espín, Antonio Machado Allison, Lina Mesa y Ana Soto

RESUMEN

Desde hace 18 años la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI) ha ejecutado acciones e investigaciones tendientes a recuperar especies en peligro de extinción. Con la finalidad de reforzar las poblaciones ha establecido un zoocriadero en el estado Amazonas para el levante de *Podocnemis expansa*, *Podocnemis unifilis* y *Crocodylus intermedius,* mediante el cual se ha logrado la cría y liberación de ejemplares en diferentes zonas del país, incluyendo Parques Nacionales, Refugios y Reservas de Fauna Silvestre. También ha realizado investigaciones para determinar las mejores condiciones para la cría en cautiverio de estas especies, así como el seguimiento de los ejemplares liberados y apoyado estudios poblacionales y genéticos de estas especies. Sin embargo, es vital emprender estas acciones de recuperación, investigación y manejo en todas sus áreas de distribución. Considerando que estas especies están presentes en la cuenca del río Orinoco y que tanto Colombia como Venezuela han emprendido acciones de conservación desde hace varios años, es necesario el trabajo conjunto de ambos países para asegurar la recuperación de las mismas. Se proponen acciones y zonas estratégicas para iniciar dicho trabajo conjunto, en los ríos Capanaparo, Meta, Arauca y en el eje Atabapo-Puerto Carreño.

Palabras clave: Tortugas. Cocodrilos. Zoocriaderos. Incubación artificial.

INTRODUCCIÓN

El caimán y la tortuga del Orinoco están clasificados en el Libro Rojo de la Fauna de Venezuela como especies en Peligro Crítico de Extinción (Rodríguez y Rojas 2008) y catalogados como en Peligro de Extinción por el estado venezolano (Decreto 1486 de 1996). La tortuga terecay, aunque es catalogada como Vulnerable en el Libro Rojo, el Estado venezolano considera que es susceptible de aprovechamiento, por lo cual está incluida en el calendario cinegético.

A pesar de la veda de la tortuga y el caimán del Orinoco, aún se mantiene la presión de caza sobre estas especies, que al igual que sucede con la tortuga terecay, los ribereños consumen sus huevos y la carne de juveniles y adultos (Hernández *et al.* 2010a, Hernández y Espín 2003, Thorbjarnarson *et al.* 1993, Thorbjarnarson y Hernández 1992).

En los últimos 40 años la situación del caimán del Orinoco en Venezuela ha preocupado a diferentes personas, entre investigadores, administradores y empresarios privados, así a principios de los años 80 del siglo pasado se confor-

R. Antelo

mó el Grupo de Especialistas en Cocodrilos de Venezuela (GECV), que finalmente fue constituido legalmente en el 2000. Producto del trabajo del GECV en 1993 se publica el Plan de Acción: Supervivencia del Caimán del Orinoco en Venezuela 1994 -1999 (FUDENA 1993), en 1994 el Ministerio del Ambiente publica el Plan Estratégico: Supervivencia del Caimán del Orinoco en Venezuela (Profauna 1994) y en el 2007 se publica la Estrategia Nacional para la Conservación del Caimán del Orinoco en Venezuela y su Plan de Acción (GECV 2007). Asimismo en este tiempo se han realizado diversos estudios sobre las poblaciones silvestres de los ríos Cojedes, Capanaparo, Guaritico y Manapire, entre otros. Aun cuando es en los años 70 que se inicia la actividad de los zoocriaderos (FUDENA 1993), esa labor adquiere mayor impulso en los 80 y en la actualidad existen cuatro zoocriaderos activos. Estudios más recientes señalan que las poblaciones de *Crocodylus intermedius* siguen reduciéndose principalmente en los ríos Cojedes y Meta, donde resalta la fuerte contaminación del río Cojedes por aguas servidas industriales y domésticas, río que alberga la principal población de esta especie (Seijas *et al.* 2010).

FUDECI mediante el financiamiento del Ministerio del Ambiente (Minamb) inició investigaciones sobre la cría en cautiverio del caimán del Orinoco en el 2000, apoyando a los zoocriaderos de la Agropecuaria Puerto Miranda (2000-2003) y del Hato Masaguaral (2000-2011) y estableció su propio zoocriadero en el año 2005. Inició estudios sobre las poblaciones silvestres en los Parques Nacionales Cinaruco-Capanaparo y Aguaro Guariquito en el 2000 mediante el Proyecto Banco Mundial-INPARQUES.

Por otra parte, en Venezuela las actividades de protección de la tortuga del Orinoco se iniciaron en 1962 cuando se vedó su captura y se llevaban a cabo actividades de guardería en la temporada de postura en el Orinoco Medio. Luego, en 1989, se declara el Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau (RFSTA) y desde 1989 el Ministerio del Ambiente estableció un campamento permanente en este refugio para el resguardo de huevos, neonatos y adultos, así como para el rescate de neonatos afectados por la crecida del río. En 1992 el Minamb inició la cría en cautiverio de neonatos para reforzar las poblaciones y en 1999 inicia la actividad de trasplante de nidos a las zonas altas de las playas. FUDECI se incorpora a este programa en 1994 con el establecimiento del zoocriadero de tortuga y en 1998 inicia los estudios poblacionales con *Podocnemis expansa* y *P. unifilis* gracias al apoyo financiero del FONACIT que promovió las investigaciones hasta el 2009. Actualmente FUDECI mantiene proyectos de investigación con estas especies gracias al apoyo del proyecto de Pequeñas Donaciones del GEF y de las becas de "Iniciativas de Especies Amenazadas", lideradas por Provita.

RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Cría en cautiverio

Esta actividad busca incrementar la generación de relevo de estas especies, aumentando sus probabilidades de supervivencia al liberar gran cantidad de ejemplares con la mayor talla posible al año de edad. FUDECI, a partir del año 1994, establece el zoocriadero de tortuga del Orinoco que en la actualidad tiene capacidad para 30000 tortuguillos. Se apoyó al zoocriadero de caimán de la Agropecuaria Puerto Miranda entre los años 2000 y 2003 y desde el 2000 sigue colaborando con el zoocriadero de caimanes del Hato Masaguaral, realizando el manejo sanitario, alimentario e investigaciones sobre la cría en cautiverio. En el 2005 estableció un zoocriadero abierto de caimán del Orinoco con capacidad para 150 ejemplares en la ciudad de Puerto Ayacucho en el estado Amazonas.

En el tiempo transcurrido desde entonces, en dichos zoocriaderos se han realizado y apoyado diferentes investigaciones, determinando cómo afecta al crecimiento de crías de caimán las variables: densidad, refugios, traslados y profundad del agua (Hernández *et al.* 2010b). También se ha determinado cómo se ve afectado el crecimiento de crías de tortugas variando la ración de alimento, la calidad de alimento, la temperatura del agua, la temperatura de incubación y el tipo de encierro (Hernández *et al.* 1998, Jaffé *et al.* 2008, Hernández *et al.* 2010b, Ceballos 2010). Se han evaluado las diferentes enfermedades ocurridas en el zoocriadero de tortugas del Orinoco y sus tratamientos (Boede y Hernández 2004). Asimismo se realizaron actividades de educación ambiental donde se atendían visitas guiadas de alumnos de escuelas y colegidos de la ciudad de Puerto Ayacucho.

Sin embargo, a partir de 2010 ambos zoocriaderos de FUDECI están cerrados por falta de respuesta gubernamental a las solicitudes de permisos para colectar huevos y neonatos para su cría.

Reforzamiento poblacional

Entre los años 1994 y 2010 FUDECI liberó 275867 tortuguillos (Tabla 1) correspondientes a las cohortes nacidas entre 1994 y 2008, lo que representa el 64,5 % del total de tortuguillos liberados (434765) entre 1993 y 2010 (Figura 1). En esta actividad han participado 13 diferentes zoocriaderos a lo largo de los últimos 18 años.

C. Barrios

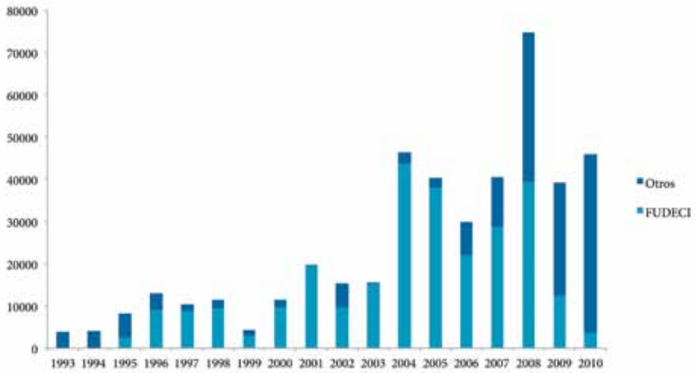


Figura 1. Número de ejemplares de *P. expansa* liberados anualmente por FUDECI y otro zoocriaderos. En los años 2009 y 2010 FUDECI sólo liberó ejemplares de las cohortes 2007 y 2008.

Asimismo, entre los años 2001 y 2010 FUDECI ha contribuido con la cría y liberación de 3131 juveniles de caimán (Tabla 2), lo que representa el 55 % de todos los ejemplares liberados en ese período.

Aunque preferiblemente se liberan caimanes y tortugas en áreas protegidas como Parques Nacionales, Refugios y Reservas de Fauna, también se han liberado tortugas del Orinoco en lugares no declarados como Áreas Protegidas, como en zonas cercanas a la ciudad de Puerto Ayacucho (Tabla 1), con la finalidad de que los alumnos de colegios y liceos de la zonas puedan participar como parte de las actividades de educación ambiental que se desarrolla en el estado Amazonas. Igualmente se han liberado ejemplares de *C. intermedius* en el río Cojedes para reforzar la principal población de la especie.

Seguimiento de las poblaciones

FUDECI determinó la estructura de talla de la población de tortugas del Orinoco y terecay en el RFSTA (Hernández y Espín 2006) y, conjuntamente con la UNELLEZ, han determinado las estructuras de tallas de caimanes del Orinoco en los Parques Nacionales Cinaruco-Capanaparo, Aguaro Guariquito (FUDECI 2002) y en el río Cojedes (Ávila-Manjón 2008, Espinosa-Blanco 2010).

Descubrimiento de una población de *Podocnemis expansa* en el Casiquiare

En el marco del Proyecto "Caracterización y Uso de las Poblaciones de Quelonios en la Reserva de Biosfera del estado Amazonas, Venezuela, con énfasis en *Podocnemis expansa*", financiado por el Proyecto Reserva de Biosfera Alto Orinoco Casiquiare (PRBAOC), en 1998 se descubrió en el Brazo Casiquiare la segunda población en importancia de *P. expansa*, contabilizándose 435 nidos de esta especie y más de 1000 nidos de *P. unifilis* (Narbaiza *et al.* 1999; Barrio-Amorós y Narbaiza 2008).

Colecta e incubación de huevos de *Podocnemis expansa, Podocnemis unifilis* y *Crocodylus intermedius*

Con la finalidad de evitar la pérdida de huevos por inundación, saqueo y depredación, FUDECI ha evaluado las técnicas de trasplante de nidos a zonas protegidas. En el año 2002 FUDECI realizó el trasplante de todos los nidos detectados de *P. expansa* en el RFSTA contabilizando 673 nidos (FUDECI 2002). En los años 2004 y 2005 se colectaron nidos de *P. expansa* y *P. unifilis* en el Brazo Casiquiare y fueron incubados en la Estación Experimental Amazonas;

R. Antelo

Tabla 1. Número de ejemplares de *P. expansa* liberados por FUDECI en la cuenca en los últimos 15 años.

Año	Cantidad	Localidades
1995	2500	2500 en el RFSTA (río Orinoco)
1996	9177	9177 en el RFSTA (río Orinoco)
1997	8824	8824 en el RFSTA (río Orinoco)
1998	9611	9611 en el RFSTA (río Orinoco)
1999	2999	2999 en el RFSTA (río Orinoco)
2000	9729	9729 en el RFSTA (río Orinoco)
2001	19.423	11.457 en el RFSTA (río Orinoco)
		7966 en el PNAG (río Mocapra, de la cohorte 2001)
2002	9770	9770 en el RFSTA (río Orinoco)
2003	15.349	15.349 en el RFSTA (río Orinoco)
2004	43.740	33.220 en RFSTA (río Orinoco)
		5000 en Provincia (río Orinoco)
		5520 en PNAG (río Aguaro)
2005	38.192	28.130 en el RFSTA (río Orinoco)
		5012 en el PNAG (río Mocapra)
		5050 en Provincial (río Orinoco)
2006	22.082	15.000 en el RFSTA (río Orinoco)
		2287 en Provincial (río Orinoco)
		4795 en el PNAG (río Aguaro)
2007	28.909	13.650 en el RFSTA (río Orinoco)
		5000 en el RFSEC (laguna Guamacho)
		5000 en el PNAG (río Guariquito)
		5000 en Provincial (río Orinoco)
		259 RBAOC (Brazo Casiquiare)
2008	39.350	23.100 en el RFSTA (río Orinoco)
		5000 en la RFSEC (laguna Guamacho)
		1200 en Puerto Ayacucho (río Orinoco)
		5000 PNAG (río Guariquito)
		5050 en Provincial (río Orinoco)
2009	12.600	7000 en el PNCC (río Capanaparo)
		5000 en el RFSSA (río Anaro)
		600 en Provincial (río Orinoco)
2010	3612	3612 en madre vieja Pozón Babilla (río Orinoco, ejemplares de las cohortes 2007 y 2008)
TOTAL	**275.867**	

RFSTA: Refugio de Fauna Silvestre de la tortuga arrau
PNAG: Parque Nacional Aguaro Guariquito
RFSEC: Reserva de Fauna Silvestre Esteros de Camaguán
RBAOC: Reserva de Biosfera Alto Orinoco Casiquiare
PNCC: Parque Nacional Cinaruco Capanaparo
RFSSA: Reserva de Fauna Silvestre Sabanas de Anaro

C. Barrios

Tabla 2. Número de ejemplares de *C. intermedius* liberados en los distintos zoocriaderos con el apoyo de FUDECI.

Año	Zoocriadero	Total por año	Cantidad de ejemplares liberados por localidad
2001	Hato Masaguaral	116	14 en Hato El Cedral (caño Caicara), 64 en RFSCG, 38 en PNAG (río Mocapra)
	Agropecuaria Pto. Puerto Miranda	202	6 en Hato El Cedral (caño Caicara), 24 en RFSCG, 50 en PNCC (río Cinaruco), 122 en PNAG (río Mocapra)
2002	Hato Masaguaral	106	76 en PNAG (río Aguaro), 30 en RFSCG (Hato Garza)
	Agropecuaria Pto. Puerto Miranda	190	190 en PNAG (río Aguaro)
2003	Hato Masaguaral	112	112 en PNAG (río Mocapra)
	Agropecuaria Pto. Puerto Miranda	254	166 en RFSTA (río Orinoco), 88 en Hato el Frío (Caño Macanillal)
2004	Hato Masaguaral	168	168 en PNAG (río Aguaro)
2005	Hato Masaguaral	144	144 en PNAG (río Mocapra)
	FUDECI	177	177 en río Cojedes
2006	Hato Masaguaral	182	182 en PNAG (río Aguaro)
	FUDECI	222	95 en río Cojedes, 127 en PNAG (río Aguaro)
2007	Hato Masaguaral	142	142 en RFSEC (laguna el Guamacho)
	FUDECI	123	123 en río Cojedes
2008	Hato Masaguaral	153	153 en RFSEC (laguna el Guamacho)
	FUDECI	180	91 en PNAG (río San José), 89 en río Cojedes
2009	Hato Masaguaral	128	128 en PNCC (río Capanaparo)
	FUDECI	157	157 en PNCC (río Capanaparo)
2010	Hato Masaguaral	115	115 en PNCC (26 en río Capanaparo y 89 en río Cinaruco)
	FUDECI	260	260 en PNCC (río Cinaruco)
	Total General	**3131**	

RFSTA: Refugio de Fauna Silvestre de la tortuga arrau;
PNAG: Parque Nacional Aguaro Guariquito
RFSEC: Reserva de Fauna Silvestre Esteros de Camaguán
PNCC: Parque Nacional Cinaruco Capanaparo
RFSCG: Refugio de Fauna Silvestre Caño Guaritico

la eclosión de los huevos de *P. expansa* y *P. unifilis* resultó en 87 y 85 % respectivamente, esto a pesar de su traslado por más de 400 km desde el lugar de postura hasta el lugar de incubación, evidenciándose la factibilidad de iniciar un programa de rescate y cuido de nidos para su recuperación (Hernández *et al.* 2007, Hernández *et al.* 2010a).

En el 2009 se colectaron huevos de *C. intermedius* y *P. unifilis* en el río Cojedes y huevos de *P. unifilis* en el río Manapire, para su incubación en zonas protegidas, lográndose disminuir las pérdidas de nidos por inundación y depredación (Hernández *et al.* 2009, Hernández *et al.* 2010a).

R. Antelo

C. Barrios

Actualmente FUDECI está trabajando conjuntamente con INPARQUES en la colecta e incubación de huevos e *C. intermedius* y *P. unifilis* en el Parque Nacional Cinaruco-Capanaparo y realizando un estudio poblacional de ambas especies.

Estudios genéticos

La distribución de variación genética entre individuos y poblaciones afecta tanto la aptitud del individuo (*fitness*) como la habilidad de las poblaciones a adaptarse a características ambientales locales. Por lo tanto, al diseñar un plan de conservación es importante considerar los factores genéticos que afectan a la especie y manejar de manera efectiva tanto las poblaciones silvestres como las cautivas, para preservar la mayor diversidad genética posible (Pearse 2007). FUDECI consciente de la importancia de los estudios genéticos para los programas de conservación de estas especies, se ha aliado con varias instituciones, tales como la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), Brigham Young Universiyty (BYU) y Iowa State University, de esta manera fue posible comparar genéticamente las poblaciones de *P. expansa* del Orinoco Medio, de varios ríos de la cuenca del Amazonas y del río Araguaia (Brasil). También se han realizado estudios genéticos con *P. unifilis*, Escalona *et al.* (2009) compararon genéticamente poblaciones de esta especie en varias localidades de la cuenca del Orinoco y del Amazonas.

Evaluación de la depredación humana

Los nidos de *P. expansa* y *P. unifilis* del Brazo Casiquiare fueron evaluados durante los años 1988, 2004 y 2005 y se detectó que la depredación humana llega casi al 100 % (Hernández *et al.* 2007, Narbaiza *et al.* 1999), lo que señala que esta segunda población de la tortuga del Orinoco se encuentra en estado crítico. Datos similares se encontraron para los nidos de *P. unifilis* en el río Manapire.

En el Orinoco medio, entre los años 2000 y 2002, se detectó que el promedio de talla de los ejemplares *P. expansa* consumidos por ribereños era de 289 mm de largo lineal del caparazón, lo que indica que los pobladores están consumiendo los ejemplares juveniles mucho antes de que alcancen la talla reproductiva que se estima en 560 mm de longitud lineal de caparazón (Hernández y Espín 2003).

Apoyo a estudiantes

Con la finalidad de fomentar generaciones de relevo de investigadores y apoyar a nuevos investigadores de estas especies, FUDECI motiva a estudiantes de pre y post grado en la realización de sus estudios. En cuanto a *P. expansa* se han apoyado dos tesis de grado (Jaffé 2004, Mogollones 2005), dos tesis doctorales (Ceballos 2010, Peñaloza 2010) y un trabajo post-doctoral (Pearse *et al.* 2006). Con *C. intermedius* ha ayudado una tesis de grado (Navarro 2007) y tres tesis de Maestría (Llobet 2002, Ávila-Majón 2008, Espinosa-Blanco 2010) y con *P. unifilis* apoyó un trabajo post-doctoral (Escalona *et al.* 2009).

PROPUESTAS PARA EL TRABAJO BINACIONAL

Necesidad de unir esfuerzos entre Colombia y Venezuela

Para poder rescatar las poblaciones de *C. intermedius, P. expansa* y *P. unifilis* necesariamente se deben establecer estrategias y acciones que incluyan y comprometan a todas las organizaciones interesadas. Es por ello que se hace indispensable el trabajo conjunto entre las diferentes instituciones que a lo largo de los años, tanto en Colombia como en Venezuela, se han preocupado por las poblaciones de estas especies.

La preocupación por estos reptiles hizo que el Gobierno de Colombia declarara a *C. intermedius* en Peligro de Extinción (Resolución No. 676 del 21 de julio de 1997), asignando al Instituto para la Investigación de los Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" y a la Universidad Nacional de Colombia, la formulación conjunta del Programa Nacional para la Conservación del Caimán Llanero, el cual fue publicado en 1998 (Ministerio del Medio Ambiente *et al.* 1998) y reeditado en 2002.

En cuanto a las tortugas, desde 1964 la resolución 219 del Ministerio de Agricultura de Colombia, estableció una veda nacional para la caza de las tortugas charapa (*P. expansa*), terecay (*P. unifilis*) y tortuga de agua (*P. lewyana*), y en 2002 se publicó el "Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales en Colombia" (Ministerio del Medio Ambiente 2002).

Esta necesidad de trabajo en conjunto entre ambos países ha sido reconocida en varias oportunidades. En el "Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela", realizado en Caracas en diciembre de 2001, surgió la Declaración de Caracas sobre el Caimán del Orinoco o Caimán Llanero, que plantea entre otras necesidades, la elaboración de planes binacionales (Velasco *et al.* 2002).

Asimismo en el año 2003, durante la cumbre entre Venezuela y Colombia en Puerto Ordaz, se reconoció la necesidad de alianza con las especies *C. intermedius* y *P. expansa*, así como en el acto de liberación de *P. expansa* de 2003, en el cual los Ministros del Ambiente de ambos países plantearon la liberación de ejemplares en zonas limítrofes entre ambos países (El Nacional, 28 de abril de 2003). Más recientemente, en diciembre de 2007, se realizó el Taller Colombo-Venezolano para la Conservación del Caimán Llanero, en Villavicencio, Departamento del Meta, en Colombia, con la participación de funcionarios e investigadores de ambos países.

Con *P. expansa* se han realizado algunas actividades binacionales conjuntas. En el año 2007 FUDECI fue invitada por la Fundación Omacha al "Taller de Capacitación No. 1, Protección, Monitoreo y Manejo de Nidadas de Tortugas Continentales. Fundación Omacha en Puerto Carreño, Colombia". Asimismo, ese mismo año FUDECI invitó a la Fundación Omacha a las liberaciones de tortuguillos en el RFSTA y en la Reserva de Fauna Silvestre los Esteros de Camaguán (RFSEC). Asimismo, en varias oportunidades esta Fundación colombiana ha visitado el zoocriadero de FUDECI en Puerto Ayacucho (Venezuela).

Considerando que estas tres especies en la cuenca del Orinoco comparten varios ríos, presentan los mismos problemas de depredación de adultos y huevos, sus poblaciones han disminuido considerablemente, sus temporadas reproductivas coinciden, pueden aplicarse las mismas técnicas de incubación artificial, además sus crías pueden ser mantenidas en cautiverio en los mismos espacios y pueden ser liberadas en las mismas áreas, es evidente que los programas de conservación que se emprendan deben orientarse al trabajo con estas tres especies en conjunto, haciendo más eficiente las acciones de conservación. En este sentido, se identifican a continuación diferentes áreas limítrofes entre Colombia y Venezuela donde se podrían iniciar actividades conjuntas.

Áreas binacionales para la acción conjunta

Río Capanaparo - río Riecito

Dentro de las áreas binacionales evidentemente ésta es la que presenta mayores poblaciones de *C. intermedius*, siendo la segunda en importancia en toda su área de distribución. Además están presentes *P. unifilis* y *P. expansa*. Ambos ríos nacen en territorio colombiano y luego pasan a territorio venezolano uniéndose a unos 125 km al este de la frontera colombo-venezolana. Es a partir de esta confluencia donde el Capanaparo está amparado por la figura del Parque Nacional Santos Luzardo o Cinaruco-Capanaparo (PNCC), que abarca unos 300 km de río hasta su desembocadura en el Orinoco. El Capanaparo desde la confluencia con Riecito hasta la frontera presenta 177 km sin ninguna figura legal de protección, área en la cual no se han evaluado las poblaciones de estas tres especies, pero de la cual se tiene información de su presencia gracias a comentarios de lugareños. En Colombia el Capanaparo posee más de 130 km de cauce, incluyendo el caño Negro, pero según reportes realizados por Vaca y Andrade (2002), Rodríguez (2002) y Ardila-Robayo *et al.* (2002) sabemos que las cuencas altas del Capanaparo y Riecito no han sido evaluadas. Así que nos referimos de un río con más de 600 km con presencia comprobada de estas tres especies al menos en su parte media. Inicialmente es necesario evaluar las poblaciones en esta zona no protegida de 300 km a ambos lados de la frontera y determinar la factibilidad de extender el PNCC hasta la frontera y crear otra área protegida en Colombia que dé continuidad de protección al río Capanaparo. Aunque Ardila-Robayo *et al.* (2002) señalan que por las obstrucciones causadas por las tapizas en el río, sólo la cuenca baja del Capanaparo tiene viabilidad reproductiva. Aunque en su estudio no fue censado dicho río, por lo que no está claro si la ausencia de *C. intermedius* en la parte colombina del Capanaparo fue verificada en campo.

Actualmente FUDECI conjuntamente con INPARQUES y el PNUD construyeron en la Sede del PNCC en la Macanilla (a 278 km al este de la frontera), una incubadora para huevos de caimán y terecay, donde se está evaluando la factibilidad de recolectarlos e incubarlos para minimizar la depredación de las poblaciones humanas. Esta estrategia se puede extender a las zonas que no se encuentren bajo la figura de Parque Nacional a ambos lados de la frontera, los ejemplares nacidos serian criados en el zoocriadero de FUDECI para luego liberar los juveniles a lo largo del río Capanaparo y reforzar las poblaciones. Sin embargo, es necesario primero evaluar estas poblaciones y el potencial reproductivo a lo largo del río, porque de encontrarse mayor cantidad de nidos, el Capanaparo se podría utilizar en el Programa Binacional como un centro productor de crías para restablecer poblaciones de estas tres especies en otros ríos llaneros.

Eje río Atabapo - Orinoco (hasta Puerto Carreño-Puerto Páez)

Este eje, con aproximadamente 390 km, es la única zona limítrofe entre ambos países donde se han realizado libera-

R. Antelo

C. Barrios

ciones de *P. expansa*, específicamente en el eje Puerto Ayacucho-Puerto Carreño, en las localidades Provincial, Puerto Ayacucho y Pozón Babilla, con 27799 ejemplares (Tabla 1). Además en este eje existe el Parque Nacional Tuparro (PNT) que llega hasta el Orinoco, protegiendo aproximadamente unos 20 km de su margen izquierda, entre Isla Ratón y la boca del Tomo, por lo que es deseable proteger el lado venezolano para hacer un cuidado integral de esta parte del río, lo que supondría que el Gobierno de Venezuela decretara un área protegida en este sector e iniciara liberaciones conjuntas de ejemplares de estas tres especies provenientes de zoocriaderos.

Río Arauca

El sector binacional del río Arauca se extiende, aproximadamente, por 293 km. En Venezuela no hay reportes recientes de caimanes en este sector, al punto que Godshalk (1978) sólo menciona para este río algunos registros de Medem en los años setenta para el lado colombiano. Igualmente no hay información reciente sobre las poblaciones de *P. expansa* y *P. unifilis*. Es necesario evaluar las poblaciones de estas especies en el río Arauca para determinar la factibilidad de iniciar programas de recuperación.

Río Meta

El sector binacional del Meta es de aproximadamente 247 km. Varios estudios realizados en ríos colombianos afluentes del Meta, entre los años 1997 y 2001 demostraron la existencia de *C. intermedius* en tributarios como son los ríos Ele, Cravo Norte, Lipa y Casanare (Borahona y Bonilla 1999, Ardila-Robayo *et al.* 2002, Rodríguez 2002, Vaca y Andrade 2002). En Venezuela Godshalk (1978) reportó ejemplares de *C. intermedius* en el río Meta en la sección que delimita la frontera entre ambos países, pero al comparar dichos datos con los reportados por Ríos y Trujillo (2004) quienes realizaron censos en el año 1998 en misma sección, encontraron una fuerte reducción de su población. En cuanto a las tortugas FUDECI ha realizado muestreos para estudios genéticos de *P. unifilis* (Escalona *et al.* 2009) y *P. expansa*. Sin embargo no hay información del estado poblacional de estas tortugas en este río, pero es de esperar que al igual que en toda la cuenca del Orinoco sus poblaciones hayan disminuido por la presión de caza.
Por la cercanía del zoocriadero de FUDECI al río Meta es fácil incorporar esta localidad al programa de liberaciones de juveniles.

AGRADECIMIENTOS

En todos estos años son muchas las instituciones que han apoyado estas actividades de conservación, por lo que deseamos agradecer a algunas de ellas como: el Ministerio de Educación, el Ministerio del Ambiente, INPARQUES, el FONACIT, la Gobernación del estado Amazonas, el hato Masaguaral, la Agropecuaria Puerto Miranda y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardila-Robayo, M. C., S. L. Barahona, P. Bonilla y J. Clavijo. 2002. Actualización del status poblacional del Caimán Llanero (*Crocodylus intermedius*) en el Departamento de Arauca (Colombia). Pp 57-67. *En*: Velasco, A., G. Colomine, G. Villarroel y M. Quero (Eds.). Memorias del taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp.
- Ávila-Manjón, P. 2008. Estado poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes, Venezuela. Tesis de Grado para obtener el título de Magíster Scientiarum. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre. Guanare. 166 pp.
- Borahona, S. L. y O. P. Bonilla. 1999. Evaluación del status poblacional del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) Graves, (1819) en una sub-área de distribución en el Departamento de Arauca (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Suplemento Especial. 23: 445-451.
- Barrio-Amorós, C. y I. Narbaiza. 2008. Turtles of the Venezuelan Estado Amazonas. *Radiata* 17: 2-19.
- Boede, E. y O. Hernández. 2004. Enfermedades en Tortugas Arrau o del Orinoco, *Podocnemis expansa*, Mantenidas en Zoocriaderos Venezolanos. *Revista Científica FCV-LUZ*. XIV: 395-403.
- Ceballos, C. 2010. Phenotypic plasticity, sexual dimorphism and Rensch's rule in turtles. A dissertation submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Iowa State University. Ames, Iowa. 144 pp.
- Escalona, T., T. N. Engstrom, O. E. Hernandez, B. C. Bock, R. C. Vogt y N. Valenzuela. 2009. Population genetics of the endangered South American freshwater turtle, *Podocnemis unifilis,* inferred from microsatellite DNA data. *Conservation Genetics* 10: 1683-1696.
- Espinosa-Blanco, A. 2010. Colecta de huevos y evaluación poblacional como estrategia de conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el sistema del Río Cojedes, Venezuela. Tesis de maestría como requisito para optar al título de Magister Scientiarum en Manejo de Fauna Silvestre. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare. 94 pp.
- FUDECI. 2002. Informe final del proyecto: estudio base para la conservación de la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) y el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Refugio de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau y en los Parques Nacionales Cinaruco-Capanaparo y Aguaro-Guariquito. Contrato B3-3-00-16. Mimeografiado. 99 pp.
- FUDENA. 1993. Plan de acción: Supervivencia del Caimán del Orinoco en Venezuela 1994 -1999. FUDENA-GECV. 24 pp.
- GECV. 2007. Estrategia nacional para la conservación del caimán del Orinoco en Venezuela y su plan de acción. *En*: Seijas, A. E. (Ed). Memorias del III Taller para la conservación del caimán del Orinoco San Carlos, Venezuela. 17-19 de enero de 2007. *Biollania*, Edición Especial. 8: 59-63.
- Godshalk, R. E. 1978. El Caimán del Orinoco *Crocodylus intermedius*, en los Llanos Occidentales Venezolanos con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. Final Report to FUDENA (WWF/Ven.). 58 pp.
- Hernández, O., I. Narbaiza y R. Espín. 1998. Zoocriadero de Tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*) con Fines de Reforzamiento de Poblaciones Silvestres. Pp. 69-75. *En*: López J, I. Saavedra y M. Dubois (Ed.). El Río Orinoco Aprovechamiento Sustentable. Memorias de las Primeras Jornadas Venezolanas de Investigación sobre el río Orinoco, Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela, del 16 al 20 de noviembre de 1998.
- Hernández, O. y R. Espín. 2003. Consumo Ilegal de Tortugas por Comunidades Locales en el Orinoco Medio, Venezuela. *Acta Biológica Venezuélica* 23: 17-26.
- Hernández, O. y R. Espín. 2006. Efectos del Reforzamiento sobre la Población de Tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco Medio, Venezuela. *Interciencia* 31: 424-430.
- Hernández, O., A. Rodríguez, R. Espín y I. Narbaiza. 2007. Evaluación de la depredación de nidos de *Podocnemis expansa* y *Podocnemis unifilis* en la Reserva de Biosfera Alto Orinoco-Casiquiare (RBAOC). Pp.164. *En*: Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Libro de Resúmenes VII Congreso Venezolano de Ecología. Guayana, Puerto Ordaz.
- Hernández, O., A. S. Espinoza y A. E. Seijas. 2009. Situación poblacional y rescate de nidos del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la cuenca del río Cojedes, con la participación de pobladores locales. Pp 165. *En*: Giraldo D., F. Rojas-Suárez y V. Romero (Ed.). Una Mano a la Naturaleza, conservando las especies amenazadas venezolanas. Provita y Shell de Venezuela S. A. Caracas, Venezuela.
- Hernández, O., A. Espinosa-Blanco, C. May Lugo, M. Jiménez-Oraa y A. E. Seijas. 2010a. Artificial incubation of yellow-headed sideneck turtle *Podocnemis unifilis* eggs to reduce losses to flooding and predation, Cojedes and Manapire Rivers, southern Venezuela. *Conservation Evidence* 7: 100-105.
- Hernández, O., R. Espín, E. Boede y A. Rodríguez. 2010b. Algunos factores que afectan el crecimiento en cautiverio de crías de caimanes y tortugas del Orinoco (*Crocodylus intermedius, Crocodylus acutus* y *Podocnemis expansa*). Pp: 213-224. *En*: Machado-Allison A. (Ed.). Manejo Sostenible de la Fauna Silvestre en Venezuela, Simposio en homenaje al Dr. Juhani Ojasti.
- Jaffé, R. 2004. Tasa de crecimiento y locomoción y comportamiento de juveniles de tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*). Informe final de proyecto de grado para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Simón Bolívar. Caracas. 94 pp.
- Jaffé, R., C. Peñaloza y G. Barreto 2008. Monitoring an Endangered Freshwater Turtle Management Program: Effects of Nest Relocation on Growth and Locomotive Performance of the Giant South American Turtle (*Podocnemis expansa*, Podocnemididae). *Chelonian Conservation and Biology* 7: 213-222.
- Ministerio del Medio Ambiente, Instituto von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia, 1998. Plan Nacional para la Conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*). Bogotá, Colombia. 32 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales en Colombia. Dirección General de Ecosistemas. Imprenta Nacional. 63 pp.
- Mogollones, S. 2005. Ecología Poblacional de la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco Medio. Tesis para optar al título de licenciado en Biología. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 114 pp.
- Llobet, A. 2002. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Apure, Venezuela. Trabajo de Grado presentado a la Coordinación de Postgrado del Vicerrectorado de Producción Agrícola como requisito parcial para optar al grado de Magister Scientiarum en Manejo de Fauna Silvestre. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare. 205 pp.
- Narbaiza, I., O. Hernández y C. Barrio. 1999. Situación de la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*) en la Reserva de Biosfera del Alto Orinoco Casiquiare. 1er. Taller Sobre la Conservación de la Especie Tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en Venezuela. Jardín Botánico de Caracas, Caracas, septiembre 1999. 6 pp.
- Navarro, M. 2007. Estado poblacional y reproductivo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes. Informe final de proyecto de grado para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Simón Bolívar. Caracas. 99 pp.
- Pearse, D. E. 2007. Estrategia para la conservación y manejo genético del caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*. *En*: Seijas A. E. (Ed.). Conservación del caimán del Orinoco. Memorias del III taller para la conservación del caimán del Orinoco. San Carlos (Cojedes, Venezuela), 17 al 19 de enero de 2007. *Biollania*, Edición Especial 8: 57-61.
- Pearse, D. E., A. D. Arndt, N. Valenzuela, B. A. Miller, V. Cantarelli y J. W. Sites Jr. 2006. Estimating population structure under non-equilibrium conditions in a conservation context: Continent-wide population genetics of the giant Amazon river turtle *Podocnemis expansa* (Chelonia; Podocnemidae). *Molecular Ecology* 15: 985-1006.
- Peñaloza, C. 2010. Towards Sustainable Harvest of Sideneck River Turtles (*Podocnemis spp.*) in the Middle Orinoco, Venezuela. Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Department of Environment in the Graduate School of Duke University. 108 pp.
- Profauna. 1994. Plan estratégico: Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Autónomo de Fauna Profauna. 15 pp.
- Ríos, M. y F. Trujillo. 2004. Censo preliminar de Crocodylia en los ríos Meta y Bita, Departamento del Vichada (Colombia). Pp. 229-242, *En:* Diazgranados, M. C. y F. Trujillo (Eds.) Fauna Acuática en la Orinoquia Colombiana. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Departamento de Ecología y Territorio (IDEADE-DET), Bogotá.
- Rodríguez, J. y F. Rojas-Suárez (Ed.). 2008. Libro Rojo de La Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S. A. Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Rodríguez, M. 2002. Estado y Distribución de *Crocodylus intermedius* en Colombia. Resumen de censos 1994 - 1997. Pp. 21-29. *En*: Velasco, A., G. Colomine, G. Villarroel y M. Quero. (Eds.) Memorias del taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp.

R. Antelo

- Seijas, A. E., R. Antelo, J. B. Thorbjarnarson y M. C. Ardila-Robayo. 2010. Orinoco Crocodile *Crocodylus intermedius*. Pp. 59-65. *In*: Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition, ed. by S. C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.
- Thorbjarnarson, J. B., N. Perez y T. Escalona. 1993. Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. *Journal of Herpetology* 27: 344-347.
- Thorbjarnarson, J. B. y G. Hernández. 1992. Recent investigations of the status and distribution of the Orinoco crocodile *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation* 62: 179-188.
- Vaca, D. y G. Andrade. 2002. Programa Nacional para la Conservación del Caimán Llanero en Colombia, avances y perspectivas. Pp. 16-20. *En*: Velasco, A., G. Colomine, G. Villarroel y M. Quero. (Eds.) Memorias del taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp.
- Velasco, A., G. Colomine, G. Villarroel y M. Quero. (Eds.) 2002. Memorias del taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. 330 pp.

Foto: F. Trujillo

Podocnemis unifilis. Foto: F. Trujillo

Río llanero. Foto: F. Trujillo.

.8 LAS PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN "*in situ*" DE LA BIODIVERSIDAD EN LA PORCIÓN COLOMBIANA DE LA CUENCA DEL ORINOCO

A. Navas.

Germán Arturo Corzo Mora

RESUMEN

La identificación de sitios prioritarios para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad se ha venido constituyendo en una de las herramientas fundamentales para el ordenamiento ambiental del territorio. En los llanos orientales de Colombia, estos procedimientos cobran mayor valor, en razón al reciente interés de los sectores productivos para "colonizar" esta frontera de "desarrollo del país". Sin embargo, la también reciente multiplicación de estas iniciativas de planificación ecoregional, pueden disminuir la efectividad de sus resultados, al generar señales ambiguas tanto a las autoridades ambientales, como a los sectores del "desarrollo", por la proliferación de sitios prioritarios para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad, generados desde diversas perspectivas de escala, objetivos de conservación, metodologías, unidades de análisis, etc. En este contexto, al final del presente estudio se propone un procedimiento que busca integrar las distintas iniciativas de conservación de la biodiversidad, identificando y valorando las coincidencias de los diversos análisis hacia la generación de un portafolio único de áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad en los llanos orientales de Colombia. De esta manera los resultados de las integraciones se generan en términos probabilísticos y en varios grados de incertidumbre, constituyendo una hoja de ruta para el ordenamiento ambiental de un vasto territorio tan único, complejo y biodiverso, como lleno de materias primas y oportunidades productivas, que puede constituir una experiencia de desarrollo sostenible real.

Palabras clave: Conservación "*in situ*". Planificación Ecorregional. Prioridades de conservación. Portafolios de áreas prioritarias.

INTRODUCCIÓN

La Orinoquia colombiana es una región de contrastes en términos de conservación "*in situ*" de la biodiversidad. Algunos de los procesos más antiguos de conservación se encuentran establecidos allí. Por ejemplo, la Sierra de La Macarena, la primera iniciativa de área protegida en el país, fue declarada en 1948 como Reserva Nacional y encomendada su administración a la Universidad Nacional de Colombia, para posteriormente en 1971 ser declarada como Parque Nacional Natural por el Ministerio de Agricultura. Por otro lado, el Parque Nacional Natural El Tuparro, fue declarado como tal en 1982, aunque ya unos años antes (1970) había sido establecido como territorio fáunico[1].

A pesar de lo anterior, ésta región se ha convertido en la jurisdicción territorial más reciente dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales (creada en 2010). Anteriormente las áreas del Sistema de Parques Nacionales Natura-

A. Navas

les (SPNN) en la región habían sido gestionadas, desde la creación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales en 1993, bajo un contexto más amplio de la Amazonia y la Orinoquia.

En la región se han reportado altas concentraciones de biodiversidad, así como endemismos locales y regionales. Permanentemente se evidencian hallazgos biológicos importantes, tales como nuevas especies para la ciencia y nuevos reportes de distribución de especies. Sin embargo, al mismo tiempo es una de las regiones menos conocidas del país y con grandes vacios de información y conocimiento (Lasso *et al*. 2010).

Adicionalmente, en el ejercicio más reciente de identificación de áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad para Colombia (Andrade y Corzo 2011), en ésta región se encontró la mayor extensión de vacíos de conservación. Por lo tanto ha sido distinguida como el principal pasivo de conservación en Colombia, y definida por el documento CONPES 3680 "Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas" (julio de 2010), como una región prioritaria para la declaratoria de áreas protegidas, junto con los bosques secos de los valles interandinos y del cinturón árido pericaribeño, y las extensiones marinas y costeras de Colombia.

Vale la pena anotar que la ausencia de áreas protegidas en la región no significa que no se hayan identificado las prioridades de conservación. Para la región se han realizado varios ejercicios de este tipo durante los últimos 30 años. Estos ejercicios se presentan y evaluán a continuación, particularmente los realizados durante los últimos cinco años, en los cuales se ha pretendido acotar los requerimientos de conservación de esta región, tradicionalmente "olvidada", pero recientemente "redescubierta", ya no solo para los intereses de la conservación, sino también para el "desarrollo".

El primero de esos estudios realizados para el nivel nacional (Hernández Camacho 1980), preseleccionó áreas para el Sistema de Parques Nacionales Naturales y mostraba que de las más de 200 áreas continentales identificadas (con una extensión de aproximadamente 13 millones de hectáreas), el 14% se encontraban en las sabanas de la Orinoquia.

Por su parte, en el estudio más reciente también de nivel nacional y continental, el porcentaje seleccionado de prioridades en la región de la Orinoquia equivale al 29% del total de los 14,2 millones de hectáreas identificadas para el país continental (Andrade y Corzo 2011). Esta región fue la única que aumentó su participación dentro del total de prioridades de conservación entre los dos estudios. La Amazonia por el contrario, disminuyó en su participación en las prioridades de conservación, en la medida que es en esta región donde se han declarado buena parte de las últimas áreas protegidas del SPNN y donde se encuentran las de mayor extensión: PNN Chiribiquete declarado en 1989 (1,28 millones de ha); PNN Puré declarado en 2002 (999.880 ha) y el PNN Yaigojé Apaporis declarado en 2009 (1,041 millones de ha).

En la Orinoquia por otro lado, la última área protegida declarada fue el PNN Picachos (1988), con una extensión de 294.319 ha. Aunque esta área hace parte de la cuenca orinoquense, por su fisiografía y su gradiente altitudinal, una considerable extensión (más del 50 %) hace parte de la provincia Biogeográfica Norandina propuesta por Hernández *et al*. (1992). A continuación se presentan algunos de los estudios a los que se tuvo acceso para esta breve evaluación.

ESTUDIOS Y PORTAFOLIOS DE CONSERVACIÓN

Áreas preseleccionadas para el Sistema de Parques Nacionales Naturales

Este ejercicio fue desarrollado por Jorge Ignacio ("el Mono") Hernández Camacho desde 1980 y posteriormente fue complementado por el mismo autor y Heliodoro Sánchez (Biocolombia 2000), para el Instituto de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente INDERENA, a partir de su conocimiento del territorio colombiano y teniendo en cuenta las particularidades biogeográficas, así como los endemismos locales. En este estudio, de las 207 áreas preseleccionadas para el SPNN (13.650.000 hectareas aproximadamente), 36 se encuentran localizadas en la cuenca del Orinoco (3.454.692 ha), lo que equivale al 25,3 % de todas las prioridades terrestres nacionales definidas

1 Según el Código de Recursos Naturales Renovables, decreto 1608 de 1978, Capitulo III, articulo 19. "Cuando el área se reserva y alinda para la conservación, investigación y manejo de la fauna silvestre con fines demostrativos se denominará «territorio fáunico» y en ellos sólo se permitirá la caza científica".

A. Navas

por los autores. Buena parte de estas prioridades están localizadas en el piedemonte orinoquense y algunas fueron declaradas como áreas protegidas. Tal es el caso de los PNN Sumapaz, PNN Chingaza, PNN Pisba y PNN Tamá, así como algunas porciones del PNN Cocuy (todas localizadas en la región andina). Con estas áreas se reduce la extensión territorial de estas prioridades a 2.324.245 ha. Algunas de ellas están localizadas en la cuenca superior del río Manacacias, los cerros del Itanure y de Mavicure, Mataven, el río Cinacuro, las sabanas secas del Casanare y las sabanas sin dunas y bosques de galería. En la figura 1 se presentan dichas prioridades, cuya extensión alcanza el 6,7% de la cuenca del Orinoco en territorio colombiano.

Portafolio de áreas prioritarias para la conservación en los Llanos orientales de Colombia

Este ejercicio fue realizado para la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), por parte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), The Nature Conservancy (TNC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en 2007.

Para su desarrollo, los investigadores, utilizaron una adecuación de la metodología de planificación ecorregional, propuesta por Grooves en 2003. Se identificaron un total de 10.528.716 ha prioritarias para la región (Figura 2), de las cuales 1.281.706 ha ya habían sido declaradas en el SPNN (PNN Tama, PNN Cocuy, PNN Chingaza, PNN Sumapaz, PNN Macarena y PNN Tuparro). Por tanto, las prioridades se redujeron a 9.247.010 ha, equivalentes al 26,6 % de la cuenca orinoquense colombiana y al 38,8 % del área de estudio.

Algunas de estas prioridades están ubicadas en las selvas del norte del Guaviare, las sabanas y bosques del río Bita, el río Liqui y el Caño Negro, las sabanas húmedas de la altillanura, el río Cinaruco, el complejo de humedales del

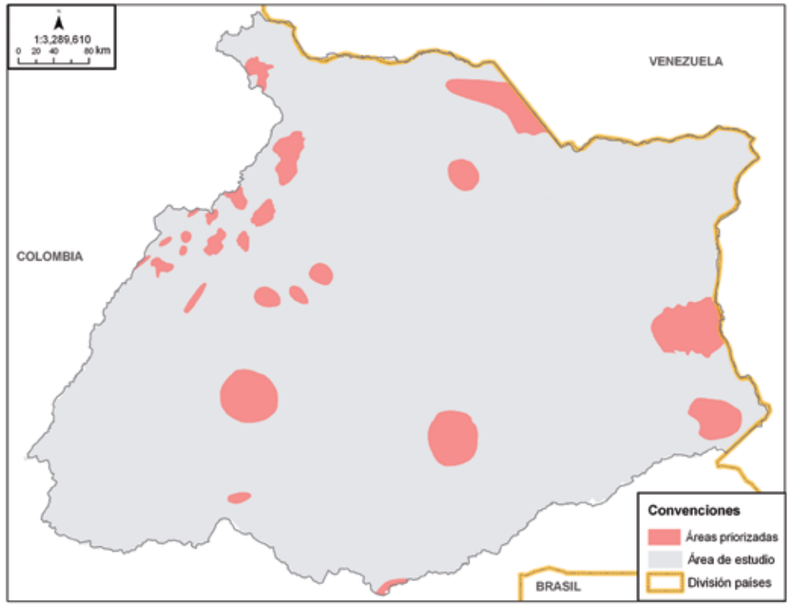


Figura 1. Áreas preseleccionadas para el SPNN. Fuente: Biocolombia (2000).

A. Navas

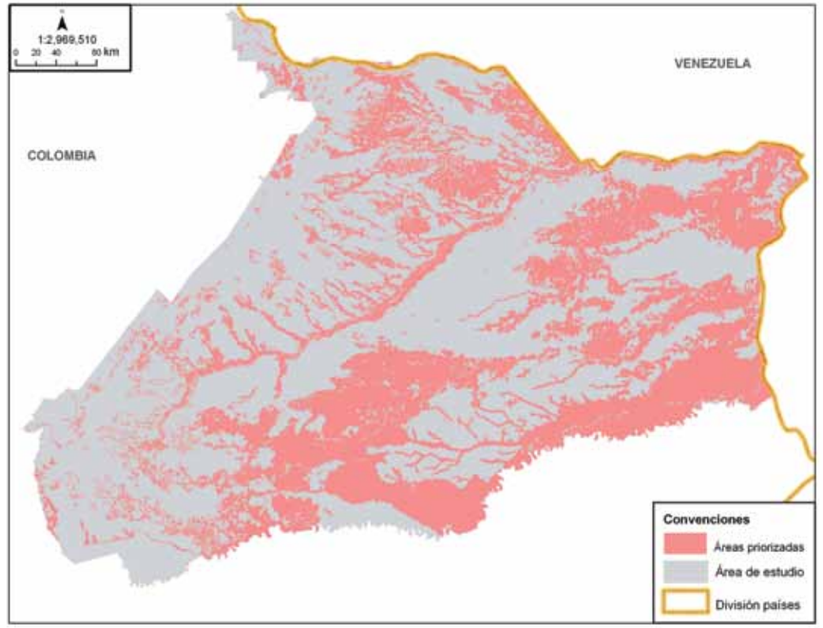


Figura 2. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en los Llanos Orientales. Fuente: ANH *et al.* (2007).

río Lipa y del río Ele y los complejos de bosques, sabanas inundables y humedales del río Ariporo, Caño Picapico y La Hermosa, por solo mencionar algunas.

Áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad en los Llanos Orientales de Colombia

Este ejercicio fue desarrollado para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), por parte de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) (Andrade y Corzo 2011).

El estudio se realizó con base en criterios de representatividad, urgencias y oportunidades de conservación. Como resultados a destacar se identificaron más de 14 millones de ha para el territorio continental colombiano, de los cuales 4,1 millones de ha se encuentran en la cuenca de la Orinoquia colombiana (11,9% del área de estudio y 28,8% de todas las prioridades continentales Colombianas). Las zonas priorizadas están ubicadas en las sabanas inundables, el piedemonte y áreas de altillanura (Figura 3).

Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare)

El estudio fue desarrollado para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por parte de The Nature Conservancy (TNC) en 2010, como un insumo para la industria petrolera en Colombia. En este estudio se utilizó también la aproximación metodológica de la Planificación Ecoregional, con una escala de 1:100.000.

El área de estudio abarcó 1.393.900 ha, en los municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo en el departamento de Casanare. Resultaron seleccionadas 683.000 ha, que corresponden al 22,5% del área de estudio y se ubicaron en las

A. Navas

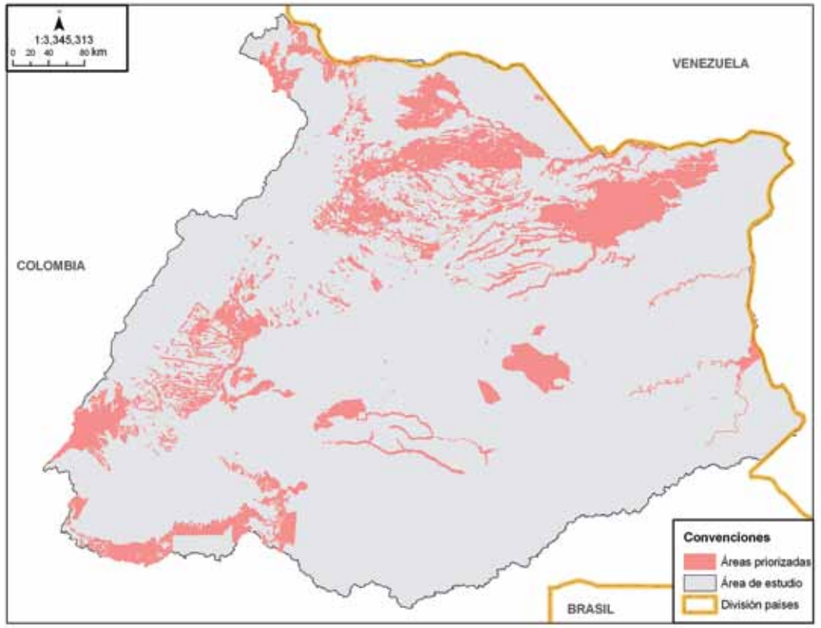


Figura 3. Áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco para el SINAP. Fuente: Andrade y Corzo (2011).

siguientes zonas: bosques del cerro Zamaricote y bosques de galería del río Meta; bosques de la microcuenca La Motuz; de la quebrada las Guamas; del río Guachiria – Guaras; del río Meta; del Caño Agualinda - La Prevención; bosques y sabanas en el sector Caños Aguaclara - del Medio; complejo de bosques y sabanas de las montañas del Totumo; Resguardo Caño Mochuelo; Chaparral y Barronegro; Sabanas arboladas inundables de La Fortaleza; la Aurora; del Morichal - El Desierto; entre otras (Figura 4).

Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la cuenca binacional del Orinoco, porción colombiana

Las prioridades para la conservación fueron definidas en los talleres binacionales para la cuenca del Orinoco en los años 2009 y 2010, liderados por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), que contaron con la participación de las entidades mencionadas en las memorias del III taller presentadas en esta misma publicación (Lasso *et al.* 2010). La aproximación inicial (2009), consistió en la identificación de sitios de más alta riqueza, endemismos, especies con valor de uso, procesos ecologicos y/o evolutivos y unicidad de los elementos de la biodiversidad, estudiada en mesas binacionales de expertos de grupos faunísticos y florísticos. Posteriormente en 2010, se incorporaron criterios de representatividad, complementariedad, conectividad, presiones y amenazas a la biodiversidad.

Como resultado se identificaron 32.349.761 ha, como prioridades para la conservación de la biodiversidad en toda la cuenca binacional, no solo desde la perspectiva de la representatividad, sino también desde la conectividad. De éstas, 11.467.134 ha corresponden a la parte colombiana, es decir que el 35% de las prioridades de la cuenca binacional están sobre territorio colombiano (Lasso *et al.* 2010).

A. Navas

Figura 4. Portafolio de áreas para la conservación de la Biodiversidad en Casanare. Fuente: TNC (2010).

Eliminando los territorios que ya han sido declarados dentro del SPNN y de las pocas reservas forestales protectoras del orden nacional, quedan 7.559.616 ha, de manera que el 34% del territorio priorizado, ya esta declarado en las categorías de conservación mencionadas (Figura 5).

Planificación ambiental de la conservación en las áreas operativas de Ecopetrol en los Llanos orientales de Colombia

Este estudio fue desarrollado para la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol), por parte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt entre 2009 y 2010. Para este caso, se generó una aproximación metodológica propia, así como algoritmos de decisión novedosos, que incorporaron criterios de representatividad, conectividad y complementariedad (Corzo *et al.* 2011).

El área de estudio consistió en 29 planchas de la grilla IGAC, escala 1:100.000, ubicadas en los departamentos de Meta y Casanare principalmente, con una extensión de 6.240.278 ha, que representa el 18% de toda la cuenca del Orinoco en Colombia. De éste ejercicio se definieron con la prioridad más alta para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad, 1.396.295 ha, es decir el 22,5 % del área de estudio. Aquí se destacan áreas como el piedemonte cercano a Tauramena, los bosques de llanura cercanos a Puerto Gaitán y las sabanas inundables de Paz de Ariporo, entre otras (Figura 6).

DISCUSIÓN

En los mapas precedentes, se observa como las áreas de estudio difieren considerablemente. Uno de los estudios fue internacional (binacional), dos de nivel nacional, uno regional y dos de nivel local, de manera que aunque las áreas

A. Navas

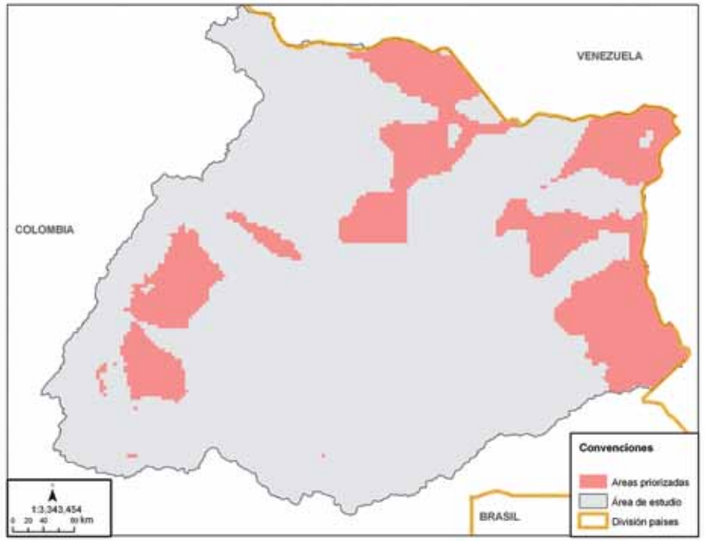


Figura 5. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la cuenca binacional del Orinoco. Fuente: Lasso *et al.* (2010).

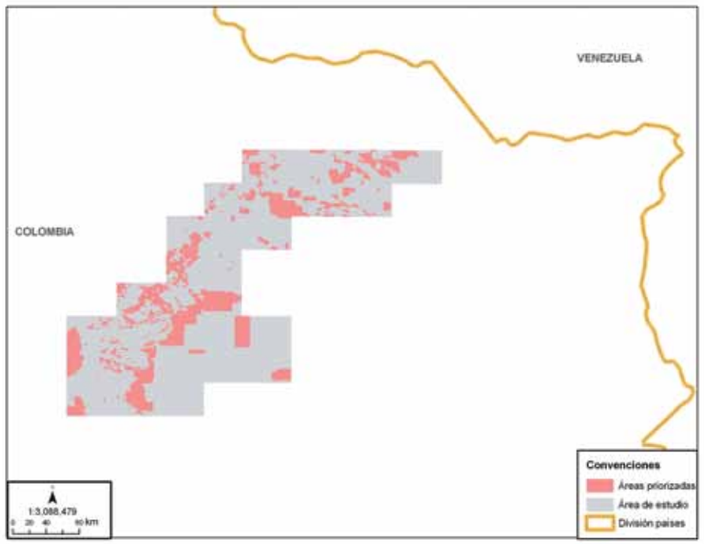


Figura 6. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol en los Llanos orientales de Colombia. Fuente: Corzo *et al.* (2011).

A. Navas

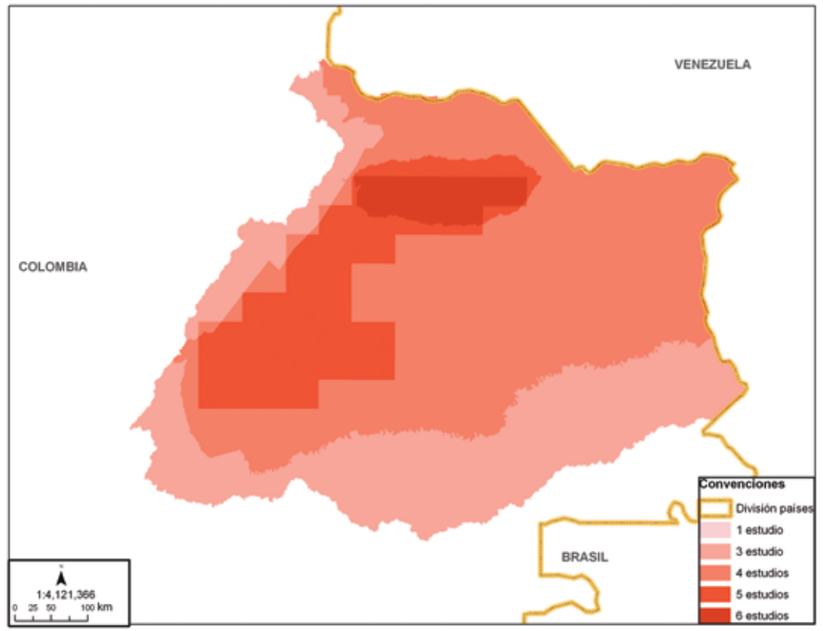


Figura 7. Sobreposición de las áreas de estudio. Ver tabla 1.

Tabla 1. Áreas seleccionadas en cada estudio evaluado.

	Área de estudio (ha)	Áreas priorizadas (ha)	Meta complementaria de conservación
BioColombia (2000)	34.734.302	2.324.245	6,7%
ANH *et al.* (2007)	23.945.099	9.298.526	38,8%
Andrade y Corzo (2011)	34.734.302	4.129.589	11,9%
TNC (2010)	1.942.873	683.199	35,2%
Corzo *et al.* (2011)	6.241.139	1.401.216	22,5%
Lasso *et al.* (2010)	34.734.302	7.559.988	21,8%

de estudio se traslapan (Figura 7 y Tablas 1 - 2), la integración de las prioridades resultantes de cada uno de los estudios no se puede realizar a través de una simple suma.

Debido precisamente a las diversas escalas geográficas usadas, las metodologías y a los objetos de conservación, los cuales difieren ostensiblemente, la suma de las áreas priorizadas no es un procedimiento adecuado si se busca la integración de las prioridades de conservación. Una posible solución, consiste entonces, en la evaluación de los resultados de la sobreposición de las prioridades de conservación a partir del anterior mapa (Figura 7) y sus respectivos re-

A. Navas

Tabla 2. Extensión y porcentaje (proporción) de sobreposición de las áreas de estudio evaluadas.

Sobreposición	Extensión (Ha)	Proporción
Tres estudios	10.692.348	31%
Cuatro estudios	17.262.303	50%
Cinco estudios	5.509.043	15%
Seis estudios	1.282.300	4%
Área de evaluación total	34.745.994	

sultados numéricos (Tabla 2). Preliminarmente, se puede concluir que las áreas de estudio que se sobreponen, en más de cinco de los ejercicios analizados son pocas (20% de las prioridades sobrepuestas) y las que se seleccionaron en todos los estudios evaluados son muy pocas (4 %).

Los resultados anteriores deben ser tratados bajo una homologación de los estudios de identificación de las áreas prioritarias para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad. La tabla 3 muestra las coincidencias en rangos de niveles denominadas "Clases". En la figura 8 se observa el porcentaje de coincidencia de los estudios realizados.

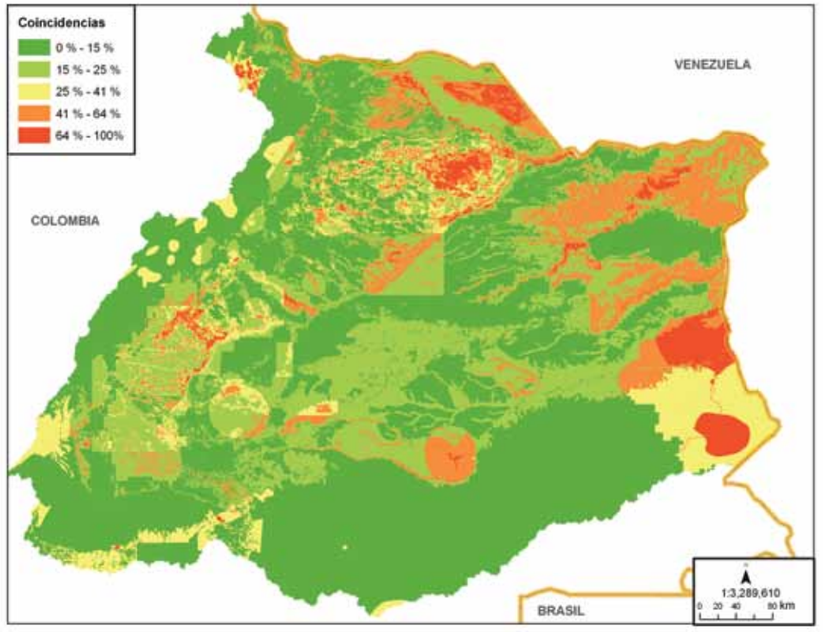


Figura 8. Sobreposición de las áreas prioritarias para la conservación, en relación con el número de estudios en la región. Basado en: Andrade y Corzo (2011), ANH *et al.* (2007). Biocolombia (2000), Corzo *et al.* (2011), Lasso *et al.* (2010) y TNC (2010).

A. Navas

Tabla 3. Coincidencias en extensión y en porcentajes acumulativos de acuerdo a las clases.

Clase (coincidencias)	Extensión (ha)	Aporte de la clase	Acumulado
100%	31.527	0,09%	
5 de 6 = 83%	34.859	0,10%	0,18%
4 de 5 = 80%	116.043	0,32%	0,5%
3 de 4 = 75%	708.027	1,93%	2,43%
4 de 6 = 66,7%	369.735	1,01%	3,44%
3 de 5 = 60%	363.102	0,99%	4,43%
3 de 6 = 50%	3.389.201	9,24%	13,67%
2 de 5 = 40%	887.394	2,42%	16,09%
2 de 6 = 33,3%	2.207.793	6,02%	22,11%
1 de 4 = 25%	6.657.720	18,16%	40,27%
1 de 5 = 20%	2.254.803	6,15%	46,42%
1 de 6 = 17%	2.254.803	6,15%	52,57%
0%	17.387.402	47,43%	100%

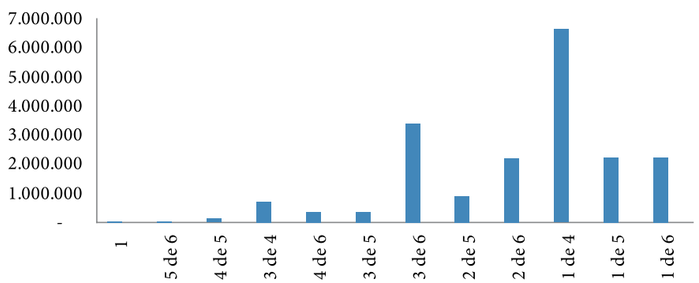


Figura 9. Extensión de los territorios coincidentes como prioridades de conservación.

Como era de esperar, las coincidencias más altas se dan sobre pocos territorios y las más bajas están referidas a la mayor parte de la extensión de las prioridades de conservación identificadas (Tabla 3). De esta manera, aquellos lugares donde se generan las más altas coincidencias (entre el 100% y el 50%), pueden ser definidos como los de las más "bajas incertidumbres", o en otras palabras los de mayor probabilidad de certeza en términos de su prioridad para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad. Aquellos lugares en donde no existen áreas prioritarias de conservación en ningún estudio, se pueden definir también como de "baja incertidumbre", pero en el sentido contrario. Los valores intermedios de coincidencia, serán considerados como de alta incertidumbre y deberán ser estudiados con mayor detalle.

En la figura 9 los valores resultantes como extensión total de cada clase, muestran que apenas el 13,7% del área de estudio se sobrelapa en la mitad o más de estudios (a partir de los rangos de coincidencias en 3 de 6 estudios, y 2 de 4 estudios).

Estos rangos se presentan en la figura 10 en rojo, como áreas de "baja incertidumbre positiva", mientras que en verde se presentan las áreas de "baja incertidumbre negativa", las cuales corresponden al 47,4 % del área de estudio,

A. Navas

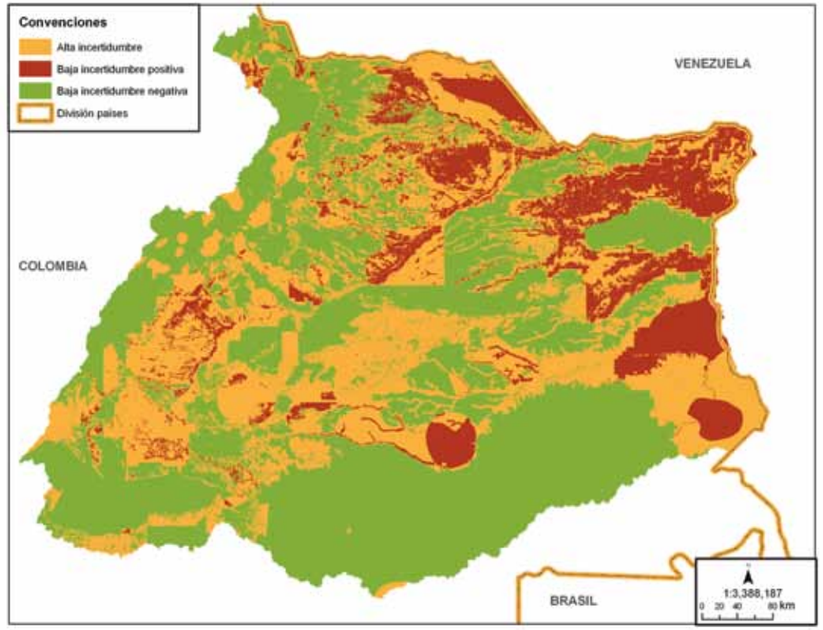


Figura 10. Niveles de certeza de las áreas prioritarias para la conservación *in situ* de la biodiversidad, a partir de las coincidencias evaluadas.

es decir, en donde no ha coincidido ninguna prioridad de conservación. El área restante (35,7%), en naranja, se ha definido como territorios de "alta incertidumbre" (Figura 10).

A partir de los análisis anteriores se puede concluir lo siguiente:

- Aún existe en el territorio orinoquense colombiano una enorme cantidad de territorios potenciales para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad, que han sido identificados en buena parte de los estudios realizados y evaluados.
- Eventualmente los que han sido calificados como de "baja incertidumbre positiva" (rojos en la Figura 10), pueden calificarse como de interés nacional para la conservación de la biodiversidad. Por tanto, pueden ser definidos para el Sistema de Parques Nacionales Naturales, no sin antes haber evaluado los criterios para la creación de nuevas áreas protegidas que han sido expuestos en la ruta para la declaración de áreas protegidas propuesta por la Unidad de Parques Nacionales Naturales.
- Así mismo, las áreas identificadas como de "alta incertidumbre" (naranja en la Figura 10), pueden constituirse en mecanismos complementarios para la conservación "*in situ*" de la biodiversidad, en las cuales otras categorías de conservación pueden ser usadas, desde las de gobernanza pública regional, hasta las de gobernanza privada, de acuerdo con la tenencia de la tierra y el interés de sus poseedores y propietarios.
- Por último, los territorios definidos como de "baja incertidumbre negativa", es decir, aquellos en los que no se identificaron prioridades de conservación (verdes en la Figura 10), no pueden ser menospreciados para la conservación, en la medida en que por su extensión (hasta el 47% del territorio evaluado) y por su ubicación, hacen parte de lo que ha sido conocido como la estructura ecológica de la región. Por ello deben hacer parte del ordenamiento ambiental territorial,

A. Navas

eventualmente bajo mecanismos complementarios del desarrollo sostenible, los planes de ordenamientos de cuencas, los planes de ordenamiento territorial de los municipios, los planes nacionales y regionales de restauración ecológica, la conectividad ecológica y demás estrategias que garanticen el suministro de servicios ecosistémicos fundamentales para el desarrollo económico y social de la región, máxime cuando para la Orinoquia colombiana están actualmente confluyendo tantos intereses de los sectores productivos.

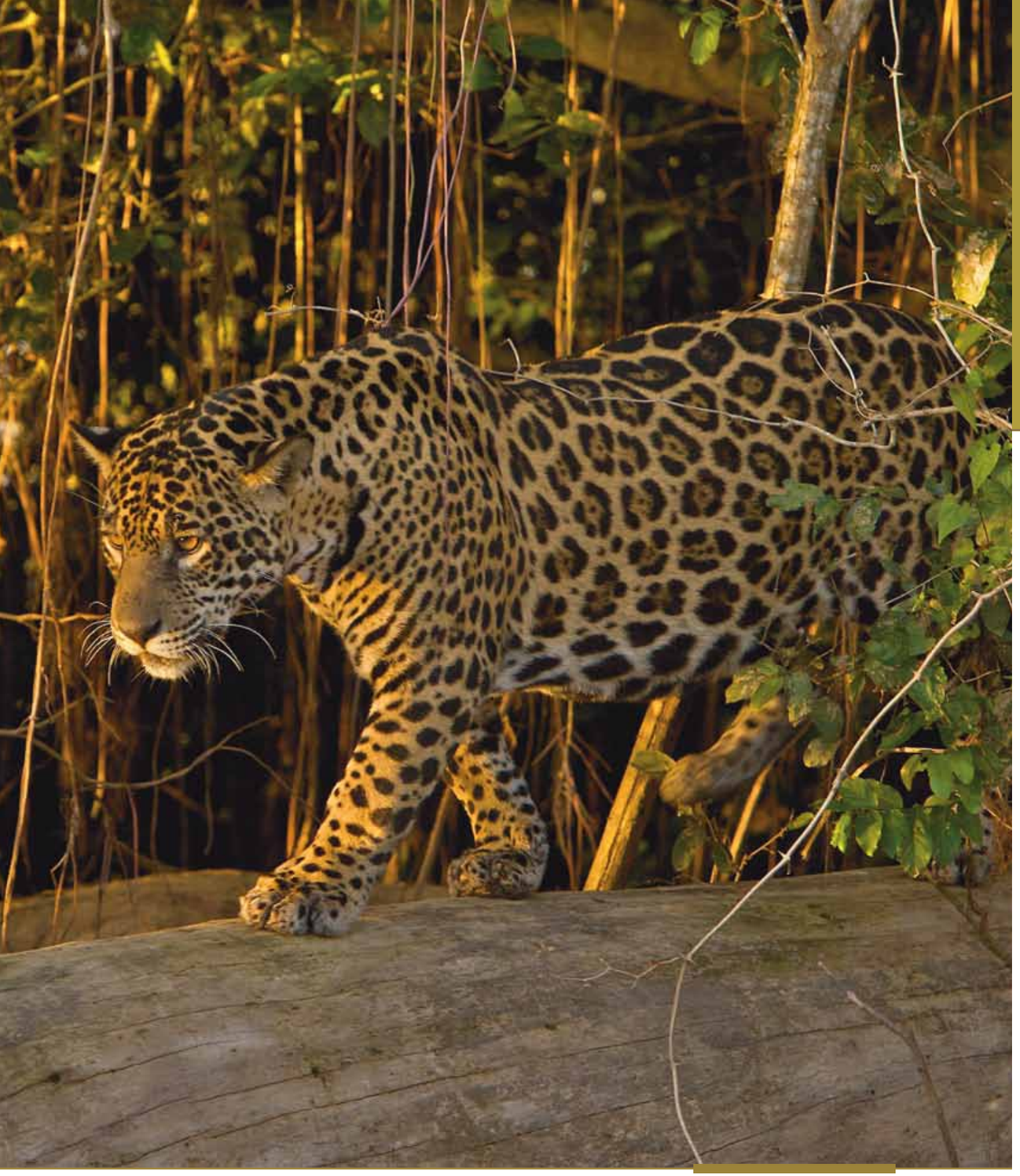
BIBLIOGRAFÍA

- Andrade G. y G. Corzo. 2011. Qué y donde conservar. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques acciónales Naturales. Bogotá D.C, Colombia. 193 pp.
- ANH, IAvH, TNC e Ideam. 2007. Planeación ambiental del sector hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en los llanos de Colombia (convenio de cooperación 05-050). Bogotá, D. C. Colombia. 10 pp.
- Biocolombia. 2000. Diseño de estrategias, mecanismos e instrumentos requeridos para la puesta en marcha del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Informe Final, Bogotá, Biocolombia, UAESPNN.
- Corzo, G., M.C. Londoño-Murcia, W. Ramírez, H. García, C.A. Lasso y B. Salamanca (Eds.). 2011. Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A., Bogotá D.C., Colombia. 240 pp.
- Groves, C.R. 2003. Drafting a Conservation Blueprint: A Practitioner's Guide to Planning for Biodiversity. Island Press y The Nature Conservancy. Washington, DC. 457 pp.
- Hernández-Camacho. J. 1980. Áreas prioritarias para la conservación en el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Instituto Nacional de los Recursos Naturales (Inderena). Documento inédito.
- Hernández-Camacho J., R. Ortiz-Quijano, T. Walschburger y A. Hurtado-Guerra. 1992. Caracterización biogeográfica de Colombia. Pp. 41 – 224. *En*: Halffter, G. (Eds.) Diversidad Biológica de Iberoamérica. México.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.
- MAVDT, UAESPNN y DNP–SDAS. 2010. CONPES 3680 "Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas", Parques Nacionales Naturales. Bogotá D.C, Colombia. 46 pp.
- TNC (The Nature Conservancy). 2010. Portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Informe inédito.

Ganado llanero. Foto: F. Trujillo.

A. Navas

a. Morichal El Milagro. Foto: J. Delgado.
b. Sabana achaparrada, Vichada. Foto: J. Delgado.
c. Termitero, Vichada. . Foto: J. Delgado.
d. Río de aguas claras sobre lajas graníticas, Vichada. Foto: A. Navas.
e. Ocelote o cunagüaro cruzando cercas en la noche. Foto: Fundación Panthera.
f. Cultivo intensivo de palma africana, río Cravo Sur y Cusiana, Casanare . Foto: R. Antelo.



Jaguar. Foto: S. Winter - Fundación Panthera

.9 EL CORREDOR JAGUAR: UNA OPORTUNIDAD PARA ASEGURAR LA CONECTIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL ORINOCO

S. Winter

Esteban Payán Garrido, Carolina Soto, Angélica Diaz-Pulido, Sahil Nijhawan y Rafael Hoogesteijn

RESUMEN

Una herramienta ampliamente utilizada actualmente para lograr la conservación de la biodiversidad, lo constituye la implementación de los corredores para mantener la conectividad. La herramienta más común para promover la conectividad son los corredores. Estos ejercicios están basados en especies, siendo particularmente idóneas aquellas de gran tamaño, bajas densidades, sensibles a la actividad humana y que requieren grandes territorios. Aquí proponemos el uso de un corredor de conectividad de poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) a lo largo de la cuenca del Orinoco para que esta especie sea utilizada como guía para la priorización de la conservación regional, alegando que el uso de esta especie focal y especie paisaje, asegura la protección de la mayoría de la diversidad de la Orinoquia. Se construye un modelo de corredor de menor costo como es la unión entre Unidades de Conservación de Jaguar (UCJs). Se explica porque el objetivo mínimo de conservación aplicada debe incluir los bosques riparios del río Orinoco y sus tributarios de la cuenca binacional. Esta propuesta pretende enfrentar las graves amenazas a la biodiversidad regional y pérdida de hábitat, causada por la expansión agropecuaria y petrolera. El modelo identifica cuatro grandes UCJs. La mayoría de las áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco hacen parte del modelo y siete áreas coinciden con las áreas claves del modelo. Proponemos que aquí se enfoquen los esfuerzos de conservación regional.

Palabras clave: Conectividad. Corredor. Jaguar. Llanos. Orinoco. *Panthera onca*. Colombia Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la conservación, como generalmente se practica, implica la selección de sitios que colectivamente cumplirán un complejo de objetivos de conservación, que tengan una alta probabilidad de mantener la biodiversidad dinámica y los procesos naturales a largo plazo (Noss y Daly 2006). Hoy en día está claro que una red de reservas con conectividad puede potencialmente ser más eficiente que la suma de sus partes individuales (o no conectadas), en cuanto a la viabilidad de poblaciones a largo plazo y el mantenimiento de sus funciones ecológicas (Noss y Harris 1986). Con el reconocimiento de que la fragmentación es una amenaza mayor para la conservación, a través de la teoría de biogeografía de islas en la década de los 60, la conectividad surgió como una estrategia para mitigar estos efectos de pérdida de biodiversidad y extinción local (Wiens 2006). La herramienta más común para promover la conectividad son los corredores (Crooks y Sanjayan 2006).

S. Winter

La evaluación de la conectividad del paisaje es un ejercicio que requiere una aproximación centrada en especies (Hansen y Urban 1992). Ejercicios de diseño de metas de conservación usando áreas de distribución de especies paisaje constituyen el cambio de paradigma de conservación dirigido de poblaciones o regiones geográficas hacia uno de metapoblaciones (Wikramanayake *et al.* 2004, Thorbjarnarson *et al.* 2006, Rabinowitz y Zeller 2010). Este proceso de cambio de metas fue afianzado por la necesidad de conservación de áreas y la insuficiencia de áreas protegidas para conservar la biodiversidad planetaria. Muchos estudios evidenciaron la pérdida de biodiversidad en hábitats aislados y mosaicos de paisaje con parques nacionales destinados para la conservación de especies de grandes-rangos en América del Norte (Newmark 1987, Grumbine 1990, Gurd 2001, Nudds *et al.* 2001) y África (Newmark 1996).

Dado que los efectos deletéreos del aislamiento y la fragmentación son más evidentes en carnívoros terrestres con grandes rangos de acción (Carroll 2006), estas especies son, por lo tanto, las ideales para modelar y proponer planes de conservación regional de conectividad. No es coincidencia que los grandes carnívoros sean más susceptibles a la extinción (Purvis *et al.* 2000), pues su tamaño y biología definen su capacidad para enfrentar las amenazas a las que están expuestos (Cardillo *et al.* 2004). En el caso de los grandes mamíferos los siguientes rasgos biológicos van a definir el riesgo de extinción: baja densidad poblacional, altos niveles tróficos y periodos de gestación largos (Cardillo *et al.* 2005). Estas características, asociadas a altas densidades humanas son una receta para el desastre. Los grandes carnívoros requieren presas grandes y abundantes lo cual limita sus densidades desde abajo hacia arriba (*bottom up*) (Carbone *et al.* 1999, Carbone *et al.* 2007). Especies en nichos tróficos altos están restringidas por el requerimiento de grandes áreas de cacería y por la presencia de especies presas (que a su vez pueden estar amenazadas) (Carbone y Gittleman 2002, Hernández-Guzmán *et al.* 2011). Las tasas de reproducción lentas convierten a los carnívoros en animales menos resilientes (Weaver *et al.* 1996). Adicionalmente, la naturaleza carnívora implica que los grandes carnívoros que entran en contacto con los paisajes dominados por humanos frecuentemente terminan muertos (Woodroffe y Ginsberg 1998, Treves y Karanth 2003). Algunos ejemplos recientes de extinción de grandes carnívoros son los del tigre de Bali (*Panthera tigris balica*), el tigre de Java (*Panthera tigris sondaica*), el tigre caspio (*Panthera tigris virgata*), el zorro de la isla de Falkland (*Dusicyon australis*) y el tigre de Tasmania (*Thylacinus cynocephalus*) (Leidy 2005, Schaller 1996, Weber y Rabinowitz 1996, Woodroffe *et al.* 2005).

Lo anterior convierte a los grandes carnívoros en especies de paisaje (Coppolillo *et al.* 2004). Estas especies, que tienen grandes rangos de acción (*wide ranging*) en general, tienen una relación de abundancia inversa a la densidad humana (Woodroffe 2000) y dado sus grandes requerimientos de áreas y presas (Carbone *et al.* 1999), están obligados a usar grandes áreas para sobrevivir. Es aquí donde los efectos de transformación y perdida de hábitat, causados por los humanos, se convierten en una amenaza verdadera y una preocupación para los científicos de la conservación (Crooks y Sanjayan 2006), pues se considera que la mayoría de actividades humanas conducen a la fragmentación de hábitat y al consecuente aislamiento de poblaciones naturales causando disminución en sus números (Crooks 2002) y, en muchos casos, a la extinción local (Michalski y Peres 2005). Por lo tanto la fragmentación y la destrucción del hábitat son las principales amenazas a la biodiversidad (Wilcove *et al.* 1998).

El jaguar es una especie focal por excelencia y esto lo convierte en la especie apropiada para liderar una campaña de conservación a gran escala. El jaguar es considerado una especie indicador, sombrilla (Payan 2009, Payan *et al.* 2011), especie clave (Wright *et al.* 1994) y una indiscutible especie bandera (Payan *et al.* 2011). Como especie indicador, es de las primeras especies que desaparecen de los hábitats intervenidos por actividades humanas, razón por la cual sirven como alerta temprana del inicio del proceso de la pérdida de biodiversidad (Morrison *et al.* 2007), pero también como indicadores de gestión de conservación (Carroll *et al.* 2001, Chape *et al.* 2005). La presencia de jaguar está afectada negativamente por la presencia de los pueblos, al menos como ha sido detectado para jaguares de la Amazonia (Payan 2009) y en el Chaco argentino (Altrichter *et al.* 2006). Adicionalmente, las carreteras causan mortalidad y ahuyentan a los grandes felinos (O'Brien *et al.* 2003, Ngoprasert *et al.* 2007).

El criterio para que el jaguar sea considerado como sombrilla es su gran tamaño y su naturaleza carnívora. Esto implica que su presencia está asociada a una gran riqueza y abundancia de especies presas, que a su vez, implica la existencia de vegetación para mantener éstas presas (Terborgh *et al.* 2001).

Lo anterior lo convierte en un predador territorial limitando sus densidades poblacionales por las cantidades de presas que puede sostener su hábitat, y requiriendo grandes extensiones de bosques para sobrevivir. El jaguar se considera también una especie clave. Las especies claves son aquellas que viven a bajas densidades pero ejercen una profunda influencia sobre la estructura y la composición del ecosistema. Se cree que los jaguares mantienen niveles demográficos de consumidores y dispersores de frutas, hojas y semillas a raya, y en una eventual ausencia de este control, los cambios demográficos de sus presas alterarían toda la composición y regeneración del bosque (Gompper *et al.* 1994, Lopez *et al.* 2001, Terborgh *et al.* 2001, Wright *et al.* 1994). Finalmente, los grandes carnívoros, como los jaguares, son especies mega-carismáticas de estética atractiva y por lo tanto ideales imágenes o "marcas" para liderar campañas de conservación, a estas especies se les conoce como especies bandera (Linnell *et al.* 2000, Swenson *et al.* 2000).

Este trabajo pretende proponer a la iniciativa del Corredor Jaguar (Rabinowitz y Zeller 2010) como una estrategia de acción que logre la conservación de la biodiversidad a través de la conectividad de la cuenca del Orinoco en Colombia y Venezuela. Proponemos al jaguar como una especie insignia adecuada para promover una iniciativa de conservación regional, que va más allá de las prioridades o vacíos de conservación localizados y que permite evaluar la importancia de los corredores funcionales para el jaguar (*Panthera onca*) como corredores de conectividad para toda la biodiversidad orinoquense. Se conoce que los jaguares ocurren a lo largo de toda la cuenca y son especies focales por excelencia.

ÁREA DE ESTUDIO

La Orinoquia ha sido un área poco estudiada y con pocos registros publicados de jaguares en los últimos años, incluso se ha creído extinto localmente de grandes áreas (Hernández-Camacho *et al.* 1984). En Colombia se cuenta con un trabajo de mapeo y registro de depredación en los Llanos de Colombia (Payan 2006), y en Venezuela hay varios estudios publicados sobre conflicto y ecología de jaguar (Hoogesteijn *et al.* 1993, Polisar *et al.* 2003, Scognamillo *et al.* 2003). A pesar de la ausencia de publicaciones científicas, hay una idea clara sobre su ocurrencia a nivel local y regional de las personas que coexisten con esta especie. El jaguar es considerado "Casi Amenazado" por la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN (http://www.iucnredlist.org/), mientras en Colombia y Venezuela se considera como Vulnerable (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006, Rodriguez y Rojas-Suarez 2008).

La cuenca del Orinoco tiene una extensión de 988816,85 km^2, de los cuales 35% es territorio colombiano y 65% venezolano (Romero Ruiz *et al.* 2004). En Colombia, la cuenca comprende los departamentos de Meta, Guainía, Vichada, Casanare y Arauca, y en Venezuela, los estados Amazonas, Bolívar, Apure, Táchira, Mérida, Barinas, Portuguesa, Cojedes, Guárico, Anzoátegui, Monagas y Delta Amacuro. Hay 29 Parques Nacionales Naturales, o segmentos de ellos, en toda la cuenca del Orinoco, 11 en Colombia y 18 en Venezuela. A nivel florístico y de vegetación en la cuenca del Orinoco se diferencian ocho grandes regiones: 1) Amazonas, 2) Andes Altos, 3) Andes-Piedemonte, 4) Cordillera de La Costa, 5) Guayana Norte, 6) Guayana Sur, 7) Llanos y 8) Orinoco-Delta (Fernández *et al.* 2010). Los altos niveles de diversidad florística de la cuenca y la gran diversidad de ambientes acuáticos constituyen el hábitat de un millar de especies de peces (Machado-Allison *et al.* 2010), 266 especies de anfibios, 290 de reptiles (Acosta-Galvis *et al.* 2010), alrededor de 1200 especies de aves (Restrepo-Calle *et al.* 2010) y 318 especies de mamíferos (Ferrer *et al.* 2009), entre ellos el jaguar que junto con otras 313 especies de mamíferos se encuentran en alguna categoría de amenaza mundial (Trujillo *et al.* 2010).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Bajo la asunción de que la existencia de poblaciones de jaguares está condicionada a tres criterios principales, 1. cobertura boscosa; 2. presencia de suficientes presas y 3. ausencia de actividades humanas fuertes o extensivas. Creemos que el corredor jaguar es una iniciativa que dada su escala, reúne todas las características para ser el proyecto de punta de lanza con el cual se logrará la conservación de la mayoría de la biodiversidad en la cuenca de la Orinoquia. Para ilustrar esto se construyó un modelo de corredores de paso de menor costo que unen áreas conocidas como Unidades de Conservación de Jaguar (UCJ) a lo largo de la cuenca del Orinoco en Colombia y Venezuela. Se tomó como insumo de presencia todos los registros de jaguar para la Orinoquia (Payan *et al.* 2011) y se construyeron las UCJ según Rabinowitz y Zeller (2010) con las definiciones de tipo (de acuerdo al tamaño estimado de la población de jaguar en cada UCJ) de Sanderson y colaboradores (2002) con especialistas de Colombia y Venezuela (ver agradecimientos). Para Venezuela se tomaron como base los mapas producidos por Hoogesteijn y colaboradores (2011). Los mapas de trabajo incluyeron las UCJ previas (Zeller 2007) y toda la información de referencia como líneas de latitud y longitud, limites políticos, ríos, pueblos, elevación, áreas protegidas y ecosistemas a una escala de 1:500.000. El jaguar no es un especialista de hábitat y ha sido registrado en

S. Winter

7 biomas orinoquenses y 12 tipos de coberturas en Colombia (Payan *et al.* 2011) y en 6 tipos de hábitat en Venezuela (Sanderson *et al.* 2002). Las capas usadas para este análisis provienen del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Parques Nacionales Naturales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET) y del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Las siguientes características del paisaje se usaron para evaluar la conectividad en el modelo: tipo de uso de la tierra, densidad humana, distancia a ciudades y pueblos, distancia a carreteras, distancia a ríos primarios y secundarios, y proyectos de petróleo y minería (Nijhawan 2011, Rabinowitz y Zeller 2010). Estas capas han sido comprobadas como influencias fuertes en el comportamiento de dispersión en grandes carnívoros (Kerley et al. 2002, Carroll et al. 2003, Noss y Daly 2006, Payan 2009). Todo el análisis de SIG fue realizado con ESRI ArcGIS 9.3.1 software. Para más detalles puede consultar (Nijhawan 2011, Payan y Nijhawan 2011, Rabinowitz y Zeller 2010, Zeller 2007).

PRINCIPALES RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área definida como UCJ y Corredor Jaguar en toda la cuenca equivale al 66% (647.644 km^2) donde en Colombia abarca el 26% (total 257.117 km^2; 4302 km^2 de corredor y 252.815 km^2 de UCJ) y en Venezuela el 39% (total 390.526 km^2; 31.642 km^2 de corredor y 358.884 km^2 de UCJ). Claramente, estas son áreas inmensas e irreales para conservar bajo figuras estrictas, por lo que sugerimos concentrar los esfuerzos de conservación en los corredores de bosques riparios o de galería (en adelante incluidos en el término bosque ripario). En Colombia estos bosques retienen cierta conectividad a lo largo de los ríos Arauca, Casanare y Meta que afluyen al Orinoco; en Venezuela los ríos Apure, Capanaparo, Cinaruco, Atabapo, Ventuari, Arauca y Guainía (compartido con Colombia) también son tributarios del Orinoco. El Orinoco entonces, es la columna vertebral de conexión con el bioma del Amazonas al sur. Esta estructura básica la consideramos como el modelo de conectividad estructural mínimo, que podría asegurar la conservación de los jaguares y la mayoría de la biodiversidad de la cuenca orinoquense a largo plazo.

Con el progreso de la ciencia de la conectividad, la distinción entre conectividad estructural y funcional ha cobrado más importancia. La conectividad estructural ignora la respuesta comportamental de los organismos a la estructura del paisaje y sólo se refiere al componente de la disposición espacial de diferentes tipos de hábitats u otros elementos del paisaje (Taylor *et al.* 2006, Wiens 2006), mientras que la conectividad funcional incluye la estructura del paisaje y las respuestas de los individuos a la estructura del paisaje (Theobald 2006). El corredor modelado en este ejercicio claramente sigue una estructura del bosque ripario y los cauces de ríos, lo cual sugiere una conectividad estructural fuerte en la zona.

La conservación de las sabanas de la Orinoquia debe ser a gran escala, ya que las dinámicas ecosistémicas están reguladas por variaciones hídricas y de influencias del fuego al que los organismos se han adaptado de forma fenológica (Cavelier 1984), reproductiva (Arrington *et al.* 2006), fisionómica (Sarmiento y Vera 1978) y con otra serie de comportamientos (Ojasti 1973). Los bosques de galería son grandes reguladores hídricos en la época húmeda y se han constituido en barreras naturales al fuego (Romero-Ruiz 2010). Por ende el ecosistema llanero depende vitalmente de sus bosques riparios. Éstos son florística y estructuralmente los más diversos y su conservación debería ser un componente integral para las estrategias de manejo de cuencas hidrográficas (Naiman *et al.* 2000). La intensa interdependencia de los ríos con sus bosques riparios y los morichales del llano recae en sus dinámicas hidrológicas (Sarmiento y Vera 1978, San-José *et al.* 2010) y como aporte alimentario para las especies acuáticas (Machado-Allison *et al.* 2010). La razón de esta riqueza de los bosques riparios recae en los regímenes de inundación, la conexión que establecen con otros ecosistemas (andinos y amazónicos), y los canales geomórficos, entre otros (Naiman *et al.* 1993). Por lo tanto, la propuesta de conectividad de bosques riparios debe incluir los corredores ribereños en su planeación y ejecución (Robinson *et al.* 2002).

Complementariamente, la conservación de conectividad estructural del bosque ripario orinoquense asegura la conectividad del hábitat de múltiples especies de vertebrados terrestres. Está claro que la conservación del bosque asociado a los caños del llano es esencial para la permanencia de ocelotes (*Leopardus pardalis*) (Sunquist *et al.* 1989), chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Ojasti 1973, Vieira-Muñoz 2007), pecaries (*Tayassu spp y Pecari spp)* y dantas (*Tapirus terrestris*) (Taber *et al.* 2009). Mientras mayor sea la conectividad entre los parches-hábitats, mayor facilidad tendrán para el desplazamiento entre diversas áreas. Las distancias entre parches definen la conectividad para ocelotes (Crooks *et al.* 2011), y lo mismo se ha determinado para otros carnívoros medianos como martas (*Martes foina*) y tejones (*Meles meles*) (Mortelliti y Boitani 2008). También está claro que en paisajes con bosques riparios bien conservados hay mayor abundancia relativa de carnívoros, tal como se ha visto en bosques del Mediterráneo (Matos *et al.* 2009) y en estudios sobre aves (Croonquist y Brooks 1993).

El modelo incluye las UCJ's donde se consideran que aún persisten poblaciones grandes (> 50 individuos jaguar) y los corredores que unen las UCJ que representan áreas que pueden ser usadas para la dispersión potencial de jaguares. En la cuenca binacional de la Orinoquia hay cuatro UCJs (Figura 1, Tabla 1). La UCJ correspondiente a Guatopo (I) vagamente unida por un corredor al llano venezolano y las 3 UCJs restantes, llanos colombianos (III), llanos venezolanos (II) y amazonas (IV) presentan conectividad directa y a través de corredores. La UCJ de los llanos colombianos incluye siete parques nacionales, donde el PNN El Tuparro, PNN La Macarena y PNN Tinigua están completamente incluidos en la UCJ y el sur del PNN El Cocuy hace parte del corredor entre los llanos colombianos nor-occidentales y la cordillera oriental. En Venezuela diez parques hacen parte de las UCJ, donde el PN Delta del Orinoco, PN Jaua-Sarisariñama, PN Yacapana y el PN Duida Marahuaka están incluidos en las UCJs. Vale resaltar que los parques PN Aguaro-Guariquito y PN Santos Luzardo (nos. 34 y 38, ver Tabla 1) tiene una localización clave sobre corredores llaneros, ya que son áreas protegidas dentro de los UCJ que unen poblaciones de jaguares entre los llanos Colombianos con los Venezolanos, y a su vez a las poblaciones de Venezuela de occidente a oriente.

La mayoría de las áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco (Lasso *et al.* 2010) hacen parte de las Unidades de Conservación del Jaguar o de los corredores propuestos para la conectividad entre estas unidades, lo que evidencia la importancia de la implementación de la iniciativa del corredor jaguar para la conservación no solo de esta especie, sino de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco. Hay siete áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad que coinciden con áreas claves de conectividad del modelo del corredor jaguar: 1. Humedales de Arauca, 2. Humedales del Casanare, 3. Corredor Bita-Meta-Orinoco,

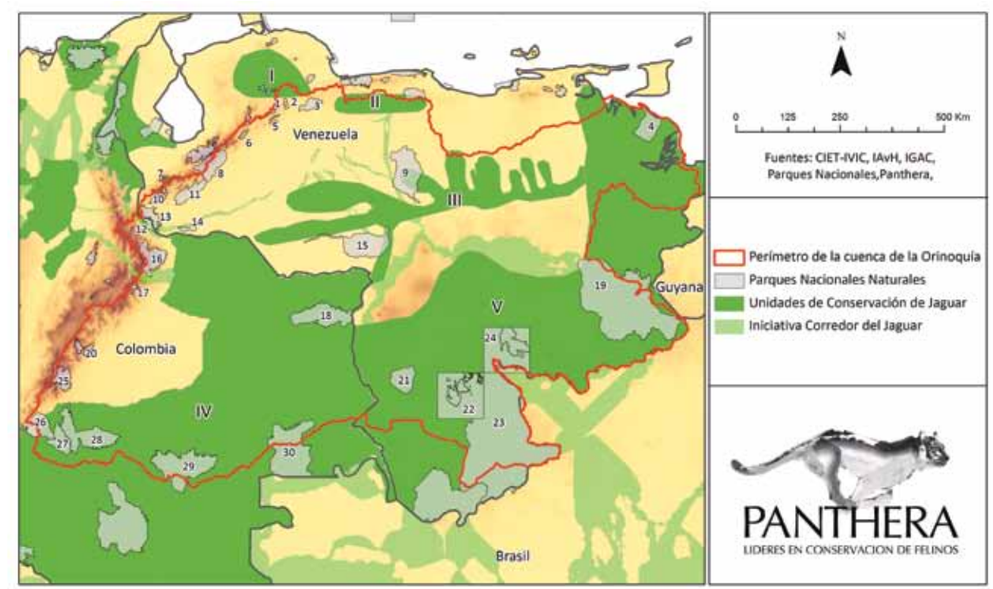


Figura 1. Unidades de conservación de jaguar (numerales romanos) y corredores de conectividad propuestos para la cuenca binacional del río Orinoco. Incluye parques nacionales (números latinos).

S. Winter

Tabla 1. Áreas protegidas de la cuenca binacional del río Orinoco.

	Nombre	País	Área (km²)
1	Parque Nacional Yacambú	Venezuela	246,00
2	Parque Nacional Terepaima	Venezuela	189,71
3	Parque Nacional Tirgua General Manuel Manrique	Venezuela	910,00
4	Parque Nacional Delta del Orinoco	Venezuela	3310,00
5	Parque Nacional El Guache	Venezuela	122,00
6	Parque Nacional General Cruz Carrillo en Guaramacal	Venezuela	214,91
7	Parque Nacional Juan Pablo Peñalosa en los Páramos del Batallón y La Negra	Venezuela	9500,00
8	Parque Nacional Sierra Nevada	Venezuela	2764,46
9	Parque Nacional Aguaro-Guariquito	Venezuela	5690,00
10	Parque Nacional Chorro El Indio	Venezuela	170,00
11	Parque Nacional Tapo-Caparo	Venezuela	2050,00
12	Parque Nacional Natural Tamá	Colombia	532,19
13	Parque Nacional El Tamá	Venezuela	1390,00
14	Parque Nacional Río Viejo-San Camilo	Venezuela	800,00
15	Parque Nacional Santos Luzardo	Venezuela	107,80
16	Parque Nacional Natural Cocuy	Colombia	3091,54
17	Parque Nacional Natural Pisba	Colombia	339,02
18	Parque Nacional Nacional El Tuparro	Colombia	5577,82
19	Parque Nacional Canaima	Venezuela	30.000,00
20	Parque Nacional Natural Chingaza	Colombia	766,20
21	Parque Nacional Yacapana	Venezuela	3200,00
22	Parque Nacional Duida Marahuaka	Venezuela	2100,00
23	Parque Nacional Parima-Tapirapecó	Venezuela	34.200,00
24	Parque Nacional Jaua-Sarisariñama	Venezuela	3300,00
25	Parque Nacional Natural Sumapáz	Colombia	2134,15
26	Parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos	Colombia	2979,76
27	Parque Nacional Natural Tinigua	Colombia	2258,37
28	Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena	Colombia	6156,94
29	Parque Nacional Natural Nukak	Colombia	8665,35
30	Reserva Natural Nacional Puinawai	Colombia	11.045,67

4. Corredor del Medio Orinoco, 5. Sabanas inundables del río Apure, 6, Río Ventuari y 7. La Estrella Fluvial de Inírida. Proponemos que aquí se enfoquen los esfuerzos de conservación dentro de la cuenca binacional para lograr la conectividad del jaguar y de su biodiversidad asociada.

El modelo adolece de varias limitaciones como por ejemplo que no cuenta con datos empíricos sobre el ancho en el cuál los corredores pierden su funcionalidad, pero si se conoce que el ancho de un corredor se torna más importante en la medida que el tamaño (largo) del corredor aumenta (Rabinowitz y Zeller 2010). Con respecto a la conectividad funcional para poblaciones de grandes felinos, se sabe poco, pero hay algunos indicios científicos donde se sabe que los pumas de Florida se dispersan a lo largo de áreas entre 3 y 7 km de ancho (Kautz *et al.* 2006). Aquí asumimos que un ancho mínimo sería de 10 km (Rabinowitz y Zeller 2010) y por lo tanto se recomienda fomentar este tipo de investigación que alimente las decisiones sobre conservación aplicada. Otra limitación del modelo, es que las estimaciones de menor costo no incluyen factores como disponibilidad real de presas, errores de los datos del SIG, cambios en el paisaje recientes y la opinión inherente a los expertos consultados (Beier 1993). No obstante, actualmente para ambos países se están validando los corredores propuestos en campo.

AMENAZAS PRESENTES EN LA CUENCA DEL ORINOCO

Las principales amenazas para la conservación de la cuenca, su biodiversidad y las poblaciones de jaguar a lo largo de grandes extensiones conectadas son la perdida de hábitat y la cacería (Hoogesteijn *et al.* 2011, Payan *et al.* 2011). La transformación del hábitat para construir asentamientos humanos, explotaciones petroleras, agricultura en gran escala (e.g. cultivos de palma), introducción extensa de pastos y producción de otros bienes económicos, acarrea impactos en los hábitats a diferentes niveles (Geist y Lambin 2002, Lambin *et al.* 2003). La pérdida de hábitat causa disminuciones en los tamaños de las poblaciones y cambios en la composición de especies, constituyéndose en un preludio a la extinción (Brooks *et al.* 2002, Laurance 2000, Sih *et al.* 2000). La pérdida de hábitat causa la pérdida de la biodiversidad al menos a través de cuatro fenómenos: 1) reducción del área del hábitat, 2) fragmentación del hábitat, 3) deterioro del hábitat dentro y 4) entre la matriz de parches de hábitat (Sih *et al.* 2000). La fragmentación del bosque actúa en sinergia con otros cambios ecológicos como la caza, los fuegos y la tala (Laurance *et al.* 2002) con el problema adicional que el tamaño del parche limita la supervivencia de ciertas especies, particularmente de grandes vertebrados como los felinos (Laidlaw 2000, Laurance 2000, Michalski y Peres 2005).

Actualmente, la pérdida de hábitat se debe principalmente al avance del monocultivo de palma de aceite. Colombia es el mayor productor de este tipo de palma en Suramérica. En el 2007 había un total de 3.164 km² sembrados de palma (Fedepalma 2008) y se esperan 7.430 km² sembrados para el 2.020 (Fedepalma 2000). Las amenazas de la palma la vida silvestre apenas se están develando, pero algunos estudios han demostrado que las plantaciones de palma contienen menos especies que los bosques, e incluso, que otros monocultivos (Fitzherbert *et al.* 2008). Otros impactos negativos incluyen la fragmentación de los hábitats y contaminación fuentes de agua – y hasta emisión de gases de efecto invernadero (Fitzherbert *et al.* 2008). Es claro, que este hábitat no es propicio para felinos. Sin embargo, se desconoce su rol potencial como zona de paso o *stepping-stone* en paisajes fragmentados, o el posible incremento de cacería de presas de jaguar por la permanencia y aumento de personal en las plantaciones. Por ejemplo, en Sumatra, las poblaciones de tigres son extremadamente bajas o desaparecen totalmente cuando el ecosistema ha sido convertido en monocultivos de palma de aceite, aun cuando estas mantienen grandes cantidades de cerdos salvajes (Maddox *et al.* 2002). El reto es, entonces, el manejo y direccionamiento de las plantaciones para evitar la deforestación y el empobrecimiento de la fauna. Así como el manejo adecuado para la inclusión de elementos que mejoren el estado de la biodiversidad en general, junto con la implementación de medidas de manejo que reduzcan las amenazas por cacería o contaminación.

La cacería retaliativa de jaguares como consecuencia de la depredación al ganado, es otra gran amenaza a su supervivencia. La depredación de ganado por jaguares es un problema para los ganaderos, particularmente para aquellos que crían su ganado en, o cerca de ecosistemas bien conservados a través de toda la Orinoquia (Payan *et al.* 2009, Hoogesteijn y Hoogesteijn 2011). La gran importancia de la depredación radica en que los ganaderos pierden su potencial de sustento y los felinos también pierden, al ser cazados, como represalia por sus ataques (Payan *et al.* 2009). La Orinoquia colombiana es la región con mayor número de fincas ganaderas en Colombia, donde la ganadería de manejo extensivo, con muy bajos niveles de producción, con poco manejo y dueños ausentes, es practicada dada la pobreza de los suelos, las grandes distancias sin carreteras, las dinámicas extremas de inundación y sequía y la amenaza de los grupos armados ilegales. Esto es una receta ideal para que exista un fuerte conflicto por depredación entre humanos y depredadores (Polisar *et al.* 2003). Por ejemplo, en el departamento del Vichada se estima que la tasa de cacería de jaguares es de 1 por cada 250 Km² por año, en 10 ranchos ganaderos desde 1975 (Payan 2006). Se sugiere que los ganaderos deberían enfocar sus esfuerzos al mejoramiento del manejo del ganado para lograr aumentos de productividad e ingreso económico y disminuir los factores más importantes de mortalidad. De esta forma, y junto con acciones de conservación proactiva, y menos reactiva, se

E. Payán

podrían conservar poblaciones de jaguares a largo plazo en el país (Hoogesteijn y Hoogesteijn 2005, Hoogesteijn *et al.* 2011). La coexistencia entre ganado y jaguares es posible (Marchini y Luciano 2009), y aún más cuando se maneja activamente la fauna silvestre de los hatos (Hoogesteijn y Chapman 1997). A través de la organización de esquemas de ecoturismo y de la utilización racional de la fauna silvestre (en especial de la babilla y el chigüiro), actividades que complementan a la ganadería, se logran aumentos significativos en la productividad de estas sabanas inundables y se logra una mejor conservación de la biodiversidad (Hoogesteijn *et al*., 2008).

La tala de bosques y la cacería de presas viene de la mano con actividades de agricultura, ganadería y otro tipo de explotación que requiera mano de obra. En Venezuela hay registros de amenazas al jaguar y la biodiversidad del llano por tala desde finales de la década de los 80 (Hoogesteijn y Mondolfi 1992).

La minería es una amenaza creciente en muchas zonas de la cuenca del Orinoco. La minería, en general, implica la creación de campamentos que conllevan destrucción de hábitat y cacería de carne de monte para alimentar a los mineros. Incluso la minería a pequeña escala produce deforestación (Heemskerk 2001). Los campamentos abandonados crean claros donde los procesos de sucesión son impactados por basuras y otros agentes externos y las zonas explotadas permanecen sin vegetación, con pasto o con aguas estancadas (Peterson y Heemskerk 2002). Pero la consecuencia más preocupante es la liberación de mercurio a las aguas y tierras (Pfeiffer *et al.* 1993) en minería del oro. Actualmente, para Colombia, la extracción y comercialización de Coltan está congelada, sin embargo es importante considerar que ésta ha causado fuerte impacto en la fauna y biodiversidad local en otros países donde se practica (Redmond 2001). No obstante, hay minería ilegal de coltán en el departamento de Guainía para ser comercializada en el mercado negro.

El reto entonces, es manejar estas amenazas para que permitan la conservación de jaguar a largo plazo, junto con su biodiversidad asociada. Ya que no hay una sola área protegida de categoría estricta (UICN tipo I/II) en las UCJ´s y en Colombia la región presenta los vacíos de conservación por áreas protegidas más grande del país (Arango *et al.* 2003), es importante impulsar la creación de otras figuras de protección que habiliten la conectividad entre los parques nacionales existentes y las UCJ que se mantengan a largo plazo. Un ejemplo real y actual es el aumento de la cantidad de reservas privadas en los llanos colombianos y sus efectos visibles para la conservación de la biodiversidad, como se ha demostrado en los trabajos realizados en los Hatos Masagüaral, El Frío y Piñero (Venezuela) (Rial 2011). Cada vez toma más fuerza la necesidad del trabajo colaborativo con ganaderos y propietarios privados para lograr estos fines de conservación y sustentabilidad. Ignorar el valor de las áreas no-protegidas causaría un abandono de éstas en medio de un incremento de la presión humana y niveles mayores de explotación, lo cual podría llevar a que las áreas protegidas queden como islas en un paisaje de aprovechamiento humano (Gardner *et al.* 2007, Wells *et al.* 2007). Debido a que la conversión de hábitat está sucediendo con gran intensidad y a gran escala se deben aprovechar las oportunidades de conservación que abanderen la protección de la mayoría de la biodiversidad también a gran escala. La Iniciativa de Corredor Jaguar es precisamente eso, la campaña por la conservación de la riqueza de especies, sus bosques, ríos con la cara del jaguar como estandarte.

AGRADECIMIENTOS

H. Quigley, A. Rabinowitz, M. Trujillo y K. Zeller. Las UCJ para Colombia fueron definidas por E. Payan, A. Diaz, A. Benítez, C. M. Wagner, A. Hernandez, C. Ange y C. Valderrama; las de Venezuela por A. Hoogesteijn, R. Hoogesteijn, E. O. Boede, A. González Fernández, E. Isasi-Catalá, E. Yerena, D. Torres, K. Zeller y E. Payan. La coordinación de estos ejercicios fueron hechos por K. Zeller, S. Nijhawan y E. Payan. La digitalización de UCJ y trabajo de mapas en SIG fue realizada por C. Soto y S. Nijhawan. El trabajo de campo ha sido realizado por A. Diaz, E. Payan, A. Benitez, C. M. Wagner y A. Hernandez. Estamos muy agradecidos por los comentarios de los revisores C. Matallana y A. Ferrer que mejoraron significativamente el presente documento. Muchas gracias a C. A. Lasso por la invitación y edición del libro.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis, A. R., J. C. Señaris, F. Rojas-Runjaic, D. R. Riaño-Pinzón. 2010. Anfibios y reptiles. Capítulo 8. Pp. 258-289. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científcas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Arango, N., D. Armenteras, M. Castro, T. Gottsmann, O.L. Hernández, C.L. Matallana, M. Morales, L.G. Naranjo, L.M. Rengifo, A.F. Trujillo y H.F. Villareal. 2003. Vacíos de Conservación del Sistema de Parques Naturales desde una perspectiva Ecorregional. Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. 64 pp.
- Arrington, D., B. Davidson, K. Winemiller y C. Layman. 2006. Influence of life history and seasonal hydrology on lipid storage in three neotropical fish species. *Journal of Fish Biology* 68 (5): 1347-1361.
- Beier, P. 1993. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars. *Conservation Biology* 7 (1): 94-108.
- Brooks, T., R. Mittermeier, C. Mittermeier, G. da Fonseca, A. Rylands, W. Kinstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin y C. Hilton-Taylor. 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* 16 (4): 909-923.
- Carbone, C. y J.L. Gittleman. 2002. A Common Rule for the Scaling of Carnivore Density. *Science* 295 (5563): 2273-2276.
- Carbone, C., G.M. Mace, C. Roberts y D. Macdonald. 1999. Energetic constraints on the diet of terrestrial carnivores. *Nature* 402 (6759): 286-288.
- Carbone, C., A. Teacher y M. Rowcliffe. 2007. The Costs of Carnivory. *PLOS* 5 (2): 22.
- Cardillo, M., G. Mace, K. Jones, J. Bielby, O. Bininda-Emonds, W. Sechrest, D. Orme y A. Purvis. 2005. Multiple Causes of High Extinction Risk in Large Mammal Species. *Science* 309 (5738): 1239-1241.
- Cardillo, M., A. Purvis, W. Sechrest, J. Gittleman, J. Bielby, G. Mace. 2004. Human Population Density and Extinction Risk in the World's Carnivores. *PLoS Biol* 2 (7): e197.
- Carroll, C. 2006. Linking connectivity to viability: insights from spatially explicit population models of large carnivores. Pp. 369-389. *En*: K. R. Crooks y M. A. Sanjayan (Eds.) *Connectivity Conservation*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Carroll, C., M. Phillips, N. Schumaker y D. Smith. 2003. Impacts of Landscape Change on Wolf Restoration Success: Planning a Reintroduction Program Based on Static and Dynamic Spatial Models. *Conservation Biology* 17 (2): 536-548.
- Carroll, C., R.F. Noss, P. C. Paquet. 2001. Carnivores as focal species for conservation planning in the Rocky Mountain region. *Ecological Applications* 11(4): 961-980.
- Cavelier, J. 1984. Perspectiva del conocimiento de la ecologia de sabanas tropicales. Encuentro Nacional de Investigadores Sobre la Orinoquia: memorias. ICFES. Bogotá.
- Chape, S., J. Harrison, M. Spalding y I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical transactions of the Royal Society Biological Sciences* 360 (1454): 443-455.
- Coppolillo, P., H. Gomez, F. Maiseis, R. Wallace. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* 115 (3): 419-430.
- Crooks, K., C. Burdett, D.M. Theobald, C. Rondini, L. Boitani. 2011. Fragmentation and connectivity of wild felid habitat. *Wild Felid Monitor* 4 (1): 14-16.
- Crooks, K. R. 2002. Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* 16 (2): 488-502.
- Crooks, K. R. y M. Sanjayan. 2006. Connectivity Conservation. Cambridge, Cambridge University Press. 726 pp.
- Croonquist, M. y R. Brooks. 1993. Effects of Habitat Disturbance on Bird Communities in Riparian Corridors. *Journal of Soil and Water Conservation JSWCA 3* 48 (1): 65.
- Fedepalma. 2000. Vision y estrategias de la palmicultura colombiana: 2000-2020. Bogotá, Fedepalma. 290 pp.
- Fedepalma. 2008. Anuario Estadistico 2008. Fedepalma. 121 pp.
- Ferrer, A., M. Beltran, A. Diaz-Pulido, F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk, O. Herrera, A. Alfonso y E. Payán. 2009. Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana* 10: 179-208.
- Fitzherbert, E., M. Struebig, A. Morei, F. Danielsen, C. Brühl, P. Donald y B. Phalan. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23 (10): 538-545.
- Gardner, T.A., T.I. M. Caro, E.B. Fitzherbert, T. Banda, P. Lalbhai. 2007. Conservation Value of Multiple-Use Areas in East Africa. *Conservation Biology* 21 (6): 1516-1525.
- Geist, H. y E. Lambin. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *Bioscience* 52 (2): 143-150.
- Grumbine, R. 1990. Viable populations, reserve size, and federal lands management: A critique. *Conservation Biology* 4 (2): 127-134.
- Gurd, D., T. Nudds, D. Rivard. 2001. Conservation of Mammals in Eastern North American Wildlife Reserves: How Small Is Too Small? *Conservation Biology* 15 (5): 1355-1363.
- Hansen, A. J. y D.L. Urban. 1992. Avian response to landscape pattern: the role of species' life histories. *Landscape Ecology* 7 (3): 163-180.
- Heemskerk, M. 2001. Maroon gold miners and mining risks in the Suriname Amazon. *Cultural Survival Quarterly* 25 (1): 25-29.
- Hernández-Camacho, J., A. Cadena, O. Castaño, G. Nates, D. Castro. 1984. Diagnostico preliminar sobre el estado actual de conocimientos acerca de la ecologia, fauna y flora de la Orinoquia Colombiana. Pp. 33-43. *En*: Encuentro nacional de investigadores sobre la Orinoquia. Serie Eventos Científicos Colombianos No. 12. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá - Colombia.
- Hernandez-Guzman, A., E. Payan, O. Monroy-Vilchis. 2011. Hábitos alimentarios del Puma concolor (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Natural Purace, Colombia. *International Journal of Tropical Biology* 59(3): En prensa.
- Hoogesteijn, A., R. Hoogesteijn, A. Boede, E. González Fernández, E. Isasi-Catalá, D. Yerena, D. Torres. 2011. Situación de las poblaciones del jaguar en Venezuela, estudio retrospectivo. En: R. Medellín, C. Chávez, A. de la Torre, H. Zarza y G. Ceballos. El jaguar en el Siglo XXI: La Perspectiva continental. Mexico D.F., Fondo de Cultura Economica**:** En prensa.
- Hoogesteijn, R. y C.A. Chapman. 1997. Large ranches as conservation tools in the Venezuelan llanos. *Oryx* 31 (4): 274-284.
- Hoogesteijn, R. y A. Hoogesteijn. 2005. Manual sobre problemas de depredación causados por grandes felinos en hatos ganaderos. New York, Wildlife Conservation Society. 46 pp.
- Hoogesteijn, R. y A. Hoogesteijn. 2011. Estrategias anti-depredación para fincas ganaderas en latinoamerica: una guia. Panthera. Campo Grande, MS, Brasil. 56 pp.
- Hoogesteijn, R., A. Hoogesteijn, E. Mondolfi. 1993. Jaguar predation and conservation: cattle mortality caused by felines on three ranches in the Venezuelan Llanos. Pp. 391-407. *En*: Dunstone, N. y M.L. Gorman (Eds.). Mammals as Predators. Zoological Society of London. London.
- Hoogesteijn, R. y E. Mondolfi. 1992. El jaguar, tigre americano. Caracas, Armitano Editores. 182 pp.
- Kautz, R., R. Kawula, T. Hoctor, J. Comiskey, D. Jansen, D. Jennings, J. Kasbohm, F. Mazzotti, R. McBride, L. Richardson y K.

S. Winter

S. Winter

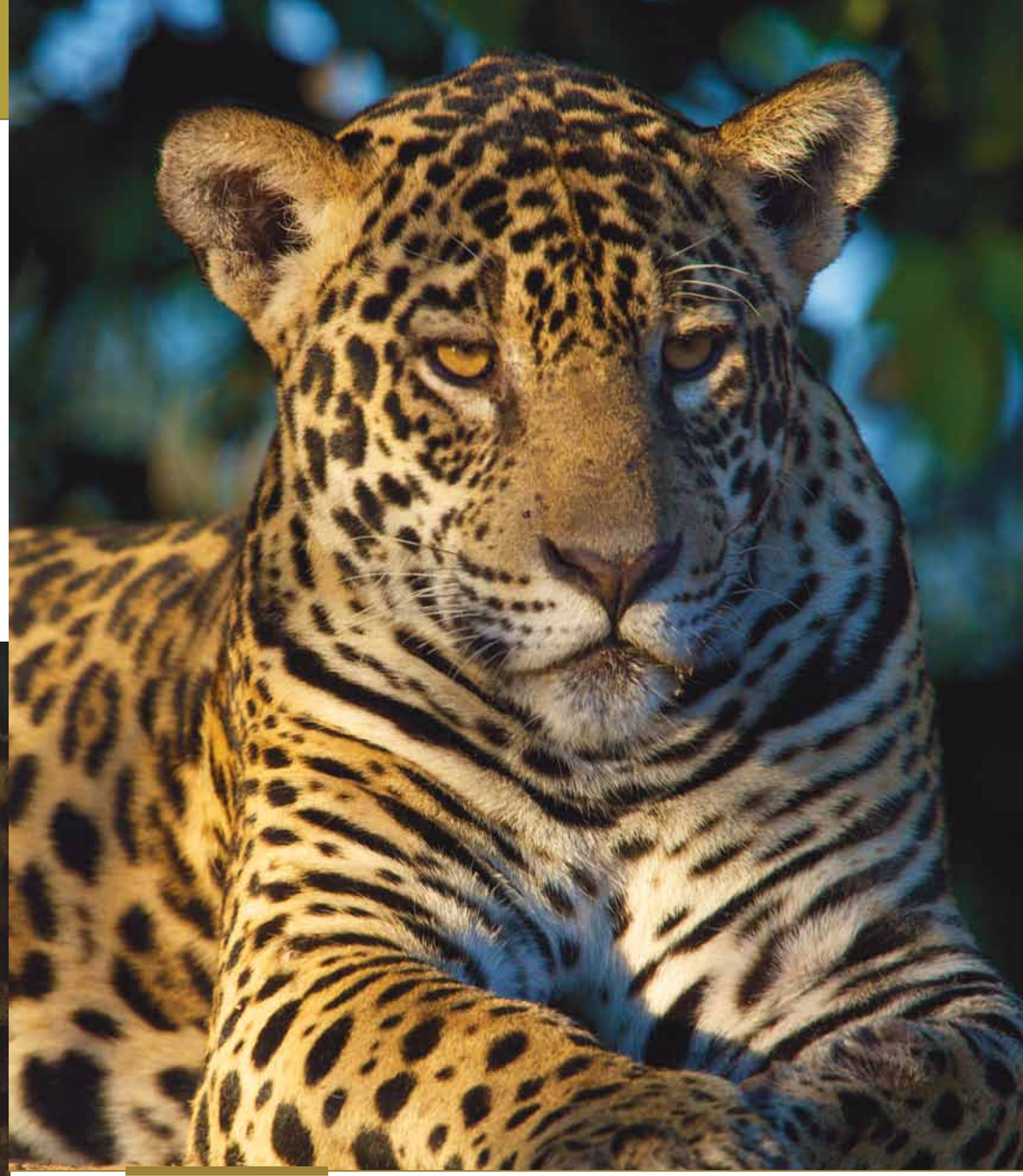
Root. 2006. How much is enough? Landscape-scales conservation for the Florida panther. *Biological conservation* 30: 118-133.

- Kerley, L.L., J.M. Goodrich, D. Miquelle, E. Sminov, H. Quigley, M. Hornocker. 2002. Effects of Roads and Human Disturbance on Amur Tigers. *Conservation Biology* 16 (1): 97-108.
- Laidlaw, R.K. 2000. Effects of Habitat Disturbance and Protected Areas on Mammals of Peninsular Malaysia. *Conservation Biology* 14 (6): 1639-1648.
- Lambin, E., H. Geist, E. Lepers. 2003. Dynamics oF land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Reiews Environmental Resources* 28: 205-241.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases cientificas para la identificacion de areas prioritarias para la conservacion y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá, Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundacion Omacha, Fundacion La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). 609 pp.
- Laurance, W., T. Lovejoy, H. Vasconcelos, E. Bruna, R. Didham, P. Stouffer, C. Gascon, R. Bierregaard, S. Laurance y E. Sampaio. 2002. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology* 16 (3): 605-618.
- Laurance, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Trends in Ecology and Evolution* 15 (4): 134-135.
- Leidy, R. 2005. Myth Meets Reality in Tasmania: the Fall and Rise of the Pouched Thing with a Dog Head. *Conservation Biology* 19 (4): 1331-1333.
- Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. Usma, P. Sánchez-Duarte, O. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Pp. 217-257. *En*: C. A. Lasso, J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases ceintificas para la identificacion de áreas prioritarias para la conservacion y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundacion Omacha, Fundacion La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Maddox, T., D. Priatna, E. Gemita y A. Selampassy. 2004. Pigs, palms, people, and tigers: survival of the Sumatran tiger in a commercial landscape. Jambi Tiger Project Report. 2002 - 2004. 93 pp.
- Marchini, S. y R. Luciano. 2009. Guia de Convivencia Gente y Jaguares. Editora amazonarium. Alta Floresta, Br. 48 pp.
- Matos, H. M., M. J. Santos, F. Palomares y M. Santos-Reis. 2009. Does riparian habitat condition influence mammalian carnivore abundance in Mediterranean ecosystems? *Biodiversity and Conservation* 18 (2): 373-386.
- Michalski, F. y C. Peres. 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivore local extinctions in a fragmented forest landscape of southern Amazonia. *Biological Conservation* 124 (3): 383-396.
- Morrison, J., W. Sechrest, E. Dinerstein, D. Wilcove, J. Lamoreux. 2007. Peristence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. *Journal of Mammalogy* 88: 1363-1380
- Mortelliti, A. y L. Boitani. 2008. Interaction of food resources and landscape structure in determining the probability of patch use by carnivores in fragmented landscapes. *Landscape Ecology* 23 (3): 285-298.
- Naiman, R., R. Bilby y P. Bisson. 2000. Riparian Ecology and Management in the Pacific Coastal Rain Forest. *BioScience* 50 (11): 996-1011.
- Naiman, R., H. Decamps y M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3 (2): 209-212.
- Newmark, W. 1987. A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks. *Nature* 325 (6103): 430-432.
- Newmark, W. 1996. Insularization of Tanzanian parks and the local extinction of large mammals. *Conservation Biology* 10 (6): 1549-1556.
- Nijhawan, S. 2011. Conservation units, priority areas and dispersal corridors for jaguars in Brazil. *En*: R. Paula, S. Cavalcanti y A. Desbiez. Action plan for jaguar conservation in Brazil. Brasilia, ICMBio.
- Noss, R. y L. Harris. 1986. Nodes, networks, and MUMs: Preserving diversity at all scales. Environmental Management 10 (3): 299-309.
- Noss, R. F. y K. M. Daly. 2006. Incorporating connectivity into broad-scale conservation planning. Pp. 587-619. *En*: K. Crooks y M. Sanjayan (Eds). Connectivity Conservation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Caracas, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias. 277 pp.
- Payan, E. 2006. Jaguar Conservation in the Colombian Llanos: presence, local perceptions and the livestock conflict. Wildlife Conservation Society. 51 pp. New York.
- Payan, E. 2009. Hunting sustainability, species richness and carnivore conservation in Colombian Amazonia. PhD, Department of Biology and Department of Anthropology. University College London e Institute of Zoology. London.
- Payan, E., J. F. Gonzalez-Maya, C. Soto, C. Valderrama, C. Castaño-Uribe y M. Ruiz-García. 2011. Distribucion y estado de conservacion del jaguar en Colombia. En: R Medellín, C. Chávez, A. de la Torre, H. Zarza y G. Ceballos. El jaguar en el Siglo XXI: La Perspectiva continental. Fondo de Cultura Economica. México D. F. En prensa.
- Payan, E. y S. Nijhawan. 2011. Jaguar JCU´s and least cost corridor in Colombia: a conservation strategy document. Panthera Colombia. Bogotá.
- Payan, E., M. Ruiz-Garcia y C. Franco. 2009. Distribucion de jaguares y el conflicto por depredacion como amenaza para su conservacion, en la Orinoquia colombiana. Pp. 103-109. *En*: M. H. Romero, J. A. Maldonado, J. D. Bogotá, J. S. Usma, A. M. Umaña-Villaveces. l. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.
- Peterson, G. y M. Heemskerk. 2002. Deforestation and forest regeneration following small-scale gold mining in the Amazon: the case of Suriname. *Environmental Conservation* 28 (02): 117-126.
- Pfeiffer, W., L. Lacerda, W. Salomons y O. Malm. 1993. Environmental fate of mercury from gold mining in the Brazilian Amazon. *Environmental Reviews* 1 (1): 26-37.
- Polisar, J., I. Maxit, D. Scognamillo, L. Farrell, M. Sunquist y J. Eisenberg. 2003. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation* 109 (2): 297-310.
- Purvis, A., P. Agapow, J. Gittleman y G. Mace. 2000. Nonrandom Extinction and the Loss of Evolutionary History. *Science* 288 (5464): 328.
- Rabinowitz, A. y K.A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation* 143 (4): 939-945.
- Redmond, I. 2001. Coltan Boom, Gorilla Bust. Bristol, Dian Fossey Gorilla Fund Born Free Foundation. 26 pp.
- Restrepo-Calle, S., M. Lentino y L.G. Naranjo. Aves. Pp. 291-309. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científcas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Funda-ción La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Robinson, C., K. Tockner y J. Ward. 2002. The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47 (4): 661-677.
- Rial, A. 2011. Hatos privados de los Llanos de Venezuela: de la amenaza a la protección. *En*: 248-269. Lasso, C. A., Matallana, C., Ramírez, W., Corzo, G., Rial, A., Machado-Allison, A., Señaris, J. y Díaz-Pulido, 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
- Rodríguez-Mahecha J.V., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson. 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Bogotá D.C. 430 pp.
- Rodriguez, J. P. y F. Rojas-Suarez. 2008. Libro rojo de la fauna venezolana. Caracas, Provita y Shell Venezuela, S. A.
- Romero-Ruiz, M. 2010. El fuego como parte de la dinámica natural de las sabans en los llanos orientales de Colombia. Pp. 409-415. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científcas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia y Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- Romero Ruiz, M., G. Galindo García, J. Otero, D. Armenteras. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 187 pp.
- San-José, J., R. Montes, M.A. Mazorra y N. Matute. 2010. Heterogeneity of the inland water–land palm ecotones (morichals) in the Orinoco lowlands, South America. *Plant Ecology* 208 (2): 259-269.
- Sanderson E. W., C. Chetkiewicz, R. Medellín, A. Rabinowitz, K. Redford y J. Robinson. 2002. Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. Pp. 551-600. *En*: R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, Mexico El jaguar en el nuevo milenio, Fondo de Cultura Economica, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Wildlife Conservation Society. Mexico.
- Sarmiento, G. y M. Vera. 1978. Estructura, biomasa y produccion de diferentes sabanas en los llanos de Venezuela. *Boletin Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 136: 5-41.
- Sarmiento, G. y M. Vera. 1978. La marcha anual en el suelo en sabanas y bosques tropicales de los llanos de Venezuela. *Agronomia Tropical* 27: 624-649.
- Scognamillo, D., I. Maxit, M. Sunquist y J. Polisar. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology* 259 (03): 269-279.
- Schaller, G. 1996. Introduction: Carnivores and Conservation Biology. *En*: J. L. Gittleman. Carnivore, Behavior, Ecology and Evolution. v2. Cornell University Press. Ithaca and London.
- Sih, A., B. Jonsson, G. Luikart. 2000. Habitat loss: ecological, evolutionary and genetic consequences. *Trends in Ecology & Evolution* 15 (4): 132-134.
- Sunquist, M.E., F. Sunquist y D.E. Daneke. 1989. Ecological separation in a Venezuelan llanos carnivore community. En: K. Redford y J. Eisenberg (Eds.) Advances in neotropical mammalogy. The Sandhill Crane Press. Gainesville.
- Taber, A., S. C. Chalukian, M. Altrichter, K. Minkowski, L. Lizárraga, E. Sanderson, D. Rumiz, E. Ventincinque, E. Amorim Moraes Jr, C. de Angelo, M. Antúnez, G. Ayala, H. Beck, R. Bodmer, S. Boher B., J. L. Cartes, S. de Bustos, D. Eaton, L. Emmons, N. Estrada, L. Flamarion de Oliveira, J. Fragoso, R. Garcia, C. Gomez, H. Gómez, A. Keuroghlian, K. Ledesma, D. Lizcano, C. Lozano, O. Montenegro, N. Neris, A. Noss, J. A. Palacio Vieira, A. Paviolo, P. Perovic, H. Portillo, J. Radachowsky, R. Reyna-Hurtado, J. R. Ortiz, L. Salas, A. Sarmiento Duenas, J. A. Sarria Perea, K. Schiaffino, B. de Thoisy, M. Tobler, V. Utreras, D. Varela, R. B. Wallace y G. Zapata Ríos. 2009. El Destino de los Arquitectos de los Bosques Neotropicales: Evaluación de la Distribución y el Estado de Conservación de los Pecaríes Labiados y los Tapires de Tierras Bajas. New York, Pigs, Peccaries and Hippos Specialist Group (IUCN/SSC), Tapir Specialist Group (IUCN/SSC), Wildlife Conservation Society, Wildlife Trust. 210 pp.
- Taylor, P. D., L. Fahrig, K. With. 2006. Landscape connectivity:a return to the basics. Pp. 29-43. En: K.R. Crooks y M. Sanjayan. Connectivity Conservation. Cambridge, Cambridge University Press.
- Terborgh, J., L. Lopez, P. Nuñez, M. Rao, G. Shahabuddin, G. Orihuela, M. Riveros, R. Ascanio, G. Adler, T. Lambert y L. Balbas. 2001. Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. *Science* 294 (5548): 1923-1926.
- Theobald, D. M. 2006. Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks. Pp. 416-444. En: K. R. Crooks y M. Sanjayan. Connectivity Cconservation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Thorbjarnarson, J., F. Mazzotti, E. Sanderson, F. Buitrago, M. Lazcano, K. Minkowski, M. Muniz, P. Ponce, L. Sigler, R. Soberon, A.M. Trelancia y A. Velasco. 2006. Regional habitat conservation priorities for the American crocodile. *Biological Conservation* 128 (1): 25-36.
- Treves, A. y K. Karanth. 2003. Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology* 17 (6): 1491-1499.
- Trujillo, F., M. Beltran, A. Diaz-Pulido, A Ferrer y E. Payan. 2010. Mamiferos. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases cientificas para la identificacion de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Pp. 310-336. *En*: C. A. Lasso, J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundacion Omacha, Fundacion La Salle, Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá.
- Vieira-Muñoz, M.I. 2007. Identificación y caracterización de los ecosistemas asociados a las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su relación con el comportamiento

en el Casanare. Pp. 105-128. *En*: J. Aldana-Domínguez, M. I. Vieira-Muñoz y D. Angel-Escobar. Estudios sobre la ecologia del chiguiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt.

- Weaver, J., P. Paquet, L. Ruggiero.. 1996. Resilience and Conservation of Large Carnivores in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10 (4): 964-976.
- Weber, W. y A. Rabinowitz. 1996. A Global Perspective on Large Carnivore Conservation. *Conservation Biology* 10 (4): 1046-1054.
- Wells, K., E. Kalko, M. Lakim y M. Pfeiffer. 2007. Effects of rain forest logging on species richness and assemblage composition of small mammals in Southeast Asia. *Journal of Biogeography* 34 (6): 1087-1099.
- Wiens, J. 2006. Introduction: Connectivity research-what are the issues? Pp. 14-23. *En*: K. R. Crooks y M. Sanjayan. Connectivity Conservation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Wikramanayake, E., M. Mcknight, E. Dinerstein, A. Joshi, B. Gurung y D. Smith. 2004. Designing a Conservation Landscape for Tigers in Human-Dominated Environments. *Conservation Biology* 18 (3): 839-844.
- Wilcove, D. S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips y E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience* 48 (8): 607-615.
- Woodroffe, R. 2000. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3 (02): 165-173.
- Woodroffe, R. y J. Ginsberg. 1998. Edge Effects and the Extinction of Populations Inside Protected Areas. *Science* 280 (5372): 2126.
- Woodroffe, R., S. Thirgood y A. Rabinowitz. 2005. The impact of human–wildlife conflict on natural systems. Pp. 1-12. *En*: R. Woodroffe, S. Thirgood y A. Rabinowitz. (Eds.) People and Wildlife, Conflict or Co-existence? Cambridge University Press. Cambridge.
- Zeller, K. 2007. Jaguars in the new millenium data set update: the state of the jaguar in 2006. Wildlife Conservation Society: 77. New York.

Jaguar. Foto: S. Winter - Fundación Panthera



Jaguar. Foto: S. Winter - Fundación Panthera

Anaconda y llanero en un bajío del Hato Frío. Foto: T. Croceta.

.10 HATOS PRIVADOS DE LOS LLANOS DE VENEZUELA: DE LA AMENAZA A LA PROTECCIÓN

B. Bustos

Anabel Rial B.

RESUMEN

La Orinoquía representa un desafío para la conservación de la biodiversidad en tierras públicas y privadas. Las decisiones que tome un propietario respecto a sus predios, constituyen en determinada medida, amenazas u oportunidades para el bienestar común. Los hatos privados de los llanos del Orinoco en Venezuela han tenido una historia de vocación agropecuaria que en algunos casos ha sido compatible con la conservación de la diversidad biológica de la región. A estos pioneros en la protección de la flora y la fauna llanera les debemos gran parte de nuestro conocimiento y los más exitosos proyectos de recuperación, manejo y conservación de especies de los últimos 60 años. En sus ambientes naturales y estaciones biológicas, se dio la mayor parte de la investigación que hoy día conforma la base del conocimiento sobre esta región en Venezuela. Otras iniciativas notables incluyen la "Evaluación de Potencialidades para la Conservación en Áreas Privadas de los Llanos" a cargo de la OnG Fudena en el marco del un proyecto financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Esta iniciativa demostró el enorme deterioro de los ecosistemas naturales en algunos hatos dedicados por entero a la explotación de sus recursos, pero también el potencial que aun existía en otros que habían mantenido cierto equilibrio entre sus actividades y la protección de la biodiversidad. En todos, la evaluación les aportó el conocimiento suficiente para decidir un cambio de actitud y una seria intención de sustituir prácticas destructivas por otras sostenibles. También derivó de esta iniciativa, un índice para la evaluación de la vegetación en áreas privadas y la creación de Aprinatura (Red Venezolana de Áreas Privadas para la Conservación de la Naturaleza). El escenario actual de la propiedad privada en los llanos de Venezuela es distinto al que se muestra en este trabajo, por ello recordar la experiencia adquirida hasta hoy, no solo es justo, sino útil en el presente y para el futuro.

Palabras clave: Biodiversidad. Conservación. Manejo de fauna. Uso sostenible. Propiedad privada. Desarrollos agropecuarios. Estación biológica. Humedales. Orinoco.

INTRODUCCIÓN

La conservación de la diversidad biológica es un objetivo que deben compartir gobiernos, centros académicos y de investigación, organizaciones no gubernamentales y el colectivo civil. Más allá de las áreas protegidas establecidas en la legislación venezolana, también en las áreas privadas debería entenderse la responsabilidad que supone cambiar el uso de la tierra, conociendo y midiendo los beneficios de ambos sistemas: el natural y el transformado. Usualmente las áreas privadas son terrenos dedicados a la explotación, una necesidad legítima a la vez que una amenaza si

G. Osorio

no se respeta el equilibrio natural. Pero en algunos casos, la propiedad privada ha demostrado cumplir una importante función en el resguardo de los ambientes naturales. Hoogesteijn *et al*. (2005) aseguran que las poblaciones más abundantes de fauna llanera, se mantienen en las propiedades ganaderas extensivas mejor manejadas (sostenible-mente) de la región. De modo que aún cuando la figura de protección privada no esté legalmente reconocida en Venezuela y otros países amazónicos, mas de 2.134 iniciativas impulsan la conservación privada o comunitaria en 2.618.153 ha de esta región (Monteferri 2009). En la cuenca del Orinoco en Venezuela, los hatos privados comprometidos con esta misión, han llevado a cabo exitosos programas en las últimas cinco décadas y constituyen de algún modo, relictos de flora y fauna en una región cada vez mas alterada por los planes de desarrollo humano.

CONSIDERACIONES INICIALES

El escenario de la conservación en los llanos venezolanos ha cambiado en la última década. El presidente Hugo Chávez dio la orden de "execrar" el latifundio del país (Quintero 2005). Para tal fin dictó una serie de medidas. En noviembre de 2001 creó el Decreto N° 1.546 09 con Fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, en cuya exposición de motivos se lee: "Las tierras propiedad del estado o, previa expropiación, las tierras propiedad de particulares que se encuentren improductivas, podrán ser otorgadas en adjudicación a aquellos sujetos dedicados a la actividad agraria rural que demuestren aptitud para transformarlas en fundos productivos". A este Decreto le siguió el Reglamento Parcial del Decreto con Fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo para la Determinación de la Vocación de Uso de la Tierra Rural, publicado en Gaceta Oficial No. 38.126 del 14 de febrero de 2005. Finalmente se reformó la Ley de Tierras y Desarrollo (mayo 2005) quedando suprimidos los artículos 21, 23, 39, 74, 89 y 90.

En el marco de esta política de tierras, el Gobierno Nacional considera que muchos de estos hatos son tierras ociosas, desestimando el esfuerzo y el avance que ha significado compatibilizar la productividad con la conservación de la naturaleza. Un empeño que ha implicado contribuir al conocimiento apoyando la investigación, y actuar en contra de las amenazas aplicando planes de guardería (vigilancia y prohibición de tala y caza en los predios de estas propiedades) y rescatando buenas prácticas de uso sostenible. Si estos hatos privados, que han destinado voluntariamente sus terrenos al mantenimiento de la diversidad biológica, son considerados improductivos y tales tierras inútiles, cabría preguntarse si lo son también para este Gobierno las áreas protegidas, pues un área considerable de estas propiedades alberga flora y fauna escasamente representadas en los parques nacionales del llano. De modo que no solo cabría agradecer que no hayan sido totalmente transformadas, sino que habría que procurar la cooperación y el aliciente para su mejor desempeño. La seguridad alimentaria debería basarse en algo más que el cultivo o la producción de carne a toda costa y a corto plazo. Bien con fines políticos o económicos, es un desacierto no tomar en cuenta la principal vocación de un ecosistema cuando se pretende su transformación. En este caso, desestimar las discretas aptitudes que para fines agrícolas y pecuarios tiene por ejemplo, el tercer humedal más importante de Suramérica en las sabanas de Apure, es arriesgado, especialmente si tampoco se considera el conjunto de servicios ecosistémicos que proveen estas sabanas inundables. Los hatos ganaderos que han protegido el ecosistema de los llanos bajos, han sido productivos y han compartido a la vez, el beneficio que nos supone el mantenimiento de los recursos naturales; en algunos casos incluso, sus predios se estiman aptos para ser parte de una Reserva de Biósfera.

También habría que considerar el tema de la introducción de especies a estos hatos productivos, como es el caso del reemplazo de las gramíneas nativas por gramíneas exóticas para la cría de ganado. Su siembra en puntos de alta diversidad debe hacerse con el cuidado que amerita, entre otros aspectos, la preservación de la diversidad genética. Consideremos que especies como *Cenchrus ciliaris, Cynodon dactylon, Digitaria decumbens, Hyparrhenia rufa, Panicum maximum, Pennisetum purpureum, P. clandestinum, Urochloa mutica* y *Melinis minutiflora* son gramíneas invasoras introducidas a Venezuela sin control, desconociéndose aún su impacto. Giraldo (2001) y Medellín y Redford (1992) calcularon hace décadas que la conversión de bosques tropicales de zonas inundables en sabanas, afecta alrededor del 46% de las poblaciones de fauna silvestre, la cuales son enteramente dependientes de la flora nativa. En el caso de la siembra de arroz -otro tema de actualidad-, no debería ser un humedal pleno de biodiversidad el lugar apto para su cultivo. Sería un grave error poner en riesgo un complejo ecosistema con cientos de especies vegetales acuáticas que tendrían que competir con una variedad de *Oryza* y sobrevivir a los agroquímicos acompañantes, poniendo en riesgo la fauna dependiente, y de inmediato al hombre y sus pesquerías, por ejemplo.

¿Cuál es la razón de intervenir un ecosistema natural, cuando existen miles de hectáreas que ya han sido transformadas y cuyas cosechas podrían mejorarse con algo de

Fudeci

investigación y tecnología adecuada al sitio? y ¿por qué con el argumento de salvar del hambre, transformaríamos a la Orinoquía en una despensa de soya o maíz?. Cabría decir al respecto, que la Orinoquía ya es un almacén de recursos subestimados. Los propietarios de tierras podrían optar por invertir en métodos que proporcionen alimento y ganancia, sin destruir lo que todos necesitaremos mañana. FAO (2010) advierte que en 2050, el mundo necesitará producir el doble de alimentos que lo generado en 2000, pero tendrá que hacerlo con la misma cantidad de tierra, con menos agua y otros insumos. Hay opciones: biotecnología, fertilizantes foliares, rotación de rebaños, de cultivos, agricultura biológica, sistemas de producción integrados, etc. Hay aspectos urgentes por atender antes de transformar tierras públicas o privadas. No sabemos por ejemplo, la verdadera demanda hídrica de algunos cultivos, aun así los ponemos en marcha. Según Spehar y Souza (2006) el método más moderno para mantener un sistema ecológicamente equilibrado en el desarrollo agrícola, consiste en planificar integradamente sobre la base de una microcuenca o una zona de captación de aguas.

Aún cuando Venezuela se encuentra en un momento de incertidumbre respecto a la propiedad privada, haremos un breve recuento de algunos logros alcanzados antes de que la nueva ley de tierras entrara en vigencia, cuando el balance en estas propiedades pasó por un momento, de la amenaza a la conservación.

A pesar del amparo legal que bajo la Ley Orgánica de Ordenación del Territorio (LOPOT 1983) suponen el conjunto de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), no siempre se corresponden estas ventajas con su eficacia en labores de conservación. En ese aspecto, la propiedad privada ha marcado la diferencia en muchos casos. En los hatos privados, la protección de gran parte de los ambientes naturales, mediante el estudio de su biodiversidad, programas de guardería ambiental, reintroducción de especies en peligro e implementación de sistemas de producción animal menos degradantes, han favorecido la preservación de la diversidad biológica y la conservación de los ecosistemas. El resultado de esta gestión, ha permitido además de la actividad pecuaria principal, el beneficio económico a través del ecoturismo y el aprovechamiento sustentable de la fauna silvestre. En este orden de ideas, varias han sido las iniciativas exitosas de conservación privada en los llanos de Venezuela. Nos referiremos aquí a los Hatos pioneros en la conservación de los llanos y al fomento de nuevas iniciativas de este tipo en otros predios privados, cuyos propietarios se interesaron más recientemente en conocer las potencialidades de sus terrenos gracias a la iniciativa de Fudena en el marco del proyecto GEF "Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de la Ecorregión de los Llanos".

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN TIERRAS PRIVADAS

A pesar de las crecientes amenazas ambientales, Suramérica sigue siendo el territorio menos intervenido del mundo, hábitat de la mitad de los bosques húmedos tropicales y de una inmensa diversidad biológica. En los llanos del Orinoco de Venezuela, Don Thomas Blohm, el Dr. Iván Darío Maldonado y Don Antonio Julio Branger estuvieron a la vanguardia en la preservación de la fauna y el uso racional de los recursos naturales en sus respectivos predios. Nos referimos a los Hatos Masagüaral, El Frío y Piñero. Esta vocación conservacionista de sus dueños, en tiempos en los que no era común hablar del tema y mucho menos llevar a cabo acciones en tal dirección, marcó una notable diferencia. Si bien podemos encontrar pastos introducidos o diques que modulan las aguas en estos hatos ganaderos, es justo decir por una parte, que se nos ha permitido aprender de sus experiencias; de los efectos, ventajas y desventajas de algunas prácticas agropecuarias, y por otra, que el balance para la biodiversidad en estos lugares ha sido extraordinariamente positivo y singular. Hace más de 50 años ellos guardaron lo que nos queda hoy. Apostaron por un desarrollo diferente al que entonces se practicaba y por evitar la caza y la tala de bosques. Apoyaron el estudio y practicaron la conservación de la fauna y la flora de esta cuenca. Describiremos brevemente su experiencia y comentaremos algunos aspectos relacionados.

LOS HATOS E INICIATIVAS PIONERAS

EL HATO PIÑERO (http://www.branger.com/spanish/index.html), en el estado Cojedes, prohibió la cacería, la tala y la quema hace 60 años, de modo que la actividad productiva se desarrolló a la par de otros tres programas: educación ambiental, ecoturismo y estudios taxonómicos y ecológicos (Delascio-Chitty 2007). Su producción pecuaria fue notable tanto por su investigación en el área de inseminación artificial, como por la creación de la nueva variedad Rojo Piñereño, un ganado compuesto por criollo, senopoles y romocinuano. Pero más relevante si cabe, fue

G. Osorio

el respaldo a la investigación y la protección de la biodiversidad de esta singular zona de la formación de El Baúl. Instalaron un herbario que alberga el 88% de la flora del estado Cojedes y el 38% del país. En su extensión de 75.000 ha protegieron 850 especies de flora, 49 especies de mamíferos, 342 de aves, 42 de reptiles, 14 de anfibios y 104 de peces destacando una muy estimable población del paují de copete (*Crax daubentoni*) que según reconocen Bertsch y Barreto (2008), se debió a los esfuerzos de conservación de este hato privado. Su contribución también fue notable en cuanto a la ecología de las babas, chigüires y el mono capuchino. También dedicó especial atención a la conservación de la danta, el perro de agua, el manatí, el puma, el cunaguaro y el jaguar. En tal sentido, hace una década el profesor Antonio J. González-Fernández (Hato Mataclara) lideró el proyecto de "Refugio Privado de Jaguares Silvestres de El Baúl" que incluiría a este hato y otros adyacentes de diversa extensión en el estado Cojedes, entre ellos Mataclara y el Socorro, como un corredor para la supervivencia de este felino amenazado. En Piñero, más de 52 estudios científicos y 12 videos demuestran la contribución de esta propiedad privada a la conservación de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco. El Hato Piñero fue expropiado en marzo de 2010.

El HATO MASAGÜARAL (http://masaguaral.org/esp/index.html), en el estado Guárico también ha protegido por más de 50 años la fauna llanera. El zoocriadero del caimán del Orinoco de su estación, es un referente de este programa que ha contribuido entre 1990 y 2004 a la reintroducción de miles de nuevos individuos a su hábitat natural en los llanos. Respecto a su unidad de producción de bovinos, lo destacable es que ha funcionado en estas 10.000 ha sin alterar mayormente el paisaje, que ya en 2003 mostraba signos de recuperación de los bosques en áreas antes transformadas en sabanas. Los albergues construidos para estudiantes de biología y zootecnia han facilitado la permanencia de investigadores y la conclusión de 264 trabajos científicos y 32 tesis basados en estudios de campo en este predio privado. Estudiantes nacionales y extranjero,s cuyos aportes sobre flora y fauna pueden detallarse en las listas de la citada página web. Como el resto de hatos, también advierte una posible expropiación, pero hasta hoy sigue operando bajo el mando de sus propietarios y con el incondicional apoyo de un grupo asesor que tiene como objetivo crear una fundación para la protección del hato y la posibilidad de inscribirlo en la red internacional de estaciones biológicas. Su actividad reciente incluye el III Curso de conservación de cocodrilos de Venezuela llevado a cabo en conjunto con el Hato la Fe (A. Machado-Allison y O. Hernández. com. pers.)

EL HATO EL FRÍO (http://hatoelfrio.com/), en el estado Apure, cubre una extensión de unas 60.000 ha en un microrelieve de banco bajío y estero. La actividad ganadera extensiva sustentable permitió la conservación de este humedal de un modo único en la región desde 1911. Su enorme capacidad de carga, es incluso mayor que la del Pantanal (Schaller 1983) y la de cinco parques nacionales en África (Bourliere y Hadley 1983). Sin sustitución ni siembra de pastos, se preservaron aquí los ecosistemas de sabana y la variedad de gramíneas acuáticas que superan las 30 especies en los cuerpos de agua (Rial 2009). En su diversidad de ambientes habitaron unas 300 especies de plantas, 200 de ellas acuáticas, más de 60 especies de mamíferos, incluyendo cuatro de las cinco especies de felinos de Venezuela (jaguar, puma, cunagüaro y onza), 300 especies de aves, 29 de reptiles, 18 de anfibios y 200 de peces. Cifras que resultan de los estudios apoyados por la Estación Biológica El Frío (EBEF), creada en 1977 por J. Castroviejo -Asociación Amigos de Doñana-, y en cuyas instalaciones se llevaron a cabo decenas de documentales, mas de una docena de tesis doctorales, 20 tesis de licenciatura, decenas de ponencias en congresos y cursos de Maestría, publicaciones divulgativas y mas de 200 publicaciones científicas. También fue la EBEF escenario de campo en cinco ediciones del Master en Gestión de la Biodiversidad en los Trópicos (Figura 1 a,b). Un programa de alto nivel con becas para estudiantes de Latinoamérica promovido y financiado por la Fundación Carolina con la coordinación académica de la Fundación Amigos de Doñana y el apoyo de la Universidad San Pablo CEU, la UNESCO y la propia Asociación Amigos de Doñana. También fue pionera en el "Programa de Reintroducción y Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodilus intermedius*)" cuyos resultados demuestran la efectividad de esta histórica iniciativa privada en beneficio de una especie casi extinta en la cuenca del Orinoco, y que ahora anida naturalmente en las playas de sus sabanas (Antelo 2008). La temprana y visionaria intención de aportar un hábitat seguro para la liberación de los caimanes, especie que se pretendía recuperar, llevó a Cecilia Blohm, Gonzalo Medina, José Ayarzaguena y Jose Luis Méndez-Arocha, -personas sensibles y comprometidas cada una desde su área de acción-, a trabajar por la declaración del Caño Guaritico como Reserva de Fauna y Refugio de Pesca (ABRAE), siendo decretado en 1989 por el Gobierno venezolano y constituyendo una enorme contribución de la iniciativa privada en favor de la conservación. En diciembre de 2007 A. Degwitz y A. Rial presentaron ante del Comité MaB de la UNESCO (http://www.unesco.org.uy/cienciasnaturales/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/ComiteMABVenezuela.pdf), la candidatura de la Reserva de Biosfera "Apuroquia" cuyo punto focal es El Frío. Finalmente, sus orígenes historia y riqueza natural han sido descritos en el libro

Fudeci

"Hato El Frio. El corazón de los llanos" (INVEGA 2008). Este hato fue expropiado en marzo de 2009 y convertido en la nueva "Empresa Socialista Marisela".

ESTACIÓN BIOLÓGICA DE LOS LLANOS "FRANCISCO TAMAYO" (http://www.svcn.org.ve/estacion.html). Desde 1960 investigadores, profesores y amigos de la más antigua sociedad científica de Venezuela, la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales (SVCN), se dieron a la tarea de conservar la vegetación característica de la sabana venezolana. Este esfuerzo ha sostenido esta emblemática estación biológica durante décadas. En sus 250 ha se preservaron las sabanas y bosques nativos del estado Guárico, convenciendo a los vecinos de otros predios de no quemar o talar y resistiendo a las presiones para transformar en cultivos estos terrenos de la Estación. Más de 200 trabajos de investigación, enfocados en los inventarios taxonómicos de la flora llanera, así como diversos estudios sobre el sistema de sabana han sido publicados en el Boletín de la SVCN, asegurando a los venezolanos el conocimiento de los escenarios originales de su país y manteniendo una referencia invaluable para comparar con otros espacios intervenidos. Cientos de estudiantes, investigadores y profesores de larga trayectoria, en numerosos cursos de pre y postgrado, talleres y pasantías de investigación, se sirvieron de esta Estación para aprender, enseñar y hacer novedosas contribuciones sobre la fauna, la flora y la dinámica de la vegetación de los llanos.

HATO EL CEDRAL (http://www.elcedral.com/esp/site.html). Al igual que las tierras de El Frío, el Cedral tiene tradición de hato desde el siglo XIX. Desde su servicio a José Antonio Páez en las batallas de independencia, estas 52.000 ha de sabanas pasaron por diversos dueños hasta que en 1987, la Confederación Venezolana de Ganaderos se hizo dueña y decretó la veda de caza y pesca. Esta decisión les permitió iniciar operaciones ecoturísticas en el Campamento Matiyure, rentables y complementarias a su actividad pecuaria. Si bien la siembra de pastos para el ganado y los sistemas que modulan las aguas han limitado la riqueza de la vegetación de sus sabanas, los efectos positivos de la guardería y la veda han sido extraordinarios desde entonces. La presencia de tres ríos: Caicara, Orichuna y Matiyure (incluyendo sus nacientes) hace que su resguardo

Figura 1 a,b. Estudiantes del Master en Gestión de la Biodiversidad en los Trópicos en la EBEF. Foto: A. Rial.

G. Osorio

tenga aún más importancia. Este hato ha servido a miles de visitantes e investigadores como lugar de reconocimiento de la fauna llanera. La lista de vida silvestre compilada por David Ascanio, actualizada en 2004, registra la presencia de 89 especies de mamíferos, 347 de aves, 62 de reptiles y 22 de anfibios. En el año 2008, el Estado venezolano compró esta propiedad a sus dueños y actualmente opera conservando su nombre.

AGROPECUARIA PUERTO MIRANDA. Esta propiedad de 10.000 ha en el estado Guárico es a la vez una empresa productora de carne y derivados bufalinos, que también ha contribuido al rescate de especies de fauna en sus zoocriaderos de caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) y tortuga arrau (*Podocnemis expansa*). El del caimán del Orinoco es el más grande del país y está en funcionamiento desde 1991. La hembra reproductora Helena, produce la mayor parte de los huevos incubados en este lugar. También poseen zoocriaderos de baba (*Caiman crocodilus*) y morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) con experiencias muy positivas en el manejo de estas especies (Molina y Hernández 2010). A inicios de 2011, el Ministerio de Planificación y Finanzas designó administradores especiales para esta empresa intervenida por el Gobierno Nacional.

FAUNA EMBLEMÁTICA PROTEGIDA EN ESTAS ÁREAS PRIVADAS

La fauna y flora llanera han tenido resguardo en las propiedades privadas mencionadas. La protección de dichos predios privados permitió que las poblaciones de especies amenazadas y representativas de la región se mantuvieran e incluso crecieran. Los hatos privados constituyeron así, una especie de refugio de fauna frecuentemente asediada por cazadores furtivos en sus límites con otras tierras. Algunas de ellas se muestran en la tabla 1.

PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACION DE FAUNA SILVESTRE EN LOS HATOS PRIVADOS

Según el Primer Informe de País para la Convención sobre Diversidad Biológica (MARN 2000), dos programas de manejo de fauna silvestre pueden ser modelo de uso sostenible de recursos faunísticos, tanto para Latinoamérica como para el resto del mundo. Se refieren a los programas de cría del chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y de la baba (*Caiman crocodilus*), llevados a cabo en tierras privadas en donde se compatibilizan las explotaciones agropecuarias tradicionales con el manejo de fauna e incluso la zoocría. De este modo se diversificó la producción de estas unidades, generando riqueza, empleo e incluso divisas para el país. Efectivamente, tras varias décadas de ajustes y mejoras, estos programas en hatos privados han sido ejemplo para nuevos adeptos en toda la región. Otros programas como el del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) y la tortuga arrau (*Podocnemis expansa*), se refieren a la recuperación de especies en peligro de extinción, mediante la cría en cautiverio para su reintroducción (Hernández *et al.* 2010, Seijas *et al.* 2010).

El chigüire: *Hydrochoerus hydrochaeris*

El manejo del chigüire (chigüiro, capibara o carpincho) en Venezuela, ha sido posible sostenida y exitosamente, gracias a las condiciones favorables de su ecología, del entorno socio-económico y el marco legal que contempla el aprovechamiento de este mamífero silvestre mediante un plan de manejo sustentado como debe ser, en el conocimiento de su biología y ecología (Herrera 2010, Ojasti 1973, 2011). Este gran roedor se explota en Venezuela hace más de 200 años (Humboldt 1826), pero desde 1968 diversas poblaciones naturales se aprovechan comercialmente en las propiedades privadas de los llanos inundables. En ellas se aplica un plan de manejo sostenible conducido por el servicio de fauna del país que estipula el pago de tres impuestos: para el fisco nacional, por el censo de poblaciones y por cada animal a cosechar. Según Velasco *et al.* (2008) se han comercializado 1.045.110 ejemplares en 39 años de ejecución de este programa.

La baba: *Caiman crocodilus*

El programa de aprovechamiento comercial de la baba o babo, se inició en propiedades privadas de los llanos centro occidentales de Venezuela en 1983. Incluyó siete regiones ecológicas bien definidas y caracterizadas (Alto Apure, Bajo Apure, Cajón del Arauca, Aguas Claras, Llanos Boscosos, Guárico y Arismendi) (Molina y Hernández 2010), en una extensa área de implementación (Velasco *et al.* 2003). Entre 1983 y 2007 este programa ha permitido cosechar 1.380.147 machos adultos de babas de la clase IV (longitud total > 1,80 m) (Velasco 2008), mostrando que el buen diseño de aprovechamiento en los hatos privados, ha resultado no solo ser sustentable, sino de efectos positivos sobre las poblaciones naturales manejadas (Velasco *et al.* 2003).

Fudeci

Tabla. 1 Algunas especies emblemáticas del llano representadas en los hatos privados.

GRUPO	NOMBRE	COMENTARIO
FLORA	apamate (*Tabebuia rosea*)	árbol emblemático del estado Cojedes
	caoba (*Swietenia macrophylla*)	árbol emblemático del estado Portuguesa
	cedro (*Cedrela odorata*)	árbol emblemático del estado Barinas
	guatamare (*Myrospermun frutescens*)	árbol emblemático del estado Anzoátegui
	merecure (*Licania pyrifolia)*	árbol emblemático del estado Apure
	palma llanera (*Copernicia tectorum*)	árbol emblemático del estado Guárico
	palma moriche (*Mauritia flexuosa*)	árbol emblemático del estado Monagas
PECES	cachama (*Colossoma macropomun*)	especie de consumo
	cajaro (*Phractocephalus emiliopterus*)	especie de consumo
	caribe (*Pygocentrus cariba*)	especie de atractivo turistico
	coporo (*Prochilodus mariae*)	especie de consumo
	curito (*Hoplosternum littorale*)	especie de consumo y folclor
	guabina (*Hoplias malabaricus*)	especie de consumo
	guaraguara (*Hypostomus spp*)	especie de consumo y folclor
	morocoto (*Piaractus brachipomun*)	especie de consumo
	palometa (*Milossoma duriventris, M. aureum*)	especie de consumo
	pavón (*Cichla orinocensis*)	pesca deportiva, atractivo turistico
	payara (*Hydrolicus armatus*)	especie de atractivo turistico
	raya manta (*Paratrygon aiereba*)	especie de consumo y folclor
	rayao (*Pseudoplatystoma fasciatum y tigrinum*)	especie de consumo
	sardinata (*Pellona castelnaeana y P. flavipinis*)	especies de consumo
	temblador (*Eletrophorus electricus*)	especie atractivo turistico, folclor
ANFIBIOS	rana lechera (*Trachycephalus venulosus*)	folclor, temida por las quemaduras del exudado de su piel (Señaris com. pers.)
	rana platanera (*Hypsiboas crepitans*)	folclor, cambia de color de día y de noche (Señaris com. pers.)
	sapito lipón (*Pleurodema brachiops*)	especie de valor cultural y consumida por el caimán del Orinoco
REPTILES	anaconda (*Eunectes murinus*)	folclor
	baba (*Caiman crocodilus*)	especie de consumo y folclor
	babo morichalero (*Melanosuchus niger*)	especie insuficientemente conocida
	caimán del Orinoco (*Crocodilus intermedius*)	folclor, especie en peligro, recuperada en los últimos 20 años
	morrocoy (*Geochelone carbonaria*)	especie de consumo, mascota, folclor
	tortuga arrau (*Podocnemis expansa*)	especie en peligro, en recuperación
AVES	alcaraván (*Vallenus chilensis*)	folclor
	arrendajo común (*Cacicus cela*)	folclor
	carrao (*Aramos guarauna*)	folclor

G. Osorio

Tabla. 1 Algunas especies emblemáticas del llano representadas en los hatos privados. Continuación.

GRUPO	NOMBRE	COMENTARIO
AVES	chenchena (*Opisthocomus hoatzin*)	folclor
	cigüeña o gabán peonio (*Euxenura maguari*)	folclor
	corocoro colorado (*Eudocimus ruber*)	folclor
	gabán (*Mycteria americana*)	folclor
	garzón soldado (*Jabiru mycteria*)	folclor
	gavilán colorado (*Busarellus nigricollis*)	folclor
	guacamaya bandera (*Ara macao*)	especie vulnerable
	loro real (*Amazona ochrocephala*)	folclor
	pato real (*Cairina moschata*)	especie de valor cinegético
	paují copete de plumas (*Crax daubentoni*)	folclor
	rey zamuro (*Sarcoramphus papa*)	folclor
	turpial (*Icterus icterus*)	folclor
	zamuro (*Coragyps atratus*)	folclor
MAMÍFEROS	cachicamo sabanero (*Dasypus sabanicola*)	especie de gran impacto cultural
	chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*)	especie de consumo, folclor
	cuspa o cachicamo montañero (*Cabassous unicinctus*)	folclor
	cuspón o cachicamo gigante (*Priodontes maximus*)	especie en peligro
	jaguar o tigre mariposo (*Pantera onca*)	especie en peligro
	manatí (*Trichecus manatus*)	especie en peligro
	murciélago pescador (*Desmodus rotundus*)	especie potencialmente vulnerable
	oso hormiguero o palmero (*Myrmecophaga tridactyla*)	especie vulnerable
	perro de agua (*Lontra longicaudis*)	especie en peligro
	venado caramerudo (*Mazama americana*)	especie de consumo, folclor

El caimán del Orinoco: *Crocodylus intermedius*

El Caimán del Orinoco es tal vez el ejemplo más emblemático de un gran reto de conservación cumplido por los hatos privados. Entre los años 1930 y 1950 esta especie endémica de Venezuela y Colombia prácticamente había desaparecido de los llanos del Orinoco. Los primeros ensayos de cría en cautiverio en los años 70, tuvieron lugar en el Parque Zoológico Loefling del estado Bolívar (Ramírez *et al.* 1977). En ese momento, la iniciativa privada intentó su recuperación en los llanos mediante esfuerzos casi personales que significaron voluntad y perseverancia en un conjunto de tareas que incluyeron diversos aspectos. Diseño y construcción de instalaciones, cría en cautiverio, una propuesta de Área Protegida para su liberación y el monitoreo de los éxitos y fracasos de un proceso que en 1990, gracias al trabajo tenaz de sus investigadores y colaboradores, mas la alianza de la EBEF con Fudena, PROFAUNA, New York Zoological Society (NYZS) –Wildlife Conservation Society (WCS), World Wild Fund (WWF-US) y la entonces Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), logró consolidar su recuperación y afianzar el programa de liberación masiva de caimanes del Orinoco en el Hato El Frío, a la par de otros cuatro lugares de la región.

Fudeci

Podríamos decir al respecto, que hubo un momento en la historia de este programa, en el cual todas las instituciones con interés en el caimán del Orinoco, trabajaron juntas para que esta iniciativa privada se convirtiera en un éxito de país. "Nadie puede creer que nosotros gastamos plata criando y liberando caimanes sin ganar ni un bolívar", dijo Pedro Azuaje a Paul Hughes, periodista de Reuters, en una ocasión.

Cinco zoocriaderos privados en los llanos, de los siete del país, fueron entonces reconocidos por su contribución a la recuperación de esta especie en peligro crítico de extinción: Hato El Frío (estado Apure), Masaguaral y Puerto Miranda (estado Guárico), la sede de la UNELLEZ (estado Portuguesa) y el Instituto Limnológico en Caicara del Orinoco (estado Bolívar) (Hernández 2007). Se liberaron mas de 3.000 caimanes, la mayoría en el Refugio de Fauna Silvestre Caño Guaritico (estado Apure), el resto en los parques nacionales Santos Luzardo (estado Apure) y Agüaro-Guariquito (estado Guárico), así como en el hato El Cedral (estado Apure), el río Cojedes (estado Cojedes) y el embalse Tucupido (estado Portuguesa). En 1998, las noticias fueron aún mas alentadoras al ser localizados los primeros nidos viables de esta especie en la laguna La Ramera del Hato El Frío (Figura 2 a,b), descendientes de los primeros juveniles liberados durante los primeros años del programa, muchos de ellos emparentados con Joselo, el caimán reproductor de la EBEF (Figura 3). Desde 1989 y gracias al programa de recuperación de especies silvestres que llevaron a cabo estos hatos privados con el apoyo del Ministerio del Ambiente de los diferentes gobiernos venezolanos, se han liberado mas de 5.000 caimanes (*Crocodilus intermedius*) buena parte de ellos en el Refugio de Fauna Caño Guaritico.

La tortuga arrau: *Podocnemis expansa*

Las primeras iniciativas de conservación de la tortuga arrau, tuvieron lugar en la década de los 40 con la implementación de regulaciones (Gaceta Oficial del 28/01/1946) y vedas (Gaceta Oficial RNR-288 del 22/12/1962) sobre la extracción de huevos y adultos en las playas de anidación del Orinoco medio (Blohm y Fernández 1948, Mosqueira 1960, Licata 1994). En los años 60 se rescataron por primera vez neonatos de esta especie (Ojasti y Rutkis 1965) y se ensayó su siembra en algunos embalses del país (Fernández 1968). Dos décadas después se transplantaron las primeras nidadas provenientes de áreas inundables y amenazadas por el saqueo y la depredación, a sitios protegidos y vigilados (Paolillo 1982). Considerado por Hernández y Espín

Figura 2 a-b. Nidos del caimán del Orinoco en playas de la laguna La Ramera (Hato El Frio). Foto: R. Antelo.

G. Osorio

Figura 3. Joselo, caimán reproductor de la EBEF y Rafael Antelo, autor de la tesis doctoral sobre el Caimán en el Hato El Frio. Foto: G. Osorio.

(2006) el programa de conservación más completo y complejo que se desarrolla en el país, la tortuga arrau fue objeto de la creación del Refugio de Fauna Silvestre y Zona Protectora de la Tortuga Arrau (Decreto Nº 271 del 07/06/89). A partir de ese año, el Ministerio del Ambiente (MINAM) lideró un programa de conservación con la Guardia Nacional, FUDECI, CVG-Bauxilum, comunidades locales, Agropecuaria Puerto Miranda y Ecopets para su conservación. En el caso de los llanos, la cría en cautiverio en las instalaciones de la Agropecuaria Puerto Miranda ha contribuido con centenares de nuevos ejemplares para la reintroducción. Fundatrópicos también se sumó a este programa mediante la cría en cautiverio en el Hato San Francisco y posterior liberación en Santa María del Orinoco.

NUEVAS INICIATIVAS

A finales de los 90, una nueva generación de propietarios se interesó en la conservación. Comenzaban a comprender los beneficios de proteger sus paisajes, estimulados por los resultados que los hatos "pioneros" habían logrado con su aproximación conciliadora entre la actividad productiva y el cuidado de su flora y fauna. Por tan trascendente motivo y con el apoyo de Fudena-WWF UK y el liderazgo de los dueños de algunas de estas propiedades, estos productores llaneros iniciaron en 2002 (Ruiz 2004), la conformación de Aprinatura, la Red Venezolana de Áreas Privadas para la Conservación de la Naturaleza, que en 2004 ya estaba integrada por 27 miembros propietarios que sumaban una extensión superior a las 250.000 ha. En 2005, atendiendo la convocatoria del VI Congreso Interamericano de Conservación Privada realizado en Chile, sus miembros se unieron a representantes de otros 15 países en una declaración sobre la importancia de la conservación en áreas privadas de Latinoamérica. Vinculado a esto, y dando los primeros pasos hacia la conversión de nuevos predios privados productivos, en áreas de conservación y uso sostenible, la OnG Fudena lideró las evaluaciones de potencialidad de conservación en nuevos hatos privados, en el marco del proyecto GEF "Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los llanos del Orinoco" (Fudena 2003), lo que sin duda sumó conocimiento y catalizó la formación de dicha red.

EVALUACIÓN DE POTENCIALIDADES DE CONSERVACIÓN EN ÁREAS PRIVADAS

El proyecto de Fudena para la conservación de la biodiversidad en áreas privadas de los Llanos de Venezuela, llevó a cabo en entre 2002 y 2003 la evaluación de la potencialidad de conservación de los hatos a través de un grupo de especialistas en cinco componentes: vegetación, fauna silvestre, producción, aspectos sociales y turismo. Una útil, novedosa y prometedora iniciativa que permitió conocer el estado de la vegetación -mediante un método creado para tal fin (Rial 2006)-, de la fauna más representativa, y de los componentes social, turístico y de producción, para un análisis integrado de perspectivas y potencialidades para la

Fudeci

conservación (Rial y Giraldo 2003, 2004). Los resultados de estas evaluaciones no solo contribuyeron al conocimiento de estas áreas en el contexto regional sino que mostraron a los dueños de dichos hatos, la riqueza y potencial de sus predios. Demostraron lo que había, y lo que debería haber de acuerdo a la región del llano en la que estuviese localizada, lo que además sirvió de indicador de la pérdida de diversidad biológica y recursos vitales como suelo y agua.

También se evaluaron los hatos que aquí denominamos pioneros, y la diferencia del estado de conservación entre ambos grupos, confirmó lo que por años ha sido evidente. Molina y Hernández (2010) lo expresan claramente al comentar que la notoria riqueza y abundancia de especies de fauna en los hatos conservacionistas de los Llanos, no se observa en otros hatos del entorno próximo, aun cuando compartan las mismas condiciones de geología, geomorfología, suelos, vegetación, hábitat, microclima o densidad de asentamientos humanos. El manejo de la agricultura y ganadería a expensas de destruir y/o fragmentar los hábitats naturales hace que la diferencia sea muy contrastante. Los citados autores sugieren que el mejor estado de la biodiversidad en los hatos pioneros o "conservacionistas" se debe a cuatro factores: 1) la política de los dueños y/o administradores de prohibir la cacería a empleados, familiares y amigos; 2) la existencia de una guardería efectiva que minimiza la cacería furtiva; 3) al manejo que los dueños dan a los hábitats, p.e. mediante la construcción de lagunas artificiales o préstamos que sirven a los rebaños y a la fauna silvestre y 4) la preservación de grandes extensiones de hábitat natural que permite la presencia y abundancia de fauna.

En tal sentido, en cuanto a la disponibilidad de hábitats naturales, la ecorregión de los Llanos posee la segunda mayor cantidad de tipos de vegetación del país, 40 fitocenosis (Huber y Alarcón, 1988), de las cuales al menos 15 -incluyendo formas no naturales, como tierras agropecuarias y plantaciones forestales-, estuvieron representadas en casi una decena de propiedades con reciente interés en la conservación (Rial 2006). Debido a la heterogeneidad de estas llanuras, pueden hallarse comunidades vegetales diferentes en cada propiedad, susceptibles en diverso grado, a los impactos de la actividad agropecuaria. Por ejemplo, en los Llanos Orientales no inundables pueden distinguirse seis tipos de vegetación (Dezzeo *et al.* 2008) coincidentes con los principales descritos por Huber y Alarcón (1988), Aymard y González (2007) y Huber (2007), destacando a grandes rasgos los chaparrales, típica sabana arbustiva de *Curatella americana y Bowdichia virgiloides*, análoga a los cerrados de Brasil (Eiten 1972, Sarmiento 1983) y Llanos Orientales de Colombia (Sarmiento 1983, Cole 1986). Estos chaparrales suelen estar bien representados en los hatos y en buen estado de conservación, en contraste con la mayor parte de las sabanas que han sido intervenidas, o los bosques de galería que han sido restringidos a franjas mas o menos estrechas (y funcionales) dependiendo de la tala permitida en estas propiedades de reciente interés en la conservación.

Afortunadamente se hallaron algunos signos de mejoría. La presencia de asociaciones pioneras en la formación de bosque ocurre cuando se detiene la tala, la siembra de pastos y la quema en áreas que antes tuvieron bosque. Al menos cuatro de ellas son descritas por Rial (2006) en un hato del estado Guárico que tiene especial significado, si recordamos que Vila (1965) calculó que cuarenta años antes, en 1960, el 28% de la superficie de este Estado estaba cubierto de bosques. En la siguiente década (entre 1960 y 1972) todo cambió. Se concedieron 176.465 permisos para deforestar tierras de vegetación boscosa alta y mediana, que cubría una superficie total de 1.207.000 hectáreas (MAC 1964, 1972). Gracias a la memoria de los lugareños en las cercanías del Estero de Camaguán, calculamos en unos treinta años el tiempo necesario para que un bosque de unos 15 m de altura, se desarrollara a partir del abandono de su transformación en sabana.

También la vegetación acuática da cuenta del estado de un cuerpo de agua. En hatos con intensa explotación vacuna del estado Cojedes por ejemplo, bien por lixiviación o por escorrentía, los nitratos derivados de las deyecciones del ganado y de los fertilizantes eutrofizaron los cuerpos de agua. Hay claras diferencias entre estas lagunas y aquellas en hatos mejor conservados. En el primer caso el inventario incluye una o dos especies de plantas acuáticas, generalmente algún pasto emergente o algún pleustófito como *Pistia stratiotes* o *Lemna* sp. (Figura 4). En el segundo, caños y lagunas albergan una riqueza mayor, varias decenas de hierbas y arbustos acuáticos de distintas bioformas componen las comunidades (Figura 5). Las plantas acuáticas pueden ofrecer una gama de indicadores del uso que estas tierras han tenido en los años recientes.

La diferencia entre los hatos de explotación agrícola y/o pecuaria versus aquellos con algún grado de protección de sus hábitats y biodiversidad, se hace evidente con los años en la mayor o menor degradación de sus ambientes y recursos. Pero suele ser común a todos los propietarios, el interés por conocer alternativas sostenibles y económicamente rentables, así como el potencial que para la conservación, tienen sus tierras. En algunos casos tras años de explotación, los

G. Osorio

Figura 4. Detalle de una laguna eutrofizada en un hato ganadero del estado Cojedes. Foto: A. Rial.

Figura 5. Laguna y caño en otra propiedad mejor conservada del estado Cojedes. Foto: A. Rial.

efectos de las malas prácticas se hicieron visibles. Ecosistemas completamente transformados y empobrecidos con una serie de aspectos comunes, señalados a continuación.

Eliminación de los bosques de galería, talados y llevados a la mínima expresión permitida por la ley (50 m), ocupando actualmente franjas muy estrechas a cada lado de ríos y caños. Ahora sus dueños comprenden la importancia de estos corredores vegetales para el mantenimiento de las cuencas, la fauna silvestre e incluso de sus rebaños y la productividad de sus terrenos. A diferencia de estos predios, los hatos "pioneros" han mantenido casi intactos los bosques de galería de sus caños y ríos, lugares excepcionales para la flora y fauna asociada entre otros a los ríos Cojedes, Portuguesa, Pao y Chirgua (Hato Piñero), río Caicara, Orichuna, Matiyure (Hato Cedral) caño Guaritico, Setenta, Macanillal, Mucuritas, Capuchino, Bravo y río Apure (Hato El Frío) y río Guárico (Hato Masaguaral).

Eliminación del estrato medio de los bosques. La limpieza que con fines de manejo del ganado se efectúa en los estratos medios de los bosques de ladera y de galería, ha cambiado la estructura y por ende la fisonomía de estos ambientes. Lo que usualmente sería una densa comunidad vegetal en la mitad vertical del bosque, ha sido transformado en un amplio espacio entre el pasto y el dosel de los árboles cuyos troncos superan casi siempre la decena de metros. Esto afecta la funcionalidad de estos ecosistemas y elimina recursos alimenticios y refugio para la fauna silvestre, además de potenciales especies con valor nutricional para el ganado.

Eliminación de bosques de sabana para la siembra de pastos, lo que implica la sustitución de un ecosistema entero por un cultivo solo para el ganado. Hoogesteijn y Chapman (1998) mencionan la intensa deforestación de bosques semicaducifolios y de galería en los llanos con fines de introducción de pastos exóticos en las zonas altas menos inundables. Según estos autores, el 6,4% de las especies de mamíferos de los llanos de Venezuela son dependientes de la sabana. En claro contraste, proporciones iguales (46,8% de cada una), son parcial o completamente dependientes de los bosques.

La quema afecta los bosques y palmares de sabana. Los fuegos iniciados en predios adyacentes, alcanzan parte de estas propiedades con interés en la conservación, ciertas áreas son devastadas y los propietarios tienen serias dificultades para evitarlos o prevenirlos (Figura 6).

Sustitución de las sabanas naturales por pastos de mejor rendimiento para el ganado, es decir, un rediseño de la sabana hecho por el hombre para intensificar la actividad ganadera. La sustitución de pastos nativos por especies de alto rendimiento energético, proteico y nutricional, no es indispensable en todos los casos. La percepción de ciertas hierbas como malezas, los cambios indeseados en la composición de las sabanas y el menor éxito de algunos pastos, se deben en gran medida, al escaso conocimiento de la dinámica de estos ambientes y de la biología de muchas de sus especies autóctonas. En ese contexto, se aplican técnicas importadas de otros países, efectivas, pero no siempre adecuadas para el equilibrio de nuestros ecosistemas, y que ponen de manifiesto el conflicto permanente entre las necesidades vitales de las especies silvestres con las del hombre.

Fudeci

Figura 6. Fuego iniciado en una propiedad adyacente afectando el bosque de galería y palmares del río Orituco. Foto: A. Rial.

Estos pastos que sustituyen las sabanas naturales, requieren a la vez fertilizantes para su desarrollo (López-Hernández y Ojeda 1996) lo que acarrea otro problema, la contaminación de suelos y acuíferos (Machado-Allison 2005). Por ejemplo, las arcillas de los suelos llaneros con alto contenido de Aluminio (Al) y Hierro (Fe) amorfo tienden a acomplejar el fósforo impidiendo su absorción radical. La planta no puede aprovecharlo y es lixiviado con las lluvias hasta el manto freático. Mientras tanto, más dosis de las conocidas fórmulas comerciales de NPK (nitrogeno-fósforo y potasio) son echadas al suelo en un ciclo que desgasta y contamina. En el Hato el Frío por ejemplo y a diferencia de otros en las llanuras inundables, el ganado se ha alimentado de la vegetación del humedal mediante el libre pastoreo. Sin siembra de pastos, se ha protegido la complejidad y funcionalidad de las comunidades vegetales acuáticas. Rial (2009) aporta información sobre las especies. Solo en la familia Poaceae podemos citar varios ejemplos de hierbas con valor nutricional: *Leersia hexandra* (lambedora) considerada una de las mejores hierbas forrajeras de la Amazonia y los llanos del Orinoco, tanto para el ganado como para los animales silvestres (Pott y Pott 2000), *Hymenachne amplexicaulis* (paja de agua, chiguirera), *Luziola subintegra* (arrocillo macho, paja de agua), *Panicum dichotomiflorum* (paja de agua, ratonera), *Panicum elephantipes* (paja de agua, gamelote volador), *Panicum laxum* (paja de bajío, jajato), *Paspalum fasciculatum* (chiguirera, carrizo), *Paspalum repens* (paja de agua, trena acuática), *Reimarochloa acuta* (hierba de gallina). Todas estas especies sirven de alimento para el ganado, los chiguires, caballos, aves, tortugas, peces e incluso son refugio de muchas otras especies del humedal.

Déficit hídrico. Por otra parte, las propiedades privadas que recién comenzaban a pensar en la conservación, acusaban en muchos casos déficit hídrico y otros problemas relacionados con el agua tales como: 1) desecación de los suelos de los morichales debido a los cultivos adyacentes que reducen el nivel freático; 2) alteración de caudales y cursos de ríos para la construcción de cuerpos de agua artificiales y usos agrícolas; 3) desecación de pozos artesianos por la excesiva demanda hídrica de ciertos cultivos; 4) salinización del suelo y la eutrofización de cuerpos de agua a causa de las actividades agropecuarias y el uso de agroquímicos (Figura 7).

En contraposición, mejores prácticas y algo de protección han sido sinónimo de mayor productividad y en muchos casos de aportes excepcionales a la conservación, como ya hemos visto anteriormente. Tal es el caso de una propiedad en el estado Portuguesa, único relicto conocido de bosque de galería original de los llanos altos, en el que aún vive el raro mono *Ateles belzebuth* (Stergios *et al.* 1995) o los bosques de galería de los ríos Tinaco (estado Cojedes) y Morador (estado Portuguesa), corredores protegidos en hatos ubicados en sectores ampliamente desforestados (Figura 8).

Es evidente entonces que las prácticas en propiedades privadas inciden en la mayor o menor disponibilidad de agua en la región, y por lo tanto pueden contribuir o ser una amenaza para la preservación de acuíferos y caudales de caños y ríos, y por ende de la biodiversidad. Uno entre cientos de ejemplos lo da Dallmeier (1991), cuando se refiere a los grandes humedales protegidos del Hato El Frío, como un área vital para los procesos de nidificación y muda de plumaje de las tres especies de patos silbadores o patos güiriríes (*Dendrocygna spp*). Ciertamente, la protección de los cuerpos de agua depende del manejo en estas propiedades. En una decena de ellas, evaluadas en el marco del proyecto GEF ejecutado por Fudena, se apreció que en una extensión de 201.140 ha (propiedades entre 1.000 y 70. 000 ha) estaban representadas cuatro subcuencas según la definición de Zambrano (1979), incluyendo el río Apure y tres de sus afluentes directos en el llano (Guárico, Portuguesa y Manapire). Todos ellos flanqueados por sus respectivos bosques de galería y en muchos casos acompañados de lagunas y caños (Figura 9), conformando así un mosaico variado de hábitats acuáticos excepcionales para la preservación de estas cuencas hidrográficas, que ya han sido fuertemente impactadas en sus secciones medias.

Los datos recopilados en estas evaluaciones, sirvieron en cada caso para formular proyectos piloto específicos de investigación y manejo sostenible factibles en cada predio, y

G. Osorio

Figura 7. Los hatos con reciente interés en la conservación, acusaban los efectos de la transformación de sus ecosistemas y déficit de recursos. Foto: Fudena, A. Rial.

Figura 8 . Tala del bosque de galería de río Morador por invasores de un consejo comunal del Edo. Portuguesa, aguas abajo de la protección de una propiedad privada. Foto: Fudena, A. Rial.

Figura 9. Frente de erosión de 8 m de altura, que muestra la profundidad del caudal de agua del caño El Léon en una propiedad privada en el estado Portuguesa. Foto: Fudena, A. Rial.

Fudeci

en general para elaborar matrices en las que se diferenciaron aquellos hatos con hábitas mejor conservados.

NUEVOS EJEMPLOS DE CONSERVACIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS

En la década de los años 90, otro conjunto de hatos privados se interesaron en la conservación de la biodiversidad sin renunciar a sus actividades productivas. Participaron en la evaluación de potencialidades para la conservación y consolidaron nuevos modos de desarrollo sostenible en la región. Propiedades privadas ubicadas en todos los estados llaneros del país, entre las cuales mencionamos dos que permanecen activas y bajo la tutela de sus propietarios.

MATACLARA (http://www.mataclara.com/), es una propiedad de 2000 ha en el estado Guárico con tradición familiar desde 1972. En 1992 pasó a denominarse Reserva Privada de Naturaleza Mata Clara. Como en el resto de estos casos en Venezuela, aun sin implicaciones legales, este distintivo ha servido para ejemplificar un buen modo de acción en la región. Siguiendo los criterios de conservación activa (Seijas y Bonavino 2002), sus propietarios han sustituido la producción ganadera tradicional por una actividad mixta con la agricultura y el turismo ecológico. En Mataclara han sido criadas también especies de vida silvestre emblemáticas o de uso, como los morrocoyes (*Chelonoidis spp*), guacamayas (Psittacidae), paujíes (Cracidae) y picures (*Dasyprocta spp*). De esta experiencia existe un par de documentales interesantes sobre aspectos de la biología de los loros y los morrocoyes, así como un conjunto de investigaciones científicas y tesis de grado y postgrado en las áreas de producción animal, manejo y conservación de fauna silvestre y ecología. Mataclara se destaca además por haber liderado la formación de Aprinatura y el Proyecto "Refugio Privado de Jagüares Silvestres" del estado Cojedes.

POSADA HATO LA FE (http://www.hatolafe.com/hatolafe.htm). Esta propiedad de 3.000 ha ubicada en las cercanías del Hato Masaguaral y los Esteros de Camaguán, alberga 236 especies de aves asociadas a las sabanas, bosques, palmares y una comunidad de más de 20 plantas acuáticas en la desembocadura del caño Mata e´Rancho. Con 4 km navegables entre sus límites, este afluente del río Guárico es hábitat y refugio de la tonina (*Inia geofrensis*), especial atractivo junto a la observación de aves y la navegación por este caño. La naturaleza representa gran parte de la oferta ecoturística que sustenta este hato comprometido con la conservación de la biodiversidad del llano.

CONSIDERACIONES FINALES

Según Imhoff y Baumgartner (2005) se ha vuelto especialmente evidente el papel que juega la agricultura moderna en la "crisis de la biodiversidad". Hace 200 años que la producción agrícola ha convertido áreas naturales de valles fluviales, sabanas, humedales, tierras altas y bosques, en tierras de cultivo y para la cría de ganado. La erradicación de la vegetación natural ha reducido la biodiversidad silvestre a sectores aislados. La agricultura se ha convertido en la principal causa del peligro de extinción de muchas especies en Norteamérica, y esta situación no es distinta en otras regiones del mundo, incluida la Orinoquía.

Según Seijas y Bonavino (2002), la conservación de la diversidad biológica en áreas privadas puede realizarse de dos modos, pasiva o activamente. Denominan conservación pasiva aquella en la cual la presión sobre los ecosistemas naturales -como consecuencia de la ganadería extensiva (principal actividad económica de estas propiedades)- es muy baja o moderada, al igual que el esfuerzo del propietario para la preservación de la diversidad-. Conservación activa es aquella desarrollada en predios donde algún recurso genético está involucrado en su actividad económica, y por cuya razón el propietario tiene la necesidad de invertir en el cuidado del recurso -vigilancia, reforestación, etc.- para su aprovechamiento sostenible (Seijas y Bovarino op.cit.). En los llanos de Venezuela, unas 27 propiedades privadas han ejercido ambos modos de conservación de la diversidad biológica. Algunas de ellas, con tradición de cinco décadas, pueden considerarse los hatos pioneros del país. Es claro que los bosques de sabana, de galería y los morichales por ejemplo, protegen los suelos y las aguas subterráneas y albergan una alta biodiversidad que ha resultado ser una ganancia adicional. Su protección en los predios privados es garantía de enormes beneficios en relación a la escasa superficie que ocupan.

La problemática de la explotación de recursos en los llanos, se extiende en áreas públicas y privadas a toda la cuenca del Orinoco y no debemos de ningún modo limitar nuestra observación y acción a un lado, sabiendo que naturalmente esta región incluye a dos países: Colombia y Venezuela.

En tal sentido, las actividades agropecuarias y petroleras en el Arauca colombiano comienzan a ejercer un gran impacto sobre los ecosistemas de sabana. Los procesos de mecanización del suelo y siembra de pastos exóticos en la altillanura colombiana, están generando intensos procesos erosivos que afectan los esteros (Etter 1998). La siembra de palma de aceite, soya, arroz, caña de azúcar, maíz y otros

G. Osorio

monocultivos deberían tener como requisito para su implementación por ejemplo, el estudio de impacto sobre los acuíferos. Saber cuánta agua necesitan, cuánta evapotranspiran en relación a los ecosistemas naturales, y si las condiciones edáficas, climáticas, etc. favorecen los cultivos y mantienen el justo balance. La información que existe ya da cuenta del desafío. No todas las tierras análogas responden por igual a determinada transferencia tecnológica. Nachtergaele y Brinkman (2006) concluyen que los esfuerzos por establecer modelos de simulación muy detallados para el crecimiento de los cultivos, son difíciles de generalizar y no permiten extrapolaciones a zonas predeterminadas. Coincidimos y ponemos en duda la efectividad de copiar en los llanos lo que se hace en otras llanuras en términos de producción agrícola sostenible. Debemos ensayar con mínimo riesgo y atendiendo previsiones como las de Etter *et al.* (2010), quien advierte que la tasa de conversión de las sabanas de esta cuenca del Orinoco, podría alcanzar el 2% en 2020, es decir en nueve años.

Parece además, que existe una amenaza potencial en la ampliación de la infraestructura vial y el desarrollo petrolero al sur del río Meta. Si así fuera, la deforestación de los bosques de galería de los departamentos del Meta y el Vichada en Colombia, sumarían un impacto a los del lado venezolano de la Orinoquía. Por esta razón, es tan importante apoyar a quienes como propietarios de tierras han tenido la sensibilidad de comprender que la diversidad biológica en sentido amplio, esté donde esté, es un patrimonio de todos. Escobar y Solano (2009) analizan el estado de la conservación voluntaria en tierras privadas de Colombia, en donde la ausencia de beneficios tributarios no ha desestimulado el avance de las 842 iniciativas privadas o colectivas que cubren mas de 100.000 ha con interés en la conservación (Monteferri 2009).

Pero también debemos entender la diferencia entre potencial y factibilidad para la conservación. La factibilidad incluye una serie de condicionamientos que el propietario debe superar para decidirse por la protección de ciertos espacios. Aún cuando exista el potencial (natural, humano, logístico, económico), el propietario debe conciliar el conjunto de intereses a los cuales está supeditada la tierra, antes de decidir respecto a la ejecución de proyectos, planes o formas de manejo concebidas para proteger la riqueza natural en sus predios. Por esta razón es tan importante que cada actor clave aporte lo necesario. El conocimiento y la información para saber el costo-beneficio de la intervención, los planes alternativos, sostenibles y novedosos que garanticen el bienestar del modo mas equilibrado posible, las normas y leyes que fomenten, apoyen y garanticen los beneficios de la conservación colectiva o privada (guardería y control, incentivos, planes conjuntos, etc.) y la promoción del conocimiento, las buenas prácticas en las nuevas generaciones de ciudadanos. Podemos tomar mejores decisiones con la información disponible al respecto, alguna ya compilada y muy reciente (Rodríguez *et al.* 2009, Lasso *et al.* 2010).

Hay muchas alertas a considerar. Baldizán y Chacón (2007) se refieren por ejemplo al peligro de desaparición en 20 años de los bosques secos caducifolios de los Altos Llanos Centrales, si la tasa actual de deforestación se mantiene. Sin embargo, coinciden en que es posible la convivencia de actividades ganaderas con la preservación del bosque nativo cuyas especies con potencial forrajero, podrían ser rentabilizadas mediante el empleo de técnicas silvopastoriles. Curiosamente, para los que han talado los bosques, habría que recordar que la baja productividad pecuaria se asocia a efectos de la deforestación tales como fragmentación de áreas boscosas continuas o fluctuaciones del clima (Baldizán y Chacón op. cit.).

Según Rifkin (1992) dos millones de hectáreas han sido taladas y quemadas en Latinoamérica para dar cabida a crecientes rebaños de ganado. En Venezuela, la expansión de la frontera agrícola y pecuaria ocasionó una tasa de deforestación total superior a las 200.000 ha por año (Mondolfi 1993). En todos los casos la expansión ganadera se encuentra ejerciendo una competencia desigual con la fauna silvestre (Salaya *et al.* 1999), la cual a su vez, podría emplearse para la alimentación humana bajo sistemas de manejo y zoocriaderos, de modo perdurable y con valores de productividad por hectárea, incluso superiores a los del ganado vacuno (Smythe 1981).

Según Imhoff y Baumgartner (2005) la experiencia demuestra que mantener hábitats naturales en zonas agrícolas aporta beneficios sustanciales, algunos de ellos apenas son tomados en cuenta, como por ejemplo el incremento de los organismos del suelo que favorecen ambientes de crecimiento mas saludables, o el aumento en la riqueza de polinizadores e insectos benéficos que contribuye a una mayor producción y control de las plagas. Moya (2002) afirma que los márgenes brutos de ganancia por hectárea son superiores cuando se invierte en prácticas conservacionistas.

Lo expuesto hasta aquí permite afirmar que las propiedades privadas pueden contribuir extensamente, como ha sido el caso de Venezuela, en el proceso de conocer, cuidar e

Fudeci

incluso rescatar la biodiversidad llanera. Ha quedado demostrada la importancia de proteger complejos de ecosistemas. Cuando se trata de espacios públicos hay que llegar a acuerdos, buscar objetos de conservación y especies clave para "salvar" de la transformación lo que ha de quedar para sobrevivir mañana. Pero cuando el espacio tiene dueño, es una opción personal hacerlo de otra manera. Se puede y se debe mantener un justo balance entre ganancia económica y ganancia ecológica. El hombre siempre ha encontrado la forma de lograr sus metas. Habría que hacer del equilibrio natural un objetivo para el bienestar común.

Si bien Venezuela no cuenta en este momento con el apoyo del gobierno para la conservación privada, la meta de protección de la biodiversidad de la cuenca sigue vigente. Aun podemos hacer y conocer más en cuanto a:

- Inventarios de recursos hidrobiológicos (flora y fauna).
- Historia natural de las especies: hábitos reproductivos, alimenticios, crecimiento y desarrollo, distribución espacio-temporal de los estadios, depredadores y parásitos.
- Estudio de la vegetación acuática y su relación con la fauna: nutricional, protectora, mejoramiento de la calidad de agua, manejo y aprovechamiento.
- Evaluación de impactos y degradación de las unidades de vegetación.
- Planes de reforestación con especies autóctonas.
- Estado de las poblaciones naturales de las especies consideradas emblemáticas.

Aún debemos esforzarnos por:

- Impulsar líneas de investigación de especies que permitan la conservación de conjuntos de ambientes naturales en la Orinoquia.
- Caracterizar el estado de las poblaciones naturales de herbívoros mayores que sean presa de las poblaciones de felinos (jaguar y puma, principalmente).
- Apoyar la investigación básica que provea fuentes alternativas de proteína animal (zoocría silvestre).
- Promover el uso de fertilizantes foliares.
- Caracterizar el recurso pesquero y su uso a nivel regional.
- Determinar de acuerdo al análisis de mercado, las principales especies comercializadas por región y su potencial para el aprovechamiento a través de programas de manejo piscícola.
- Promover una línea de actuación hacia la protección y restauración de los ecosistemas fluviales y zonas húmedas como dominio público, no solo por su importancia funcional sino por la progresiva pérdida de un bien común. Al respecto, debe procurarse la aplicación de tecnologías de bajo impacto, evitando en lo posible obras de dragado y encauzamiento que proliferan en ríos y que afectan el papel conector de los ecosistemas fluviales y la función de reserva de biodiversidad.
- Redactar planes conjuntos de especies sensibles a la alteración de un hábitat común para aprovechar su sinergia y proteger sus hábitats.
- Conservar complejos de ecosistemas, seleccionar conjuntos de especies clave, cuya mejora en la calidad de hábitat tenga mayor repercusión sobre el conjunto de la biocenosis.
- Exigir la utilización de especies autóctonas en la repoblación vegetal e incentivar la creación de viveros.
- Elaborar un catálogo de paisajes y hábitats amenazados.
- Considerar la urgencia de incorporar personal capacitado al trabajo con grupos sociales, capaces de proporcionar conocimiento, fomentar el diálogo y la toma de decisiones para desarrollar programas de intervención en cada sector de los llanos.

En Venezuela se ha demostrado que las iniciativas de conservación privada están en capacidad de: 1) apoyar, divulgar y contribuir ampliamente al conocimiento de la biodiversidad de la cuenca del Orinoco; 2) preservar con éxito el conjunto de especies emblemáticas y de importancia funcional para el ecosistema llanero; 3) recuperar especies casi extintas de fauna llanera y 4) aplicar métodos de uso sostenible de los recursos agrícolas y ganaderos, compatibles en considerable medida con la protección de los ecosistemas. Hemos reconocido el potencial de la propiedad privada en la conservación de la diversidad biológica del llano, de esta experiencia nos valemos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de los hatos llaneros que decidieron preservar el patrimonio natural de la cuenca del Orinoco y fomentaron el conocimiento que nos permite hoy día reconocer lo que podemos perder. A los colegas y amigos del llano. La información sobre la evaluación de potencialidades de conservación en propiedades privadas es parte del proyecto GEF "Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en la ecorregión de los llanos" - Fudena. Gracias a C. Lasso, C. Señaris, A. Machado-Allison y O. Hernández, C. Matallana, R. Antelo, R. Hoogesteijn, N. Díaz, A. Degwitz-Maldonado y Tony Croceta.

G. Osorio

Fudeci

BIBLIOGRAFÍA

- Antelo A. R. 2008. Biología del cocodrilo o caimán de Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela), Tesis Doctoral. Departamento de Ecología Universidad Autónoma de Madrid. 336 pp.
- Aprinatura 2004. Boletín de la Red Venezolana de Áreas Privadas para la Conservación de la Naturaleza APRINATURA. Caracas, Septiembre 2.004 Año 1 Nº 2.
- Bertsch, C. y G. R. Barreto 2008. Abundancia y área de acción del paují de copete (*Crax daubentoni*) en los llanos centrales de Venezuela. *Ornitologia Neotropical* 19 (Suppl.): 287-293.
- Blohm, T. y A. Fernández. 1948. La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle en Pararuma. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 8: 35-69.
- Bourlière, F. y M. Hadley. 1983. Present-day savannas: an overview. Pp. 1-17. *En*: F. Bourlière (Ed.) Ecosystems of the World, 13. Tropical Savannas. Elsevier, Amsterdam.
- Cole, M. M. 1986. The Savannas: Biogeography and Geobotany. Academic Press. Londres, RU. 438 pp.
- Dallmeier, F. 1991. Whistling-ducks as a manageable and sustainable resource in Venezuela. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical Economic costs and benefits. Pp. 266-287. *En*: J.G. Robinson y K.H. Redford (Eds.). Neotropical Wildlife Use and Conservation. University of Chicago Press, Chicago.
- Delascio-Chitty, F. 2007. Diversidad vegetal en los llanos de Cojedes (Venezuela). Hato Piñero ejemplo de ello. XVII Congreso Venezolano de Botánica.
- Dezzeo, N., S. Flores, S. Zambrano-Martínez, R. Louise y E. Ochoa. 2008. Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 33:733-740.
- Eisenberg, J. F. 1980. The density and biomass of tropical mammals. Pp. 35-55. *En*: M.E. Soulé y B.A. Wilcox (Eds.). Conservation biology. An evolutionary-ecological perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Eiten G,. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- Escobar, P. y C. Solano. 2009. Colombia. Pp. 109-158. *En*: Monteferri, B. y D. Coll (Eds.). Conservación privada y comunitaria en los países amazónicos. Sociedad peruana de derecho ambiental, Lima.
- Etter. A. 1998. Ecosistemas de Sabanas. Informe Nacional Sobre el estado de la biodiversidad en Colombia . Pp.75 – 96. *En*: Instituto Alexander von Humboldt (Ed.) Colombia.
- Etter, A., M. Romero y A. Sarmiento. 2010. Land use change (1970-2007) and the Carbon emissions in the Colombian Llanos. Pp. 383-402. *En*: Hill, M. y N. P. Hanan (Eds.) Ecosystem Function in Savannas: measurement and modeling at landscape to global scales, Chapter 20. Taylor & Francis CRC Press, Boca Raton.
- FAO 2010. Segundo informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo – resumen 1. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y Agricultura. Roma. 16 pp.
- Fernández , Y. A. 1968. La tortuga Arrau. *El Lago* 10: 148-151.
- Fudena-GEF 2003. Proyecto Conservación y Uso Sustentable de la Ecorregión de los Llanos de Venezuela. Documento interno. 16 pp.
- Giraldo, D. 2001. Gramíneas y leguminosas introducidas. Pp. 70-75. *En*: MARN, 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela.
- Hernández, O. y R. Espín. 2006. Efectos del reforzamiento sobre la población de tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en el Orinoco medio, Venezuela. *INCI* 31:424-430.
- Hernández, O. 2007. Zoocriaderos del Caimán del Orinoco: Situación y perspectiva. Pp. 29-35. *En*: Seijas, A.E. (Ed.). Conservación del Caimán del Orinoco. Memorias del III Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco. Biollania. Edición Especial.
- Hernández, O., R. Espín, E. Boede y A. Rodríguez. 2010. Algunos factores que afectan el crecimiento en cautiverio de crías de caimanes y tortugas del Orinoco (*Crocodylus intermedius, Crocodylus acutus y Podocnemis expansa*). Pp. 213-224. *En*: Machado-Allison, A., Hernández, O., Aguilera, M., Seijas, A. E.,y Rojas, F. (Eds.). Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti. Embajada de Filandia, Fudeci, IZET, Unellez, USB, FLSCN, PDVSA y FIJB, Caracas, Venezuela, 276 pp.
- Herrera, E. 2010. Estructura social del chigüire: rigidez y adaptabilidad. Pp. 69-76. *En*: Machado-Allison, A., Hernández, O., Aguilera, M., Seijas, A. E.,y Rojas, F. (Eds.). Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti. Embajada de Filandia, Fudeci, IZET, Unellez, USB, FLSCN, PDVSA y FIJB, Caracas, Venezuela, 276 pp.
- Hoogesteijn, R., A. Hoogesteijn y A. González F. 2005. Ganadería y ecoturismo, dos actividades productivas, compatibles y sustentables en hatos de sabana inundable. Pp. 23-77. *En*: R. Romero, J. Salomón y J. De Venanzi (Eds.). XX Cursillo sobre bovinos de carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
- Hoogesteijn, R. y C. Chapman. 1998. Hatos Ganaderos como centros de conservación en los Llanos de Venezuela. *Natura* 113: 12-18.
- Huber O. 2007. Sabanas de los llanos venezolanos. Pp. 73-90. *En*: Duno de Stefano R, Aymard G, Huber H (Eds.) Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA-Fund. Polar-FIBV. Caracas, Venezuela.
- Huber, O. y C. Alarcón. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. 1:2000000. MARNR-The Nature Conservancy. Caracas, Venezuela.
- Humboldt, von A. 1826, Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, Tomo 6, Imprimerie J. Smith, Paris.
- Imhoff, D. y J. A.Baumgartner. 2005. Haciendo agricultura con la naturaleza. LEISA *Revista de Agroecología* 20-4.
- Invega. 2008. Hato El Frio. El corazón de los Llanos. Publicaciones Degal C.A Caracas. 191 pp.
- Lasso, C. A., S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia. 609 pp.
- Licata, L. 1994. La tortuga Arrau y su conservación. Cuadernos Ecológicos Corpoven. Caracas, Venezuela. 43 pp.
- López-Hernandez, D. y A. D. Ojeda 1996. Alternativas en el manejo agroecológico de las sabanas del norte de Suramérica. *Ecotrópicos* 9: 101-117.
- Medellín, R. A. y K. H. Redford. 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. Pp. 519-548. *En:* P. A. Furley, J. Proctor y J. A. Ratter (eds). Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. Chapman and Hall, London.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN) 2000. Primer informe de país para la Convención sobre Diversidad Biológica. Venezuela (sin paginar).
- Ministerio de Agricultura y Cría. 1972. Anuario Estadístico Agropecuario. Venezuela (sin paginar).
- Ministerio de Agricultura y Cría. 1964. Memoria y Cuenta. Venezuela (sin paginar).
- Molina, C. y O. Hernández. 2010. Observaciones y recomendaciones al programa sustentable de la "baba" (*Caimán crocodilus*) del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente de Venezuela. Pp. 161-175. *En*: Machado-Allison, A., Hernández, O., Aguilera, M., Seijas, A. E.,y Rojas, F. (Eds.). Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti. Embajada de Filandia, Fudeci, IZET, Unellez, USB, FLSCN, PDVSA y FIJB, Caracas, Venezuela, 276 pp.
- Mondolfi, E. 1993. Pasado, presente y futuro de la fauna en Venezuela. Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, 27: 129-137.
- Monteferri, B. (2009) Análisis comparativo de la conservación privada y comunitaria en los países amazónicos. Pp: 15-55. *En*: Monteferri, B. y D. Coll (Eds.). Conservación privada y comunitaria en los países amazónicos. Sociedad peruana de derecho ambiental. Lima.
- Mosqueira, M. 1960. Las Tortugas del Orinoco. Editorial Citania. Buenos Aires, Argentina. Segunda Edición. 149 pp.
- Moya, J. 2002. Prácticas silvopastoriles Finca José Antonio López Garita. Estudio de caso. I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista. San José - Costa Rica, 28-29 Nov 2002.
- Salaya, J. J., M. Ojeda, D. Novoa, E. Szeplaki y S. Gutierrez. 1999. Aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre. Pp: 77-88.
- Nachtergaele, F. y R. Brinkman. 2006. Identificación de tierras análogas para la transferencia de tecnología agrícola en las zonas de sabana del mundo en desarrollo. Pp? *En*: Eds? Gestión Integrada de Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
- Ojasti, J. 1973. Estudio Biológico del chigüire o capibara. FONAIAP, Caracas.
- Ojasti, J. y E. Rutkis. 1965. Operación tortuguillo, un planteamiento para la conservación de la tortuga del Orinoco. *Agricultor Venezolano* 228: 32-37.
- Paolillo, A. 1982. Algunos aspectos de la biología reproductiva de la tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en las playas del Orinoco medio. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. 131 pp.
- Rodríguez, M., G. I. Andrade, G. Castro, A. Duran, G. Rudas, E. Uribe y E. Wills. 2009. La mejor Orinoquia que podemos construir. Elementos para la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Corporinoquia, Universidad de los Andes, Foro Nacional Ambiental y Fescol. Dupligraficas LTDA. Bogotá. 66 pp.
- Quintero, J.Q. 2005. Guerra a muerte contra el latifundio - Parte I. Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información. http://www.minci.gob.ve/pagina/2/5635/guerra_a_muerte.html. Publicado: 4 de octubre de 2005. Consultado: 27 marzo 2011.
- Ramírez, Y., C. Castillo y S. J. Gorzula. 1977. Proyecto Venezolano sobre Cocodrilos (Venezuelan Crocodile Project). SSAR *Herpetological Review* 8: 130.
- Rifkin, J. 1992 Beyond beef, the rise and fall of the cattle civilization. The Penguin Publishing Group edit. New York, U.S.A. 353 pp.
- Rial., B. A. 2006. Propuesta metodológica para la evaluación de la vegetación con fines de conservación en áreas privadas de los llanos del Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 3: 130-135.
- Rial, B. A y D. Giraldo. 2004. Factibilidad de la conservación en áreas privadas de la ecorregión de los Llanos. Informe Técnico FUDENA – GEF. 76 pp.
- Rial, B. A. y D. Giraldo. 2003. Análisis y Perspectivas para la Conservación en Áreas privadas de la Ecorregión de Los Llanos de Venezuela. Informe Técnico FUDENA- GEF. 120 pp.
- Ruiz, B. D. 2004. La biodiversidad en la ecorregión de los Llanos de Venezuela y las prioridades para su conservación. *Ecosistemas* 13: 124-129.
- Seijas, A. y R. Bonavino. 2002. Informe final del proyecto "Conservación y uso sostenible de la Biodiversidad en la Ecorregión de los Llanos de Venezuela". Sub-componente fauna silvestre y acuática. BIOCENTRO. Informe Técnico FUDENA. Guanare, 247 pp.
- Seijas, A. E., J. M. Mendoza y P. Ávila Manjón. 2010. Tendencias poblacionales a largo plazo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el sistema del Río Cojedes, Venezuela Pp. 149-160. *En*: Machado-Allison, A., Hernández, O., Aguilera, M., Seijas, A. E. y Rojas, F. (Eds.). Simposio Investigación y Manejo de Fauna Silvestre en Venezuela en homenaje al Dr. Juhani Ojasti. Embajada de Filandia, Fudeci, IZET, Unellez, USB, FLSCN, PDVSA y FIJB, Caracas, Venezuela, 276 pp.
- Salaya, J.J., M. Ojeda, D. Novoa, E. Szeplaki y S. Gutierrez. 1999. Aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre. Pp: 77-88. *En*: Jornadas sobre Desarrollo Sostenible del Medio Rural. Caracas.
- Sarmiento, G.1983. The savannas of tropical America. Pp. 245-288. *En*: Bourliere F. (Eds.). Tropical Savannas. Ecosystems of the World. Vol. 13. Elsevier. Amsterdam, Holanda.
- Schaller, G.G. 1983. Mammals and their biomass on a Brazilian ranch. *Arquivos de Zoología*, São Paulo 31:1-36.
- Smythe, N. 1981. Rendimiento sostenido de proteína proveniente de los bosques neotropicales: una alternativa a la deforestación. *Revista Médica de Panamá* (6) 1: 56-64.
- Spehar, C. R. y P. I. M. Souza 2006. Los sistemas de cultivos sostenibles en los Cerrados brasileños. *En*: Gestión Integrada de Cultivos.Depósito de Documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma.
- Stergios, B., J. Comiskey, F. Dallmeier, A. Licata y M. Niño. 1995. Species diversity, spatial distribution and structural aspects of semideciduous lowland gallery forests in the western llanos of Venezuela. Pp. 449-480 *En*: Forest Biodiversity in North, central and SouthAmerica andthe Caribbean. (F. Dallmeier and J. Comiskey) Mandand Biosphere UNESCO. ParthenonPublishing. Vol. 21.
- Velasco, A. 2008. Beneficios económicos del programa de aprovechamiento de la baba (*Caimán crocodilus*) en Venezuela (1983-2007). *En*: Castro Viejo J., J. Ayarzagüena y A. Velasco (Ed). Contribución al conocimiento de los caimanes el género Caimán en Suramérica. Publicación *Asociación de Amigos de Doñana* 18: 2-22.

G. Osorio

- Velasco, A., G. Colomine, R. De Sola y G. Villarroel. 2003. Effects of sustained harvests on wild populations of *Caiman crocodilus crocodilus* in Venezuela. *Interciencia* 28: 544-548.
- Velasco, A., R. De Sola y E. Marin. 2008. El chigüire en Venezuela (*Hydrochaerus hydrochaeris*) y su plan de manejo. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 68: 107-122.
- Vila, M. A. 1965. Aspectos geográficos del Estado Guárico. Corporación Venezolana de Fomento. 235 pp.
- Zambrano, A. 1979. Hidrografía. Pp.197-199. *En*: Atlas de Venezuela.. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Cartografía Nacional. Segunda Edición. Caracas.

Paso del ganado durante el pico de inundación en un Hato del Cajón de Arauca. Producción ganadera en el ciclo natural. Foto: R. Hoogesteijn. >>

Myrmecophaga trydactyla mamá y bebé en el Hato El Frío. Foto: T. Croceta.

Casanare, Palmarito. Foto: F. Trujillo.

.11 CONTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS DE LA SOCIEDAD CIVIL A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA ECORREGIÓN DE LOS LLANOS COLOMBIANOS EN EL MARCO DEL CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

C. Señaris

Miguel Andrés Suárez-Gómez, Robert Wilson y Ricardo Roa

RESUMEN

La creación de Áreas Naturales Protegidas Públicas (ANPPs) ha sido una de las estrategias fundamentales para alcanzar el objetivo planteado por el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) del 10 % de las ecoregiones del mundo conservadas eficazmente para el año 2010, meta esta que se incrementó en un 17 % para el año 2020 (COP10 en Nagoya, Japón). En Colombia, las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) complementan a las ANPPs para lograr esta meta. Este trabajo analizó *i)* si el sistema de áreas naturales protegidas públicas (ANPPs) conserva exclusivamente por lo menos el 10 % del área de la ecoregión de la Orinoquia *ii)* si esta área refleja una cobertura de por lo menos el 10 % de cada uno de los ecosistemas presentes y *iii)* hasta qué grado las RNSC complementan las ANPPs para lograr una adecuada representatividad ecosistémica. Se encontró que los ecosistemas naturales y seminaturales representan 77,7 % del área de la ecorregión de los llanos (14635835 ha). Aunque las ANPPs cubren un área aproximada equivalente al 6,11 % de la ecorregión, estas son aún insuficientes para lograr la meta del CBD. A pesar de la relativamente baja proporción en área de las RNSC, estas contribuyen a complementar algunos de los vacíos del sistema público de ANPPs en ecosistemas estratégicos, además de cumplir con un importante rol en la articulación de procesos en torno a la conservación.

Palabras clave: Colombia. Convenio de Diversidad Biológica. Ecorregión de Los Llanos. Complementariedad. Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

INTRODUCCIÓN

La creación de ANPPs ha sido una de las estrategias fundamentales para mitigar la crisis de la biodiversidad y alcanzar el objetivo propuesto por el CBD de tener por lo menos "*el 10 % de las ecoregiones del mundo conservadas eficazmente*" para el año 2010, (CBD-COP7 Decisión VII/30 en http://www.biodiv.org/decisions/) objetivo éste que se incrementó en Nagoya, Japón, en por lo menos un 17 % de la superficie terrestre y el 10 % de las áreas costeras y marinas especialmente y áreas de particular importancia para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para el año 2020 (CBD-COP10 Decisión X/2).

Se calcula que aproximadamente un 12,2 % de la superficie terrestre y un 5,9 % de los mares territoriales corresponde a áreas protegidas (Coad *et al.* 2009). Sin embargo, menos de la mitad de las ANPPs son manejadas eficazmente para conservación de la biodiversidad dando como resultado un estimado más realista de tan solo un 5,1 % (Hoekstra *et al.* 2005). Adicionalmente, los recursos financieros disponibles actualmente son insuficientes para satisfacer las necesidades de muchas ANPPs, específicamente en países en vía de

C. Señaris

desarrollo (Bruner *et al.* 2004). Un presupuesto operativo que solo satisface el 30% de las necesidades presupuestales, da como resultado que las áreas no cuenten con personal suficiente, que los equipos y materiales de trabajo sean en algunas ocasiones deficientes y por lo tanto que no se pueda cumplir con todas las necesidades administrativas (IUCN 2004). Esta limitación contribuye de manera importante a la pérdida y degradación de importantes recursos naturales, debido a que limita la cobertura y efectividad en el manejo de áreas naturales protegidas establecidas y por lo tanto su habilidad de cumplir los objetivos de conservación propuestos (Bruner *et al.* 2004). Adicionalmente, la expansión significativa de los sistemas de áreas protegidas desde la firma del CDB ha sobrepasado la capacidad institucional y financiera de manejo de estos sistemas, en especial para los países en vía de desarrollo (Bruner *et al.* 2004). Por último cada vez es más difícil la creación de nuevas áreas protegidas de naturaleza pública debido a la expansión de la frontera agrícola y urbana que ha aumentado el costo de oportunidad de la tierra.

Mientras tanto, el cambio de uso del suelo sobrepasa los esfuerzos de conservación a nivel mundial y es uno de los principales factores en la pérdida de biodiversidad, como lo plantea la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005). Alrededor del 50% de la tierra habitable se ha destinado a la producción agropecuaria y se espera que esta tendencia continúe en el futuro (CDB/UNEP 2001). El crecimiento exponencial de esta y otras actividades antropogénicas amenaza la integridad de los ecosistemas a nivel mundial transformándolos en paisajes fragmentados seminaturales – según la definición de Andrade *et al.* (2010) ecosistemas cuya estructura y función han sido modificados parcialmente por actividades humanas - (Ochoa-Ochoa *et al.* 2009), que limitan la dispersión natural de plantas y animales por fuera de los limites de las ANPPs (Becker *et al.* 2007).

Por las razones anteriormente mencionadas está claro que a pesar de los esfuerzos para establecer nuevas ANPPS en las últimas décadas, la red global de áreas protegidas presenta vacíos significativos y resulta insuficiente para conservar integralmente la biodiversidad y lograr una representatividad ecosistémica adecuada (Rodrigues *et al.* 2004, Brooks *et al.* 2008). Es necesario entonces que esta estrategia sea complementada mediante un enfoque más amplio que incluya el fortalecimiento de estrategias emergentes como la conservación en tierras privadas (Gallo *et al.* 2009).

Recientemente, múltiples estudios reconocen la importancia de la conservación de especies y ecosistemas a través de iniciativas sociales como las Reservas Naturales Privadas (RNP) (Gallo *et al.* 2009, Ochoa-Ochoa *et al.* 2009). Se reconoce que miles de propietarios privados han demostrado su voluntad y capacidad para conservar millones de hectáreas de tierras (Thackway y Olsson 1999, Rudel 2006, Rial Estudio de caso 5.10). Estas áreas en muchas ocasiones son fundamentales para las estrategias de conservación nacionales debido a que en numerosas ocasiones son creadas para salvaguardar las especies y hábitats remanentes (DeFries *et al.* 2005), que pueden estar ausentes en la red de ANPPs (Ochoa-Ochoa *et.al* 2009). De esta manera, contribuyen en gran medida a la creación de una Red Global de Áreas protegidas más integral (CBD 2010). Sin embargo, es usual que las RNP se encuentren ausentes de las estadísticas nacionales de conservación (por lo tanto son generalmente desconocidas por autoridades regionales y locales) y hasta recientemente estaban por fuera del interés académico. De manera similar los esfuerzos de conservación generados por entidades públicas se focalizan en su mayor parte a la creación de nuevas ANPPs en zonas remotas o con baja densidad poblacional, sin fortalecer esta iniciativa del sector privado (Rudel 2006).

En Colombia las RNP se denominan Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), son la única figura de conservación privada y están reconocidas mediante la Ley 99 de 1993 que las define como: *[...] La parte o el todo de un área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y que sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, cuyas actividades y usos se establecerán de acuerdo a reglamentación, con la participación de las organizaciones sin ánimo de lucro de carácter ambiental,* y posteriormente por el decreto 2372 de 2010.

Colombia suscribió el CBD a través de la Ley 165 de 1994, con base en la cual se formuló la Política Nacional de Biodiversidad y se adquirió el compromiso de conformar y consolidar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP definido como el conjunto de áreas protegidas, actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de jurisdicción pública, privada o comunitaria, y de ámbito de gestión nacional, regional o local.

Con este objetivo se formula un plan de Acción del Sistema de Áreas Protegidas (en http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.11) cuyo objeto es establecer y mantener sistemas nacionales

C. Señaris

y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos mediante un proceso de cooperación interinstitucional. Para la implementación del Plan de Acción se firma un memorando de entendimiento, donde las instituciones que lo componen se comprometen a colaborar en el diseño, concertación y ejecución de dicho plan. El plan de acción del SINAP establece como uno de sus objetivos "*Asegurar la representación ecológica del SINAP y la conectividad entre las áreas protegidas que lo integran*". Teniendo en cuenta este objetivo se establece la necesidad de asegurar la representatividad ecológica en las áreas protegidas, es decir, qué y cuánto se está protegiendo dentro de éstas áreas (Matallana y Morales 2009).

Bajo este marco, los análisis de representatividad de áreas protegidas pretenden dar respuesta a cuanto está protegido, es decir, establecen en qué medida están incluidos los objetos de conservación en los sistemas de áreas protegidas. Esto significa que las áreas protegidas deben contener muestras adecuadas de las especies, los ecosistemas, y procesos ecológicos existentes en una región determinada y deben estar configuradas de tal manera que las especies persistan en el largo plazo (Dudley y Parrish 2006).

Un 12 % de la superficie terrestre colombiana está dentro de las 55 áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) (Andrade y Corzo 2009), porcentaje que puede aumentar si en los análisis se tienen en cuenta las áreas protegidas de carácter regional, local y privadas. De hecho en el 2010 se reportó el 20,9 % de la superficie terrestre colombiana protegida y registrada en la base de datos mundial de áreas protegidas (World Database of Protected Areas - WDPA). Sin embargo, a pesar de los inmensos esfuerzos del gobierno colombiano de crear un sistema representativo de áreas protegidas en todas las regiones, algunas de ellas permanecen sub-representadas en el SINAP (CONPES 38 del 2010) por lo que se considera que este sistema no es representativo de la biodiversidad del país (Corzo 2004, Fandiño- Lozano y Wyngaarden 2005).

Se observa entonces que a pesar de tener un 12% del territorio bajo figuras de conservación del orden nacional, superando lo establecido en muchas metas de representatividad para sistemas de áreas protegidas (p.e *10 % de las ecoregiones del mundo conservadas eficazmente* CBD-COP7 Decisión VII/30), aun es necesario realizar un análisis más detallado por tipos de ecosistema, incluyendo las áreas protegidas de todas las categorías (Matallana y Morales 2009). El presente estudio realizó un análisis para establecer particularmente en la ecorregión de los Llanos Orientales colombianos, cuál es el porcentaje de protección y si existe una adecuada representatividad ecosistémica de todas las áreas protegidas tanto públicas como privadas mediante las siguientes preguntas: *i)* ¿el sistema de ANPPs conserva por lo menos el 10% del área de ésta ecorregión en Colombia?, *ii)* ¿las áreas protegidas contienen una cobertura de por lo menos el 10% de cada uno de los ecosistemas presentes en el área de estudio?, y *iii)* ¿Hasta qué grado las RNSC complementan las ANPPs para lograr una adecuada conservación de esta región en términos de representatividad ecosistémica?.

Para este análisis se tuvieron en cuenta las RNSC que se encuentran inscritas a la Unidad de Parques Nacionales Naturales como lo exige la Resolución 0185 del 9 de septiembre de 2008 (UAESPNN, 2010). Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las reservas que a pesar de no estar registradas en la UAESPNN hacen parte de la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), por la voluntad de sus propietarios en términos de que sean destinadas todas o parte para su conservación.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la ecorregión de los llanos que en Colombia se delimita por los ríos Guayabero y Guaviare en el sur, la vertiente oriental de la cordillera de los Andes en el oeste, el río Meta en el noreste y el río Orinoco en el este (Correa *et al.* 2005). La ecorregión de los Llanos Orientales de Colombia comprende en su mayoría planicies que no superan los 500 m de elevación y cubren un área de 188.349 km^2.

Esta ecorregión de los llanos pertenece geográficamente a la cuenca del río Orinoco, conformando una región con un área de 991.587 km^2, entre Colombia y Venezuela (35 % y 65% respectivamente (Correa *et al.* 2005) y es una de las más importantes debido al gran potencial hídrico que poseen sus ecosistemas.

La formación vegetal dominante es la sabana y comprende la mayor variedad de estos ecosistemas naturales de Colombia (Vásquez y Serrano 2009), aun cuando existen zonas selváticas y bosques de galería a lo largo de los cursos de agua, morichales, matorrales y sabanas arboladas. Esta región puede dividirse en virtud de sus características fisiográficas: llanos altos con bosques siempreverdes alternados con sabanas y chaparrales, llanos medios que ocupan las franjas de los cursos medios de los ríos asociados cuya vegetación está dominada por sabanas estacionales y arbustivas, además de bosques caducifolios y de galería, y

C. Señaris

finalmente llanos bajos inundados permanente o temporalmente, por lo cual su vegetación es de sabana y bosques inundables y/o palmares, en los sitios de mayor anegamiento, y de sabanas estacionales y bosques caducifolios en los sitios de mayor elevación (Acosta-Galvis *et al.* 2010).

En promedio, la temperatura anual media es de 27 °C, con disminución en junio, julio, diciembre y enero, e incrementos en marzo y abril, pero con diferencias entre los meses más calientes y fríos de 2°C. En contraste las variaciones diarias pueden estar entre 13°C y 17°C (Correa *et al.* 2005, http://www.eoearth.org/article/Llanos).

La ecorregión de los Llanos presenta una moderada intervención humana, a pesar de haber sido transformada desde tiempos prehispánicos, primero con la extracción de oro y luego con asentamientos humanos y el establecimiento de actividad ganadera, que permanece como una de las actividades económicas principales del área (Correa *et al.* 2005). En la actualidad menos del 4% de la población humana (1712454) vive en esta ecorregión, y corresponden principalmente a campesinos y colonos, aunque habitan también allí poblaciones indígenas. Sin embargo, recientemente han ido llegando nuevos actores que desarrollan actividades que involucran la extracción de recursos naturales que están impactando la fisonomía natural de la ecorregión tales como: deforestación, comercio ilegal de fauna, cultivos ilícitos, agricultura de escala, producción de biocombustibles, minería y extracción de petróleo. Estas actividades amenazan severamente la biodiversidad y las fuentes hídricas de la ecorregión (Correa *et al.* 2005). El área de estudio contiene 16 ÁNPPs del nivel nacional y regional, y 36 RNSC.

METODOLOGÍA

Se colectó información cartográfica de fuentes gubernamentales como UAESPNN (2009) y también de organizaciones no gubernamentales como la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil-RESNATUR (2006), Fundación Horizonte Verde, Fundación Omacha entre otras. Para aquellas RNSC que no tenían información cartográfica digitalizada se realizó este procedimiento mediante la digitalización de fichas catastrales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi o del desaparecido Instituto Colombiano de Reforma Agraria. En los casos en que los mapas oficiales fueron poco recientes o inexactos, se visitaron las RNSC y se procedió a realizar su georeferenciación.

Otras fuentes de información oficial fueron el mapa de Ecosistemas de Colombia del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH e IGAC 2004) e información cartográfica de Áreas Naturales Protegidas de Colombia (Vásquez y Serrano 2009). Todos los análisis espaciales se realizaron usando el paquete SIG ArcGIS (ESRI).

Para este estudio, se analizó un componente de la definición de representatividad dada por el Conpes 3680 del SINAP del 2010 (UAESPNN 2011) que establece que el SINAP será representativo si en el conjunto de sus áreas protegidas se encuentran muestras de la biodiversidad del país a sus diferentes niveles. El análisis se abordó únicamente en el nivel de ecosistemas.

Se dividieron las áreas protegidas en dos grandes grupos, el primero de ellos contenía ANPPs a nivel nacional y regional de acuerdo al inventario realizado por Vásquez y Serrano (2009), el segundo grupo contenía todas las RNSC registradas frente a la UAESPNN y las pertenecientes a RESNATUR hasta julio del 2010.

Se emplearon tres párametros para evaluar la representatividad de las ANPPs y RNSC: 1) representatividad de ecosistémica total en la región y contribución de cada uno de los tipos de áreas protegidas; 2) porcentaje de representatividad ecosistémica comparado con la meta del 10 %; y 3) porcentaje de representatividad ecosistémica por tipo de ecosistema.

El primer paso para el análisis consistió en calcular el área de las ANPPs y de las RNSC, y de cada uno de los tipos de ecosistemas de la ecoregión de acuerdo al mapa de ecosistemas de Colombia (n=100). A continuación se superpusieron estas dos capas y se calculó el área total de cada uno de los tipos de ecosistemas en ANPPs y en las RNSC.

Para determinar la contribución de estos dos tipos de áreas a la representatividad ecosistémica, se hicieron correlaciones de Spearman. Una correlación negativa es indicadora de que las áreas protegidas públicas y privadas están conservando diferentes tipos de ecosistemas. Esto se define como complementariedad, ya que uno de los tipos de área estaría representando un ecosistema ausente o poco representado en el otro (Gallo *et al.* 2009). De manera similar una correlación positiva indica la ausencia de complementariedad, es decir, que todas las áreas estarían conservando los mismos tipos de ecosistema.

Para evaluar el cumplimiento de la meta del CDB (10 % de cobertura como la meta de conservación, CBD-COP7 Decisión VII/30), se calculó la equivalencia en porcentaje de la extensión contenida en las áreas protegidas.

C. Señaris

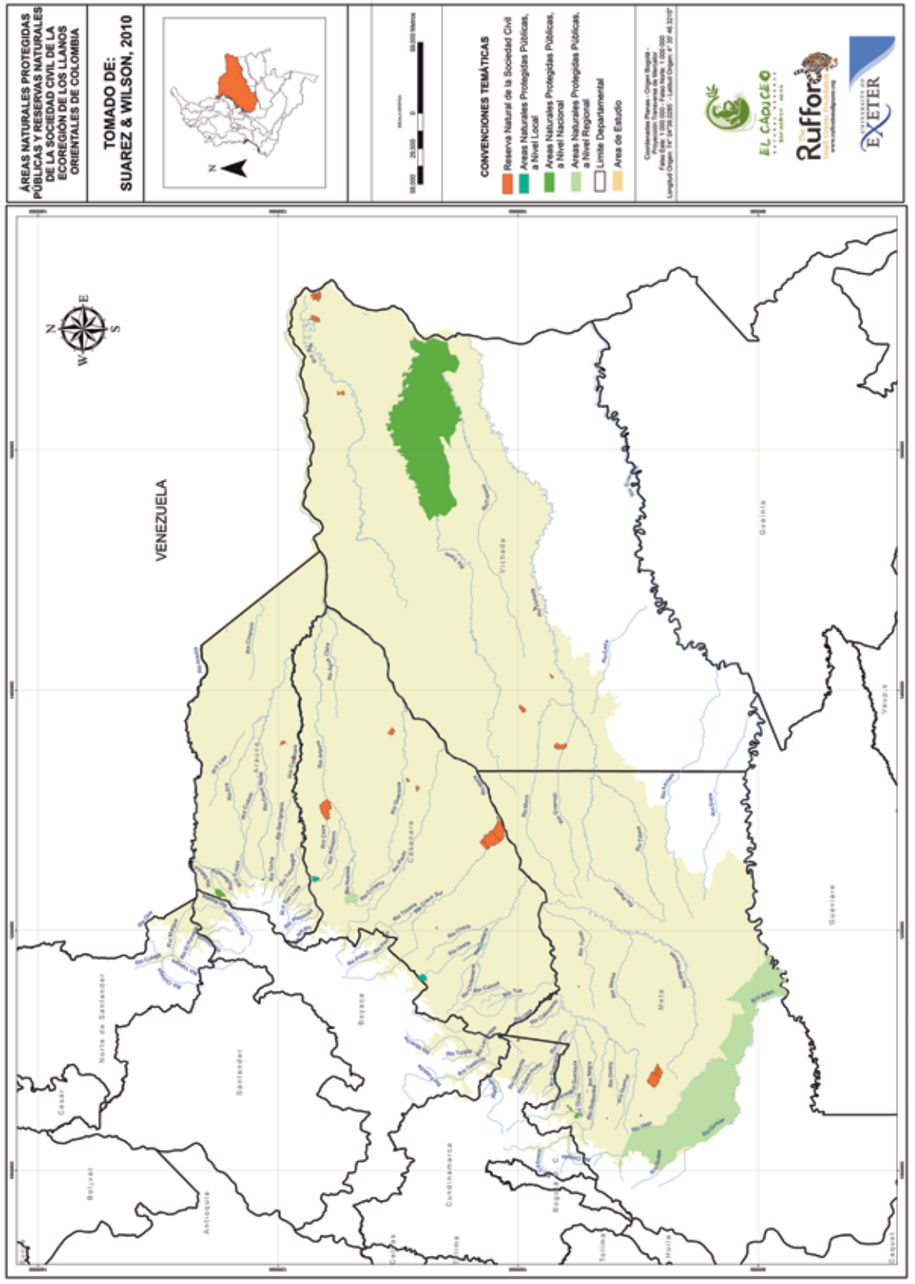


Figura 1. Áreas naturales protegidas públicas y reservas naturales de la sociedad civil de la ecorregión de los llanos colombianos.

C. Señaris

En el último análisis se incluyeron todos los ecosistemas naturales y seminaturales y se dividieron en cinco clases: bosques, sabanas, humedales, agroecosistemas, y otros. Los tipos de ecosistema difíciles de clasificar en alguna de las clases anteriormente mencionadas de denominaron como "otros". Para evaluar el grado de complementariedad en todos los ecosistemas tanto naturales como transformados se calculó la métrica de complementariedad de acuerdo a la metodología propuesta por Gallo *et al.* (2009), esto con el fin de ver la complementariedad en ecosistemas transformados.

$$\text{Métrica de complementariedad de una clase (Mc)} = \frac{((Pc * R) + Sc)}{((Pc * R) - Sc)}$$

Donde Pc = es el porcentaje de tipo de ecosistema conservado por RNSC; R = el total de área de las ANPPs en la ecoregión dividida por el área de las RNSC; Sc = el porcentaje de tipo de ecosistema conservado por ANPPs.

Si al dividir el porcentaje de área por clase ecosistémica (p.e sabanas) conservada por las ANPPs , entre el porcentaje de clase ecosistémica conservada por las RNSC el resultado fuera el mismo que R, entonces la métrica de complementariedad de dicha clase seria igual a 0.

RESULTADOS

Los remanentes de ecosistemas naturales y seminaturales representan el 77,7 % del área del total de la ecorregión llanos (14.635.835 ha). Las ANPPs tienen una cobertura de 6,11 %, y las RNSCs una cobertura 0,35 %, obteniendo un total de 6,46 % de áreas naturales protegidas respecto a la ecorregión entera.

En general no se encontró evidencia significativa de complementariedad para la representatividad ecosistémica total en el porcentaje de cobertura por ANPPs y por RNSC (Spearman ρ= 0,052 df= 82, p= 0,642). Sin embargo, los ecosistemas con una amplia distribución, como en el caso de ecosistemas de gran extensión como las sabanas inundables, tienen una menor cobertura en las ANPPs (ρ=-0,219, df= 82, p= 0,047) pero presentan una complementariedad significativa con la cobertura de las RNSC (ρ= 0,541, df= 82, p< 0,001).

Las ANPPs proveen protección a 58 tipos de ecosistema en mayor o menor grado, pero solo 22 tipos cumplen la meta de conservación del 10 %. Las RNSC representan en cierto grado 40 diferentes tipos de ecosistema y cumplen exclusivamente la meta para sólo uno de ellos.

Sin embargo, al incluir en el análisis las RNSC en conjunto con las ANPPs, el número de tipos de ecosistema que pasó de no tener protección alguna a tener cierto grado de protección, incremento a nueve y uno más cumplió la meta de conservación complementando de manera parcial a las ANPPS.

Los análisis de complementariedad se presentan en la tabla 1. Para las sabanas y otros ecosistemas el resultado no fue significativo (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Cobertura y complementariedad

La cobertura de ecosistemas naturales y seminaturales cubre el 77,7 % de la ecorregión de los Llanos (1.4635.835 ha). Sin embargo la mayoría de estos ecosistemas se pueden clasificar como "seminaturales", lo que implica que son ecosistemas cuya estructura y función han sido modificados parcialmente por actividades humanas (Andrade *et al.* 2009). Sin embargo, es muy probable que los porcentajes de ecosistemas naturales y seminaturales disminuyan significativamente en los próximos años. La visión del gobierno nacional en los últimos años Plan de Nacional Desarrollo 2006-2010 (DNP 2007) definió a la cuenca del Orinoco como si fuera un lienzo en blanco para ser pintado, como un territorio abierto a la exploración y a la colonización, lleno de oportunidades para cualquier clase de iniciativa privada en donde no existían mayores restricciones ambientales. Esta visión ha incentivado uno de los procesos más intensos de transformación y cambio de uso del suelo en los últimos años. En particular se presentan procesos de minería y extracción petrolera y se observa la expansión de la frontera agropecuaria, en especial para la producción de biocombustibles de especies como la palma de aceite. Estas industrias han sido favorecidas ampliamente por este modelo convencional de desarrollo en la ecorregión, el cual desconoce su capital natural como parte fundamental para el desarrollo futuro de este territorio.

La cobertura de las ANPPs fue del 6,11 % de la ecorregión. Este porcentaje muestra que el porcentaje de cobertura en áreas protegidas a nivel nacional de 20,9 % no necesariamente se refleja en una cobertura adecuada de la ecorregión.

C. Señaris

Mientras tanto las RNSC representan el 0,35 %, de la ecorregión. Este valor por sí solo no es más que un indicador del área y no ofrece una visión completa del papel que están cumpliendo las RNSC. En general, a pesar de su reducida superficie en comparación con los ANPPs, los resultados indican que existe una moderada complementariedad en términos de representatividad ecosistémica, y que las RNSC significan un avance importante en la conservación de la ecorregión, contribuyendo parcialmente a llenar los vacíos de conservación. Por ejemplo, en cuanto a la complementariedad hacia la meta de conservación del 10 % de cada ecosistema, al incluir en el análisis las RNSC y las ANPPs, el número de tipos de ecosistema que pasó de no tener protección alguna a tener cierto grado de protección, subió a nueve, obteniéndose un total de 63 ecosistemas con protección menor al 10 %. Sólo un tipo de ecosistema alcanzó la meta del 10 %.

De manera similar en el análisis, se encontraron indicios de complementariedad para las sabanas. Es importante resaltar que estos ecosistemas tienen en general una menor cobertura en las ANPPs, pero presentan una complementariedad en las RNSC (p. e. sabanas inundables). Esta información es concordante con lo encontrado por Arango *et.al* (2003), donde se establece que uno de los principales ecosistemas a nivel nacional con vacíos de conservación son las sabanas (en sentido general).

En términos generales esta ecorregión encuentra una reducida representatividad ecosistémica por parte del sistema de ANPPs. Este resultado es concordante con la identificación de la representación o subrepresentación de los ecosistemas existentes en el país como uno de los ejes problemáticos centrales del SINAP, en especial para la Orinoquia, al ser esta la región biogeográfica con la menor extensión protegida (Pérez y Corzo 2011).

La creación de nuevas áreas como Parques Nacionales Naturales para incrementar la representatividad ecosistémica de la ecorregión podría ser un proceso muy lento y con alcances limitados. Desde el año 2000, la Fundación Biocolombia ha promovido la creación de un área natural protegida en la cuenca del río Cinaruco, en el Departamento de Arauca (Vásquez y Serrano 2009). Desafortunadamente hasta la fecha este proceso no se ha podido consolidar por diversas razones, entre ella el interés económico en la ecorregión y costo de oportunidad de la tierra que seguramente tiene un precio bastante oneroso para el Estado.

Mientras tanto las RNSC en la Orinoquia siguen incrementándose gracias a esfuerzos generados por Organizaciones no Gubernamentales como la Fundación Horizonte Verde y The Nature Conservancy, y así como por la voluntad propia de los propietarios privados. Este incremento refleja un avance significativo de la valoración social de la biodiversidad y en la función ecológica de la propiedad privada como está consignado en el Artículo 58 de la Constitución Política de Colombia 1991.

CONSIDERACIONES FINALES

Teniendo en cuenta el análisis anterior y las metas del CDB, cabe preguntarse también si es suficiente la conservación del 12 % en el SPNN, y en otras ANPPs para lograr una adecuada representatividad ecosistémica dentro de la ecorregión de Llanos Colombianos. La respuesta parece ser "no" de acuerdo a nuestros resultados y otros estudios (Vásquez y Serrano 2009). Estos resultados indican que las ANPPs exclusivamente no son suficientes para conservar la biodiversidad integralmente.

Debido a que la biodiversidad así como los ecosistemas no se distribuyen uniformemente sobre la superficie terrestre, y a pesar de que las ANPPs terrestres en el país y a nivel mundial excedan la meta del 10 % o las mas recientemente establecida del 17 %, éstas fallan en proveer una adecuada

Tabla 1. Representatividad y complementariedad de ANPPs y RNSC por tipos de ecosistema.

Tipo de ecosistema	% en región	% en RNSC	RNSC métrica de complementariedad
Agroecosistema	21,82	0,43	-0,08
Bosques	21,52	0,43	-0,03
Cuerpos de agua y humedales	2,58	0,15	-0,31
Sabanas	48,25	0,33	0,09
Otros	5,82	0,17	0,03

C. Señaris

representación de especies ecosistemas, hábitats e incluso biomas (Brooks *et al.* 2008). Adicionalmente, este indicador de cobertura por sí solo no es suficiente si no se mide también la efectividad de manejo de estas áreas protegidas (indicador que no es objeto de este estudio) para cumplir los objetivos de conservación para las cuales fueron creadas**.** En este sentido un importante esfuerzo ha realizado las Unidad de Parques Nacionales Naturales al realizar el Análisis de Efectividad del Manejo en Parques Nacionales Naturales el cual se encuentra próximo a ser publicado. De manera similar importantes ejercicios de Efectividad de Manejo de las RNSC se han desarrollado en nuestro país (Mayorquín *et al.* 2011, Suárez- Gómez en prensa).

La utilización errónea en algunos casos de los indicadores del CDB a nivel mundial, ha incentivado interpretaciones incorrectas generando información no adecuada que se transmite al público en general. En Colombia se ha promulgado la consecución del 12 % de la superficie terrestre en 56 áreas dentro del sistema de Parques Nacionales Naturales (Andrade y Corzo 2011). Sin embargo, este "éxito nacional" cuando se analiza en mayor detalle a nivel de ecorregiones revela historias completamente diferentes, como se indica en este estudio.

Existe entonces un riesgo inherente al utilizar los indicadores del CDB de manera incorrecta por parte de tomadores de decisiones y políticos que pueden proveer el falso sentido de seguridad a la sociedad civil de estar salvaguardo la biodiversidad adecuadamente. Es importante resaltar que tanto científicos como políticos deben recordar que la consecución de metas como las propuestas por el CDB para un amplio espectro de la población no significa reducir la pérdida de biodiversidad, significa tener que comer, poseer un refugio y mantenerse saludable (Kaimowitz y Douglas 2007). Eso hace necesario realizar análisis más detallados a nivel de ecorregión incluyendo todas las categorías de áreas protegidas (incluyendo por supuesto las RNSC), con datos comparables de efectividad de manejo para aproximarse mejor a la consecución de estos objetivos.

A pesar de establecerse desde hace ya más de una década la necesidad de incentivos a los propietarios de las RNSC mediante el decreto 96 de 1999 que dice; "*El Gobierno Nacional y las entidades territoriales deberán crear incentivos dirigidos a la conservación por parte de propietarios de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil registradas ante el Ministerio del Medio Ambiente*." este mandato se ha quedado como un decreto de papel y en la actualidad a excepción de algunos pocos municipios (p.e. San Martín y Puerto Lopez) (Peñuela *et al.* 2011) que hacen exención parcial o total del impuesto predial, incentivos reales no se han creado hasta la fecha. De manera similar los derechos al consentimiento previo y derechos de participación en los procesos de planeación de programas de desarrollo son en muchas ocasiones desconocidos por los entes gubernamentales. Sin embargo, un avance importante se ha realizado en este tema mediante un Grupo Interinstitucional de trabajo en Herramientas de Conservación Privada (G-5) creado en el 2002. Este grupo incluye a RESNATUR, la Fundación Natura, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC) y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

De manera paralela a las dificultades del SINAP, la hasta ahora construcción del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) en la Orinoquia, hace que muchas autoridades ambientales no reconozcan ni divulguen este esfuerzo de conservación de las RNSC. Adicionalmente muchos técnicos y funcionarios ven las reservas naturales de la sociedad civil como categorías de protección inferiores a las de carácter público (Monteferri *et al.* 2009) con lo cual menosprecian su papel dentro del SINAP debido a que para ellos no significan mucho en términos de área comparadas por ejemplo con el Parque Nacional Natural El Tuparro (554.401 ha). Vale la pena tomar en consideración casos de otros países, y en particular de la Cuenca del Orinoco, como Venezuela. En este país, sin legislación y sin incentivos, las tierras privadas han contribuido significativamente por más de 5 décadas a la conservación de la biodiversidad. Es un testimonio de que la voluntad de los propietarios marca la diferencia y puede prescindir incluso de la legislación y el sistema establecido para proteger sus predios y con ello porciones importantes de la región no incluidas en APs (Rial 2011, caso de estudio 5.10).

Pese a estas serias problemáticas la sociedad civil muestra de manera importante su voluntad de conservar mediante las RNSC. Esto genera un pregunta fundamental: ¿cómo podría beneficiarse el futuro Sistema Regional de Áreas Protegidas de la Orinoquia si se establecieran algunos mecanismos efectivos para incentivar la conservación en tierras privadas (p.e apoyo técnico, pagos por servicios ambientales), y se fortaleciera una mayor inclusión y participación de las RNSC en estos procesos?.

La ecorregión de los llanos presenta una oportunidad única para probar este escenario en el futuro. Grandes latifundios de propiedad privada, en áreas del país donde el costo de adquisición de tierra es muy elevado y por ende muy oneroso para el del Estado, se constituye en un escenario ideal para el fortalecimiento y la creación de nuevas RNSC. Esto

C. Señaris

seguramente aumentaría la complementariedad entre las ANPPs y las RNSC creando un sistema más representativo ecológicamente, ahorrando recursos financieros (en cuanto a costos de adquisición de tierras), logísticos y humanos al gobierno colombiano, tal como ha ocurrido en otras partes del mundo (Gallo *et al.* 2009).

Sin embargo, existen algunas críticas hacia las RNSC. Una de las más frecuentes es el alcance de las RNSC, su capacidad de contribuir efectivamente a conservar la biodiversidad y su nivel de permanencia en el futuro. Estudios preliminares sugieren que estas áreas están siendo efectivamente manejadas hacia sus objetivos de conservación (Suárez-Gómez en prensa). Con respecto a la permanencia o sostenibilidad de estas Reservas en el futuro, se requiere investigación más detallada para analizar este problema, en especial para examinar los mecanismos, métodos y políticas que la fortalezcan. Hasta hace poco, se observaba escasa voluntad en el ámbito político para incentivar la creación de RNSC, es más, éstas se percibían como una traba al desarrollo económico futuro. Afortunadamente a partir del 2010, el gobierno dictó los lineamientos para la consolidación del SINAP (CONPES 3680 del 2010) y se está redactando la presentación de una ley que reglamente este sistema, con la cual se espera que las RNSC tengan un papel más protagónico.

Es muy importante resaltar que solo las RNSC registradas en RESNATUR, articuladas en el Nodo Orinoquia de esta organización, conservan más de 1,096 especies de plantas, 385 especies de aves, 43 especies de mamíferos, 121 especies de peces y 49 especies de anfibios y reptiles (Peñuela *et al.* 2011). Otra de las críticas usuales hacia las RNSC, es que éstas en general son muy pequeñas y aisladas y por estas razones no proveen de una protección adecuada para la biodiversidad a largo plazo. La ecorregión del los llanos presenta un extenso rango de RNSC que va desde 2 ha hasta 10000 ha, estas últimas de tamaño similar al de algunas Reservas Forestales protectoras (RFP) (p. e. RFP Cerro Zamaricote) (Vásquez y Serrano 2009). Sin embargo las RNSC de pequeño tamaño pueden ser la última posibilidad para la conservación de poblaciones de especies amenazadas y pueden proveer una importante conectividad (p.e corredores riparios) en paisajes fragmentados. Tal es el caso del mono zocay (*Callicebus torquatus)*) especie endémica y vulnerable en el corredor del caño Camoa, municipio de San Martín, Meta donde se presentan más 6000 ha de reservas como la RNSC El Caduceo, Las Unamas, Rey Zamuro entre otras, así como una oportunidad de conectividad futura para el actualmente aislado SPNN. Esta conectividad podría reducir o retrasar las tasa de extinción, prevenir el descenso drástico en el número de miembros de especies o poblaciones, es decir cuellos de botella en fragmentos aislados y además ser suficiente para especies con poca necesidad de espacio y de tiempo (cuyo paso por esos ambientes es solo temporal (p.e. aves migratorias, monos y plantas) (Sims-Castley *et al.* 2005).

Incluso si estas pequeñas reservas no son suficientes para muchas especies en altos lugares de la cadena trófica (p.e Jaguares) (Laurance y Bierregaard 1997) e incluso si pueden tener efectos negativos en algunos taxa (p.e trampas ecológicas (Dwernychuk y Boag 1972), para especies como el Jaguar *Panthera onca* donde debido a un rápido cambio ambiental estas especies prefirieren hábitats de baja calidad) estos corredores podrían ser preferibles a no tener algún tipo de conexión. Se requieren más estudios para corroborar esta afirmación. Sin duda las RNSC serían particularmente importantes para muchas especies que son intolerantes a los hábitats de zonas abiertas, y que en ausencia de estas conexiones, puede llevar a la desaparición de poblaciones locales.

Es importante resaltar que las RNSC deben verse más que solo el numero de hectáreas que conservan pues son actores sociales de conservación y pueden proveer de importantes servicios ecosistémicos (p.e seguridad alimentaria y regulación de la calidad de agua,) a sus pobladores y comunidades locales y son una parte importante del capital natural desconocido en la Cuenca del Orinoco (Suarez y Wilson en publicación). Se requieren más voluntad política y privada que permita el reconocimiento de las RNSC como un esfuerzo importante a la conservación por parte del sociedad civil y mas estudios especificamente en el tema de valoración de servicios ecosistémicos para poder dimensionar de manera más integral el papel de las RNSC a la conservación de la biodiversidad y al bienestar de las comunidades locales. A pesar de otro tipo de críticas hacia las RNSC en general no mencionadas aquí, éstas áreas protegidas han sido reconocidas a nivel mundial la importante contribución de las mismas como una estrategia importante para proteger la biodiversidad fuera de los límites de la ANPEs (Ochoa-Ochoa *et al.* 2009, en caso de estudio 5.10) y como una estrategia para complementar las redes mundiales de áreas protegidas (IUCN 2004, Naughton-Treves 2005, Gallo *et al.* 2009).

Es probable que ni las ANPPs ni las RNSC exclusivamente sean suficientes para proteger de manera integral la biodiversidad. Sin embargo, la pregunta no se refiere a qué tipo de categoría de manejo de área protegida pública o privada es mejor, sino cómo estas categorías pueden complemen-

C. Señaris

tarse para lograr la conservación de la biodiversidad y una representatividad ecológica adecuada. Las RNSC puede constituirse en el puente necesario para lograr una conectividad de las ANPEs como ya se ha trabajado en el pasado (p.e. Reserva de Biosfera del Tuparro) o como ha ocurrido en Centroamerica (p.e. Corredor Mesoamericano para la Conservación). Se debe realizar más investigación y monitoreo en las diversas estrategias inclusive las de co-manejo que pueden ser llevadas a cabo para esta importante posibilidad.

Esta estrategia complementaria de conservación seguramente podría jugar un papel protagónico en el futuro del desarrollo de los llanos colombianos. Promovemos el destino de mayores recursos para la investigación en las RNSC, especialmente en encontrar estrategias e instrumentos que aseguren la persistencia, calidad y extensión de las RNSC. Es importante mencionar que en la actualidad las iniciativas de RNSC se encuentran amenazadas por el costo de oportunidad de la tierra, la actividad minera, la falta de incentivos efectivos y la limitada visibilidad de esta figura frente a las autoridades locales regionales y nacionales, factores estos que están menoscabando la voluntad de los propietarios privados, que son los que toman las decisiones en cuanto a uso dado a sus tierras (Rial 2011 caso de estudio 5.10).

El presente estudio sugiere tener un visión más abierta por parte de políticos, tomadores de decisiones al igual que de la comunidad científica, para apoyar la formulación e implementación de incentivos efectivos para el establecimiento y mantenimiento de las RNSC, las cuales pueden contribuir de manera importante a cumplir la meta del CBD así como a sostener los medios de vida locales. Si fallamos en reconocer y apoyar este tipo de iniciativas, estas opciones para la conservación de la biodiversidad en un futuro podrían perderse para siempre.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer a Milton Romero por la participación en el análisis especial. También a Miguel Suárez R. Clara Gómez, Clara y Paul Dawkins por sus importantes contribuciones. Un agradecimiento muy especial a Lourdes Peñuela y la Fundación Horizonte Verde, Fernando Trujillo, Marcela Portocarrero, Gloria Amaya de la Fundación Omacha, Carolina Gonzalez en la UAESPNN, Jose Saulo Usma WWF Colombia, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, así como a Simon Valle, Carlos Peña y Natalia Eslava. Por último un agradecimiento a todos y todas los dueños de RNSC y especialmente a todos miembro de RESNATUR y Nodo Orinoquia. Agradezco a todas las Instituciones que permitieron el uso de sus datos para el análisis. Esta investigación fue generosamente financiada por University of Exeter, Ruffords Small Grants Foundation y la Reserva Natural El Caduceo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis, A. R., J. C. Senaris, F. Rojas-Runjaic, D. R. Riano-Pinzon. 2010 Anfibios y reptiles. Capitulo 8 Pp. 258-289 En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de areas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-WWF Colombia Fundacion Omacha, Fundacion La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia.
- Andrade, G., M. Rodríguez, L. G. Castro, A. Durán, G. Rudas, A. Uribe y E. Wills. 2009. La mejor Orinoquia que podemos construir – Elementos para la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Corporinoquia – Universidad de los Andes – Foro Nacional Ambiental – Friedrich Ebert Stiftung (ESCOL), Bogotá. 66 pp.
- Andrade, G y Corzo, G. 2011 .Qué y donde conservar? Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá. 197 pp.
- Arango, N., D. Armenteras, M. Castro, T. Gottsmann, O. L. Hernandez, C. L. Matallana, M. Morales, L. G. Naranjo, L. M. Rengifo, A. F. Trujillo y H. F. Villareal. 2003. Vacíos de Conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una Perspectiva Ecorregional. WWF Colombia (Fondo Mundial para la Naturaleza) – Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt. Panamericana Formas e Impresos, Bogotá. 81 pp.
- Becker, C. G., C. R. Fonseca, C. F. Baptista Haddad, R. Fernandes Batista y P. I. Prado. 2007. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science* 318: 1775-1777.
- Brooks, T. M., M. I. Bakarr, T. Boucher, G. Da Fonseca, J. M Hoekstra, T. Moritz, S. Oliver, J. Parrish, R.L Pressey, A. Rodrigues, A. Stattersfield, W. Strahm y S. Stuart. 2008. Coverage Provided by the Global Protected-Area System: Is It Enough?. *BioScience* 54: 1081-1091.
- Bruner, A. G., R. E. Gullison y A. Balmford. 2004. Financial Costs and Shortfalls of Managing and Expanding Protected-Area Systems in Developing Countries. *BioScience* 54: 1119-1126.
- Coad, L., N. Burgess, L. Fish, C. Ravillious, C. Corrigan, H. Pavese, A. Granziera y C. Besancon. 2009. Progress towards the Convention on Biological Diversity terrestrial 2010 and marine 2012 targets for protected area coverage. *Parks* 17:37-67.
- Chape, S., Harrison y J. Spalding. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Phil. Trans. R. Soc*. 360:443-445.
- Convenio de Diversidad Biologica (CDB) 2006. Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica 2 de la Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal**:** 81.
- Correa, H. D., Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (Eds.). 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia /2005 - 2015 - Propuesta Técnica., Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha,Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ –Colombia. Bogotá D.C, 273 pp.

C. Señaris

- Corzo, G. 2004. Informacion para la planeación y seguimiento de la gestión de la copnservacion de la biodiversidad "in situ". Informe final, Bogotá, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Programa de Fortalecimiento Institucional de los Reales Paises Bajos, Subprograma 5, Corpacot. 91 pp.
- Defries, R., A. Hansen, A. C. Newton y M. C. Hansen 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological applications* 15:19-26.
- Departamento Nacional de Planeación, 2007, Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Estado comunitario: desarrollo para todos, Tomo II, Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.
- Duffy, D.C., K. Boggs, R.H. Hagenstein, R. Lipkin, y J.A. Michaelson. 1999. Landscape assesment of the degree of protection of Alaska's Terrestrial Biodiversity. *Conservation Biology* 13: 1332-1343.
- Dudley, N. y Parrish, J. Closing the gap. 2006. Creating ecologically representative Protected Area Systems: A guide to Conducting Gap Assesments of Protected Area Systems for the Convention on Biological Diversity. Secretariat of Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series no. 24, 108 pp.
- Dwernychuk, L.W.; Boag, D.A. 1972. Ducks nesting in association with gulls-an ecological trap?. *Canadian Journal of Zoology* 50:5.
- Fandiño-Lozano, M. y W. van Wyngaarden, 2005. Prioridades de Conservación Biológica para Colombia. Grupo ARCO, Bogotá. 188 pp.
- Fundacion Horizonte Verde y RESNATUR. 2010. Mapa de las reservas naturales de la Orinoquia. Nodo Orinoquia. Restrepo.
- Gallo J.A., L. Pasquini, B. Reyers y R.M Cowling. 2009. The role of private conservation areas in biodiversity representation and target achievement within the Little Karoo region, South Africa. *Biological Conservation* 142: 446 –454.
- Hoekstra, J.M., T.M. Boucher, T.H. Ricketts, y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8 (1): 23-29.
- IUCN. 2004. The Durban action plan. Vth IUCN World Parks Congress. IUCN. Durban, South Africa. 42 pp.
- Instituto de Investigacion en Recursos Biologicos Alexander von Humboldt (IAvH) en convenio con el Instituto geografico Agustin Codazzi (IGAC) (2004). Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano del año 2000, escala 1:250.000, información cartográfica digital en formato shapefile, coordenadas planas origen Bogotá.
- Kaimowitz, D. y S. Douglas. 2007. "Conserving What and for Whom? Why Conservation Should Help Meet Basic Human-Needs in the Tropics." *Biotropica* 39 (5): 567–574.
- Rial, A. 2001. Hatos privados de los Llanos de Venezuela de la amenaza a la conservación. *En*: pp 248-269. Lasso, C.; A. Rial; C. Matallana; W. Ramírez; C. Señaris; A. Deiaz-Pulido; G. Corzo; A. Machado-Allison (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II Áreas prioritarias para la conservación y desarrollo 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. 304 pp.
- Laurance, W. F. y R. O. Bierregaard. 1997. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago Press. 617 pp.
- Matallana, C.L., M. M. Morales. 2009. Análisis de la representatividad y del manejo de las áreas protegidas de la jurisdicción de la CAR. Pp.111-156. En: Toro A.P. (ed.). 2009. Bases jurídicas y técnicas para la consolidación del Sirap en la jurisdicción de la CAR. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá, D.C. Colombia. 204 pp.
- MAVDT 1993. Ley General Ambiental de Colombia Ley 99 de 1993. Bogotá, Colombia. Diario Oficial 12.
- Mayorquin, L., Valenzuela, A., Rangel, J., 2011. Evaluación de la efectividad de manejo en Reservas naturales de la Sociedad Civil: una propuesta metodológica. *Caldasia*. En prensa.
- Medina, M. 2005. Análisis de Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas con Participación. Social. Editorial WWF. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Departamento Nacional de Planeacion. 2011. Documento Conpes 3680 de 2010, Lineamientos para la Consolidacion del Sistema Nacional de Areas Protegidas, Bogotá . 76 pp.
- Monteferri, B., y D. Coll. 2009. Conservación privada y comunitaria en los países amazónicos. SPDA. Perú. 301 pp.
- Naughton-Treves, L., M. Buck Holland y K. Brandon. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review Environment Resources*. 30: 219-252.
- Ochoa-Ochoa, L., N. Urbina-Cardona, L. B. Vázquez, O. Flores-Villela, y J. Bezaury-Creel. 2009. The Effects of Governmental Protected Areas and Social Initiatives for Land Protection on the Conservation of Mexican Amphibians. *PLoS ONE* 4: e6878
- Peñuela, L. Castro, F y N. Ocampo-Peñuela. 2011. Las Reservas Naturales del Nodo Orinoquia en su rol de conservacion de la biodiversidad. Fundacion Horizonte Verde y RESNATUR. Bogotá. 53 pp.
- RESNATUR. 2006. Mapa de las reservas naturales de Colombia. Información cartográfica.
- Rodrigues, A., y S. Andelman, *et al*. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428: 640-643.
- Rudel, T. 2006. Shrinking tropical forests and human agents of change. *Conservation Biology* 20: 1604-1609.
- Sims-Castley, R., G. I. H. Kerley, B. Geach y J. Langholz. 2005. Socio-economic significance of ecotourism-based private game reserves in South Africa's Eastern Cape Province. Parks 15: 6-17.
- Suarez, M y R. Wilson. En prensa. Análisis de Efectividad de manejo de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil en la Orinoquia Colombiana.
- Thackway, R. y K. Olsson 1999. Public/private partnerships and protected areas: selected Australian case studies. *Landscape and Urban Planning* 44: 87-97.
- Unidad administrativa especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN). 2009. Información Cartográfica. Bogotá.
- UAESPNN y World Wildlife Fund 2009. Resultados Análisis de Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas con Participación Social. Informe Interno. Subdirección Técnica.
- Vásquez, V. H. y M. A. Serrano 2009. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia.Bogotá. Conservación Internacional – Colombia & Fundación Biocolombia. Bogotá. 696 pp.
- Wood, S., K. Sebastian y S. J. Scherr. Pilot analysis of global ecosystems: Agroecosystems, WRI and IFPRI, Washington D.C. 125 pp.
- World Resources Institute. 2005 Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC. 155 pp.

C. Señaris

a. Río llanero, Casanare. Foto: C. Señaris.
b. Sabana San Andres. Foto: J. Delgado.
c. Sabanas de Mururito y ganado de cría . Foto: E. Constantino.
d. Sabanas en el Vichada. Foto: A. Navas.
e. Finca en Puerto Gaitán. Foto: J. Delgado.
f. Zaíno . Reserva Privada Las Unamas San Martin, departamento del Meta. Foto: Fundación Panthera Colombia.

Chigüiros, Casanare - Palmarito. Foto: F. Trujillo.

Foto: C. Brewer Carias.

5. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL MAPA DE OPORTUNIDADES

C. Lasso

Richard Anderson, Wilson Ramirez y Clara L. Matallana

El mapa de oportunidades para la conservación de la biodiversidad en la cuenca del Orinoco muestra la ubicación de los proyectos de investigación y/o conservación vigentes en la cuenca. Algunas de estas acciones se llevan a cabo en localidades ubicadas en las 28 áreas priorizadas durante el Segundo (2009) y Tercer Taller Binacional (2010).

Se elaboró a partir de una base de datos con información suministrada por los 94 integrantes de las 27 instituciones presentes en este taller, y se complementó mediante una encuesta digital enviada posteriormente a todos los participantes. La información recopilada fue la siguiente:

- Institución ejecutante
- Nombre del proyecto
- Objetivos
- Ubicación geográfica del proyecto
- Duración
- Actores involucrados
- Responsable y datos de contacto

Los proyectos se situaron geográficamente en el mapa y sólo en aquellos casos en los que la información no fue precisa, se localizaron en la capital del respectivo departamento o estado. De este modo, el mapa puede mostrar la ubicación de uno o más proyectos mediante un solo punto.

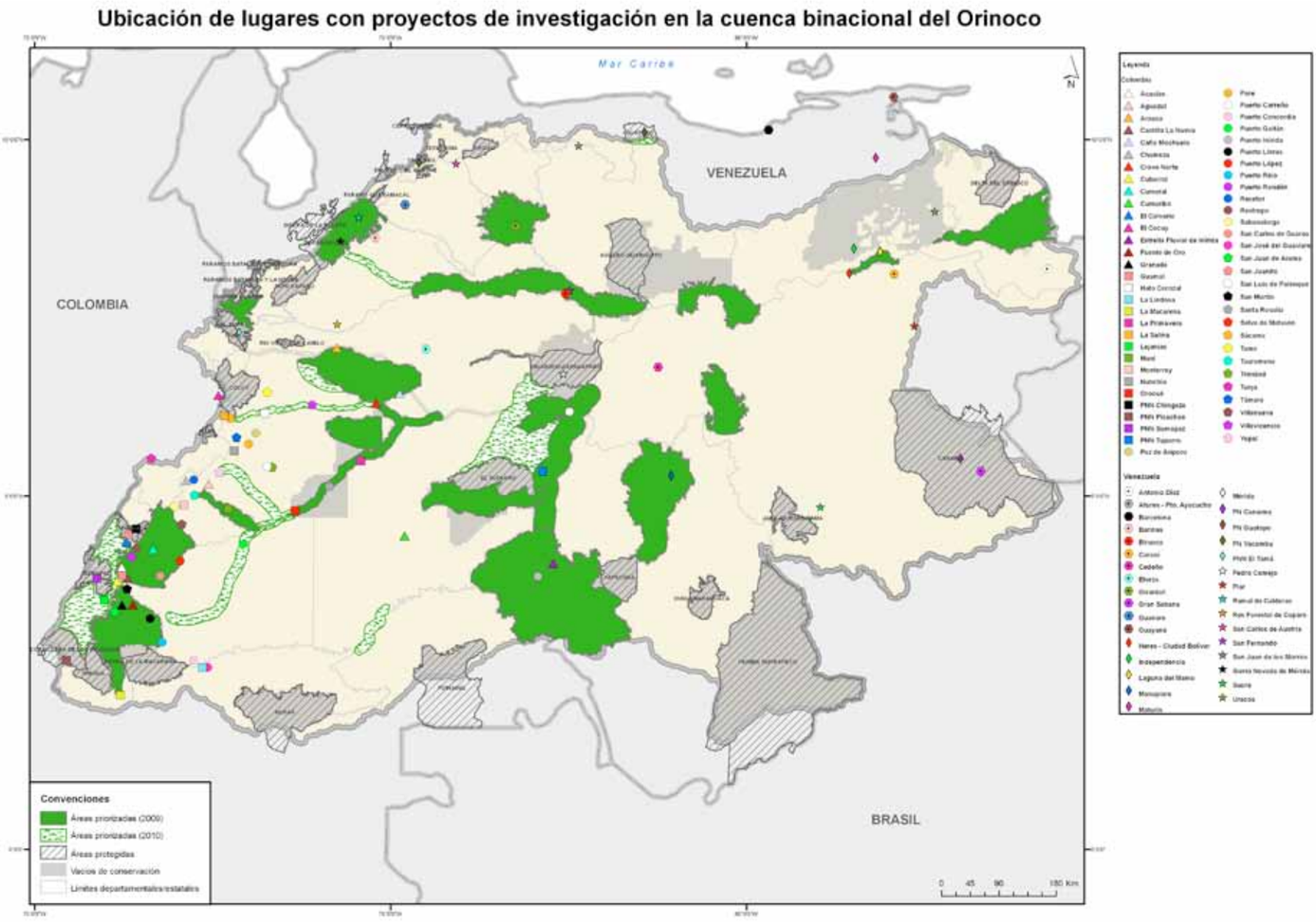
Se identificaron 227 proyectos vigentes en la cuenca, de los cuales 168 (74%) provienen de la información suministrada en este taller y 59 (26%) de las encuestas enviadas posteriormente. En el Anexo 1, se listan los proyectos con la información general.

La mayoría de las acciones que representan una oportunidad para la conservación de la biodiversidad, se desarrollan actualmente en cuatro departamentos de Colombia: Casanare (26%), Meta (14%), Arauca (10%), Vichada (8,8%) y un estado de Venezuela: Bolívar (8,8%). En los departamentos o estados restantes las acciones de investigación y/o conservación vigentes son inferiores al 2,6% del total.

Este mapa de oportunidades pretende mostrar aquellas áreas en las que están ocurriendo avances en el conocimiento y la proyección de biodiversidad. Lugares en los que hay presencia y trabajo activo. Nos indica también donde están los vacíos a los que podrían dirigirse los esfuerzos futuros.

En un documento posterior (2012) esperamos recopilar un documento detallado que describa los 227 proyectos o más, que contribuyen a la meta común de conservar y hacer sostenible el uso de la biodiversidad en la Orinoquia.

M. T. Sierra



Anexo 1. Información general de proyectos o iniciativas de conservación que se desarrollan anualmente en la cuenca del Orinoco.

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
A. C. Biohábitat	acbiohabitat@cantv.net	Bases documentales corredor norandino	Zulia, Táchira, Mérida, Trujillo, Barinas, Portuguesa	
Alianza Fundación Tomogrande y Fundación Estación Biológica Bachaqueros (FEEB)	bachaqueros@hotmail.com	Caracterización biológica y ecológica (Altillanura)	Vichada	
Andrés Acosta	aracostag@gmail.com	Caracterización y monitoreo del bosque andino, ubicado en el municipio de Chameza, departamento del Casanare	Casanare	Chameza
Asociación para la Conservación de Areas Naturales (ACOANA-Venezuela)	contacto@acoana.org	Vegetación, deforestación y malaria	Bolívar	
Asociación Chelonia	Antonio Castro colombia@chelonia.es	Proyecto de Conservación del cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en los Llanos Orientales de Colombia	Casanare, Vichada y Arauca	Orocué, Paz de Ariporo, Hato Corozal, La Primavera, Santa Rosalía, Cumaribo, Puerto Carreño, Arauca, Cravo Norte y Puerto Rondón.
Asociación de Becarios del Casanare (ABC)	Beatriz Ramirez dir.biodiversidad@abccolombia.org	Aproximación a las dinámicas de la biota (plantas, anfibios, peces, aves) en respuesta a los ciclos hidrológicos del humedal que conforma la laguna del Tinije	Casanare	Aguazul
		Identificación de alternativas de conservación para el bosque de niebla al norte del municipio de Chámeza	Casanare	Chameza
		Educación ambiental mediante procesos participativos para las comunidades en áreas de influencia de la compañía Equión Energía (2009 – 2013)	Casanare	Yopal, Aguazul y Tauramena
		Prospección biológica bosques de niebla de Chameza	Casanare	Chameza
		Monitoreos de fauna en la Laguna Tinije	Casanare	
Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayana (CIEG), Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG)	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve	Proyecto "Sierra de Lema"	Bolivar	

C. Lasso

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Comisión conjunta: Corporaciones Autonomas Regionales de Chivor (Corpochivor), Guavio (Corpoguavio), Cundinamarca (CAR), La Macarena (Cormacarena), Orinoquia (Corporinoquia), Alto Magdalena (CAM), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)	sau@car.gov.co contactenos@corpochivor.gov.co info@cormacarena.gov.co atencionusuarios@corporinoquia.gov.co	Corredor de ecosistemas estratégicos región central – cordillera oriental	Boyacá, Cundinamarca, Meta y Huila.	
Corporación Autonoma Regional del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena)	info@cormacarena.gov.co	Inventario de peces ornamentales	Meta	Acacías, Granada, Lejanías, Fuente de Oro
		Evaluación del hábitat del loro orejiamarillo	Meta	Cubarral
		Parcelas de evaluación de comino crespo (*Aniba perutitis*)	Meta	Cubarral, San Juan de Arama
		Evaluación de hábitat y estado de poblaciones del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*)	Meta	La Macarena, Puerto López, Puerto Gaitán
		Plan integral para el establecimiento de un nuevo piloto para el repoblamiento del caimán llanero	Meta	Puerto López, Puerto Gaitán
		Evaluación, hábitat y estado poblacional del venado coliblanco (*Odocoileus virginianus*)	Meta	Puerto López, Puerto Gaitán
		Monitoreo de especies de anfibios en Rosor, Buenavista y Vanguardia	Meta	Villavicencio
		POMCA río Guayuriba	Meta	Villavicencio, Acacías, Puerto López, Guamal
		POMCA río Guatiquiva	Meta	Villavicencio, El Calvario, San Juanito
		Especies arbóreas y arbustivas locales con potencial forrajero		
Corporación Autonoma Regional del Área de Manejo Especial la Macarena (Cormacarena) -Universidad Nacional de Colombia (UNAL)	info@cormacarena.gov.co www.unal.edu.co	Oso palmero, nutria gigante	Meta	Villavicencio, Puerto López, Puerto Gaitán, Puerto Rico, Puerto Concordia, Acacías, La Macarena, Puerto Lleras
Corporación Ágora Verde, Profesionales por la Biodiversidad y el Desarrollo	agoraverde@gmail.com	Caracterización ecológica y cultural de altillanura en Cumaribo	Vichada	Cumaribo

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Fundación Etnollano	enred@etnollano.org	Sección procesos productivos (artesanías)	Vichada y Guainía	Vichada: Cachicamo, Mesetas, Dagua, Hormiga, Bachoca, Guaripa, casco urbano Puerto Carreño, sector Mataven - fruta y sector Berrocal -Atota y San Luis de La Rompida. Guainía: Cubeo, Curripoco, Tucano, casco urbano Inirida, Sabanita, Primavera, Rincon Vitina y Guamal.
		Sección de gobernabilidad: fortalecimiento de gobernabilidad indígena en los municipios de Santa Rosalia y Primavera	Vichada	Santa Rosalía y Primavera
		Sección de gobernabilidad: Apoyo a ACATISEMA (Asociacion de cabildos y autoridades tradicionales indígenas de la Selva de Matavén)	Vichada	Selva Matavén
		Sección de gobernabilidad: fortalecimiento ORPIBO (organización de los pueblos indígenas del bajo Orinoco)	Orinoquia	
		Seccion salud (Piaroa, Sikuani, Piapoco y Amorua): Subproyecto salud femenina (oficina municipal de Salud Intertropical en Puerto Carreño)	Vichada	Puerto Carreño
		Desarrollo de un modelo de salud especial para los pueblos indígenas de la Amazonia y Orinoquia (OPIAC)	Orinoquia	
Fundación Etnollano - Centro de Educacion Ambiental en la Orinoquia (CEA)	enred@etnollano.org	Sección etnoeducación (Piaroa Sikuani y Amorua)	Casanare y Vichada	Bajo Orinoco (Sikuani), casco urbano de Puerto Carreño, Cachicamo, comunidades Piaroa de Matavén y Caño Mochuelo (Amorua)
Fundación Horizonte Verde	Lourdes Peñuela horizonteverdelupe@gmail.com	Ganadería ligada a procesos de conservación en la sabana inundable de la Orinoquia	Casanare	Hato Corozal, Paz de Ariporo, Trinidad y San Luis de Palenque
		TGI Oleoducto Monterrey - Santander	Casanare	Monterrey

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Fundación Horizonte Verde	Lourdes Peñuela horizonteverdelupe@gmail.com	Proyecto GEF de tierras privadas en la cuenca del Bita en Orocué, Hato Corozal y Paz de Ariporo	Casanare	Orocué, Hato Corozal y Paz de Ariporo
		Reservas Privadas de la Sociedad Civil en Arauca, Casanare, Vichada, Meta	Casanare, Meta y Vichada	Paz de Ariporo, Hato Corozal, San Luis de Palenque, Puerto Carreño, Cumaribo, San Martín, Villavicencio, Restrepo, Cumaral, Puerto López, Puerto Gaitán
		Ganadería sostenible en sabanas inundables	Arauca y Casanare	Paz de Ariporo, Trinidad y San Luis de Palenque
		Promoción de la conservación privada, a través de las reservas naturales de la sociedad civil (RNSC), en la Orinoquia	Arauca, Meta, Vichada y Casanare	Principalmente los del Meta (que se encuentran en el area objetivo de conservacion de Nodo), los de Arauca y Casanare (los que tienen sabana inundable) y en Vichada los que se encuentran inmersos en el área de la reserva de la Biosfera El Tuparro
		Resguardo Caño Mochuelo	Casanare	Resguardo Caño Mochuelo
Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN)	Arnaldo Ferrer arnaldo.ferrer@fundacionlasalle.org.ve Josefa C. Señaris josefa.senaris@fundacionlasalle.org.ve	Zoocría "proyecto tortugas"	Amazonas, Bolívar	
		Proyecto mamiferos acuáticos	Bolívar, Barinas	
		Monitoreo de fauna	Bolívar	
		Hidroquímica del Orinoco medio y Laguna de Mamo	Bolívar, Anzoátegui, Monagas, Delta del Orinoco	
		Biodiversidad de fauna y flora de la Guayana	Bolívar, Amazonas, Delta del Orinoco	
		Proyecto SIMCOZ (base de datos para colecciones de museo)	Todos los estados de país	
		Libro: peces del Delta del Orinoco	Delta, Bolívar	
Fundación Mata de Monte	mataemonte@yahoo.com.mx	Corredor de conservación Nunchía	Casanare	Nunchía
Fundación Omacha	info@omacha.org	Biodiversidad del Casanare e identificación de áreas de alto valor de conservación	Casanare	Cravo Sur y Tauramena; La Aurora (Hato Corozal) Lagunazo (Trinidad)
		CDA compensación Ambiental Diagnóstico conflicto Jaguar ganadería	Guaviare	La Lindosa

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Fundación Omacha	info@omacha.org	Reserva Biosfera El Tuparro, Reserva Natural Bojonawi	Vichada	Reserva Biosfera El Tuparro, Reserva Natural Bojonawi
		Río Arauca: levantamientos de información	Arauca	
Fundación Omacha y Alcaldía de Tauramena	info@omacha.org Carolina Pérez zarcaro@gmail.com, contactenos@tauramena-casanare.gov.co	Caracterización de la biodiversidad microcuenca río Caja	Casanare	Tauramena
Fundación Palmarito	Alejandro Olaya palmaritocasanare@gmail.com	Áreas de hábitat potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Colombia	Casanare	Orocué
		Conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en los llanos Colombianos	Casanare	Orocué
		Biología de la babilla (*Caiman crocodilus*) en la Reserva Natural Palmarito	Casanare	Orocué
		Caracterizaciones biológicas de la Reserva Natural Palmarito	Casanare	Orocué
		Análisis comparativo de sabanas naturales bajo diferentes tipos de manejo	Casanare	Orocué
		Constitución de la red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil de Casanare	Casanare	
Fundación Panthera	Angélica Diaz adiazpanthera@gmail.com	Validación de presencia de jaguar	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Tame, Orocué, San Martín, Cumaribo
		Prácticas de manejo antidepredatorio	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Tame, Orocué, San Martín, Cumaribo
		Fototrampeo	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Tame, Orocué, San Martín, Cumaribo
Fundación para el Desarrollo de las Ciencias (FUDECI)	fudeci@gmail.com	Cría de animales en peligro de extinción: caimán y tortuga	Amazonas	
		Granjas autosostenidas y evaluación de frutos amazónicos	Amazonas	
Fundación para la Agricultura Tropical Alternativa y el Desarrollo Integral (FUNDATADI)	fundatadi@gmail.com	Aromas de Calderas - Ramal de Calderas	Barinas	Ramal de Calderas
Fundación Phelps	info@fundacionwhphelps.org	Censo neotropical de aves acuáticas	Apure	Biruaca

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Fundación Phelps	info@fundacionwhphelps.org	Distribución y estatus del Semillero de los carrizales (*Amaurospiza carrizalensis*) en Venezuela.	Bolívar	Caroní
		Modelo de nicho ecológico y distribución geográfica de *Amaurospiza carrizalensis* (Emberizidae) en Venezuela: el uso de modelos de nicho para evaluar el estado de conservación	Monagas	Uracoa
		Migración de aves australes	Monagas	
Fundación Programa Andes Tropicales (PAT)	contacto@andestropicales.org	Turismo rural comunitario y turismo pemón comunitario	Barinas, Mérida y Bolívar	Sierra Nevada, Sierra La Culata y Ramal de Calderas y Gran Sabana
		Conservación del paisaje productivo	Mérida	Sierra Nevada de Mérida
Fundación Shambala	fundacionshambala@gmail.com	Proyectos de investigación de Pablo Stevenson de la Universidad de los Andes con inventarios de flora y fauna	Vichada	Reserva Tomogrande, ubicada en la vereda Nazareth, Municipio Santa Rosalía
Fundación Zizua	funzizua@gmail.com	Plan de conservación y manejo de cedro rojo y cedro espino en Aguazul	Casanare	Aguazul
		Estudio de densidad poblacional para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Hato Corozal, Paz de Ariporo, Maní, Tauramena	Casanare	Hato Corozal, Paz de Ariporo, Maní, Tauramena
		Zoocriadero de fauna silvestre de la Orinoquia colombiana	Casanare	Yopal, Hato Corozal, Paz de Ariporo, Maní, Tauramena, Aguazul, La Salina, Sámaca, Tamara, Nunchia, Pore, Trinidad, San Luis de Palenque, Orocué, Recetor, Chameza, Monterrey, Sabanalarga y Villanueva
		Plan de conservación y manejo del venado cola blanca para la jurisdicción de Corporinoquia	Arauca, Vichada, Casanare y Meta	
Fundación Zizua, Red de Páramos Boyacá	funzizua@gmail.com redtpboyaca@gmail.com	Proyecto productivo sustentable en zona de páramo para disminuir la pobreza	Boyacá	
Fundación Zizua, Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia (UPTC)	funzizua@gmail.com	Evaluación de población de venado en cautiverio	Casanare	

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
G5: Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), Fundación Natura, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), The Nature Conservancy (TNC), y Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)	resnatur@resnatur.org.co fundacionnatura@natura.org.co cchacon@tnc.org ocarojacome@tnc.org www.wwf.org.co www.parquesnacionales.gov.co	Fortalecimiento institucional y de política para incrementar la conservación de la biodiversidad en predios privados (PP) en Colombia	Casanare y Vichada	Hato Corozal, Paz de Ariporo, Orocué, La Primavera y Puerto Carreño
Gobernación de Casanare	medioambiente@casanare.gov.co	Conservación privada; aportes para GEF predios privados	Casanare	Orocué, Paz de Ariporo y Hato Corozal
Gobernación de Casanare y Corporación CIMA	medioambiente@casanare.gov.co	Plan de manejo de curitos (*Hoplosternum littorale*)	Casanare	Paz de Ariporo
Gobernación de Casanare y Fundación Mata de Monte	medioambiente@casanare.gov.co mataemonte@yahoo.com.mx	Corredor Biológico 1. Consolidación corredor conservación; 2. Futuras RNSC	Casanare	Nunchía y El Lagunozo, sector Cabrera Caño Garza con río Yatea
Gobernación de Casanare y ONG Mastranto	medioambiente@casanare.gov.co	Plan de manejo Cerro Zamaricote	Casanare	Cerro Zamaricote , Pore, Tamará, Paz de Ariporo
Gobernación de Casanare y WWF	medioambiente@casanare.gov.co	Identificación de áreas de alto valor de conservación	Casanare	
Grupo intercultural de trabajo Almáciga	Oscar Peña almaciga@almaciga.org	Apoyo resguardo Caño Mochuelo. Plan de vida indígena	Casanare	Resguardo Caño Mochuelo
Denis Torres	www.cecalc.ula.ve/bioinformatica/oso/	Oso frontino en el estado Mérida	Mérida	
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)	Aniello Barbarino abarbarino@inia.gob.ve	Diagnóstico del ictioplancton de los bajos ríos Apure y Portuguesa	Apure y Portuguesa	San Fernando
		Tendencia en producción de las principales especies de peces comerciales en el bajo Apure	Apure	San Fernando, Pedro Camejo. Biruaca
		Desarrollo del cultivo con peces autóctonos en las comunidades rurales organizadas en el bajo Apure	Apure	
Instituto de Ciencias Ambientales y Ecologicas (ICAE)	Mario Fariñas - mfariñas@ula.ve y mariofarinas@gmail.com	Evolución de la vegetación de sabana protegida del fuego		
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	www.ica.gov.co	Proyecto Acuícola - Diagnóstico de la producción piscícola de los departamentos de Meta y Casanare	Casanare y Meta	

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Instituto de Estudios de la Orinoquia (IEO) -Universidad Nacional de Colombia (UNAL)	ieorinoc_fiara@unal.edu.co direccion_ara@unal.edu.co	Estudios de predador-presa en felinos	Arauca	Tame
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)	Carlos A. Lasso classo@humboldt.org.co	Diagnóstico de plantas y mamíferos acuáticos en la Orinoquia	Todos los departamentos de la Orinoquia	
		Diagnóstico pesca ornamental		
		Diagnóstico cocodrílidos y tortugas		
		Historia natural y comercio de rayas de agua dulce		
		Priorización áreas conservación en áreas operativas Ecopetrol	Arauca	
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Unillanos	Carlos A. Lasso classo@humboldt.org.co	Diagnóstico de pesquerías de consumo	Todos los departamentos de la Orinoquia	
Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), Universidad Central de Venezuela	Francisco Provenzano francisco.provenzano@ciens.ucv.ve	Evaluaciones en los bosques de la faja petrolífera, estados Guárico y Anzoátegui	Anzoátegui y Guárico	
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)	Ada Sánchez-Mercado adayelitza@yahoo.es Angel Fernandez afernand@ivic.gob.ve Jafet M. Nassar H. jnassar@ivic.gob.ve Jesus Marvaez mavarez@gmail.com, José Rafael Ferrer-Paris jferrer@ivic.gob.ve Jon Paul Rodriguez jonpaul@ivic.gob.ve	Distribución y abundancia de grupos indicadores seleccionados, a partir de datos de museos y revisión de literatura		
		Estudios de impacto ambiental		
		Proyecto "Loro" (Psitácidos)		
		Ecología de la oncocercosis en el alto Orinoco		
		Biomedicinas del bosque tropical	Bolívar, Delta Amacuro, Amazonas	Cedeño, Antonio Díaz, Manapiare
		Tropi Dry	Cojedes	Girardot
		Estructura y composición de bosques secos y sabanas de los Llanos Orientales del Orinoco	Anzoátegui	Independencia
		Patrones de asentamiento y uso del bosque por los Hoti, en la Sierra de Maigualida	Bolívar	Sucre
		Mapas de diversidad genética de plantas y bosques secos venezolanos		

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)	Ada Sánchez-Mercado adayelitza@yahoo.es Angel Fernandez afernand@ivic.gob.ve Jafet M. Nassar H. jnassar@ivic.gob.ve Jesus Marvaez mavarez@gmail.com, José Rafael Ferrer-Paris jferrer@ivic.gob.ve Jon Paul Rodriguez jonpaul@ivic.gob.ve	GenoMapas: uso de la sistématica molecular para la monitorización de la biodiversidad neotropical		
		Neo-Mapas: análisis de los patrones espaciales de distribución de grupos indicadores a nivel nacional		
		Levantamiento de información sobre áreas protegidas de Venezuela		PN Sierra Nevada, PN Yapacana, PN Cinaruco-Capanaparo, PN Aguaro-Guariquito
		Proyecto Jaguar (*Panthera onca*) en Venezuela en relación a la diversidad de hábitats y comunidades de presas disponibles		
Lousiana State University	www.lsu.edu	Aves bosque húmedo andino		
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Terrtorial (MAVDT) y Fundación Omacha	info@omacha.org www.minambiente.gov.co	Diagnóstico peces ornamentales		
Museo Estación Biológica de Rancho Grande	museoebrg@cantv.net	Mamíferos del Parque Nacional Canaima	Bolívar	PN Canaima
Occidental de Colombia (OXY) - Universidad Jorge Tadeo Lozano UJTL	centro.informacion@utadeo.edu.co	Afectación a la biodiversidad	Arauca	
Phynatura A.C.	phynatura@hotmail.com	Proyecto Sarrapia, aceite de palo, primera reserva forestal comunitaria		
Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)	Giovanny Fagua fagua@javeriana.edu.co, Saul Prada saul.prada@gmail.com www.javeriana.edu.co	Parcelas Gloria de monitoreo de cambio climático global (El Cocuy)	Boyacá	El Cocuy
		Caracterización comunidad de peces en esteros "naturales" y "emergentes"	Casanare	Orocué
		Lineamientos para el aprovechamiento de peces ornamentales del Guainía	Guainía	Puerto Inírida
		Secuestro de metabolitos secundarios de *Astirolochia* por parte de lepidópteros y su alternativa de uso en bioprospección (muestreos en eje Restrepo – Villavicencio – Fuente de Oro, Meta)	Meta	Restrepo, Villavicencio y Fuente de Oro

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)	Giovanny Fagua fagua@javeriana.edu.co, Saul Prada saul.prada@gmail.com www.javeriana.edu.co	Cría de mariposas y coleópteros como alternativa de aprovechamiento para remplazo de cultivos ilícitos en San José del Guaviare y alrededores	Guaviare	San José del Guaviare
		Caracterización faunística de San Martín, Puerto López y Puerto Gaitán (Meta)	Meta	San Martín, Puerto López y Puerto Gaitán
		Herpetologia del área de Palmarito	Casanare	
		Herpetologia de Los Pozos	Meta	
		Variación altitudinal de mariposas y hormigas en la cuenca del río Gazavita	Meta	
Pontificia Universidad Javeriana; Universidad Jorge Tadeo Lozano; Instituto Alexander von Humboldt; Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parque Nacionales Naturales	programafrailejones@gmail.com	Programa nacional para la evaluación del estado y afectación de los frailejones en los Páramos de los Andes del Norte	Cundinamarca	
The Nature Conservancy (TNC)	colombia@tnc.org	Producción sostenible en Elorza y Rómulo Gallegos	Apure	Elorza y Rómulo Gallegos
		Planificación de conservación en Orocué	Casanare	Orocué
		Bloque de resguardos indígenas desde resguardo Unuma hasta selva de Matavén y resguardos en Cumaribo	Vichada	Resguardo Unuma hasta Selva de Matavén y Resguardos en Cumaribo
		Proyecto de reconversión ganadera con FEDEGAN en San Martín	Meta	San Martín
		Compensación ambiental de petroleras y transversal de la Macarena	Casanare	
		Declaración de un Parque Nacional (Casanare)	Casanare	
		Fondo del Agua		
		Reconversión ganadera y conservación de un parche de bosque en el río Capirro		

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Universidad Central de Venezuela, Instituto de Ciencias de la Tierra, Instituto de Zoologia y Ecologia Tropical (UCV – ICT – IZET)	Francisco Provenzano francisco.provenzano@ciens.ucv.ve	Rio Aro: diagnóstico de la Cuenca	Bolívar	
Universidad Central de Venezuela, Instituto de Zoologia y Ecologia Tropical, American Museum of Natural History New York (UCV – IZET – AMNH)	Francisco Provenzano francisco.provenzano@ciens.ucv.ve	Análisis de la familia Astroblepidae (bagres endémicos de los Andes)		
Universidad Nacional Experimental de la Guyana (UNEG), Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLSCN) e IRD	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve	Manejo de recursos con comunidades	Bolívar	
	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve	Proyecto editorial "Paisajes ribereños Orinoquia Guayanesa"	Bolívar	
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora -(Unellez)	www.unellez.edu.ve	Aves acuáticas migratorias		
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAESPNN	atencionusuario@parquesnacionales.gov.co	Ordenamiento ambiental del territorio para el Área de Manejo Especial de La Macarena	Meta	La Macarena
		Area de Manejo Especial La Macarena	Meta	La Macarena
		Tuparro y Tamá: línea de trabajo binacional para áreas protegidas	Vichada, Apure y Táchira	PNN El Tuparro y PN El Tamá
		Corredor de conservación (Conservación Internacional)		PNN Sumapaz, PNN Chingaza, PNN Picachos, cerros orientales Bogotá
		Conservación Corredor Cocuy	Arauca , Boyacá	Tame, El Cocuy
		Prioridades humedales Casanare y Arauca	Arauca y Casanare	
		Procesos selvas de Lipa	Arauca y Casanare	
		Creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas en Arauca y Casanare	Arauca y Casanare	
		Corredor de ecosistemas estratégicos de la cordillera oriental (sur de Boyacá – norte de Huila)	Boyacá y Huila	
		Nuevas áreas Alto Manacacías	Meta	
		Prioridades de Inversión TFCA	Vichada	

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAESPNN	atencionusuario@parquesnacionales.gov.co	Nuevos bosques trancisionales Cumaribo	Vichada	
		Reserva de la Biosfera El Tuparro en el área de influencia y área protegida	Vichada	
		SIRAP Orinoquia		
		Proyecto GEF para la implementación de un proyecto piloto para el desarrollo sostenible productivo en hatos ganaderos y con producción forestal		
Universidad de Los Llanos - Unillanos	contacto@unillanos.edu.co	Evaluación de ecosistemas acuáticos de altillanura	Meta	Puerto Gaitán
		Dinámica y fenología de poblaciones de moriche en condiciones de altillanura	Meta	Puerto Gaitán
		Caracterización de comunidades vegetales afectadas por acción humana en zona de piedemonte	Meta	San Carlos de Guaroa, Castilla La Nueva, Acacías
		Caracterización fitoquímica y bromatológica *Dichapetalum spruceanum*	Casanare	
		Diagnóstico socioambiental para la recuperación del río Orotoy	Meta	
		Evaluación de poblaciones de peces ornamentales	Meta	
		Peces del río Bita: cucha roja	Vichada	
		Evaluación de genética de poblaciones del género *Dioscorea* (germoplasma)		
		Dinámica poblacional del bocachico		
		Diversidad de *Faboides* en Orinoquia Colombiana		
		Caesalpinoideas de la Orinoquia Colombiana (diversidad)		
		Caracterización de *Copaifera officinalis* (palo de aceite) como biocombustible		
		Catálogo de los recursos pesqueros continentales		

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Unión Venezolana de Ornitólogos - UVO	Edf. Gran Sabana. Piso 3. Boulevard de Sabana Grande. Caracas 1050 - Venezuela Teléfono (0212) 7615631	Censo nacional de aves acuáticas		
Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico)	Alex Urbano bio.ictiologia@gmail.com www.unitropico.edu.co	Estructura y composición de la ictiofauna de la laguna Tinije	Casanare	Aguazul, Maní
		Murciélagos de Yopal	Casanare	Yopal
		Bioecología de comunidades ícticas	Casanare	Yopal
		Peces del Casanare	Casanare	
Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (Unitrópico) - Asociación de Becarios de Casanare (ABC)	Alex Urbano bio.ictiologia@gmail.com www.unitropico.edu.co	Peces del norte del municipio de Chameza	Casanare	Chameza
Unitrópico - Universidad de Konstonz Alemania	Alex Urbano bio.ictiologia@gmail.com www.unitropico.edu.co www.uni-konstanz.de/willkommen	Ecología de humedales en plano inundables	Casanare	Tauramena
Universidad Central de Venezuela (UCV)	Francisco Provenzano francisco.provenzano@ciens.ucv.ve Antonio Machado antonio.machado@ciens.ucv.ve Valois Gonzalez valois.gonzalez@gmail.com www.ucv.ve	Estado actual de las comunidades de invertebrados acuáticos, peces, anfibios, reptiles y mamíferos en un sector de la cordillera de la costa y su vulnerabilidad ante potenciales cambios climáticos	Cojedes, Carabobo y Yaracuy	San Carlos de Austria
		Estudios de impacto ambiental faja petrolera	Delta del Orinoco, llanos centrales, zona de Arauca	
		Inventarios de flora y fauna	Bloques petroleros en: Monagas, Zategui, Guárico, Barinas	
		Dinámica ecológica de la zona inundable del llano		
		Inventarios de la región Andina		
Universidad de la Florida	foundation@uff.ufl.edu	Grupo G10 Migración del ave "tijereta"		

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Universidad de Los Andes (Venezuela - ULA)	www.ula.ve	Wilfredo Franco, Coordinador del comodato ULA- Ministerio de Ambiente. Proyecto entorno a la Reserva forestal de Caparo	Barinas	Reserva Forestal de Caparo
		Biogeografía (fito) de los llanos de Venezuela - tesis doctoral en redacción		
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC)	Angela Parrado aparrador@udistrital.edu.co dmedioa@udistrital.edu.co	Apoyo al fortalecimiento del Sistema Regional de Áreas Protegidas en la Orinoquia colombiana	Casanare	Chameza
		Estrategia de conservación bosque andino Chameza (en proceso-Colciencias)	Casanare	Chameza
		Mapa de uso y cobertura de la tierra, municipios del oriente de Boyacá y occidente de Casanare y Arauca, escala 1:100.000	Arauca, Casanare y Boyacá	
		Estudios conservación de especies promisorias; estrategia de conservación del Loro oreji-amarillo		
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)-Instituto de Estudios de la Orinoquia (IEO)	Carlos Caicedo chcaicedoe@unal.edu.co Mary Ruth Garcia mrgarciaco@unal.edu.co Doris Nancy Alvis bibteca_ara@unal.edu.co Yuranny Duarte yduartemo@unal.edu.co	Caracterización propagulos; suelos	Arauca	Tame
		Genética chigüiros	Arauca	
		Observatorio ambiental		
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)	Carolina Ramos cramosm@unal.edu.co Myriam Lugo Rugeles mylugorugeles@hotmail.com www.unal.edu.co	Patrones de depredación en jaguar	Arauca y Casanare	Tame, Hato Corozal
		Evaluación ecológica de peces ornamentales	Arauca	
		Educación ambiental	Arauca	
		Estudio de percepción de problemáticas en medio ambiente	Arauca	

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Universidad Nacional de Colombia (UNAL)	Carolina Ramos cramosm@unal.edu.co, Myriam Lugo Rugeles mylugorugeles@hotmail.com www.unal.edu.co	Caracterización y conservación de suelos	Arauca	
		Monitoreo hidrológico de la cuenca Orinoco	Orinoquia	
		Taxonomía de algas en esteros y lagunas de la Orinoquia.		
		Observatorio ambiental para la Orinoquia	Orinoquia	
		Determinación de sexo en chigüiro		
Universidad Nacional de Colombia - UNAL y Universidad de la Plata	Denise Castro, Santiago Duque, Ricardo Echenique, Lili Marciales www.unal.edu.co	Ecología de desmidias en esteros y humedales de la Orinoquia	Meta, Casanare, Arauca	Puerto López, Maní, Arauca
Universidad Nacional Experimental de la Guyana (UNEG)	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve	Ordenación del territorio y gestión ambiental sustentable en las parroquias Andrés Eloy Blanco (M. Piar) y Pozo Verde (M. Caroní) del estado Bolívar	Bolívar	Caroní, Piar
		Pautas metodológicas y diagnóstico de recursos bióticos para el diseño de un plan de manejo para los habitats ocupados por los Yekuana y Sanema	Bolívar	Cedeño
		Restauración de bosques de galería	Bolívar	Gran Sabana
		Fragmentación, riqueza, estructura y dinámica en bosques de la Gran Sabana	Bolívar	Gran Sabana
		Gobernabilidad del recurso hídrico en la cuenca del río Caroní, un estudio en base a los conocimientos y prácticas institucionales y comunitarias	Bolívar	Gran Sabana
		Funcionalidad ecosistémica del Orinoco. Proyecto Corredor Orinoco Fase 2	Bolívar	Heres
		Restauración de bosques inundables degradados	Bolívar	Heres

M. T. Sierra

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Universidad Nacional Experimental de la Guyana (UNEG)	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve	Proyecto de investigación Pedagógica sobre el Corredor Ribereño del Orinoco	Bolívar	Heres
		Desarrollo eco-socio-económico integral de comunidades ribereñas del Orinoco	Bolívar	Heres
		Factores de riesgo en la reducción de hábitats en el Parque Nacional Canaima: vulnerabilidad y herramientas para el desarrollo sostenible	Bolívar	P. N. Canaima
		Cartografía Hiwi-Piaroa del Sipapo y Orinoco medio	Amazonas	
		Vegetación y fauna en el norte de Imataca	Bolívar	
Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia - (UPTC)	Jorge Ruiz - jorge.ruiz@uptc.edu.co	Intercambio de información geográfica y ambiental como apoyo a la investigación local y regional	Casanare	Chameza
Universidad Simón Bolívar (USB)	www.usb.ve/contacto	Oso frontino en el Parque Nacional Yacambú	Lara	P. N. Yacambú
	www.usb.ve/contacto	Primates Parque Nacional Guatopo	Miranda y Guárico	
Universidad Simón Bolívar (USB), Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas (IVIC), Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayana (CIEG)	Judith Rosales jrosales@uneg.edu.ve www.uneg.edu.ve http://www.usb.ve/contacto/	Proyecto "RIESGO" Canaima	Bolívar	
WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza	jsusma@wwf.org.co	Biodiversidad del Casanare e identificación de áreas de alto valor de conservación	Casanare	
		Declaración de la Estrella Fuvial de Inírida como sitio Ramsar	Guainía	
WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza	jsusma@wwf.org.co	Proyecto de zonificación, delimitación y biodiversidad de la Reserva de la Biosfera El Tuparro	Vichada	P. N. N. El Tuparro
Xiomara Carretero	Xiomara Carretero xcarretero@gmail.com	Censos de primates en los últimos 6 años. Veredas: Alto Iraca, Castañeda y La Novilla	Meta	Reserva Natural de la Sociedad Civil Las Unamas en San Martín
		Proyecto Zocay	Meta	San Martín

C. Lasso

Entidad o investigador	Datos de contacto	Nombre del proyecto	Área de influencia (departamento o estado)	Área de influencia (municipio)
Yoluka, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación	Carolina Mora carolina.mora@yoluka.org contactenos@yoluka.org	Diversidad de pequeños mamíferos de bosques de tierras bajas del municipio Trinidad-Casanare, Colombia	Casanare	Trinidad
		Programa de conservación de fauna y flora en Trinidad y San Luis de Palenque (Casanare-Colombia)	Casanare	Trinidad y San Luis de Palenque
		Programa de conservación de fauna y flora	Casanare	Trinidad y San Luis de Palenque

Tepuyes. Foto: C. Brewer Carias.