



# Amazonía y Agua

Desarrollo sostenible en el siglo XXI

El agua de la Amazonía juega una función integral en la biosfera. Su naturaleza renovable permite catalizar una serie de fenómenos naturales y socioculturales esenciales para la existencia de la socio (bio) diversidad. De esta forma, el agua, como parte incommensurable e insustituible de los componentes de los ecosistemas amazónicos, adquiere cada día mayor relevancia. Ello obedece al persistente interés de las ciencias occidentales por conocer en detalle el ciclo de materia/energía y la estructura interactiva entre hombre y naturaleza que se produce en el extenso territorio que va de los Andes hasta el océano Atlántico.

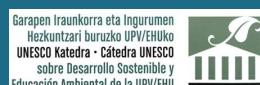
# Amazonía y Agua

## Desarrollo sostenible en el siglo XXI

Hernando Bernal Zamudio  
Carlos Hugo Sierra Hernando  
Miren Onaindia Olalde  
Mario Angulo Tarancón  
Editores



Fotos:  
Encuentro de las Aguas, Manaos, Brasil. A. Mazona Valderrama  
Igarape, Estado de Pará, Brasil. F. Darío Maldonado



**AMAZONIA Y AGUA:  
DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SIGLO XXI**



## **AMAZONIA Y AGUA: DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SIGLO XXI**

**Hernando Bernal Zamudio, Carlos Hugo Sierra, Mario Angulo Tarancón  
& Miren Onandia Olalde (Editores)**

Coordinación Científica: **Edwin Agudelo Córdoba, Miren Onaindia Olalde y  
Hernando Bernal Zamudio**

*Coordinadores de Dimensiones*

Dimensión Biótica: **Miren Onaindia Olalde**

Dimensión Socioeconómica: **Roberto Juan Bermejo Gómez de Segura, Xabier  
Gainza Barrenkua y Hernando Bernal Zamudio**

Dimensión Sociocultural: **Carlos Hugo Sierra Hernando**

Dimensión Sociopolítica: **Antxon Mendizabal Etxabe**

© Hernando Bernal *et alii*, 2009

ISBN: 978-84-934779-8-1

Servicio Editorial de la Unesco Etxea

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de los editores. Las opiniones vertidas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de los autores participantes en la misma y no se corresponden necesariamente con las de los editores e instituciones colaboradoras.



# Índice

## Dimensión Biótica

*Miren Onaindia Olalde*

Servicios ambientales de los ecosistemas..... 29

*Carlos A. Nobre, Gilvan Sampaio, Luis Salazar*

Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do Século XXI..... 39

*Marcela Núñez-Avellaneda*

Una mirada a la microbiodiversidad acuática amazónica..... 59

*Javier Otero García*

Los salados amazónicos: desde el suelo hasta el agua..... 67

*Ángela Pinzon Pinto*

Dinámica del agua en el suelo amazónico..... 73

*Trujillo, F., Diazgranados, M.C., Gomez, C y M. Portocarrero*

Conservación de los ecosistemas acuáticos en la Gran Amazonia a través de los delfines de río..... 83

*Alexander Velásquez Valencia. Emmy Johanna Cruz-Trujillo*

Aves de los humedales de la región Noroccidental de la amazonia colombiana..... 97

*Naziano Filizola, Luiz Cândido, Antônio Manz, Jhan Carlo Espinoza, Josyanne Ronchail, Jean Loup Guyot*

Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional..... 109

*Betselene Murcia Ordoñez, Luis Carlos Chaves Moreno*

Macro invertebrados acuáticos (clase insecta) como bioindicadores en la cuenca alta del río Caquetá..... 119

*Erlendy Bernal Cañon*

Caudales ecológicos Amazónicos..... 125

*Jan Dungel*

Aves del Amazonas..... 133

## Dimensión socioeconómica

<i>Antxon Mendizabal y Urtzi Mendizabal</i> Agua y Empresas Multinacionales.....	149
<i>María del Socorro López Gómez y Mikel Gómez Uranga</i> El respeto a la biodiversidad amazónica en la era de las patentes.....	161
<i>Carlos Ariel Salazar</i> Los cultivos comerciales de hoja de coca en la Amazonia colombiana: factor irreversible de cambio.....	173
<i>Martha Cecilia Suárez-Mutis y José Rodrigues Coura</i> Nuevas perspectivas de la epidemiología de la malaria en la Amazonia: la infección asintomática por Plasmodium.....	183
<i>Hernando Bernal Zamudio, Xabier Gainza Barrenkua</i> Generalidades sobre la generación de ciencia y tecnología en la Amazonía.....	193
<i>Roberto Juan Bermejo Gomes de Segura</i> Hidrógeno. El combustible del agua.....	203
<i>Carlos García Gáfar y Moises Odriozola Maritorena</i> Turbinas Hidrocinéticas una Tecnología Económica Ecológica y social para la Amazonía Brasileña.....	213
<i>Adriana Gomez Affonso, Evelyn Leão de Moraes Novo</i> A contribuição da tecnologia espacial para o monitoramento dos recursos hídricos da Amazônia Brasileira no século XXI.....	225
<i>Edwin Agudelo Córdoba, Juan Carlos Alonso González y C. L. Sánchez Páez</i> La utilización de los recursos icticos en la Amazonia sur de Colombia: una estrategia de vida, de ocupación y renta.....	237
<i>Mauro Luis Ruffino y Rodrigo Roubach</i> A pesca e aqüicultura na Amazônia brasileira.....	249
<i>Patrick Lavelle, Carla Rocha y Juan José Herrera</i> Cuidar los suelos para un buen manejo del agua en las zonas rurales Amazónicas.....	259

<i>Leandro J. Lizcano Echeverri</i>	
Revalorización de la medicina tradicional: potencial antioxidante de extractos de plantas amazónicas.....	267
<i>Walter Apolo B</i>	
Agua y desarrollo en la zona Andino-amazónica del Ecuador.....	275
<b>Dimensión sociocultural</b>	
<i>Abel Antonio Santos Angarita</i>	
Territorio-Cuerpo-Agua, entre el pueblo amazónico Ticuna. Colombia.....	289
<i>Ligia T. Lopes Simonian</i>	
Água na cultura ribeirinha e mulheres amazônicas.....	299
<i>Camilo Esteban Cadena Vargas</i>	
Etnobotánica de las palmas útiles de bosques inundables y zonas dedicadas al cultivo chagras, en la elaboración de artesanías de la comunidad indígena Monifue Amena, Amazonas, Colombia.....	311
<i>Carlos Hugo Sierra</i>	
El trasfondo socio-antropológico de la praxis médica tradicional. Una mirada a la medicina chamánica amazónica.....	319
<i>Claudia Soares Martins</i>	
Saúde e cultura indígena no alto Rio Negro.....	329
<i>Luis Eduardo Acosta Muñoz</i>	
Los entierros de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz), entre el pueblo Tikuna, una tecnología plenamente sostenible con el recurso hídrico e hidrobiológico en la Amazonia.....	335
<i>Paulo Roberto de Abreu Bruno</i>	
Indios, saúde e ambiente na “Amazônia legal” Brasileira.....	343
<i>Sandro Angulo Rincón</i>	
La televisión comunitaria y recursos naturales: el agua en la agenda de los movimientos sociales.....	353

# Índice

## Dimensión Biótica

*Miren Onaindia Olalde*

Servicios ambientales de los ecosistemas..... 29

*Carlos A. Nobre, Gilvan Sampaio, Luis Salazar*

Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do Século XXI..... 39

*Marcela Núñez-Avellaneda*

Una mirada a la microbiodiversidad acuática amazónica..... 59

*Javier Otero García*

Los salados amazónicos: desde el suelo hasta el agua..... 67

*Ángela Pinzon Pinto*

Dinámica del agua en el suelo amazónico..... 73

*Trujillo, F., Diazgranados, M.C., Gomez, C y M. Portocarrero*

Conservación de los ecosistemas acuáticos en la Gran Amazonia a través de los delfines de río..... 83

*Alexander Velásquez Valencia. Emmy Johanna Cruz-Trujillo*

Aves de los humedales de la región Noroccidental de la amazonia colombiana..... 97

*Naziano Filizola, Luiz Cândido, Antônio Manz, Jhan Carlo Espinoza, Josyanne Ronchail, Jean Loup Guyot*

Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional..... 109

*Betselene Murcia Ordoñez, Luis Carlos Chaves Moreno*

Macro invertebrados acuáticos (clase insecta) como bioindicadores en la cuenca alta del río Caquetá..... 119

*Erlendy Bernal Cañon*

Caudales ecológicos Amazónicos..... 125

*Jan Dungel*

Aves del Amazonas..... 133

<i>Lourdes Gonçalves Furtado</i>	
Terra e água territorialidades indivisas na vida ribeirinha e costeira tradicional amazônica.....	363
<b>Dimensión sociopolítica</b>	
<i>Rosalia Arteaga Serrano</i>	
Agua y Amazonia.....	375
<i>Luis Eduardo Aragón</i>	
Nuevos temas regionales para el estudio de la Amazonia en el actual contexto internacional.....	379
<i>Francisco Darío Maldonado, Edwin Willem Hermanus Keizer, Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça, Philip Martin Fearnside, Claudia Suzanne Vitel</i>	
Previsión temporal de la distribución espacial de la desforestación del interfluvio Purus- Madeira, región central de amazonas, hasta el año 2050.....	401
<i>Hugo Cetrángolo, Cecilia Gelabert, Patricio Cetrángolo y Fernando Medan</i>	
Los agronegocios en la producción forestal. El desarrollo de bosques implantados para evitar la deforestación.....	417
<i>Joseba I. Arregui</i>	
“Agua es vida”. Algunas ideas sobre el fluir de los derechos indígenas sobre sus territorios en los albores del siglo XXI.....	427
<i>Solange Teles da Silva</i>	
Gestão compartilhada das águas na Amazônia.....	437
<i>Nírvia Ravenna, Voyner Ravenna Cañete, Cleide Lima de Souza, Romulo Magalhães de Sousa, William Monteiro Rocha</i>	
Gestão das Águas na Amazônia: Atores Sociais, Marcos Regulatórios e Escalas.....	445
<i>Phillip Da Silva</i>	
A case for the sustainable use and management of Guyana’s water resources: Issues, Challenges, and Potentials.....	457
<i>Víctor López Acevedo</i>	
Agua, energía y políticas públicas en la Amazonía ecuatoriana.....	471

*Norbert Fenzl*

- Integração Institucional para o Manejo sustentável dos Recursos  
Hídricos da Bacia do Rio Amazonas..... 483

*Santiago R. Duque, Catalina Trujillo, Ángela Huérfano, Silvia López-Casas, Fernando  
Trujillo*

- Humedales amazónicos: experiencias de concertación para  
el manejo sostenible en territorios indígenas..... 495





Los Países Parte del Tratado de Cooperación Amazónica -Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela- comparten soberanamente la cuenca hidrográfica más extensa y biodiversa, por tanto, la más importante de la Tierra. La Amazonía, formada a lo largo de millones de años, alberga no solo la mayor cantidad de agua dulce superficial del planeta sino inúmeras especies de árboles, plantas, peces, insectos, mamíferos, aves y reptiles, entre otros, conformando un sistema complejo y frágil pero de singular importancia. Se le reconoce a la Amazonía, por ejemplo, contar con un mayor número de especies de peces que las que cuenta el Océano Atlántico. Es por todos conocido que seis Países Parte del Tratado integran el exclusivo grupo de diez y siete países mega diversos. La red fluvial que la cuenca posee, es también la más extensa –con más de 10 mil ríos afluentes, directos o indirectos- con importantes recursos minerales y gran potencialidad energética.

Teniendo en cuenta lo anterior y el interés de mejorar los niveles de desarrollo humano de las respectivas poblaciones de estos países y alcanzar metas superiores de desarrollo económico, el Tratado de Cooperación Amazónica – suscrito en 1978- previó la realización de esfuerzos y acciones conjuntas para promover el desarrollo armónico de los respectivos territorios amazónicos de los Países Miembros, de manera que esas acciones produzcan resultados equitativos y mutuamente provechosos teniendo en cuenta la preservación del medio ambiente.

Saludo, por tanto, la iniciativa de publicar el primer volumen de “Amazonía y Agua. Desarrollo sostenible en el siglo XXI” que contiene, desde diversos puntos de vista, variados aportes de investigadores, especialistas e intelectuales, tanto latinoamericanos como europeos, vinculados a la problemática y al quehacer amazónico. La contribución que ellos hacen a título personal enriquece el conocimiento de la Amazonía en torno al fundamental elemento agua, llamado a jugar un rol estratégico para los citados países amazónicos, dueños de este recurso natural.

Aunque el contenido no refleje necesariamente la opinión de los Países Miembros de la OTCA, confío que este proyecto editorial contribuirá a promover el conocimiento científico y tecnológico, así como a coadyuvar en el proceso de reflexión sobre las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, y su incidencia en los ecosistemas y recursos naturales y la salud de las personas, principalmente la de las poblaciones asentadas en la cuenca.

El agua (del griego *Ydor*) está tan vinculada a la historia de la humanidad, que religiones diversas como el hinduismo, cristianismo, budismo, zoroastrismo, islamismo e sintoísmo,

determinan ríos sagrados y rituales vinculados a la purificación así como al concepto de renacimiento, creación o la propia vida. Sin agua no hubiera podido darse la creación de la espectacular e inigualable riqueza de la Amazonia, fuente de alimentos y medicamentos.

Brasilia, noviembre de 2009.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Manuel Picasso".

**EmbaJador Manuel Picasso**  
Secretario General



Uno de los recursos críticos para el desarrollo y la sobrevivencia humana en el siglo XXI es sin duda el agua, cuya demanda crece constantemente por el crecimiento poblacional, mientras que su calidad y accesibilidad se ven limitadas por problemas de contaminación y alteraciones de los sistemas hidrográficos. Bajo estas circunstancias, La disponibilidad de agua de buena calidad para consumo humano y para otros usos se hace cada vez más escasa.

El sistema hidrográfico del río Amazonas es el mayor depósito de agua dulce del planeta y su cuenca incluye la mayor superficie continua de bosque tropical natural. Su territorio lo comparten ocho países que buscan articular un desarrollo cada vez más sustentable para su población, con enorme diversidad cultural, a través de las estrategias y acciones generadas en el ámbito de cada país y de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). Siendo el agua y los bosques naturales los recursos que soportan la gran diversidad de culturas humanas y de vida vegetal y animal en el Amazonas, el buen manejo de la cuenca debe tener como uno de sus ejes articuladores, el recurso hídrico.

Por el hecho de alojar el mayor recurso de agua dulce e incluir la mayor superficie de bosques tropicales naturales, con alta biodiversidad terrestre y acuática, que tiene influencia en la circulación y la mitigación del cambio climático a escala global, la cuenca del Amazonas ha generado interés mundial por su conservación y buen manejo.

Un insumo crítico para la gestión mancomunada responsable, equitativa e integrada de la cuenca del Amazonas y sus recursos es el conocimiento sobre el potencial de sus recursos, especialmente el agua y las necesidades humanas, que permita a las diferentes instancias de gestión desarrollar políticas articuladas entre las mismas.

En este marco, la Asociación de Universidades Amazónicas (UNAMAZ) se complace en presentar el libro *Amazonia y agua. Desarrollo sostenible en el siglo XXI*, con la contribución de un conjunto muy importante de científicos y profesionales, bajo el auspicio de la Cátedra UNESCO.

Max González M.  
PRESIDENTE DE UNAMAZ





La región amazónica colombiana, incluyendo la zona del piedemonte de la cordillera oriental, es un área con gran potencial e importancia hídrica para la Gran Cuenca del Amazonas, reconocida mundialmente por su oferta en servicios ambientales.

La situación biofísica de las principales cuencas hidrográficas de la región, en términos del uso para consumo y vertimientos, evidencia serios problemas que se visualizan en la alta sedimentación, la deforestación en zonas altas de las cuencas, la disminución de caudales, el progresivo aumento de los deslizamientos y el incremento en los procesos de contaminación. Por otra parte, la dinámica socioeconómica y cultural en torno a las cuencas, contribuye a agudizar las problemáticas que se evidencian en ellas, pese a lo cual no se ha avanzando en la incorporación de este componente en el marco de ejercicios de planificación y toma de decisiones frente a estos territorios. Esto se ve reflejado, no sólo en el uso conflictivo de los recursos naturales disponibles en las cuencas, sino también en la desarticulación entre la comunidad, los tomadores de decisiones y los preceptos del desarrollo sostenible.

Frente a este escenario complejo y preocupante, el simple hecho de no contar con un diagnóstico completo, juicioso, integral, elaborado bajo criterios científicos, y actualizado sobre las cuencas y microcuencas de la región, es una circunstancia limitante frente a la toma de decisiones a nivel político frente a este tema tan relevante para el desarrollo regional.

En este sentido, el esfuerzo colectivo para la realización de una publicación como la que se presenta aquí, es una oportunidad para visibilizar la importancia del recurso hídrico en la región, el potencial que existe y se alberga en las cuencas y microcuencas de la Amazonia, los diferentes tipos de interacción y gobernanza que se dan alrededor del uso y aprovechamiento de estos espacios por parte de las comunidades locales, los diferentes niveles de problemáticas que existen frente al agua en la región y, principalmente, los resultados de múltiples procesos de investigación.

La Universidad de la Amazonia, como actor académico regional, se suma a esta importante iniciativa y aplaude este enorme esfuerzo interinstitucional e interdisciplinario, a través del cual se presenta información actualizada sobre la región, que sirve como insumo para que tomadores de decisiones sean más certeros y posicen el tema hídrico en las agendas políticas regionales, nacionales e internacionales.

LUIS EDUARDO TORRES GARCÍA  
Rector Universidad de la Amazonia



La utilización de los recursos naturales del Planeta ha aportado considerables beneficios para el bienestar humano y el desarrollo económico. Sin embargo, la degradación de los servicios de los ecosistemas está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que es un factor causante de pobreza y conflicto social.

La Organización de Naciones Unidas, con el fin de mejorar la condición humana, estableció en su Declaración del Milenio una serie de metas para el año 2015, denominadas Objetivos de Desarrollo para el Milenio. Entre los objetivos marcados, se considera necesario: *Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*, que implica como una de las metas más importantes *Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente*. Esta temática es importante a nivel local, regional e internacional, ya que las consecuencias de la utilización insostenible de los recursos naturales constituyen un límite para la disminución de la pobreza y de las enfermedades.

El acceso al agua y el uso sostenible de este recurso es una de las cuestiones que merecen especial interés en la estrategia hacia la consecución de los objetivos globales del milenio. Como seguimiento y evaluación de la situación de los recursos hídricos, las Naciones Unidas presentaron el informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del mundo, *El agua: una responsabilidad compartida* (2006). En dicho informe se deducen algunas cuestiones importantes con relación a la gestión del agua, poniendo de manifiesto la necesidad de asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales. Además se subraya una cuestión trascendental, que es la constatación de que hay suficiente agua para todos, pero el problema es como compartir el agua de forma equitativa. Por tanto, los desafíos asociados a los objetivos marcados, son por una parte, satisfacer las necesidades humanas básicas y proteger los ecosistemas y por otra parte, administrar el agua de modo responsable

Desde la Cátedra UNESCO de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la Universidad del País Vasco, hemos desarrollado una especial sensibilidad hacia esta temática y a la situación en la Amazonía, lo que se ha expresado en la organización de varios foros de debate y en la publicación del libro *La Amazonía: Biodiversidad Sostenible* (2007) y del número especial sobre el agua de la revista *Forum de Sostenibilidad* (2008). Con el apoyo de la Cátedra a la edición de este libro se pretende realizar una nueva aportación para el debate y la construcción de la sostenibilidad. La Amazonía es una realidad compleja, de gran interés desde el punto de vista de la biodiversidad y muy influida por las relaciones socioeconómicas a nivel mundial. El conocimiento de esta

realidad precisa de un análisis holístico y multidisciplinar, por lo que la presente publicación pretende dar un paso mas hacia una comprensión integrada.

Esta publicación expresa el interés de colaboración entre distintas instituciones, en el cual se reafirma la Cátedra UNESCO de la Universidad del País Vasco, en consecuencia con el objetivo de promover la cooperación en actividades que contribuyan al conocimiento e implementación de la sostenibilidad.

Miren Onaindia Olalde  
Cátedra UNESCO  
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

## INTRODUCCIÓN

El agua de la Amazonía juega una función integral en la bioesfera. Su naturaleza renovable permite catalizar toda una serie de fenómenos naturales, socioeconómicos, políticos y culturales esenciales para la existencia de la socio (bio) diversidad. De esta forma, el agua, como parte incommensurable e insustituible de los componentes de los ecosistemas amazónicos, adquiere cada día mayor relevancia geoestratégica. Ello obedece al persistente interés de las ciencias occidentales por conocer en detalle el ciclo de materia / energía y la estructura interactiva entre hombre y naturaleza que se produce en el extenso territorio que va desde los Andes (Amazonía andina), Caribe (Amazonía caribeña) hasta el océano Atlántico (Amazonía azul), lo cual genera a nivel aeroespacial una órbita geoestacionaria.

A nivel planetario, el agua de la Amazonía juega un papel decisivo en la estabilidad del geoide, lo que repercute en la polaridad, en el equilibrio gravitacional de la tierra y, en fin, en el flujo de las corrientes marinas continentales. Desde esta perspectiva, la masa hídrica amazónica constituye un sistema circulatorio terrestre que incide en la vida hasta en sus más ínfimos niveles.

Sin agua definitivamente no hay vida y tal circunstancia, en la Amazonía, cobra una significación especial ya que ostenta el 20 por ciento del agua dulce del planeta. El reto de esta generación, en definitiva, es saber administrar este recurso fundamental a fin de que permanezca renovable y accesible en un futuro cercano ante desafíos tales como la inexorable urbanización de aquella región del planeta, que ya cuenta con una población cercana a los cuarenta millones de personas.

Pero, además de ser vector de vida, el agua o, más bien, la escasez de ella, la contaminación, la desertización o la hidropiratería, pueden conducir a la muerte. El ser conscientes, en definitiva, de su centralidad en la perpetuación de la diversidad ecosistémica nos debe empujar a ensayar una nueva praxis económica vinculada a una cultura alternativa de uso y manejo de la biomasa acuática. A fin de cuentas, de lo que se trata aquí es de cultivar una matriz energética sostenible basada en la justa valoración del recurso hídrico y que, paralelamente, suponga una transformación profunda en la relación del hombre con la naturaleza.

El libro *Amazonia y Agua. Desarrollo Sostenible en el siglo XXI* es el resultado final de la intensa participación de investigadores, tanto sudamericanos como europeos, que tienen en la Amazonia, y las aguas que allí discurren, su campo de estudio prioritario. Se trata, con seguridad, de una obra de carácter multidisciplinar que auspicia una inmejorable sintonía entre una lectura extremadamente especializada y el acercamiento lego en la materia, dado que en sus páginas se encuentra la afortunada particularidad de poder ofrecer un interesante horizonte panorámico que da cuenta del estado de cosas y de los últimos avances, a nivel teórico e investigativo, dentro del área de estudios relativos a la presencia del agua en la Amazonía.

En ese sentido, los editores de este libro han realizado un esfuerzo sobresaliente en contar con las aportaciones de algunos de los más conspicuos entendidos en cada una de las materias tratadas en las diferentes secciones y que pertenecen a las más prestigiosas universidades e instituciones de investigación sudamericanas y europeas. El trabajo que se presenta aquí, en definitiva, no aborda el fenómeno del agua en la Amazonía desde la distancia reductiva sino desde una cercanía íntima y reveladora, de acuerdo con los laboriosos e interesantísimos trabajos de campo llevados a cabo por los profesionales que colaboran en la obra, y que permite entrever en toda su globalidad la complejidad del fenómeno hidrológico en aquella región del planeta.

De esta manera, no es posible dejar de advertir lo oportuno de su publicación en un momento clave en la evolución humana a nivel mundial que exige profundas reflexiones en torno a uno de los problemas más acuciantes del presente y del futuro más cercano: la necesidad de gestionar desde criterios de sostenibilidad el agua como recurso natural escaso. El libro, en este sentido, nos da importantes pistas sobre las orientaciones más eficaces a este respecto desde una perspectiva integral, afrontando no sólo la dimensión socioeconómica o sociopolítica del problema sino también todos aquellos aspectos que se refieren a una dimensión sociocultural. Por ello esta importante obra, en resumidas cuentas, debe ser considerada como un indispensable referente heurístico de primer nivel para aquellos que deseen comprender en su globalidad la realidad del agua en el pulmón de la tierra.

Por último, como complemento enriquecedor del trabajo textual, el libro ha suscitado la realización una hermosa aproximación visual a la Amazonía en la forma de un documental orientado al medio digital e Internet titulado: *Amazonia: equilibrio global*. A través de una narrativa lúdica de imágenes y sonidos de la naturaleza, esta obra artística nos sumerge en un recorrido por los diferentes escenarios del entorno amazónico, desde la cordillera andina, pasando por las planicies amazónicas, hasta el océano Atlántico, contribuyendo, de paso, a despertar un sentido de corresponsabilidad íntima con el patrimonio natural de la Amazonía.

Es deseo expreso de los editores agradecer muy especialmente a los diferentes organismos institucionales que, de un modo u otro, apoyaron la gestación y feliz publicación de esta obra: Ayuntamiento de Basauri, Cátedra Unesco de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, EuskadiAsia (Asociación Vasca de Estudios Orientales), Cátedra Unesco Amazonia-UNAMAZOTCA de la Universidad de la Amazonia (Colombia), UNESCO ETXEA del País Vasco, Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional (CERAI), Gobernación del Departamento del Amazonas, (Colombia), Asociación de Universidades Amazónicas (UNAMAZ), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Instituto IMANI (Universidad Nacional de Colombia), Museo Paraense Emilio Goeldi, Consorcio Internacional para la Conservación y Uso Sostenible de los

Recursos Naturales en la Amazonía (IA), Fundación Watu, Fundación Amazonia Eware y Slow Food-España.

Igualmente, este trabajo no hubiera sido posible sin el esfuerzo y la dedicación personal de Hernando Bernal Zamudio, Carlos Hugo Sierra Hernando, Mario Angulo Rincón, Xabier Gainza Barrenkua, Xabier Andrés Uriarte y, por su colaboración institucional, de Mikel Mancisidor, Josu Sanz, Edwin Agudelo Córdoba, Jorge Hernandez Esteruela, Mariano Gómez Fernández, Félix Francisco Acosta Soto y Miren Onaindia Onalde.

Esta publicación ha contado con la ayuda del Excelentísimo Ayuntamiento de Basauri.



## **DIMENSION BIÓTICA**



La Amazonía es el fruto de complejas dinámicas naturales tales como la deriva continental, la tectónica de placas, la zona de convergencia intertropical o las corrientes del Polo Sur. Además, no es posible obviar el hecho de que la transformación de este territorio depende también de los procesos antrópicos milenarios generados por las sociedades tradicionales, así como por la intervención, más moderna, de la sociedad occidental. De esta manera, todo ello conforma una unidad socio (bio) geográfica diversa y compleja, en la que los paisajes naturales contrastan con los espacios intervenidos por la acción humana.

En su dimensión biótica, el entorno amazónico se caracteriza por contener una inmensa cantidad de recursos naturales, muchos de ellos todavía desconocidos para la ciencia occidental. Existen aproximadamente 320 categorías de ecosistemas terrestres, 299 categorías de ecosistemas acuáticos y una población de más de 38 millones de personas. Se trata, en definitiva, de una de las zonas geográficas más significativas para el desarrollo de la vida en la tierra, no sólo por la extensión de aquel vergel natural, sino por su impacto sobre la biosfera y la atmósfera planetarias.

En lo que respecta a esta primera sección del libro, la dimensión biótica está compuesta por una serie de artículos que analizan aspectos relacionados con los servicios ambientales, el cambio climático, así como la función de los suelos, la flora, la fauna y los recursos hidrobiológicos. En esta línea, *M. Onaindia* subraya el papel vital de los servicios ambientales para el sistema económico y la reproducción social, al proveer agua, energía, alimentos y materias primas, y por su rol como regulador global de clima. Por su parte, *C. Nobre, G. Sampaio y L. Salazar* investigan los impactos del cambio climático. Desde otra perspectiva, *M. Núñez-Avellaneda* analiza la función de las microalgas acuáticas como indicadoras de la calidad medioambiental. En su artículo, *A. Pinzón* aborda todos aquellos aspectos referentes a la dinámica del agua en el suelo amazónico, considerando la necesidad de incluir en el análisis cuestiones relacionadas con la topografía, la vegetación, el clima, el tipo de suelo, así como la materia orgánica. *J. Otero* expone el valor ecosistémico de unos lugares caracterizados por altos niveles de depósitos minerales, los denominados “salados amazónicos”, dado que tienen un significado cultural para los indígenas y son espacios de vida salvaje. *F. Trujillo, M. Diazgranados, C. Gómez y M. Portocarrero* argumentan la importancia que tienen los delfines del río amazonas, por lo que se ha definido un programa de conservación que usa esta especie como indicadora, integrando las dimensiones biológica y humana. *A. Velásquez y E. Cruz-Trujillo* abordan la estructura y la composición de la comunidad de aves en los humedales de la región noroccidental de la Amazonía, subrayando la diversidad de especies asociadas a mosaicos de vegetación en diferentes estados sucesionales. *N. Filizola, L. Cândido, A. Manzi, J. C. Espinoza, J. Ronchail y L. Guyot* sintetizan algunos de los más recientes estudios sobre el balance hídrico de la Cuenca Amazónica, para subrayar la necesidad de una visión comparativa entre las diferentes contribuciones de cada una de estas cuencas. *B. Murcia y L. C. Chaves* nos exponen los resultados obtenidos en un estudio de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca alta del Río Caquetá (Colombia). *E. Bernal* sostiene en su trabajo que el concepto de caudal ecológico amazónico es un criterio

fundamental que contribuye a la protección de los ecosistemas próximos al río Amazonas y a sus afluentes. Finalmente, el trabajo pictórico de *J. Dungel* aporta una perspectiva diferente al entendimiento de la diversidad de aves de la región.

# **Servicios ambientales de los ecosistemas**

*Miren Onaindia Olalde*

## **Abstract**

Environmental services include a kind of services such as providing food and water, energy, materials and services regulation as well as the regulation of climate, floods, disease, water quality and diverse cultural services. All these aspects are related between themselves and, therefore, the use of certain resources might affect to services regulation. The flow of goods and environmental services are vital for the economic system, and this is the reason by which scientists focus on the idea of sustainability to assure the supply of ecosystem services. The ecological sustainability means the maintenance of natural capital, that is to say, the maintenance of the productive capacity of the planet. In addition to this, this concept is also associated with a holistic prospect which connects ecological and social sustainability.

**Keywords:** *ecological sustainability, ecosystems, biodiversity, natural capital.*

## **1. Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas**

La biodiversidad es la variedad de formas de vida sobre la Tierra, además desde el punto de vista de la Ecología, el concepto incluye la diversidad de interacciones entre las especies y su ambiente inmediato, formando un ecosistema. Se distinguen habitualmente tres niveles en la biodiversidad: genética o diversidad intraespecífica, consistente en la diversidad de genes; diversidad específica, entendida como diversidad de especies y diversidad ecosistémica, la diversidad de las comunidades biológicas cuya suma integrada constituye la Biosfera.

Hay una relación directa entre biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas (Koellner & Schmith, 2006). Los elementos que constituyen la diversidad biológica de un área son los reguladores de los flujos de energía y de materia y cumplen una importante función en la regulación y estabilización de las tierras y zonas litorales. Por ejemplo, en las laderas montañosas y márgenes de ríos, la estructura y diversidad de especies vegetales protegen el suelo de la erosión de las aguas de escorrentía. La biodiversidad de microorganismos del suelo es la responsable del reciclado de los nutrientes y la biodiversidad juega también un papel determinante en procesos atmosféricos y climáticos.

La Naturaleza inicia y mantiene un sistema de energía y ciclo de nutrientes en la biosfera, y si se mantiene la integridad del sistema, se mantiene su capacidad de funcionamiento en el tiempo. Los cambios en la biodiversidad alteran las propiedades de los ecosistemas y de los servicios que éstos prestan a la humanidad (Hooper et al, 2005).

Toda la humanidad depende por completo de las plantas, animales y otros organismos que constituyen la diversidad biológica del planeta y del flujo de servicios de los ecosistemas. Estos servicios son los beneficios que la sociedad puede obtener de los

ecosistemas. Hay una relación directa entre funcionamiento de los ecosistemas y producción de flujos de bienes y servicios hacia la sociedad.

El concepto se basa en la idea de que los bienes y servicios que fluyen de los ecosistemas deben ser mejor conocidos y valorados por la sociedad. Esto fue sugerido inicialmente por John Holdren para explicar que los flujos de los ecosistemas naturales derivan hacia la sociedad y hacia la economía (Daily, 1997). El concepto de servicios de los ecosistemas es de gran importancia, ya que supone un esfuerzo para hacer patente los beneficios y servicios que ofrece la naturaleza, y de los cuales los humanos dependemos.

Los servicios de los ecosistemas incluyen servicios de provisión como el alimento y el agua, energía, materiales; y servicios de regulación como la regulación del clima, inundaciones, enfermedades, calidad del agua; y diversos servicios culturales. Todos los aspectos están relacionados por lo que la utilización de determinados recursos puede afectar a los servicios de regulación. Por ejemplo, los cambios en los usos del suelo, como la deforestación, tienden a reducir las lluvias locales y contribuyen a la desertificación y a la escasez de agua. Otro ejemplo es la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos catastróficos del clima (huracanes), que ha sido reducida como resultado de la desaparición de las zonas húmedas, bosques y manglares.

El concepto de servicios de los ecosistemas ha sido criticado por algunos científicos, como McCauley, por enfatizar el aspecto de uso, mientras que la naturaleza tiene un valor intrínseco. Según este autor, el concepto puede ser válido para la conservación en algunas circunstancias, pero siendo lo primordial el conocimiento y la divulgación del valor intrínseco de la naturaleza (McCauley, 2006). Con respecto a este punto de vista, hay que reconocer el gran valor de la naturaleza en si mismo, desde el valor de la biodiversidad, producto de 3,5 billones de años de la evolución, hasta el valor de los paisajes culturales, bienes de valor incalculable por ser irrenunciables. Sin embargo, el término es idóneo si consideramos que tanto científicos como gestores cada vez utilizan más el concepto de servicios de los ecosistemas por su aplicación en temas relacionados con la gestión de recursos (Reid, 2006).

Los seres humanos hemos utilizado y transformado los ecosistemas de la Tierra para resolver las demandas crecientes de recursos, sobre todo en los últimos 50 años gracias a los avances de la tecnología y la biotecnología. Esta transformación del planeta ha aportado considerables beneficios para el bienestar humano y el desarrollo económico. Sin embargo, en los últimos años se están poniendo de manifiesto los costos asociados a esos beneficios, sobre todo, en cuanto a la escasez de recursos, pero también en cuanto a la degradación de los procesos reguladores: la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes.

La humanidad en la actualidad y durante aproximadamente las dos últimas décadas y media, está utilizando los recursos naturales más rápidamente de lo que el sistema natural puede reemplazarlos. Según el informe de Naciones Unidas sobre *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Millennium Ecosystem Assessment 2005), el 60% de los servicios de los ecosistemas examinados se están degradando o se usan de manera no

sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes. Los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales y potencialmente bruscos, que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de “zonas muertas” en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales. Además la degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (objetivos de Naciones Unidas para el año 2015): reducir la pobreza, el hambre y las enfermedades; y para lo que la sostenibilidad ambiental es fundamental.

Los últimos datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente indican que en Europa más de 15.500 especies (de 38.000 evaluadas) están en peligro de extinción, incluyendo mamíferos, aves, anfibios, gimnospermas y millones de microorganismos no conocidos. La pérdida de hábitats naturales es generalizada, solamente del 1-3% de los bosques europeos son bosques naturales sin impacto (EEA, 2006). Además, los sistemas naturales están siendo cada vez más ‘homogeneizados’, con dominio de las especies ubiquistas (‘weedy species’) sobre las especialistas (Mace, 2005), lo que se hace más patente a niveles locales y regionales (Onaindia & Amezaga, 2000; Onaindia *et al.*, 2004).

## 2. El capital natural

El capital natural es básicamente nuestro medio ambiente y se define como el stock de bienes que provienen del medio ambiente (como el suelo, los microbios y la fauna, la atmósfera, los bosques, el agua, los humedales), que proveen de un flujo de bienes y servicios (Pimentel *et al.*, 1992). Los flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, por eso cada vez más los científicos basan la idea de sostenibilidad en la necesidad de asegurar el suministro (actual y/o potencial) de los servicios de los ecosistemas, que son indispensables para el mantenimiento de nuestra sociedad.

La degradación de los servicios de los ecosistemas representa la perdida del “capital natural”, aunque esto no está representada en los índices convencionales de medida de la renta. Por ejemplo, un país puede talar todos sus bosques y acabar con la pesquería y aumentar su PIB (Perrings, 2005).

Muchos de los servicios se consideran gratuitos e ilimitados, sin embargo, los beneficios no comercializados son generalmente más altos y, a veces, más valiosos que los comercializados. Cuando se tienen en cuenta los servicios de los ecosistemas, el valor actual neto del ecosistema natural y gestionado de manera sostenible, es frecuentemente mayor que el del sistema convertido o gestionado de manera intensiva. Por ejemplo, en uno de los estudios más exhaustivos realizados hasta la fecha, en el que se examinan los valores económicos comercializados y no comercializados relacionados con los bosques de ocho países mediterráneos, se constató que la madera y la leña suponían por lo general menos de

un tercio del valor económico total de los bosques de cada país. Los valores relacionados con productos forestales no maderables, las actividades recreativas, la protección de cuencas, la captura de carbono y la utilización pasiva (valores que no dependen de los usos directos), suponía entre un 25% y un 96% del valor económico total de los bosques (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En la actualidad, dada la degradación del medio ambiente, en muchas ocasiones el factor limitante para el desarrollo de muchas actividades económicas es el capital natural tanto o más que el capital manufacturado. Por ejemplo, en el caso de la pesca, la disponibilidad de pesca se ha convertido en factor limitante más que la tecnología de pesca o el número de barcos. Igualmente, la producción de madera está limitada por la disponibilidad de bosques más que por las serrerías, el petróleo está limitado más por la disponibilidad de yacimientos geológicos y por la capacidad atmosférica de absorver CO<sub>2</sub> que por la capacidad de refinado.

Cuando los bosques naturales y las poblaciones de peces empiezan a ser limitantes, se comienza a invertir en plantaciones de bosques y en cultivos de peces. En este caso, tenemos una nueva subcategoría de capital natural producido o manufacturado, que es el “capital natural cultivado” como los productos de la agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería. Esta categoría es vital para bienestar humano ya que provee de la mayoría de los alimentos. El hecho de que tengamos la capacidad para cultivar el capital natural aumenta considerablemente la capacidad de expansión del capital natural y de los servicios que éste genera. Aunque el capital natural cultivado (agricultura), se componga de capital manufacturado (tractores, gasoil, fertilizantes) y capital natural (suelo orgánico, agua), el factor limitante final es el capital natural.

La metodología de valoración del capital natural es complicada, porque la evaluación del capital natural requiere el conocimiento del cambio de las magnitudes biofísicas y ecológicas debidos a las actividades humanas y su aporte al en el bienestar humano (Farber et al, 2006). Los intentos de reconciliación entre ecología y economía, es decir, entre el estudio de la casa y el estudio de la administración de la casa, han generado los grandes enfoques de la Economía Ambiental y la Economía Ecológica, que abordan la integración de las funciones de los ecosistemas, generadores de bienes y servicios, en el análisis económico.

La importancia de los servicios ambientales que proporcionan los sistemas queda de manifiesto en las estimaciones llevadas a cabo por Costanza y colaboradores, que indican que el conjunto de servicios analizados para todo el planeta se acercan a un valor medio anual de 33 billones \$ USA/año ( $10^{12}$ \$), teniendo en cuenta que la estimación está sesgada por la incertidumbre de los métodos aplicados y por la ausencia en el análisis de algunos biomas y servicios. Si comparamos esta cifra con el Producto Interior Bruto del conjunto del planeta en esos momentos (18 billones de \$ USA/año) podemos hacernos una idea de lo que los sistemas ecológicos suponen en la economía, casi el doble del PIB (Constanza *et al.*, 1997). Se ha calculado igualmente el valor a nivel mundial de los polinizadores y su

importante efecto en las cosechas, que ha resultado ser de \$65-70 mil millones/año (Kevan & Phillips, 2001).

A pesar de la dificultad y de la incertidumbre de los métodos aplicados para la estimación del valor de los ecosistemas, es necesario valorar convenientemente el aporte que los sistemas ecológicos hacen a la economía, con el objetivo de no descapitalizar a una sociedad que depende de éste auténtico capital natural.

Vemuri y Costanza (2006) van más allá, y proponen un índice Nacional de Bienestar National Well-Being Index (NWI) que incluya el valor del capital natural. Estos autores realizan un trabajo sobre la relación entre índices de desarrollo y grado de satisfacción de la población. Los autores demuestran que el Índice de Desarrollo Humano (que incluye el capital humano y el construido o manufacturado) y un índice del valor de los servicios de los ecosistemas (valor por  $\text{km}^2$ , como un aproximación al valor del capital natural) son factores muy importantes en la explicación del grado de satisfacción de bienestar a nivel de los países estudiados (explicando juntos el 72% de la varianza).

### 3. Sostenibilidad Ecológica

La época en la que el capital natural era considerado relativamente infinito para la escala humana y como un bien gratuito, debe dar paso a la consideración del capital natural como un factor limitante al desarrollo, esta es la idea subyacente en el concepto de sostenibilidad ambiental o ecológica. La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. La sostenibilidad ecológica es una necesidad desde el punto de vista humano y busca mejorar el bienestar humano, protegiendo las fuentes de materias primas utilizadas y asegurando los sumideros de residuos.

Una definición fundamental de la sostenibilidad ambiental o ecológica está contenida en regla del *input-output*. La *regla del output* implica que las emisiones de una determinada actividad deben estar dentro de los límites de la capacidad de asimilación del medio ambiente local para absorber la emisión sin sufrir una degradación de la capacidad futura de absorción de nuevas emisiones. La *regla del input* tiene dos supuestos, renovables y no renovables: a) *renovables*: la tasa de explotación de los recursos renovables debe estar en función de la capacidad regenerativa del sistema natural que los genera; b) *no renovables*: la tasa de explotación de los recursos no renovables debe ser igual a la tasa a la cual se desarrollen sustitutos renovables por la investigación e inversión. Parte de los ingresos derivados de la utilización de recursos no renovables deberían ser invertidos en el desarrollo de sustitutos renovables (Goodland & Daly, 1996).

Las prácticas sostenibles intentan prevenir el desequilibrio de la biosfera y mantener el ambiente en condiciones favorables para la humanidad, incluidas las futuras generaciones. Algunos autores proponen un sistema económico basado en las leyes de la Ecología, considerando que una economía basada en los principios ecológicos es esencial para un uso sostenible del planeta (Cairns, 2006). *El concepto de sostenibilidad fuerte*

requiere el mantenimiento del capital natural, ya que es considerado como insustituible. El Desarrollo Sostenible significa de una manera simple, vivir en este planeta como si quisieramos vivir en él para siempre (Porrit, 2005).

En la lógica explicativa de los componentes del sistema socio-ecológico, además del capital natural, ya definido, el capital humano, junto con el social y el manufacturado, completan el patrimonio de una comunidad. El capital humano y social incluye a las personas, la educación, sanidad, las instituciones, la cohesión cultural, etc., y el capital manufacturado incluye las carreteras, casas, industrias y productos construidos en general. Los aspectos sociales y económicos (pobreza, derechos humanos), son fundamentales para un Desarrollo Sostenible, aunque una condición para la sostenibilidad es aprender a vivir dentro del ecosistema natural y de sus límites, ya que si no podemos asegurar nuestra supervivencia biofísica, no podemos satisfacer ninguna otra aspiración.

Planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de una moneda, ya que por una parte la sostenibilidad social depende de la sostenibilidad ecológica: Si continuamos degradando la capacidad de la naturaleza de producir los servicios de los ecosistemas (filtración de las aguas, estabilización del clima, etc.) y de los recursos (alimentos, materiales), tanto los individuos como las naciones se verán afectados por crecientes presiones y aumento de conflictos, amenazas a la salud pública y a la seguridad personal. Por otra parte, la sostenibilidad ecológica depende de la social: con una población cada vez mayor que vive en un sistema social que no permite la satisfacción de sus necesidades, es cada vez más difícil proteger el ambiente natural. Los bosques son talados para la agricultura, los pastos son sobreexplotados, los acuíferos degradados, los ríos y mares sobre utilizados, aunque una parte de la naturaleza sea conservada en pequeñas zonas de reserva o parques naturales. Además, hay que tener en cuenta que el comportamiento humano y la dinámica social que resulta de ello, es lo que subyace en el fondo de los problemas sociales y ecológicos.

El Desarrollo Sostenible es el proceso por el que podemos llegar a la sostenibilidad. La definición de Brundtland (1987): “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, tiene implicaciones éticas en cuanto a la solidaridad transgeneracional, con las generaciones futuras, pero también hay que añadirle una solidaridad intrageneracional, con las generaciones presentes de los lugares más desfavorecidos.

Un objetivo fundamental en la consecución de la sostenibilidad es la formación del capital humano, en lo que se refiere a educación, la salud y la creación de empleo. Es necesario crear sinergias entre el desarrollo y el medio ambiente, en estrategias del tipo *win-win*: invirtiendo en las personas, formación y salud y en la promoción del uso eficiente de los recursos.

La necesidad de la sostenibilidad surge debido, en parte, a que el mundo está empezando a reconocer que los actuales modelos predominantes de desarrollo económico no son generalizables. Los actuales niveles de consumo *per cápita* y de producción de

residuos de los países desarrollados (OCDE) no es generalizable a toda la población actual del Planeta y mucho menos a la población de las futuras generaciones, sin liquidar el capital natural del cual depende la futura actividad económica. La necesidad de la sostenibilidad surge también del reconocimiento de que el derroche y la desigualdad de los modelos de desarrollo, proyectados a un futuro no muy lejano, conducen a una situación imposible desde el punto de vista ambiental o biofísico. La transición hacia la sostenibilidad es urgente porque el deterioro de los ecosistemas a nivel global impone un límite temporal. No tenemos tiempo para soñar en crear nuevos espacios, colonizar la luna o construir ciudades bajo el mar, debemos salvar lo que tenemos del único medio ambiente que tenemos e invertir en la regeneración de lo que está degradado (Goodland & Daly, 1996).

La utilización de los recursos naturales ha producido en general un aumento del bienestar humano, pero no todas las regiones ni todos los grupos de personas se han beneficiado de la misma manera, de hecho, a muchos les ha perjudicado. Los costos de la degradación se pueden pasar a otros grupos o a las generaciones futuras. Mientras el 20% de la población mundial goza de un bienestar material sin precedentes, al menos otro 20% está en condiciones de pobreza absoluta. De hecho, el 20% de los más ricos ganan 60 veces más que el 20% más pobre y esta brecha se ha doblado en los últimos 30 años (Wackernagel & Rees, 1996).

La pasada década precisó en definiciones y en cálculos cuantitativos, por ejemplo en el cálculo de la huella ecológica para el planeta. Se define la huella ecológica como la cantidad de superficie necesaria para obtener los recursos (alimento, agua, superficie urbana, energía) y absorber las emisiones (dióxido de carbono), de toda la sociedad humana. Se compara con la tierra disponible, y se concluye que como media el uso de los recursos es aproximadamente el 20% superior a la capacidad de carga de la Tierra. La demanda humana excede la capacidad del planeta desde al año 1980, superándola en la actualidad en un 20% (Wackernagel *et al.*, 2002), en Europa por ejemplo, como media, la huella ecológica duplica la capacidad de carga (WWF, 2005).

Para llegar a la sostenibilidad global debe aumentar el nivel de consumo de los más pobres y a la vez disminuir la huella ecológica global. Conseguir esto es un reto realmente difícil, que necesita que se introduzcan cambios significativos en todos los ámbitos de la política, instituciones y prácticas.

#### 4. Otra forma de pensar

Cuando se publica el denominado informe Meadows sobre los *Límites del Crecimiento* en 1972 (Meadows *et al.*, 1972) ya se alertaba sobre los límites físicos del planeta en cuanto a la utilización de recursos naturales y a la capacidad de absorber las emisiones. Desde entonces, ya se propugnaba una profunda innovación social, a través del cambio tecnológico, cultural e institucional, para poder evitar el incremento de la huella ecológica de la humanidad por encima de la capacidad de carga del planeta Tierra. Veinte

años después los autores publican un nuevo informe, bajo las mismas premisas, con una visión optimista ya que coincide con la Cumbre de Río sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Meadows et al. 1992). Sin embargo, en el último libro, se vuelve a constatar que la huella ecológica humana sigue creciendo a pesar del progreso de la tecnología y las instituciones. La demanda humana de recursos excede la capacidad del planeta y la supera en la actualidad en un 20% (Meadows et al., 2005). Según estos autores, la expectativa es que el mundo elegirá un futuro relativamente sostenible, pero solamente después de graves crisis globales que fuercen al cambio, *a posteriori*. Pronostican otra década para que sean claramente observables las consecuencias del exceso y dos décadas para que el hecho sea ampliamente reconocido. Planifican un nuevo libro para el año 2012, cuarenta años después del primero, en el que quizás cuenten con los suficientes datos para probar que tenían razón.

Las intervenciones que permiten llegar a resultados positivos incluyen: importantes inversiones en tecnologías ambientalmente adecuadas, una activa gestión adaptativa, acciones proactivas para abordar los problemas ambientales antes de que se hagan sentir en su totalidad las consecuencias, grandes inversiones en servicios públicos (como educación y salud), acciones decididas para reducir las disparidades socioeconómicas y eliminar la pobreza. Además la comunicación es esencial para una gestión sostenible de los recursos, ya que el desarrollo sostenible necesita ciudadanos informados, capaces de tomar decisiones correctas para resolver las complejas situaciones a las que nos enfrentamos. Es necesario un cambio de mentalidad, sobretodo en la manera de relacionarnos entre nosotros y con la naturaleza, para poder encaminar el largo camino hacia la sostenibilidad.

Según Darwin, los organismos que sobreviven son los mejor adaptados a las condiciones particulares de un contexto ambiental específico en un determinado momento histórico, posteriormente, otros biólogos, identifican la cohesión y la solidaridad de grupo como elementos igualmente cruciales para la supervivencia. En este mismo sentido, la científica Janine Benyus subraya las formas fascinantes de comportamiento de interdependencia y simbiosis entre los organismos, demostrando que el mutualismo y la solidaridad son también *la ley de la selva* (Benyus, 2002).

A modo de conclusión podemos decir que el medio ambiente no es un bien de lujo. Los servicios de los ecosistemas contribuyen a la calidad de vida de innumerables maneras, directa e indirectamente y representan una gran parte del valor económico del planeta. Los servicios de los ecosistemas y el capital natural que los produce, han sido degradados por las acciones humanas hasta el punto de poner en amenaza la sostenibilidad de los sistemas y de la propia sociedad humana.

Un futuro sostenible y deseable es posible, pero es necesario desarrollar una visión y comunicarla. Una razón para la esperanza es que como nosotros los humanos somos los causantes del problema, nosotros podemos solucionarlo (Diamond, 2006).

## BIBLIOGRAFÍA

- Brundtland, G.H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. New York: Organización de Naciones Unidas.
- Cairns, J. (2006). 'Designing for nature and sustainability', *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 13: 77-81.
- Costanza, R., d'Arge, R., deGroot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & vandenBelt, M. (1997). 'The value of the world's ecosystem services and natural capital', *Nature* 387: 253-260.
- Daily, G. (1997). *Nature's Services. Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.
- Diamond, J. (2006). *Collapse. How societies choose to fail or survive*. New York: Penguin Books.
- EEA (2006) *European Environment State and Outlook 2005*. European Environmental Agency.
- Farber, S., Costanza, R., Childers, D.L., Erickson, J., Gross, K., Grove, M., Hopkinson, C.S., Kahn, J., Pincetl, S., Troy, A., Warren, P. & Wilson, M. (2006). 'Linking ecology and economics for ecosystem management', *Bioscience* 56: 121-133.
- Goodland, R. & Daly, H. (1996). 'Environmental sustainability: Universal and non-negotiable', *Ecological Applications* 6: 1002-1017.
- Hooper, D. et al. (2005). 'Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge', *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Koellner, T & O.J. Schmitt (2006). 'Biodiversity, ecosystems function, and investment risk', *Bioscience* 56: 977-985.
- Kevan, P.G. and Phillips, T. (2001). 'The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences', *Conservation Ecology* 5: 8.
- Mace, G. (2005). *The current status of global biodiversity*. París: Address to the International Scientific Conference: Biodiversity Science and Governance.
- McCauley, D. J. (2006). 'Selling out on nature', *Nature* 443: 27-28.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. And Behrens W.W. (1972). *The Limits to Growth*: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York: Universe Books.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L. and Randers, J. (1992). *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Grend. Post Mills, VT.
- Meadows, D.H., Randers, J. & Meadows, D.L. (2005). *Limits to growth. The 30-year update*. London: Earthscan.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being, a framework for assessment*. Washington: Island Press.

- Onaindia, M. & Amezaga, I (2000). 'Seasonal variation in the seed bank of native woodland and coniferous in Northern Spain', *Forest Ecology and Management* 126: 163-172.
- Onaindia, M., Dominguez, I., Albizu, I., Garbisu, C. & Amezaga, I. (2004). 'Vegetation diversity and vertical structure as indicators of forest disturbance', *Forest Ecology and Management* 195 (3): 341-354.
- Perrings, C. (2005) *Economics and the value of ecosystem services*. París: Address to the international scientific conference Biodiversity Science and Governance.
- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D.A., Brubaker, H.W., Dumas, A.R., John J. Meaney, John A. S. O'Neil, Douglas E. Onsi & David B. Corzilius (1992). 'Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems', *BioScience* 42: 354-362.
- Porrit, J. (2005). *Capitalism As If The World Matters*. London: Forum for the Future.
- Reid, W.B. (2006). 'Nature: the many benefits of ecosystem services', *Nature*, 443: 749.
- Vemuri & Costanza, R. 2006. 'The role of human, social, built, and natural capital in explaining life satisfaction at the country level: Toward a National Well-Being Index (NWI)', *Ecological Economics* 58: 119-133.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1996) *Our ecological footprint. Reducing human impact on the Earth*. Gabriola Island (Canada): New Society Publishers.
- Wackernagel, M., Schulz, N.B., Deumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R. & Randers, J. (2002). 'Tracking the ecological overshoot of the human economy', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99: 9266-9271.
- WWF (2005). *Europe 2005. The Ecological Footprint*. WWF.

# **Cenários de mudança climática en la Amazônia y América do Sul para o final do Século XXI**

*Carlos A. Nobre*

*Gilvan Sampaio*

*Luis Salazar*

## **Abstract**

Climatic Change, in the case of South America, would affect to the Brazilian Amazon and the Northeast of America, especially in those territories related to the intensity and position of the Intertropical Convergence Zone (ZCIT). Among other manifestations of the climatic transformation, we could underline the likely weakening of the Hadley cell in the northern hemisphere and an increased concentration of atmospheric water vapor in the equatorial region.

**Keywords:** *Amazonia, climatic change, South America.*

## **1. Prováveis cenários de evolução do clima para vários cenários de emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) y modelos permitem que se simulem**

A melhor ferramenta para projetar cenários prováveis de alterações climáticas para o futuro são os modelos matemáticos do sistema climático global (MCG), os quais levam em conta de forma quantitativa (numérica) o comportamento dos compartimentos climáticos (atmosfera, oceanos, criossfera (áreas com gelo e neve), vegetação, ciclos biogeoquímicos, etc.) e de suas interações. Estes modelos permitem que se simulem prováveis cenários de evolução do clima para vários cenários de emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Porém, há duas grandes fontes de incertezas ao utilizar estes modelos. A primeira é que não sabemos precisamente a trajetória futura das emissões dos GEE e de aerossóis atmosféricos, que depende de decisões humanas sobre o caminho sócio-econômico-ambiental desejado e que venha a ser efetivamente implementado. A segunda fonte de incerteza advém do fato que os modelos matemáticos são representações imperfeitas da natureza e diferentes modelos climáticos diferem substancialmente em suas projeções para o clima do futuro, dado o mesmo cenário de evolução das concentrações de GEE e de aerossóis na atmosfera. A maneira de abordar estas duas incertezas é utilizar vários cenários de emissões de GEE e diferentes modelos climáticos.

As Figuras 1 ao 4 mostram cenários climáticos para o período 2071-2100 para 15 diferentes modelos climáticos globais e dois cenários de emissões de GEE do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas-IPCC (“World Climate Research Programme’s (WCRP’s), Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multimodel dataset”): A2 é o cenário chamado de “pessimista”, isto é, a manutenção dos padrões de emissões de GEE observados nas últimas décadas; este cenário implicaria em

chegarmos a 2100 com concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> de cerca de 850 partes por milhão em volume (ppmv); e, B1 é o cenário de menores emissões ou cenário “otimista”, tendendo à estabilização das emissões de GEE, e concentração, no final deste Século, de cerca de 550 ppmv (Nakicenovic and Swart, 2000).

As análises destes cenários mostram maiores diferenças nas anomalias de precipitação e temperatura entre os diferentes modelos do que entre os diferentes cenários para o mesmo modelo. Como esperado, as maiores fontes de incertezas dos cenários de mudança climática regional estão associadas às projeções dos diferentes MCG. O aquecimento projetado para América do Sul varia de 1° a 4°C para o cenário B1 e de 2° a 6°C para o cenário A2. Em resumo, um clima substancialmente mais quente para qualquer dos cenários e modelosclimáticos tomados. Esta análise é mais complicada para as mudanças na precipitação pluviométrica, uma vez que os diferentes modelos apresentam diferenças na magnitude e mesmo no sinal da anomalia. Em termos gerais para América do Sul, as regiões mais afetadas seriam a Amazônia e o Nordeste Brasileiro, em processos relacionados principalmente com a intensidade e posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Entre esses processos destacam-se o provável enfraquecimento da célula de Hadley no Hemisfério Norte (ocasionando uma ZCIT mais ao norte, já que o gradiente de temperatura neste hemisfério diminuiria) e aumento da concentração de vapor de água atmosférico na região equatorial. Porém, a discordância é grande: enquanto alguns modelos apontam para anomalias positivas de precipitação sobre partes da Amazônia e Nordeste Brasileiro, outros apontam para anomalias negativas (Giorgi e Francisco, 2000; Oyama, 2003), muito embora o centro-leste da Amazônia e o norte do Nordeste sejam relativamente tidas como locais de grande previsibilidade climática (Moura e Hastenrath, 2004). O que entra em cena aqui são as diferentes formas em que cada modelo representa os processos físicos e hidrológicos globais e, regionalmente, culminando na limitada representação de sistemas convectivos de mesoescala (como complexos convectivos de mesoescala ou linhas de instabilidade). Tanto na Amazônia como no Nordeste Brasileiro, esses sistemas convectivos de mesoescala, junto com a ZCIT, são de suma importância para os regimes de precipitação locais (Satyamurty et al., 1998). Portanto, o estado da ciência atual ainda não permite estabelecer cenários inequívocos de mudanças do regime hidrológico.

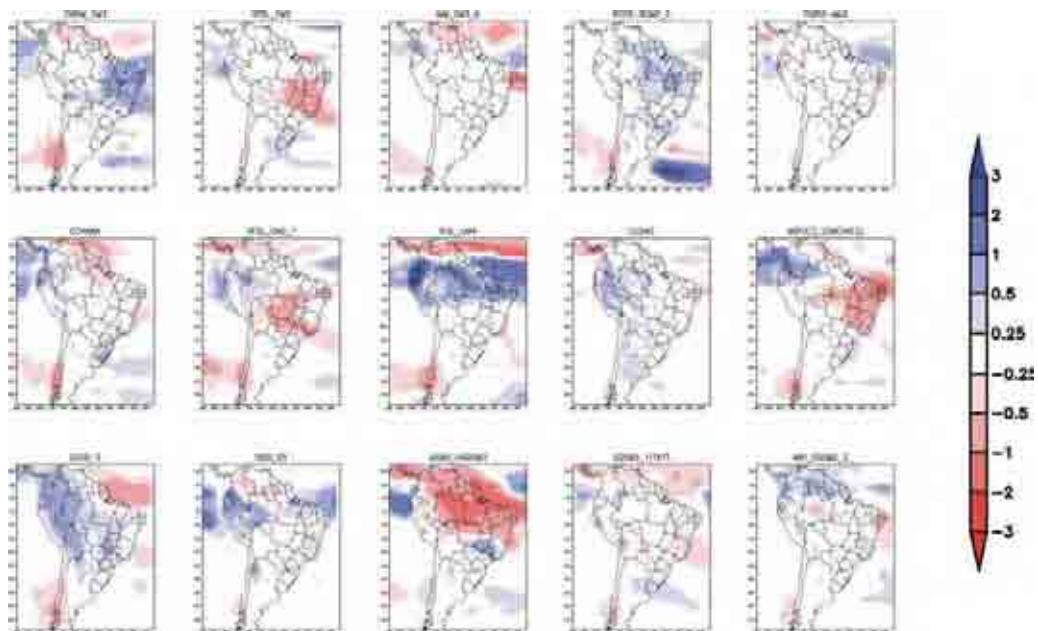


Fig. 1. Projeções de anomalias de precipitação (mm/dia) para América do Sul para o período de 2071-2100 (Cenário B1) em relação ao período base de 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globais disponíveis através do IPCC.

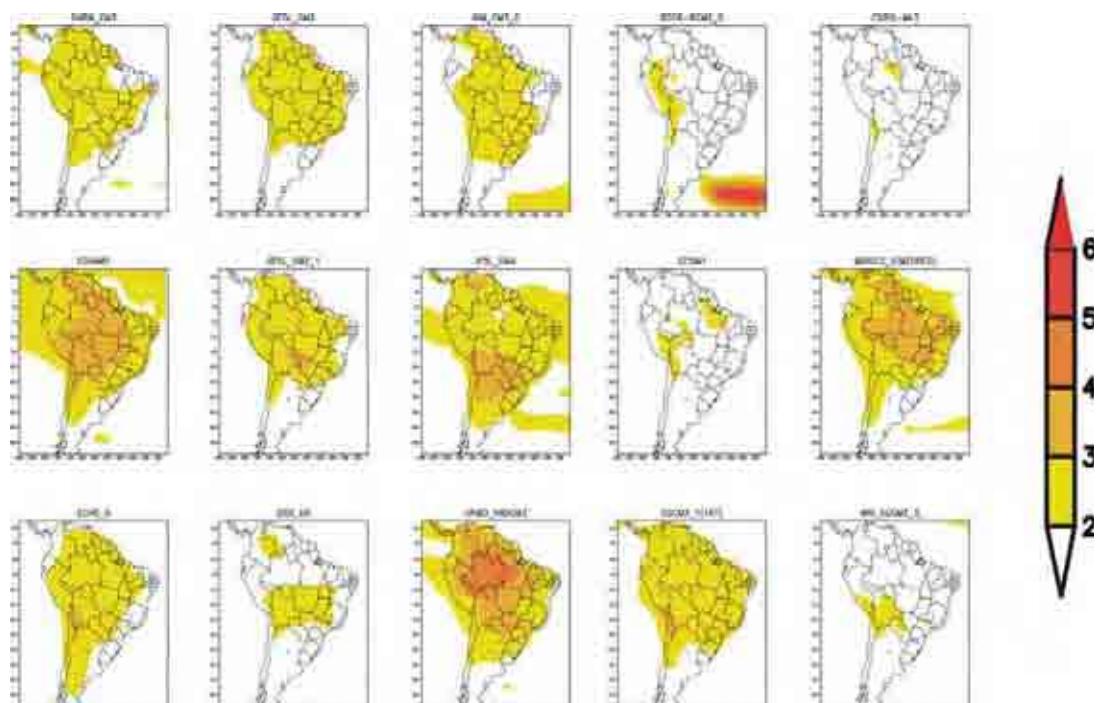


Fig. 2. Projeções de anomalias de temperatura (°C) para América do Sul para o período de 2071-2100 (Cenário B1) em relação ao período base de 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globais disponíveis através do IPCC.

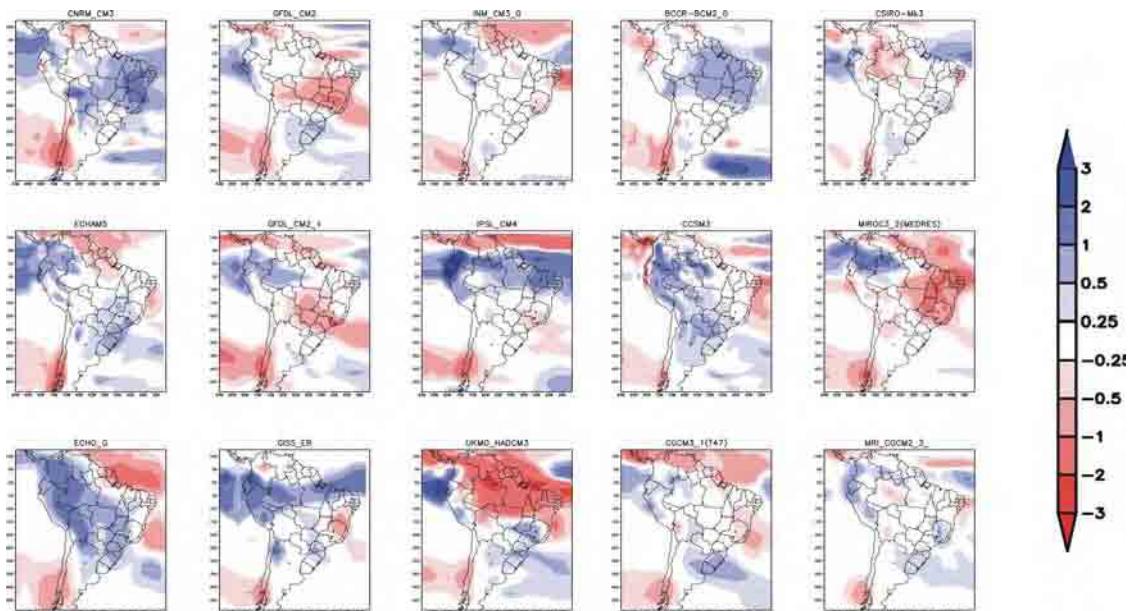


Fig. 3. Projeções de anomalias de precipitação (mm/dia) para América do Sul para o período de 2071-2100 (Cenário A2) em relação ao período base de 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globais disponíveis através do IPCC.

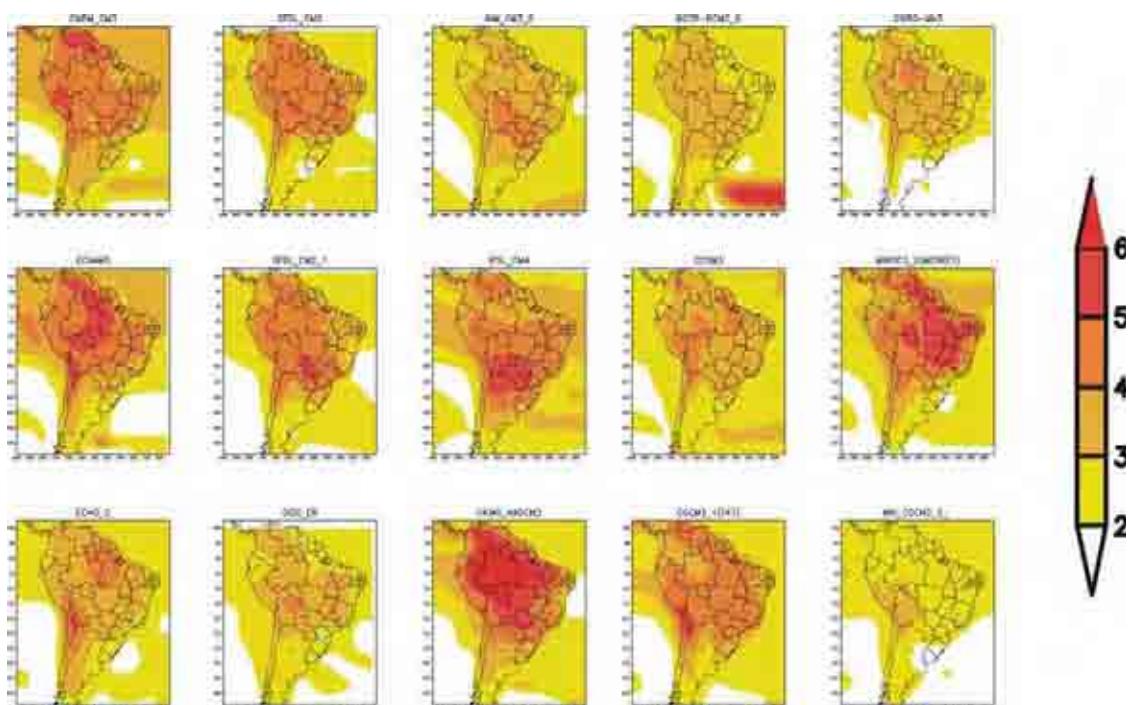


Fig. 4. Projeções de anomalias de temperatura (°C) para América do Sul para o período de 2071-2100 (Cenário A2) em relação ao período base de 1961-1990 para 15 diferentes modelos climáticos globais disponíveis através do IPCC.

A Figura 5 apresenta as anomalias de precipitação e temperatura para a Amazônia, projetadas por 15 diferentes modelos para os cenários A2 e B1. Como descrito nas análises anteriores, existe muita variabilidade nas anomalias de precipitação projetadas entre os

diferentes modelos na magnitude e no sinal da anomalia até o final do Século XXI. A diferença entre as anomalias de precipitação para diferentes modelos sugere que ainda temos um grau de incerteza nos cenários de projeções do clima futuro, o que indica a necessidade de melhorar a representação dos processos físicos como nuvens, precipitação, aerossóis e interação da vegetação e clima. Espera-se que para o próximo relatório do IPCC os modelos climáticos globais utilizados também considerem a dinâmica da vegetação de modo que as mudanças na vegetação se refletem em mudanças no clima, e vice-versa. Na análise da temperatura para a Amazônia, todos os modelos concordam com o sinal da anomalia, com um aquecimento médio entre todos os modelos de 4°C (2°C) para o cenário A2 (B1) para o final deste Século. A anomalia de temperatura aumenta com tempo no decorrer do Século, sendo maior para o cenário mais “pessimista” (A2).

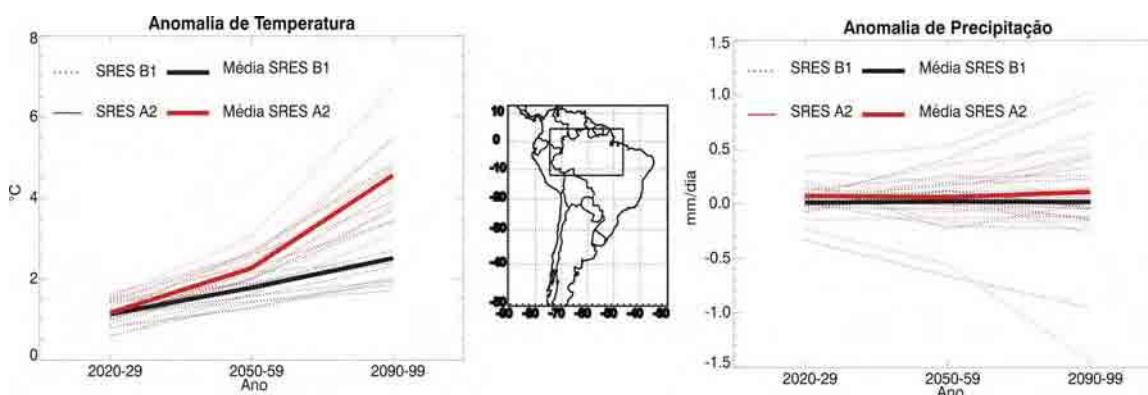


Fig. 5. Anomalias de precipitação e temperatura para a região Amazônica (área destacada no mapa) de 15 modelos climáticos globais para os cenários de emissões A2 (linhas vermelhas) e B1 (linhas azuis). A linha grossa representa o valor médio de todos os modelos.

É importante ressaltar que os modelos climáticos globais utilizados para fazer as projeções futuras descritas acima têm resolução espacial entre 200 e 400 km de latitude/longitude, ou seja, baixa resolução espacial. Todavia, existe uma técnica para traduzir a relativa baixa resolução espacial dos modelos climáticos globais para escalas mais refinadas através da regionalização (“downscaling”) das projeções destes modelos usando modelos climáticos regionais de mais alta resolução sobre a área de interesse, e tendo como condições de fronteira dados provenientes de modelos climáticos globais (Ambrizzi et al., 2007).

Com o objetivo de produzir cenários de mudança climática numa escala espacial mais alta (50 km) para América do Sul, o projeto “Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI”, (Marengo et al., 2007, Marengo and Ambrizzi, 2006) utilizaram três modelos regionais (ETA/CPTEC-INPE, RegCM3 e HadRM3P) para elaborar cenários de mudança climática. Este exercício de regionalização utilizou os cenários globais provenientes do modelo climático global do Centro Hadley de Pesquisas Climáticas, do Reino Unido. Estes

modelos regionais projetam um aumento médio de temperatura para a Amazônia de 2° a 4°C e diminuição de precipitação de 1mm/dia a 4 mm/dia, principalmente no leste da Amazônia, para o final deste Século (Figura 6). Segundo Ambrizzi et al. (2007), as mudanças climáticas mais intensas para o final do Século XXI, relativo ao clima atual vão acontecer na região tropical, especificamente Amazônia e Nordeste do Brasil. Estas duas regiões constituem o que poderia ser chamado de “hot spots” de mudanças climáticas e representam as regiões mais vulneráveis do Brasil às mudanças climáticas, tanto na componente socioeconômica como em termos da biodiversidade.

As projeções derivadas destes modelos regionais (Ambrizzi et al. 2007) podem apresentar um viés associado ao fato de que simulações do modelo climático global do Centro Hadley foram utilizadas como condição de contorno para as integrações com os modelos regionais, sendo que este modelo climático global é aquele que projeta climas bastante secos e quentes para a Amazônia e Nordeste, em comparação com vários outros resultados dos demais modelos do IPCC.

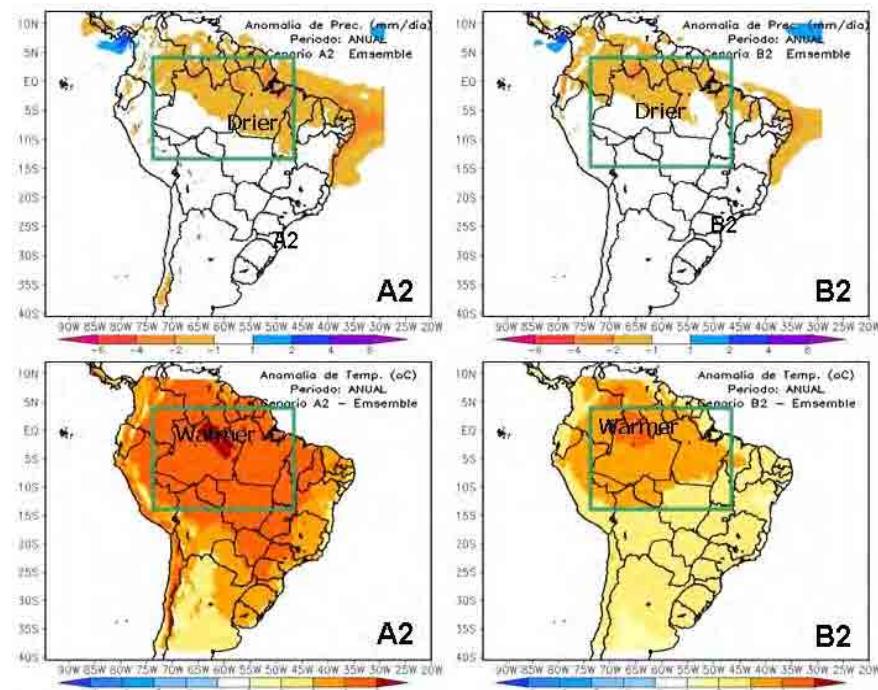


Fig. 6. Anomalias anuais de precipitação (paineis superiores, em mm/dia) e temperatura (paineis inferiores, em °C) (para América do Sul, período 2071-2100) em relação a 1961-90, para os cenários A2 de altas emissões e B2 de baixas emissões. As projeções representam a média aritmética dos cenários produzidos pelos modelos regionais Eta/CPTEC, RegCM3 e HadRM3P (50 km de resolução). Fonte: Ambrizzi et al. (2007).

## 2. Avanço do conhecimento científico sobre o funcionamento do complexo sistema climático

O avanço do conhecimento científico sobre o funcionamento do complexo sistema

climático levará, em pouco tempo, à diminuição das incertezas nas projeções das alterações das mudanças climáticas em escala regional. De qualquer maneira, uma das projeções importantes é a que diz respeito a maior ocorrência de extremos climáticos e de eventos intensos, como secas, veranicos, vendavais, tempestades severas, inundações, etc., num planeta mais aquecido. A ocorrência de eventos extremos e suas graves consequências associadas ocorridos no Brasil nos últimos anos, ilustram bem a necessidade de uma estratégia de adaptação para o país. Com a ampliação esperado no aumento da freqüência dos eventos extremos, vários setores de atividades econômicas terão que se adaptar. Por exemplo, o setor de construções de barragens e grandes obras de engenharia, uma vez que o período de recorrência de enchentes poderá se modificar. Enxurradas mais freqüentes afetam negativamente a atividade agrícola, inclusive com aceleração da perda de fertilidade dos solos.

A questão do possível aumento dos extremos climáticos automaticamente nos remete ao problema da vulnerabilidade das populações e dos ecossistemas a estas mudanças. A vulnerabilidade social aos efeitos do clima pode ser definida como “*conjunto de características de uma pessoa ou grupo que determina a sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos dos fatores climáticos de perigo*” (Blaikie et al., 1994). O IPCC a define como “*o grau de suscetibilidade de indivíduos ou sistemas ou de incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo-se a variabilidade climática e os eventos extremos*” (McCarthy et al., 2001). Uma boa medida da capacidade de adaptação a potenciais mudanças futuras no clima é verificar como populações enfrentam a variabilidade natural do clima atual e no passado histórico. Neste ponto, já podemos distinguir uma profunda diferença na resposta à variabilidade e aos extremos climáticos entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento. Como as periódicas secas do Nordeste, as enchentes e inundações, os deslizamentos em encostas em regiões metropolitanas e serranas não nos cansam de ensinar, a vulnerabilidade das populações do país a tais extremos é realmente muito alta. Decorre, assim, que devemos esperar que, mantidas as condições atuais de desenvolvimento, a vulnerabilidade do Brasil às mudanças climáticas prováveis será igualmente muito alta, podendo ser potencialmente um significativo óbice ao desenvolvimento sustentável do país no futuro. Com um clima mais quente, haverá mais vapor d’água na atmosfera e uma aceleração do ciclo hidrológico. Esta é uma das projeções de mudanças climáticas onde há bastante confiança. A aceleração do ciclo hidrológico implica em aumento da freqüência de tempestades severas e intensas. Deslizamentos de terra em encostas, enchentes e inundações provocadas por tempestades severas são dois desastres naturais responsáveis por grande número de vítimas no país, principalmente nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro, Recife, Salvador e Belo Horizonte, e nas Serras do Mar e da Mantiqueira, inclusive com repercussões na saúde em termos de aumento da mortalidade-morbidade. Os sistemas de defesa civil e de saúde pública devem, portanto, levar em consideração que tais desastres tenderão a se tornar mais freqüentes no futuro, se o aquecimento do planeta prosseguir.

### 3. Oeste e sudoeste da Amazônia, num cenário futuro de aumento de CO<sub>2</sub>

Eventos extremos, como a seca de 2005 no oeste e sudoeste da Amazônia, num cenário futuro de aumento de CO<sub>2</sub> e diminuição de aerossóis, podem se tornar mais freqüentes. É provável que um aumento na temperatura da superfície do mar no Atlântico norte tropical tenha sido a causa da seca de 2005 na Amazônia, já que havia a ausência de episódio El Niño e a região mais afetada foi o sudoeste da Amazônia, ao passo que secas associadas a episódios El Niño fortes acontecem no norte e leste daquela região. Isso implicou numa diminuição da intensidade dos ventos alísios de nordeste e do transporte de umidade do Atlântico tropical em direção a região amazônica. Segundo Marengo et al. (2007) as causas da seca ocorrida na Amazônia em 2005 não estão relacionadas ao El Niño, mas a três possíveis fatores interconectados: (1) o Atlântico norte tropical anomalamamente mais quente do que o normal, (2) a redução na intensidade do transporte de umidade pelos alísios de nordeste em direção ao sul da Amazônia durante o pico da estação de verão, e (3) a diminuição do movimento vertical sobre esta parte da Amazônia, resultando num reduzido desenvolvimento convectivo e reduzida precipitação. Esses três fatores são dinamicamente consistentes na medida que águas mais quentes no oceano Atlântico tropical norte induziriam movimentos ascendentes atmosféricos sobre essa região, com abaixamento da pressão atmosférica, e movimentos descendentes compensatórios sobre a região da seca no oeste-sudoeste da Amazônia, e consequente aumento da pressão atmosférica. Esse padrão de anomalias de pressão reduziria a intensidade dos ventos alísios transportando umidade do oceano para a Amazônia (Nobre et al., 2007).

### 4. Impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas

Este secção trata da questão das possíveis alterações nos grandes biomas brasileiros (Figura 7) como resposta aos cenários de mudanças climáticas indicadas nas Figuras 1 a 5. A distribuição geográfica das comunidades da vegetação e sua relação para o clima têm sido examinadas com modelos biogeográficos ou modelos de biomas. Estes modelos usam como paradigma central o fato que o clima exerce controle dominante sobre a distribuição da vegetação. Os modelos biogeográficos podem simular a vegetação potencial (sem os efeitos dos usos da terra e do solo) baseando-se em alguns parâmetros climáticos, tais como a temperatura e a precipitação, entre outros. Devido à simplicidade destes modelos e a existência de regras empíricas globais entre a vegetação natural e o clima, estes modelos têm sido utilizados para a estimativa de impactos das mudanças climáticas na cobertura vegetal (King e Neilson, 1992; Claussen e Esch, 1994, Nobre et al., 2004, Salazar et al., 2007). Oyama e Nobre (2004) desenvolveram um modelo de vegetação potencial (CPTEC-PVM) que consegue representar a distribuição global dos diferentes biomas, e em escala regional, os biomas da América do Sul, onde outros modelos extensamente utilizados como

o BIOME (Prentice et al., 1992) e o BIOME3 (Haxeltine e Prentice, 1996) têm algumas deficiências.

Preliminarmente, deve-se mencionar que ecossistemas naturais como um todo não têm capacidade intrínseca de migração ou adaptação à magnitude das projetadas mudanças climáticas na escala de tempo em que estão ocorrendo, isto é, décadas. Ecossistemas migram ou se adaptam naturalmente a flutuações climáticas ocorrendo na escala de muitos séculos a milênios. Portanto, devemos esperar rearranjos significativos dos biomas, com sérias consequências para a manutenção da mega-diversidade biológica dos biomas brasileiros, com o resultado muito provável de sensível empobrecimento biológico.

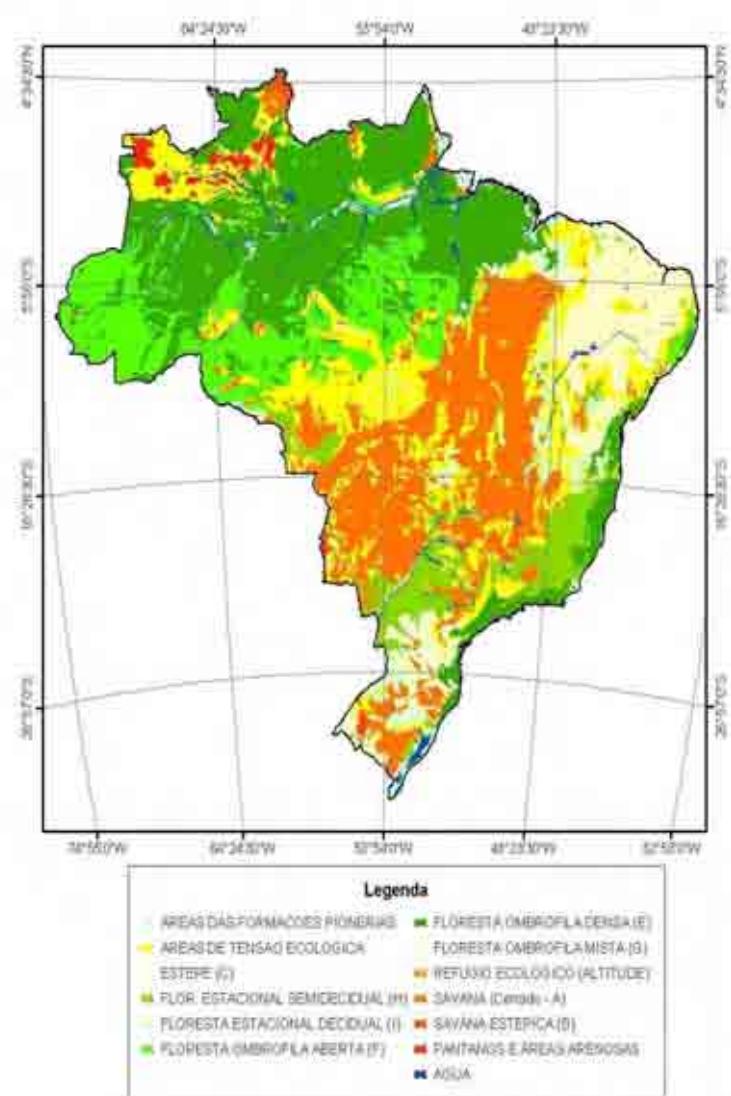


Fig. 7. Principais Biomas brasileiros (Fonte: MMA).

## 5. Prováveis alterações e redistribuições dos biomas na América do Sul para o Século XXI

Para avaliar quantitativamente as prováveis alterações e redistribuições dos biomas na América do Sul para o Século XXI, em resposta aos cenários de mudanças climáticas, Salazar et al. (2007) utilizaram o modelo de vegetação potencial CPTEC-PVM (Oyama e Nobre, 2004) para calcular biomas de equilíbrio com as saídas de quinze modelos climáticos globais preparados para o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - Quarto relatório de Avaliação (IPCC/AR4), apresentadas nas Figuras 1 a 5. Foram analisados os cenários climáticos A2 e B1 que representam cenários de alta e baixa emissão de CO<sub>2</sub>, respectivamente. A resolução horizontal dos modelos varia entre 1.5 a 4°C, o que indica que esta análise foi feita na grande escala.

A Figura 8 apresenta a vegetação potencial atual e a redistribuição de biomas projetados com o modelo de vegetação potencial CPTEC-PVM para América do Sul para o cenário A2 e o período 2090-2099, dos quinze modelos analisados. Para a América do Sul Tropical, tomando-se uma média destas projeções, constata-se a projeção do aumento da área de savanas (com o cerrado invadindo o Pará) e um substituição de área de caatinga por semi-deserto no núcleo mais árido do Nordeste do Brasil (Nobre et al., 2004). Em particular, o modelo HADCM3 é o que coloca o cenário mais extremo para a Amazônia, chegando a se especular de um possível quase completo desaparecimento da floresta Amazônia (Cox et al., 2000). Em termos simples, o aumento de temperatura induz a uma maior evapotranspiração (soma da evaporação da água à superfície com a transpiração das plantas), reduzindo a quantidade de água no solo, mesmo que as chuvas não diminuam significativamente. Este fator pode por si só pode desencadear a substituição dos biomas existentes hoje por outros mais adaptados a climas com menor disponibilidade hídrica para as plantas (por exemplo, savanas tropicais substituindo florestas tropicais, caatinga substituindo savanas tropicais, semi-deserto substituindo caatinga).

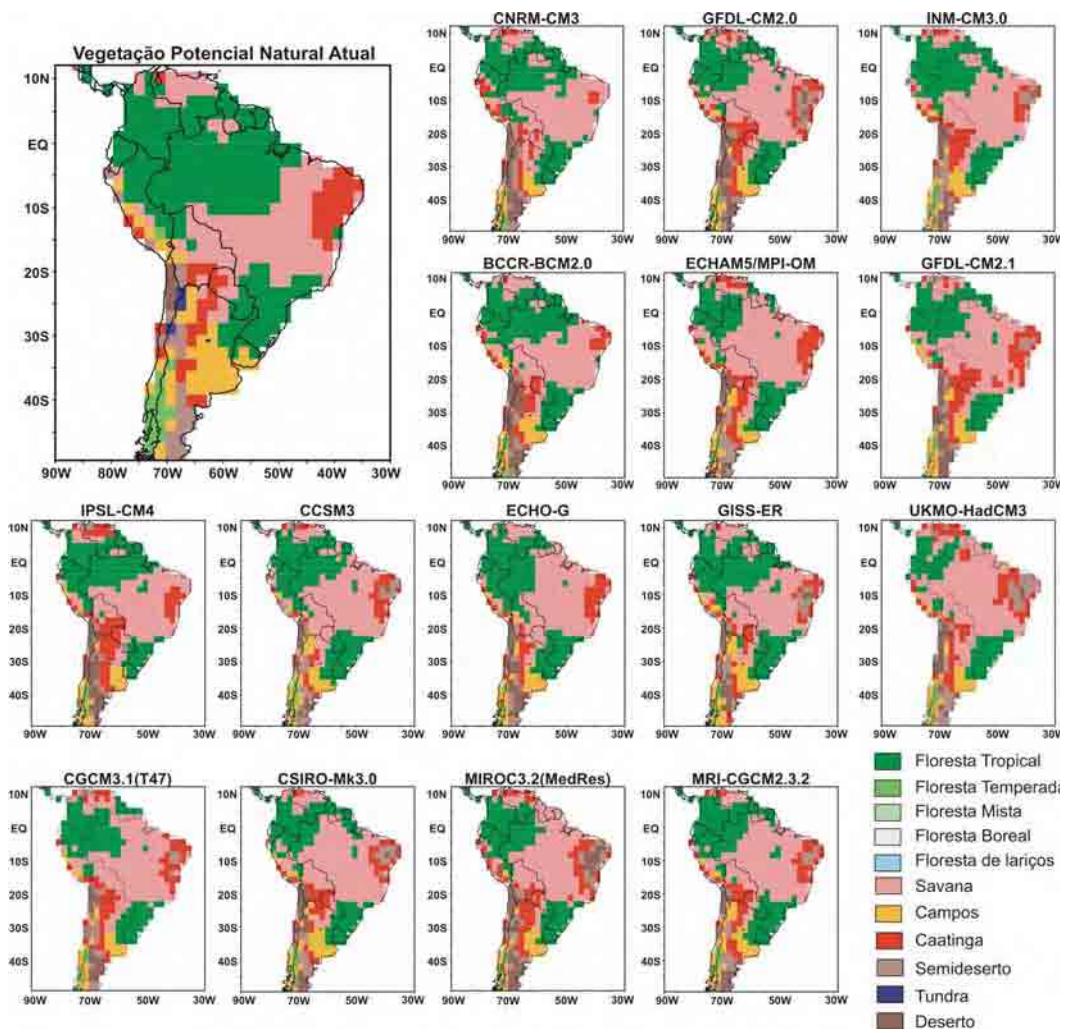


Fig. 8. Distribuição projetada dos biomas naturais na América do sul para o período 2090-2099 dos 15 MCG para o cenário A2. O painel superior à esquerda representa os biomas potenciais em equilíbrio com o clima atual (representa os biomas potenciais, mais não a distribuição atual da vegetação, que é resultado das mudanças na cobertura vegetal e nos usos do solo). (Fonte: Salazar et al., 2007).

A Figura 9 apresenta os pontos de grade onde mais de 75% dos 15 modelos ( $> 11$  modelos) coincidem na condição futura (onde um determinado bioma permanece, desaparece, aparece ou não existe consenso entre os modelos da sua condição futura) da floresta tropical e da savana para os dois cenários analisados em três períodos de tempo no Século XXI. Para América do Sul tropical, os resultados indicam que para os cenários analisados, os modelos apresentam regiões de consenso de redução da floresta tropical que é substituída por savana tropical. Esta redução da floresta tropical aumenta com o tempo através do Século XXI. Para o bioma catinga, no nordeste do Brasil, não existe consenso da sua condição futura, especialmente para o período 2090-2099. Este “não-consenso” está relacionado com as diferenças nas projeções de precipitação e temperatura entre os modelos para esta região. Para o período 2090-2099 nos dois cenários, a floresta tropical na

Colômbia e no Oeste da Amazônia é mantida e a mata Atlântica estende-se para o sul no sul do Brasil (Figuras 9c e 9f).

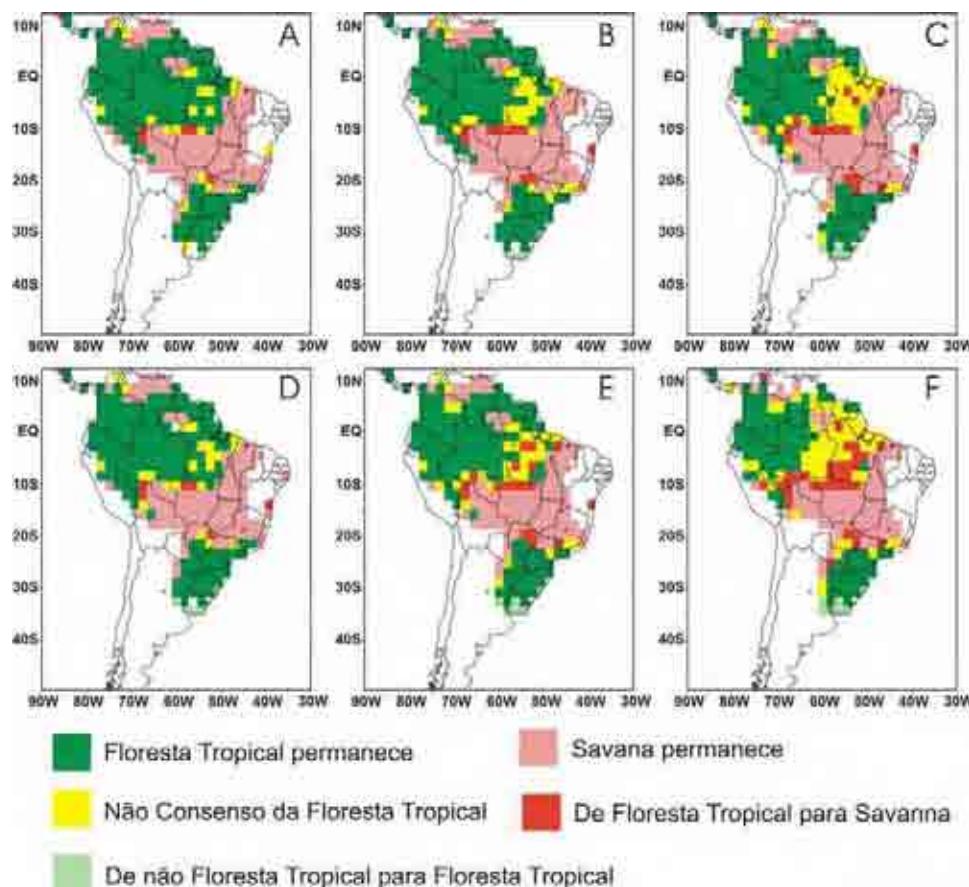


Fig. 9. Pontos de grade onde mais de 75% dos modelos ( $> 11$  modelos) coincidem na projeção da condição futura da floresta tropical e da savana, em relação à vegetação potencial atual, resultando nas seguintes possibilidades: a floresta tropical permanece; a savana permanece; mudança da floresta tropical para savana; mudança da floresta tropical para não-floresta tropical. A figura também apresenta os pontos de grade onde não existe consenso entre os diferentes modelos para os períodos (a) 2020-2029, (b) 2050-2059 and (c) 2090-2099 para o cenário B1 e (d), (e) e (f) para o cenário A2. (Fonte: Salazar et al., 2007).

Em termos gerais, é possível que exista uma redução de áreas cobertas por floresta tropical (18% [8%] desaparecem, com 30% [23%] de não-consenso para o cenário A2 [B1] e o período de tempo de 2090-2099) e um correspondente aumento de áreas cobertas com savana. Outras projeções de mudanças na vegetação mostram redução das áreas de floresta na América do Sul (e.g., Scholze et al., 2006, Cook and Vizy, 2007) ou um “die-back” da floresta (e.g. Jones et al., 2003; Cox et al., 2000; 2004). Considerando que a escala natural de migração dos ecossistemas de séculos a milênios e muito maior que a escala de tempo da ocorrência de mudanças climáticas (décadas), estas têm o potencial de influir profundamente na diversidade ecológica de plantas e animais.

Outros experimentos com uma versão atualizada do CPTEC-PVM que inclui o ciclo de carbono e o bioma de floresta tropical sazonal foram feitas por Lapola (2007). Os resultados indicaram que no Sudeste da Amazônia não existe consenso entre os modelos, em relação à substituição da floresta por savana. Este resultado mostra o efeito de fertilização do CO<sub>2</sub> o que favoreceria a manutenção ou mudança para biomas de maior porte nas áreas onde a temperatura aumenta, portanto a diminuição da precipitação precisa ser maior para substituição de floresta para savana. Isto mostra que a resposta da floresta tropical para valores elevados de CO<sub>2</sub> é uma questão crítica que precisa ser estudada mais profundamente.

## 6. Efeitos climáticos da substituição da floresta por pastagens na Amazônia

As mudanças climáticas por origem do aquecimento global, há que se adicionar aquelas devido às alterações da cobertura da vegetação. Há projeções que os desmatamentos da floresta tropical amazônica levarão a um clima mais quente e seco na região (Nobre et al., 1991, Sampaio et al., 2007, Costa et al., 2007). As várias simulações dos efeitos climáticos da substituição da floresta por pastagens na Amazônia produzidas por tais estudos e as observações dos projetos ABRACOS (Gash et al., 1996; Gash and Nobre, 1997) e LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia; [www.cptec.inpe/lba](http://www.cptec.inpe.br/lba)) indicam que há um aumento da temperatura entre 0,3°C e 3°C, redução da evapotranspiração entre 15% e 30% e redução da precipitação entre 5% e 20% devido à mudança de vegetação de floresta para pastagem. Este aumento de temperatura é maior do que aquele projetado pelo cenário B1, mas bem inferior àquele previsto pelo cenário A2 para o final do Século XXI. Provavelmente os efeitos de aumento de temperatura induzidos pelas mudanças globais e aqueles advindos dos desmatamentos se somariam sinergicamente, aumentando o risco de incêndios florestais porque o secamento da vegetação na estação seca e sua flamabilidade são maiores com temperaturas mais altas (Nepstad et al., 1999), aumentando a vulnerabilidade dos ecossistemas tropicais.

Em Scholze et al. (2006), o risco de perda da floresta em algumas partes da Amazônia é de mais de 40% para os cenários que apresentam uma anomalia de temperatura maior que 3°C. Por outro lado, se houver tendência ao aumento das precipitações, estes atuariam para contrabalançar a redução das chuvas devido ao desmatamento e o resultado final seria mais favorável à manutenção dos ecossistemas e espécies.

Adicionalmente, alguns estudos têm mostrado que o estômato da planta abre menos com altas concentrações de CO<sub>2</sub> (Field et al., 1995), o que reduz diretamente o fluxo de umidade da superfície para a atmosfera (Sellers et al., 1996). Isto pode aumentar a temperatura do ar próximo da superfície pelo aumento da razão entre o fluxo de calor sensível e fluxo de calor latente. Numa região como a Amazônia, onde muito da umidade para a precipitação advém da evaporação da superfície, a redução da abertura estomatal pode também contribuir para um decréscimo na precipitação (Betts et al., 2004).

Se grandes áreas da Amazônia forem substituídas por savana, o grau relativo de aridez poderá aumentar já que a vegetação adaptada ao fogo tem uma menor transpiração. Em Scholze et al. (2006) conclui-se que é provável uma maior freqüência de fogo (risco >60% para temperatura > 3°C) em muitas zonas da América do Sul. Em Hutyra et al. (2005) é mostrado que as florestas presentes em áreas com alta freqüência de secas (>45% de probabilidade de seca) podem mudar para savana, se a aridez aumentar como previsto pelos cenários de mudança climática (Cox et al., 2004; Friedlingstein et al., 2003). Portanto cerca de 600.000 km<sup>2</sup> de floresta estarão em potencial risco de desaparecer (> 11% da área total vegetada). O aumento da aridez, portanto, pode levar à divisão da Amazônia (Hutyra et al., 2005), com uma cunha de savanas tropicais penetrando desde a região de Cerrados do Brasil Central através o leste da região, separando o contínuo de florestas desde a costa Atlântica até os Andes.

Quando a floresta é sujeita a períodos anomalamamente secos, aumenta a probabilidade de ocorrência de queimadas e incêndios florestais que podem destruir centenas de milhares de hectares de floresta e injetar na atmosfera grandes quantidades de fumaça e aerossóis que poluem o ar em extensas áreas, afetando a população e com potencial de atrasar o início da estação chuvosa e a quantidade de chuva na região (Andreae et al. 2004). Considerando os cenários de mudança climática do modelo do HadCM3 para o IPCC/AR4, a duração da estação seca poderia aumentar em até dois meses ou mais na maior parte da Amazônia, o que levaria ao aumento da estação seca dos atuais 3-4 meses para 5-6 meses na Amazônia central e oriental. Esse aumento da estação seca implicaria num aumento do risco da ocorrência de queimadas e mudança na climatologia da chuva o que favoreceria a substituição da floresta por savana (Li et al., 2006). Esses impactos ecológicos afetam a possibilidade de manejo sustentável da floresta na região, o que é uma premissa básica para a economia regional (Brown et al., 2006). Tomando em seu conjunto as evidências destes estudos auxiliam a dar consistência aos resultados apresentados na Figura 9 de cálculos de redistribuição de biomas na América do Sul tropical, principalmente com respeito à hipótese de “savanização” de partes da Amazônia.

## 7. Amazônia entre 1990 e 2095: simulações y nos cenários futuros

A floresta Amazônica contém uma grande parte da biodiversidade do mundo, pois mais de 12% de todas as plantas com flores são encontradas na Amazônia (Gentry, 1982). Sendo assim, ameaças à existência da floresta amazônica indicam sérias ameaças à biodiversidade. Entretanto, existem poucos estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas na distribuição de espécies. Em nível global, Thomas et al. (2004) avaliaram o risco de extinção de espécies para áreas que cobrem cerca de 20% da superfície terrestre, e encontraram que entre 15% e 37% das espécies estariam comprometidas com risco de extinção até o ano de 2050. Esse trabalho foi feito considerando três cenários de mudança climática: (i) mínima (aumento da temperatura de 0.8-1.7°C e aumento de CO<sub>2</sub> de 500 ppmv), (ii) média (aumento de temperatura de 1.8-2.0°C e aumento de CO<sub>2</sub> de 500-550

ppmv.), e (iii) máxima (aumento de temperatura de mais de 2°C e aumento de CO<sub>2</sub> de mais de 550 ppmv).

Em nível regional, as simulações de Miles et al. (2004), baseadas nos cenários futuros do HADCM2Gsa1 (que assume um aumento anual de 1% na concentração de CO<sub>2</sub>), analisaram o que poderia acontecer com a distribuição de 69 espécies de *angioespermas* na Amazônia entre 1990 e 2095. Chegaram à conclusão que 43% das espécies poderiam tornar-se inviáveis até 2095, com máximo impacto no nordeste da Amazônia e melhores condições para preservação de espécies da planície amazônica nos extremos ocidental da Amazônia, e recomendaram a extensão de áreas protegidas para o oeste da região como forma de manter grande resiliência da biodiversidade Amazônica às mudanças climáticas.

Essencialmente, esta é a mesma conclusão que se segue aos resultados com modelos de biomas mencionados acima. Para que as espécies afetadas possam atingir novas zonas bioclimáticas, a dispersão e migração deverão ser feitas em centenas de quilômetros (Hare, 2003). Muitos destes experimentos de modelagem não têm considerado as influências não-climáticas como as mudanças do uso do solo, o desmatamento, a disponibilidade de água, as pestes e doenças, queimadas e incêndios florestais, e todas as outras que possam limitar a migração e dispersão de espécies (Case, 2006). No trabalho de Sala et al. (2000), eles estudaram a mudança na biodiversidade para o ano 2100, considerando alguns destes aspectos e identificaram que para os biomas tropicais os principais agentes que afetam a biodiversidade são mudanças nos usos da terra e as mudanças climáticas.

## 8. Impactos das mudanças climáticas nos agro-sistemas

Um raciocínio análogo pode ser feito sobre impactos das projeções das mudanças climáticas nos agro-ecossistemas. De modo geral, com algumas exceções, há tendência de menor disponibilidade hídrica em partes da Amazônia, Nordeste e Centro-Oeste, que poderiam afetar negativamente a agricultura principalmente no Nordeste e Centro-Oeste. No Sul e Sudeste, estas projeções indicam modificações bem menores no regime hidrológico. Entretanto, para projeções de impactos no setor agrícola e, consequentemente, para avaliação das vulnerabilidades deve-se considerar os efeitos da temperatura e da concentração do dióxido de carbono, o chamado efeito de “fertilização” de CO<sub>2</sub>, sendo que geralmente um aumento pronunciado da temperatura média é prejudicial às culturas se colocá-la fora de sua faixa ótima e, ao contrário, o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> resulta normalmente em maior produtividade para as culturas.

Um pequeno número de estudos tratou da questão dos impactos das mudanças climáticas na agricultura brasileira. Alguns dos estudos utilizaram cenários futuros de mudanças climáticas a partir de modelos climáticos globais e buscaram calcular efeitos negativos e positivos sobre a produtividade das culturas de trigo, milho e soja (Siqueira et al., 1994; Siqueira et al., 2001; Travasso et al., 2004) ou sobre o impacto das mudanças climáticas na incidência de pragas na cultura de trigo no sul do Brasil (Fernandes et al., 2004). Por outro lado, alguns estudos analisaram o risco agroclimático da cultura de café a

extremos climáticos (Marengo, 2001; Pinto et al., 2002; Assad et al., 2004). Para o Estado de São Paulo, por exemplo, Pinto et al. (2002) calcularam que, com um aumento de 3 °C na temperatura média e 15% nas chuvas, somente 15% da área do Estado seriam propícias à cultura do café arábica e para um aumento de 5,8 °C, somente 1,1%, mesmo se considerando que não haveria mais risco provocado por geadas nestes cenários. Para o clima atual, 40% do Estado são indicados para esta cultura.

De modo geral, os vários estudos sobre impactos na produtividade agrícola das culturas de milho, trigo e soja não permitem conclusões seguras no sentido que o efeito do aumento das temperaturas contribui à redução da produtividade, inclusive devido à maior incidência de pragas, mas que pode ser compensada, até certo ponto, pelo aumento da concentração de dióxido de carbono. Especificamente para a cultura do café no Sul-Sudeste do país, os estudos indicam geralmente que o risco agro-climático desta cultura poderia aumentar consideravelmente devido a temperaturas mais altas, mesmo se considerando menor freqüência de geadas. Nota-se que todos os estudos utilizaram modelos matemáticos para estimar os impactos na agricultura, porém falta maior validação dos resultados com experimentação de campo.

## REFERÊNCIAS

- Ambrizzi, T., Rocha, R., Marengo J, A. I. Pisnitchenko, L. Alves, Fernandez, J. P. 2007: *Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3*, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – SBF, DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília, Fevereiro 2007.
- Andreae, M. O., D. Rosenfeld, P. Artaxo, A. A. Costa, G. P. Frank, K. M. Longo, and M. A. F. Silva-Dias (2004), 'Smoking rain clouds over the Amazon', *Science*, 303, 1337-1342.
- Assad, D. A., Pinto, H. S., Junior, J. Z.; Ávila, A. M. H. (2004), 'Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil', *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064.
- Betts R.A.; Cox, P.M.; Harris, C.; Huntingford, C.; Jones, C.D. (2004), 'The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazon forest dieback under global climate warming', *Theoretical and Applied Climatology*, 78, 157-175.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B., (1994). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. New York: Routledge.
- Brown, I.F.; Schroeder, W.; Setzer, A.; Maldonado, M.; Pantoja, N.; Duarte, A. and Marengo, J. (2006), 'Fires in rain forests of southwestern Amazonia: Multi-national

- satellite imagery for monitoring and for informing the public', *EOS Transactions*, 87(26), 253-264.
- Case, M. (2006), *Climate change impacts in the Amazon: review of scientific literature* (World Wildlife Fund – WWF). 8th Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 20-31 March, Curitiba, Brazil.
- Claussen, M., and M. Esch, (1994), 'Biomes computed from simulated climatologies', *Climate Dynamics*, 9, 235-243.
- Cook, K.H. and Vizy,E.K. (2007), *Effects of 21st century climate change on the Amazon Rainforest*. In press.
- Costa, M. H. e Foley, J. A., 'Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on the climate of Amazonia', *J. Climate* 13: 18–34, 2000
- Costa, M. H., S. N. M. Yanagi, P. J. O. P. Souza, A. Ribeiro, and E. J. P. Rocha (2007), 'Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion', *Geophys. Res. Lett.*, 34, L07706, doi:10.1029/2007GL029271.
- Cox. P. M., R. A. Betts, C. D. Jones, S. A. Spall, and I. J. Totterdell, (2000), 'Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model', *Nature*, 408, 184-187.
- Cox P.M., Betts,R.A. Collins, M. Harris,P.P. Huntingford, C. and Jones, C.D. (2004), 'Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21<sup>st</sup> century', *Theoretical and Applied Climatology*, 78, 137-156.
- Cramer, W.; Bondeau, A.; Woodward, F. I.; Prentice, I. C.; Betts, R. A.; Brovkin, V.; Cox, P. M.; Fisher, V.; Foley, J. A.; Friend, A. D.; Kucharik, C.; Lomas, M. R.; Ramankutty, N.; Sitch, S.; Smith, B.; White, A.; Young-Molling, C. (2001), 'Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: results from six dynamic global vegetation models', *Global Change Biology*, v. 7, n. 4, p. 357-373.
- Fernandes, J.M. et al, 2004. Expected impacts of climate change on the incidence of crop disease in the Pampas region of Argentina, Brazil and Uruguay: Modeling *Fusarium* Head Blight in wheat under climate change using linked process-based model. (AIACC Project No. LA27). Second AIACC Regional Workshop for Latin America and the Caribbean, Buenos Aires, Argentina, 24-27. August 2004.
- Field, C. B.; Jackson, R. B.; Mooney, H. A. 'Stomatal responses to increased CO<sub>2</sub>: implications from the plant to the global scale', *Plant, Cell and Environment*, v. 18, n. 10, p. 1214-1225, 1995.
- Friedlingstein, P.; Dufresne, J. L.; Cox, P. M. and Rayner, P. 'How positive is the feedback between climate change and the carbon cycle', *Tellus*, Ser. B, 55, 692–700. 2003
- Friedlingstein, P.; Cox, P.; Betts, R.; Bopp, L.; von Bloh, W.; Brovkin, V.; Cadule, P.; Doney, S.; Eby, M.; Fung, I.; Bala, G.; John, J.; Jones, C.; Joos, F.; Kato, T.; Kawamiya, M.; Knorr, W.; Lindsay K.; Matthews, H. D.; Raddatz, T.; Rayner, P.; Reick, C.; Roeckner, E.; Schnitzler, K.-G.; Schnur, R.; Strassmann, K.; Weaver, A.

- J.; Yoshikawa, C.; Zeng, N. 'Climate-carbon cycle feedback analysis: results from the C4MIP Model Intercomparison', *Journal of Climate*, v. 19, n. 14, p. 3337-3353, 2006.
- Gash, J.H.C., C.A. Nobre, J.M. Robert and R.L. Victoria, 1996. *Amazonian Deforestation and Climate*. Wiley: Chichester.
- Gash, J.H.C.; Nobre, C.A., 1997. 'Climatic effects of Amazonian deforestation: Some results from ABRACOS', *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.78, n.5, p.823-830.
- Gentry, A.H. 'Neotropical floristic diversity', *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 69: 557–593. 1982.
- Giorgi, F.; Francisco, R. 'Evaluating uncertainties in the prediction of regional climate', *Geophysical Research Letters*, v. 27, n. 9, p. 1295-1298, 2000.
- Hare, W. 2003. *Assessment of knowledge on impacts of climate change contribution to the specification of art. 2 of the UNFCCC*. Berlin: WBGU Potsdam.
- Haxeltine, A., and I.C. Prentice, 1996. 'BIOME3: An equilibrium terrestrial biosphere model based on ecophysiological constrains, resource availability, and competition among plant functional types', *Global Biogeochemical Cycles*, v.10, n.4, p.693-709.
- Hutyra, L.R., Munger, J. W.; Nobre, C. A.; Saleska, S. R. and Vieira, S.A. 'Climatic variability and vegetation vulnerability in Amazônia', *Geophysical Research Letters*, 32, L24712. 2005.
- Jones, C. D.; Cox, P. M.; Essery, R. L. H.; Roberts, D. L. and Woodage, M. J. 'Strong carbon cycle feedbacks in a climate model with interactive CO<sub>2</sub> and sulphate aerosols', *Geophysical Research Letters* 30(9): 1479. 2003.
- King, G.A, and R.P. Neilson, 1992. 'The transient response of vegetation to climate change: a potential source of CO<sub>2</sub> to the atmosphere', *Water, Air and Soil Pollution*, 64, 365-383.
- Lapola, D. 2007: *Consequências das mudanças climáticas globais nos biomas da América do sul: um modelo de vegetação potencial incluindo ciclo de carbono*. São José dos Campos, Tese (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Marengo, J. A., 2001. 'Impactos das Condições Climáticas e da Variabilidade e Mudanças do Clima sobre a Produção e os Preços Agrícolas: Ondas de Frio e seu Impacto sobre a Cafeicultura nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil', in Lima, M. A. de, Cabral, O. M. R., Miguez, J. D. G. (Eds.). *Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, pp. 97-123.
- Marengo, J., 2004: *Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade- Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI*. CREAS (Cenários REgionalizados de Clima para América do Sul). Encontro dos coordenadores dos subprojetos apoiados pelo PROBIO, Brasilia, DF, 27 a 29 de Outubro.

- Marengo, J.A., and T. Ambrizzi, 2006. 'Use of regional climate models in impacts assessments and adaptations studies from continental to regional and local scales', *Proceedings of 8 ICSHMO*, Foz do Iguaçu, Brasil, Abril 24-28, INPE. p. 291 – 296.
- Marengo, J.A., C.A. Nobre, J. Tomasella, M.D. Oyama, G. Sampaio, R. de Oliveira, H. Camargo, L.M. Alves, I. F. Brown, 2007. 'The Drought of Amazonia in 2005', *Journal of Climate*, Submitted.
- McCarthy, J.J.; Canziani,O.F.; Leary, N.A.; Dokken, D.J.; White, K.S.(Eds.), 2001. *Climate Change 2001. Impacts, Adaptation & Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Miles, L.; Grainger, A. and Phillips, O.L. 'The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia', *Global Ecology and Biogeography* 13: 553-565. 2004.
- Moura, A. D.; 'Hastenrath, S. Climate prediction for Brazil's Nordeste: performance of empirical and numerical modeling methods', *Journal of Climate*, v. 17, n. 13, p. 2667-2672, 2004.
- Nakicenovic, N.; Swart, R. Eds.), 2000. *Emissions Scenarios 2000: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University.
- Li, W.; Fu, R. and Dickinson,E. 'Rainfall and its seasonality over the Amazon in the 21st century as assessed by the coupled models for the IPCC AR4', *Journal of Geophysical Research*, 111, D02111.2006.
- Nepstad, D.C.; Verissimo, A.; Alencar, A.; Nobre, C.A.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Potter, C.; Moutinho, P.; Mendonza, E.; Cochrane, M.; Brooks, V., 1999. 'Large scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire', *Nature*, v.398, n.6727, p.505-508.
- Nobre, C.A., Sellers,P.J. and Shukla,J. 'Amazonian deforestation and regional climate change', *J. Clim.*, 4, 957-988.1991.
- Nobre, C.A., M.D. Oyama, G.S. Oliveira, J.A. Marengo, E. Salati, 2004. 'Impacts of climate change scenarios for 2091-2100 on the biomes of South America', *First CLIVAR International Conference*, Baltimore, USA, 21-25 June.
- Nobre, C.A., Sampaio, G., Salazar, L.F. 'Mudanças climáticas e Amazônia', *Ciência e Cultura (SBPC)*, v.59, p 22-27, 2007.
- Nowak, R. S.; Ellsworth, D. S.; Smith, S. D. 'Functional responses of plants to elevated atmospheric CO<sub>2</sub>—Do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions?', *New Phytologist*, v. 162, n. 2, p. 253–280, 2004.
- Oyama, M.D. 2003. *Conseqüências Climáticas da Mudança de Vegetação do Nordeste Brasileiro: um Estudo de Modelagem*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil.

- Pinto H. S., Assad, E. D., Zullo Jr., J., Ávila, A. M. H. de, 2003. 'Variabilidade Climática', in: *Água, Agricultura e meio ambiente: Avanços e desafios, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariuna, SP*, v. 1, p. 1-13.
- Prentice, L. C., W. Cramer, S. P. Harrison, R. Leemans, R. A. Monserud, and A. M. Solomon, 1992. 'A global bio'me model based on plant physiology and dominance, soil properties, and climate', *Journal of Biogeography*, 19, 117-134.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000), 'Biodiversity—global biodiversity scenarios for the year (2100)', *Science* 28:1770–1774
- Salazar, L. F., C. A. Nobre, and M. D. Oyama (2007), 'Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America', *Geophys. Res. Lett.*, 34, L09708.
- Sampaio, G., C. Nobre, M. C. Costa, P. Satyamurty, B. S. Soares-Filho, and M. Cardoso (2007), 'Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion', *Geophysical Research Letters*, 34, L17709.
- Satyamurty, P.; Nobre, C. A.; Silva Dias, P. L. 'South America', *Meteorological Monographs*, v. 27, n. 49 (Southern Hemisphere Meteorology, cap. 3C), p. 119-139, 1998.
- Scholze, M., W. Knorr, N.W. Arnell e I.C. Prentice, (2006), 'A climate-change risk analysis for world ecosystems', *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103: 13116-13120.
- Sellers, P. J.; Bounua, L.; Collatz, G. J.; Randall, D. A.; Dazlich, D. A.; Los, S. O.; Barry, J. A.; Fung, I.; Tucker, C. J.; Field, C. B.; Jensen, T. G. 'Comparison of radiative physiological effects of doubled atmospheric CO<sub>2</sub> on climate', *Science*, v. 271, n. 5254, p. 1402-1406, 1996a.
- Siqueira, O. J., W de, Farias, J. R. B. de, Sans, L. M. L., 1994. 'Potential Effects of Global Climate Change for Brazilian Agriculture and Adaptative Strategies for Wheat, Maize and Soybean', *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 2:115-129.
- Siqueira, O. J., W de., 2001. 'Efeitos Potenciais das Mudanças Climáticas na Agricultura Brasileira e Estratégias Adaptativas para Algumas Culturas', in Lima, M. A. de, Cabral, O. M. R., Miguez, J. D. G. (Eds.). *Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna.
- Thomas, C.D. et.al. 'Extinction risk from climate change'. *Nature*, 427 (6970). pp. 145-148. 2004.
- Travasso, M. et al., 2004. 'Expected impacts of climate change on crop yields in the Pampas region of Argentina, Brazil and Uruguay' (AIACC Project No. LA27), *Second AIACC Regional Workshop for Latin America and the Caribbean*, Buenos Aires, Argentina, 24-27 August 2004.

# Una mirada a la microbiodiversidad acuática amazónica

Marcela Núñez-Avellaneda

## Abstract

The purpose of this article is to review the most important works devoted on aquatic environments in the Colombian Amazonia (the basins of the Amazon, Putumayo, Caquetá and Inírida) in terms of physical, chemical and biological information of the waters. Furthermore, this paper will focus on the aquatic microalgae that compose the communities of the *perifiton*, *ticoplancton* and *phytoplankton*. The obtained results indicate high richness of these organisms in certain limnological conditions associated with low density and *phytoplanktonic* biomass (for instance, low mineralization, nutrients and pH). In this sense, these organisms can be properly seen as indicators of environmental quality.

**Keywords:** *Phytoplankton, water, Amazon, Microbiodiversity.*

## 1. Introducción

La Amazonía es reconocida como la región del planeta con mayor diversidad de especies, refiriéndose siempre a las plantas y a los animales. Las plantas presentes en los exuberantes bosques comprenden innumerables organismos de diferentes tamaños, desde unos pocos centímetros hasta árboles de gran porte, superiores a 40 m de altura. En los animales, los tamaños no son menos variables; los hay muy pequeños, desde algunos milímetros, hasta varios metros de longitud. Sin embargo, la diversidad biológica de la Amazonía no solo está presente en estos dos grupos; existe una multitud de microorganismos, incluso más variada y abundante que las plantas y los animales que conocemos. Esta microbiodiversidad esta conformada por algas, hongos, bacterias, rotíferos, microcrustáceos y protozoarios, entre otros, que habitan en los diferentes ambientes acuáticos de la Amazonía colombiana.

Uno de los grupos más importantes dentro de esta microbiodiversidad son las algas, organismos microscópicos que pueden vivir a merced del movimiento de las aguas (*fitoplancton*), sujetas a un substrato (*perifiton*) o simplemente asociadas a plantas acuáticas (*ticoplancton*); también cumplen funciones ecológicas muy importantes como la fijación de energía lumínica, producción de oxígeno a través de la fotosíntesis y sirven como alimento a otros organismos como invertebrados, larvas de peces e incluso a peces adultos de escama, entre ellos los *bocachicos* (*Prochilodus nigricans*) y otros familiares que tienen gran importancia en la dieta diaria de los pobladores amazónicos (Araujo-Lima et al. 1986, Prieto-Piraquive, 2006).

El tamaño de estos “microorganismos” generalmente no es fácil de imaginar. La mayoría están entre 0,2 y 500 micrones, siendo el micrón una medida que corresponde a la milésima parte de un milímetro. Esto quiere decir que un organismo, por ejemplo, de 100

micrones, es 9 veces más pequeño que un milímetro, lo que indica que hay verdaderos gigantes y "enanos diminutos" en la vida de estos microorganismos.

Las algas tienen una gran variedad de formas y tamaños, algunas están conformadas por una sola célula, otras por agrupación de varias de éstas y filamentos sencillos o con ramificaciones, así mismo cuentan con ornamentaciones que les permiten mantenerse en la columna de agua, como espinas, mucilagos, setas, gránulos, entre otros, que en términos generales solo se pueden observar con microscopio óptico, aunque algunas se pueden ver a simple vista como el alga roja *Batrachospermum* presente en corrientes de agua.

La mayoría de especies se desarrollan en la columna de agua (*fitoplancton*) de ríos y lagos, aunque también se encuentran en sustratos (*perifiton*) con suficiente humedad, como troncos o el suelo o en los espacios entre las raíces de las plantas acuáticas (*ticoplancton*), de aguas dulces o marinas.

Las algas tienen colores específicos de acuerdo al pigmento que contienen; algunas son azul verdosas (*Cyanophyceae*), algas verdes como los clorófitos (*Chlorophyceae*), algas rojas o rodófitos (*Rhodophyceae*) y pardas como los Dinoflagelados (*Dinophyceae*) y las Diatomeas (*Bacillariophyta*). Esta característica, junto con la variedad de formas y tamaños, genera uno de los grupos taxonómicos con una alta riqueza, casi cerca a las 50.000 especies. Sin embargo, algunos autores indican más de 10 millones de especies (Norton et al. 1996).

## 2. Un recorrido por las áreas geográficas visitadas

Las algas presentes en los cursos y cuerpos de agua en una parte de la Amazonía Colombiana se han venido estudiando en algunos sectores de este gran territorio como las cuencas de los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá e Inírida (figura 1).

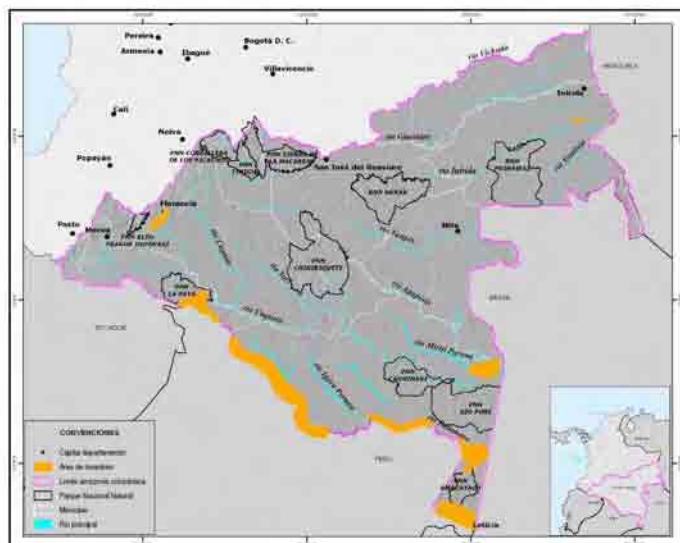


Fig. 1. Sitios estudiados (en anaranjado) en la Amazonia colombiana.

Simultáneamente al estudio de la riqueza, variedad de formas y especies, abundancias y el papel de las algas en la producción primaria de estos ecosistemas, se realizó el análisis de las condiciones físicas y químicas de las aguas de estos cuatro ríos, algunos de algunos lagos y tributarios fueron, en los siguientes tramos:

i) En la frontera colombiana con el Brasil, se realizaron dos muestreos en las cuencas de los ríos Amazonas (31 ambientes), Putumayo (16) y Caquetá (14) entre las coordenadas  $1^{\circ}05'09.88''$ - $69^{\circ}31'18.33''$  a  $4^{\circ}12'12.71''$ -  $69^{\circ}57'03.05''$ .

ii) Sobre el río Caquetá también se visitó una región cercana a la cordillera de los Andes trabajando 17 ambientes acuáticos entre humedales, arroyos, ríos y pequeños lagos que pertenecen a la subcuenca del río Orteguaza entre las coordenadas  $1^{\circ} 39' 25.37''$  N y  $75^{\circ}23'09.83''$  W, y  $1^{\circ}09'41.16''$  N y  $75^{\circ} 55' 19.63''$  W.

iii) El río Putumayo fue estudiado en el tramo que sirve de frontera a Colombia y Perú, siendo un área de trabajo de 1350 km. En este recorrido se visitaron 30 ecosistemas acuáticos dentro de los cuales se incluyeron 7 lagos, 16 pequeños tributarios que llegan al Putumayo y 7 estaciones sobre el propio río (Puerto Leguízamo, Angusilla, El Estrecho, El Encanto, Arica, Yaguas y Tarapacá), con coordenadas  $0^{\circ}08'52''$ S -  $75^{\circ}17'11''$ W y  $02^{\circ}52'35''$ S -  $69^{\circ}44'10''$ W .

iv) Para el río Amazonas, se realiza expedición a la mayoría de los lagos ubicados en la ribera colombiana del río Amazonas de 116 km de extensión; allí se trabajan 31 ambientes acuáticos. Las coordenadas corresponden a  $4^{\circ}13'12.22''$ - $69^{\circ}57'10.41''$  y  $3^{\circ}54'03.25''$ - $70^{\circ}37'41.36''$ .

v) Por último, en la parte más septentrional de la cuenca amazónica en Colombia, los muestreos se realizaron en tres zonas: a lo largo del Río Inírida en un tramo de aproximadamente 80 km de cauce entre los rápidos de Mavipure y el poblado de Chorrobocón, Caño Tonina y Lago Gente. Entre las coordenadas  $3^{\circ}21'32.2''$  N  $67^{\circ}58'20.6''$  W y  $3^{\circ} 14' 54.5''$  N y  $68^{\circ} 12' 06.9''$  W.

### 3. Colecta y análisis de las micro-algas

Existen diferentes métodos para colectar las microalgas que permiten conocer qué algas existen en determinado ambiente acuático. Uno de ellos se hace a través de redes de plancton que tienen poros que alcanzan las 30 micras de diámetro y para capturar con este medio se hacen arrastres superficiales (verticales) o cubriendo la columna de agua (horizontales). Otro método ampliamente utilizado es el raspado de una superficie de un sustrato por medio de un pincel o cepillo de dientes debido a que algunas tienen estructuras de fijación que hace difícil su colecta.

Una vez en el laboratorio, se procede al examen en el microscopio óptico, se realizan ilustraciones a escala y se toman las fotografías del caso. Al final con la ayuda de bibliografía y apoyo de especialistas se realiza la identificación de las especies. Para establecer la abundancia de las algas se establecen métodos cuantitativos por medio de la colecta de un volumen o el raspado de un área determinada, para así en el momento de los

cálculos se relacionan con esta unidad de muestreo y permite calcular el número de individuos.

La información que se tiene del grupo de microalgas en la Amazonía colombiana se basa en dos estrategias, una de trabajos intensivos en lagos de fácil acceso donde se realizan visitas continuas y otros a través de campañas limnológicas que abarcan extensas áreas geográficas y, por lo tanto, se pueden desarrollar una o dos veces por los altos costos que demanda y por las dificultades logísticas que se presentan.

#### 4. Micro-algas encontradas en las aguas amazónicas

Dentro de los grupos taxonómicos registrados hasta el momento en los ecosistemas acuáticos amazónicos de acuerdo a Duque et al. (2007) se encuentran:

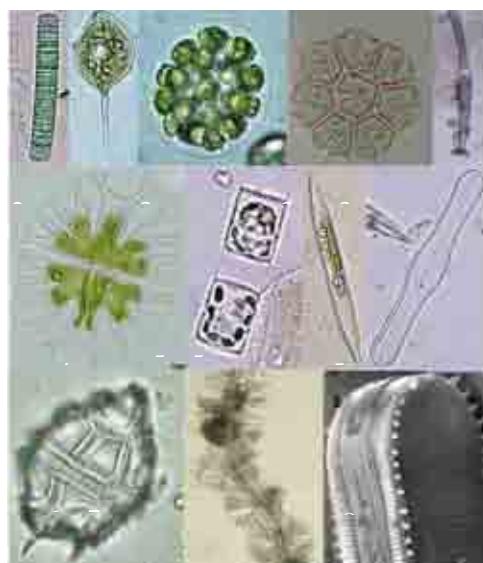


Fig. 2. Grupos de microalgas presentes en ambientes acuáticos amazónicos.

1) Los *cianófitos* o cianobacterias que son organismos muy primitivos (procariontes) que tienen colores verde azulados y que viven en aguas amazónicas como lagos y sujetos a algunos sustratos en charcas aisladas.

2) Los *euglenófitos* o euglenoides que son algas verdes unicelulares con motilidad por poseer flagelos; prefieren aguas ricas en materia orgánica pudiendo aprovechar esta fuente de alimento.

3) Los *clorófitos* o algas verdes que tienen múltiples formas y viven en todos los ambientes acuáticos que se han visitado; son más comunes y abundantes en aguas con mayor riqueza de nutrientes.

4) Los *zygófitos* donde están las llamadas desmidias, una familia de algas con organismos de gran belleza que viven asociadas a las plantas acuáticas de lagos en zonas con bajo pH y baja concentración de nutrientes.

5) Las *diatomeas* en general unicelulares cuando viven en los lagos y formando filamentos en aguas corrientes son junto con las desmidias uno de los grupos de mayor riqueza de especies y de gran belleza al observarlas al microscopio. Su característica principal es poseer una pared de silicio (vidrio). Habitán en las aguas libres de los lagos y muchas de ellas se sujetan o posan sobre sustratos como plantas acuáticas y troncos; por su parte los crisófitos son un pequeño grupo de algas que viven en algunos arroyos y lagos, con la característica de ser motiles como los euglenoides y de poseer una pared de escamas de composición celulósica.

6) Los *dinoflagelados* (*dinófitos*) que, como su nombre indica, tiene dos flagelos, confiriéndole un especial movimiento de rotación y desplazamiento a la vez. Viven en los lagos, en especial, en aquellos con baja concentración de nutrientes.

7) Las algas rojas o *rodófitos*, en su mayoría son marinas, pero en la Amazonía se ha registrado el género *Batrachospermum*, asociado a ambientes acuáticos oxigenados y con bajo pH y conductividad.

De estos grupos se tienen registradas y publicadas 275 especies en las aguas amazónicas, unos con mayor riqueza que otros: *Euglenófitos* (97 especies) y *Zigófitos* (74), seguidas de *diatomeas* (43), *clorófitos* (51) y *crisófitos* con 10 especies (Figura 3) de las cuales cerca de un 60% son nuevas citas para la cuenca y para el país y un 10% son nuevas especies para la ciencia; de los demás grupos mencionados no se tiene información (Duque, et al 2007).

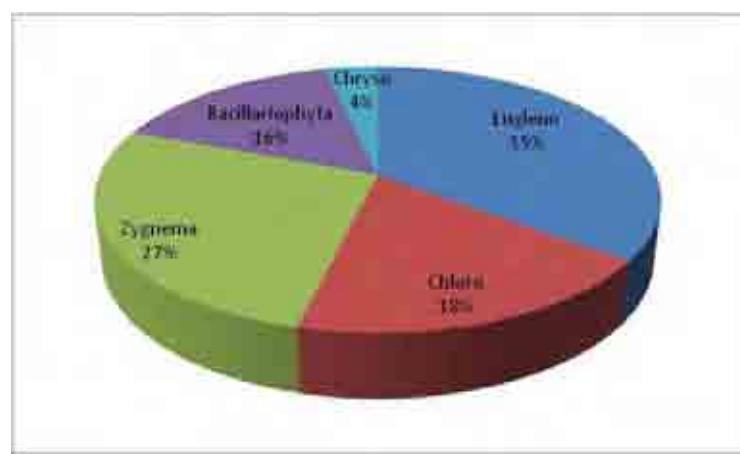


Fig. 3. Riqueza de especies por grupos taxonómicos.

La riqueza de microalgas en la Amazonía colombiana se distribuye de forma muy particular, por ejemplo en el tramo alto medio y bajo de los ríos Caquetá y Putumayo, se encontró que la mayor diversidad se encuentra en sentido occidente-oriente y se incrementa en los lagos y ambientes tipo pantano respecto a los afluentes. En general, esto obedece a que en los lagos existe mayor transparencia, hay menos corriente y en los pantanos se encuentran plantas acuáticas, hábitats que permiten el desarrollo de estos organismos. Particularmente, en la cuenca alta del río Caquetá en los ambientes tipo pantanos llamados

localmente Cananguchales donde predomina la palma *Mauritia flexuosa* y en los lagos se registró el mayor número de registros observados de *Zygófitas* y *diatomeas*. En los lagos y algunos tributarios del río Amazonas se concentra una mayor riqueza especialmente de *euglenoides*, algas verdes, *diatomeas* y *crisófitos*.

Por el contrario, los ríos Caquetá y Putumayo al igual que el Amazonas presenta sedimentos que no permiten que penetren los rayos del sol y así realizar los procesos de fotosíntesis, sin embargo dentro de su recorrido existen zonas en que disminuye la turbidez y velocidad de la corriente y se presenta un desarrollo de las algas, especialmente de *diatomeas*.

Respecto al eje norte-sur, la riqueza y la densidad se incrementa del río Inírida hacia el río Amazonas, principalmente por la presencia de macrófitas que favorece el desarrollo algunos grupos como *euglenófitos*, *desmidias*, *clorófitos* (en particular el grupo clorococales) y *diatomeas*.

Estos estudios permitieron también encontrar diferencias en la química y física de las aguas cuando se compara el río Amazonas con los ríos del Putumayo y Caquetá, así como sus lagos correspondientes. Para el Amazonas y lagos conexos los valores de mineralización de las aguas, expresada en la conductividad, es mayor de lo que se observa en las cuencas de los ríos Putumayo y Caquetá, por esta razón es que ha sido necesario hablar de por ejemplo aguas blancas tipo I para el Amazonas y de aguas blancas tipo II para los otros ríos (figura 4).

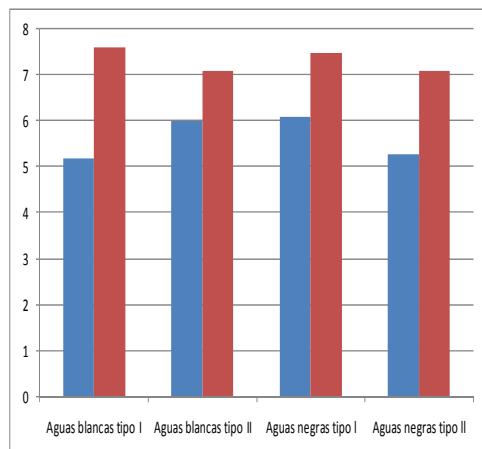


Fig. 4a. Rangos de valores de pH

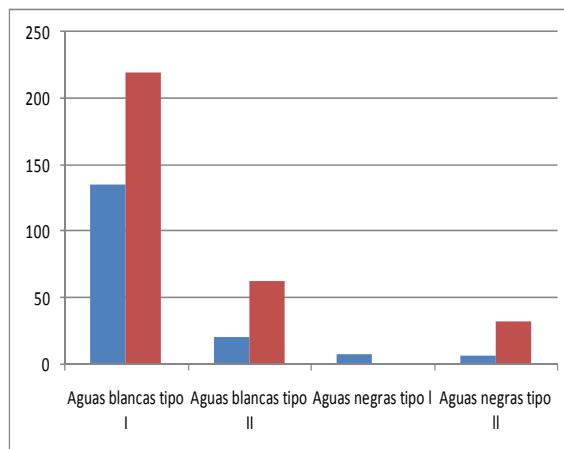


Fig. 4b. Rangos de valores de conductividad ( $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ )

Fig. 4. Tipos de aguas en la parte sur de la Amazonía colombiana.

Los cambios en las condiciones físicas y químicas de las aguas se manifiestan en atributos como la biomasa medida por clorofila-a (Figura 5), la cual es mayor en las aguas del Amazonas, en especial de sus lagos respecto de los otros sectores estudiados en la cuenca de la Amazonía colombiana. Lo anterior indicaría que los patrones bajos de la fisicoquímica de las aguas así como de biomasa y productividad fitoplanctónica determina

en gran parte la productividad de los sistemas y en otros aspectos las pesquerías de cada río (Agudelo et al 2000, Núñez-Avellaneda et al, 2007).

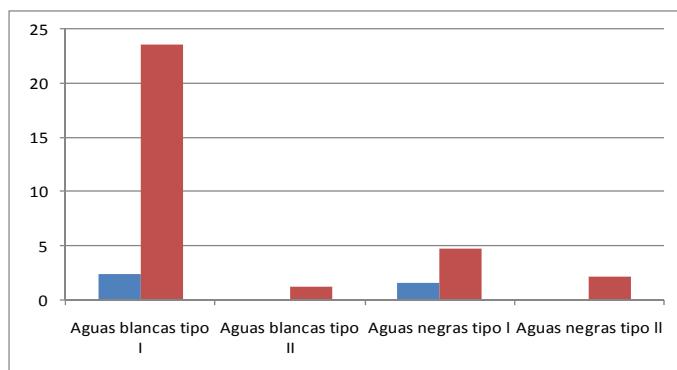


Fig. 5. Concentración de clorofila de acuerdo al tipo de agua ( $\mu\text{g.l}^{-1}$ ).

## 5. ¿Qué representa esto para el conocimiento de la microbiodiversidad en nuestro país?

El esfuerzo que se ha realizado en el estudio limnológico en la cuenca amazónica colombiana no alcanza el 10% de su extensión, por lo que aún queda mucho por realizar en este tema. Los resultados obtenidos muestran alta riqueza de especies que contrasta con la baja biomasa planctónica y por tanto baja productividad primaria de estos ambientes; que en parte se explica por las características geológicas particulares de la región.

La presencia de organismos como las algas en un ambiente determinado permite conocer las condiciones ambientales que le son favorables, por tal razón los estudios encaminados a conocer la riqueza de estos grupos son pieza clave para el uso de esta información con fines de manejo y planificación, en especial, por la capacidad que tienen estos microorganismos de ser indicadores biológicos, así como su función en los procesos ecológicos que definen la productividad de los sistemas acuáticos amazónicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, E; Salinas, Y; Sánchez, C. L; Muñoz, D, L; Alonso, J. C; Arteaga, M. E; Rodríguez, O. J; Anzola, N. R; Acosta, L. E; Núñez-Avellaneda, M; Valdés, H. 2000. *Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Araujo-Lima, C. A. R. M; Forsberg, B. R; Victoria, R. and Martinelli, L. 1986. 'Energy Sources for Detritivorous Fishes in the Amazon', *Science* 234 (4781): 1256-1258.
- Duque, S.R; Núñez-Avellaneda, M; López-Casas, S. & Marín, Z. Y. 2007. 'Ecosistemas Acuáticos', en Ruiz S. L., Sánchez, E; Tabares, E; Prieto-C, A; Arias-G, J. C; Gómez, R; Castellanos, D; García, P. & Rodríguez, L (eds). *Diversidad Biológica y*

- Cultural del sur de la Amazonia Colombiana.* Bogotá: Instituto Humboldt, Instituto Sinchi.
- Norton, T. A; Melkonian, M; Andersen, R. A. (1996). 'Algal biodiversity', *Phycologia* 35: 353-65.
- Núñez-Avellaneda, M; Agudelo, E; Alonso, J. C; Escobar, M. D. 2007. 'Ecosistemas acuático, en Murcia, U. G. (Eds.) 2007. *Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana.* Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Prieto-Piraquive E. 2006. *Caracterización de la pesquería en las lagunas de Yahuarca (Amazonas Colombia) y pautas para su manejo.* Tesis Msc. Guanaré (Venezuela): Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora".

### **Agradecimientos**

La información utilizada corresponde a proyectos realizados en Colombia por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI, Universidad Nacional de Colombia y Convención Ramsar y en Perú por el Instituto Nacional de Desarrollo INADE, Sonia Sua, investigadora Programa Flora del Instituto Sinchi.

# **Los salados amazónicos: desde el suelo hasta el agua**

*Javier Otero García*

## **Abstract**

The *salty territories* are sites in the Amazon forest that have a high level of mineral deposits and are frequented by a variety of animals. They are also called "*lamederos, salting or colpa*" and are centres of concentration of wildlife. The salty areas have also a great significance for the indigenous peoples of the Amazon because they are sacred sites with many cultural values. Preferably, these areas are used by some ungulates such as the tapir or tapir (*Tapirus terrestris*) and cafluche or cajuche (*Tayassu pecari*), rodents large as chiguiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), or Borugo lapa (Agouti paca) and large primates. The analysis of soil and water in these areas have shown that the pH, electrical conductivity and the contents of ions like sodium, calcium and magnesium are higher than in surrounding soil samples. Similarly, other soil characteristics are important, especially its predominance of clay and water saturation.

**Keywords:** *Amazon, lamedero, indigenous peoples, salty territories.*

## **1. Introducción**

Las tierras de la Amazonía, debido a sus materiales geológicos dominantes y a las condiciones climáticas, presentan características particulares en los ciclos de los nutrientes y minerales, tanto en plantas y animales como en los suelos. La dominancia de rocas sedimentarias, Formación Pebas o Terciario inferior y Formación Mariñame o Terciario superior (IGAC 1997), constituidas por arcillas, limolitas y arcillas arenosas, que han sido formadas en ambientes continentales y costeros (fluvio-deltaicos), hacen que los materiales de origen de los suelos posean minerales trabajados y pobres en minerales ricos en nutrientes.

La Amazonía, en general, tiene un régimen de lluvias esencialmente unimodal, con una precipitación media multianual superior a 3.000 mm, que ha propiciado procesos de lixiviación y lavado de los nutrientes. Bajo estas consideraciones, los suelos de la amazonía son químicamente muy pobres y físicamente muy susceptibles al deterioro. La capa orgánica es una capa delgada de hojarasca y residuos vegetales en distinto grado de descomposición, pero que se constituye en la fuente y reserva mas importante de nutrientes para las plantas y actúa a la vez como capa amortiguadora o protectora del suelo ante agentes o procesos erosivos (SIATAC 2007). Los suelos de las zonas altas de la Amazonía se caracterizan por poseer baja saturación de bases, alto nivel de aluminio y pH muy ácido, con bajos contenidos de minerales ricos en nutrientes (IGAC 1997).

Bajo estas condiciones, la vegetación amazónica, a través del tiempo, ha adoptado una serie de mecanismos fisiológicos que permiten el proceso del ciclo de nutrientes para el mantenimiento del bosque natural; pero, la fauna no tiene la posibilidad de realizar este

ciclaje y de encontrar suficientes minerales en requeridos en los procesos de crecimiento y reproducción. Sin embargo, la diversa fauna amazónica ha creado mecanismos de nutrición por vía directa en zonas que por geología o suelos se encuentran concentraciones relativas mayores de minerales útiles en la nutrición o digestión animal. Los sitios donde los animales amazónicos buscan este suministro de minerales y realizan otras funciones orgánicas se han denominado “salados, lamederos o colpas”, que se constituyen centros de concentración de fauna silvestre reconocidos por las poblaciones indígenas, pero también por cazadores.

## 2. Significado e importancia de los Salados amazónicos

Los salados tienen un gran significado en las poblaciones indígenas de la Amazonía. La mayoría de ellos obtienen una importante proporción de la proteína de origen animal que necesitan, a través de la "carne de monte", y particularmente de pequeños mamíferos: danta, cerrillos, o diferentes gallinetas, además de la pesca y la captura de tortugas y larvas, entre otras (Reichel-Dolmatoff 1985). Una actividad importante es la cacería, “*con frecuencia los hombres parten durante el día o en las horas de la tarde hacia el monte en busca de comida; y en algunos casos la cacería es ampliamente anunciada, en especial cuando se trata de visitar un "salado" para "matar danta"*” (Pineda 1992).

Los pueblos indígenas amazónicos, desde tiempos inmemoriales, han vivido en diversas sociedades y lenguas que comparten en términos globales un modelo similar de organización social: “*tradicionalmente vivían en malocas, o casas colectivas. La vida cotidiana de estos pueblos se organiza en torno a diversos espacios domésticos y silvestres. La maloca -o casa colectiva- constituye el eje de referencia de las actividades domésticas y rituales, y desde ella parten numerosos senderos que comunican con los ríos y con otras casas o espacios en el interior del bosque*

” (Pineda 1992). Pero también los animales tienen sus malocas, localizadas generalmente en los llamados “salados”, y alrededor de ellos.

En las narraciones de Roberto Pineda sobre la danta, señala que los salados “*constituyen espacios naturales de gran interés; por lo general su vegetación es más rala y sus suelos poseen numerosas piedras; durante una parte del año permanecen anegados, y a su alrededor se respira un aire de verdadero misterio, se percibe una profunda y verdadera fuerza de la madre tierra, aún no domesticada. Desde allí el agua se expande, también en diferentes direcciones, y da nacimiento a diversos riachuelos y quebradas*”.

El mismo autor describe “... al salado concurren los animales a beber la "leche" que mana de la madre tierra. En realidad, es un lugar que "encierra" a los animales; allí arriban dantas, venados, cerrillos, borugos y diversas aves como paujiles, pavas y tentes, entre otras; y también llegan el tigre y otros personajes como "luces que comen piedras", o "bolas de fuego con colas". Los abuelos dicen que los salados tienen -como las casas humanas- sus propios capitanes (o jefes), sus propios chamanes, que, son generalmente dantas o tapires, aunque las entradas de esta maloca pueden ser controladas por otros animales”. Y añade “El salado es un lugar privilegiado para la caza del hombre y del jaguar, pero no la facilita,

porque su embrujo posee tal fuerza que si el cazador carece de pericia y no cumple a cabalidad con un conjunto de prescripciones sociales y rituales, puede perder el sentido y pensamiento, a veces de modo definitivo, y a veces de modo leve, caso en el cual la misma selva lo desconoce y lo obliga a deambular temporalmente sin rumbo fijo. En ocasiones aquel queda sometido poder de la danta", y traspasa el umbral de la vida de los animales. No debe creerse que los hombres visitan únicamente el salado para cazar y negociar proteínas; los chamanes tiene allí una fuente de poder permanente, y se dice que con frecuencia visitan solitariamente estos parajes".

De esta forma, los salados en las culturas indígenas resultan ser ámbitos muy peligrosos, numinosos, por manifestarse allí la *Fuerza de la Vida* con una especial potencia. Por eso mismo, su manejo está sujeto a reglamentaciones rituales. Cazar en los salados impone solicitar permiso especial a los seres míticos que son Dueños-de-territorios. En el mito de *Jirayauma*, la sustancia apetecida por las bestias brotaba del sexo de la Mujer-Jaguar, dando así origen al primer salado (Urbina 2007).

Bajo esta descripción, el salado no solamente constituye un centro de obtención de nutrientes de los animales silvestres, sino que representa sitios sagrados y de alta valoración cultural para las poblaciones indígenas de la amazonia.

En términos prácticos, los salados son los sitios privilegiados para la cacería y obtención de proteína animal para los humanos. Hoy en día, la caza se realiza con escopeta: el cazador se aposta durante las horas de la noche en una improvisada pasera que se levanta en un árbol próximo al salado. Antiguamente se mataba utilizando ciertas jabalinas o construyendo huecos-trampas en el suelo. "*La cacería en el salado está llena de expectativas, incertidumbres y temores; con el oído aguzado los cazadores permanecen atentos a cualquier ruido que delate al animal, pues no es fácil distinguir sus pisadas en la oscura noche llena de sonidos, de silbidos de aves, y de otros animales; con frecuencia se escucha rondar el jaguar, también al acecho de la presa, y por ello deben ser certeros y disparar por lo general a la cabeza para poder agarrarla*" (Pineda 1992).

### 3. Definición y uso de los salados

Los salados son áreas en el bosque amazónico muy importantes que poseen un alto nivel de depósitos minerales y que son frecuentados por una diversidad de animales para suplir su dieta alimenticia o someterse a un proceso de desintoxicación. También son sitios barrialosos (barro: suelo mas agua) en donde afloran sustancias minerales apetecidas por los animales salvajes; además son lugares privilegiados para la cacería.

Los salados son componentes del hábitat de los varios animales que consisten en sitios específicos visitados con el propósito de lamer o consumir agua y suelo. Se ha sugerido que los salados suministran minerales que no se encuentran suficientemente presentes en la dieta de estas especies.

En algunas zonas de Perú y Ecuador, a los salados se les denomina con la palabra Colpa, que proviene del quechua como *kolpa*, *ccollpa* o *collpa*, y significa tierra salada (Brightsmith 2004).

El proceso central que determina la presencia de salados en la Amazonía es la geofagia o consumo regular e intencional de suelo (Diamond 1999). Las hipótesis planteadas para explicar el consumo de suelo, según Brightsmith (2004) se pueden atribuir a: i) necesidades de consumir pequeñas piedras que ayuden a moler algunas semillas duras, especialmente aves; ii) como suplemento mineral, muchos animales comen suelos que son ricos en ciertos minerales incluyendo Calcio, Sodio, Hierro, etc. Los animales comen este suelo para suplementar sus dietas; iii) para neutralizar toxinas obtenidas en el alimento, la mayoría de las partes de la planta están protegidas por toxinas como opio, cocaína, cafeína y taninos; estos compuestos son tóxicos para la mayoría de animales cuando los ingieren en grandes cantidades; la textura muy fina del suelo permite que las toxinas de la dieta (que son de carga positiva) se unan a las pequeñas partículas de arcilla y después son eliminadas por las heces; iv) la arcilla del suelo ayuda a los animales a proteger sus estómagos de la irritación debida a los químicos de las plantas que pueden ser suficientemente tóxicos; y v) por comportamientos sociales para interactuar, encontrar pareja o solo por probar nuevas fuentes de comida.

#### **4. Fauna que visita los salados**

Los salados preferentemente son visitados y utilizados por ungulados como el tapir (*Tapirus terrestris*), cafluche (*Tayassu pecari*, *T. tajacu*), *Mazama americana* y *M. gouazoubira*, roedores de tamaño grande como *Hydrochaeris hydrochaeris*, *Agouti paca* y primates de tamaño grande como *Lagothrix lagothricha*, *Ateles paniscus* y *Alouatta seniculus*. Entre otras especies que también se han reportado visitando los salados se encuentran los crácidos *Mitu mitu* y *Penelope sp.* y la tortuga *Geochelone denticulata*.

En muchas áreas de la Amazonía, los salados son lugares frecuentados por cazadores. Según el estudio del río Yavari en Perú (WCS 2002), los ungulados son los más afectados (81%), siendo la huangana (*Tayassu pecari*) una de ellas (38%) seguido por el tapir con 30%, el mono choro (14%), el venado rojo (10%), sajino y paca (4%) y la maquisapa (1%).

#### **5. Características edáficas de los salados**

Se distinguen dos tipos de posiciones fisiográficas donde se ubican los salados: en taludes descubiertos pero en profundidad (fondo de cañones y valles) y zonas bajas o depresionales (encharcadas o inundadas). La primera es más propicia como lamedero o salado de aves y pequeños mamíferos, mientras que la segunda tiene especial atención para animales más grandes como la danta.

Los salados amazónicos son un ejemplo típico en que el clímax edáfico define relaciones con la fauna. Estos sitios se caracterizan por la presencia o acumulación de sales de calcio y sodio cuya presencia resalta en medio de un mosaico de suelos de relativa pobreza en este tipo de elementos y que se convierte en un factor fundamental para la estabilidad de las poblaciones animales en estas áreas y en una clave del ordenamiento territorial amazónico (León 2006).

Algunos estudios realizados en muestras de suelos tomadas en salados y lamederos han mostrado que los contenidos de elementos como sodio, calcio y magnesio son más altos que en muestras de suelos aledaños (Lips y Duivenvoorden 1991). De igual manera, otras características edáficas son de gran importancia, especialmente la textura con dominancia de arcilla y la saturación de agua (exceso de humedad).

Con respecto a las características químicas, en la cuenca media del río Caquetá en Colombia (Lips y Duivenvoorden 1991), se realizó un estudio donde se analizaron muestras de aguas y suelos en salados y áreas aledañas (control), encontrándose que la conductividad eléctrica y el pH tiene valores más altos en las muestras control. La conductividad eléctrica llega a tener 1,265 mS/cm en salados de barranco mientras que en los suelos normales del entorno 0,025 mS/cm. De igual manera, el pH en los salados de barranco y meandros es superior a 6,0 mientras en los suelos del entorno en promedio es de 4,2.

En este mismo estudio, los análisis químicos de los iones mayores indican que los salados tienen concentraciones altas de P, Ca, Mg, Na, K y Cl comparadas con las demás aguas y sedimentos en el área (Lips y Duivenvoorden 1991). Estas mayores concentraciones se atribuyen al origen marino litoral de las arcillas terciarias, donde el afloramiento en los barrancos o taludes del fondo de los valles permite su concentración favorecida por corrientes de agua subterránea. Se resalta también el aporte de sedimentos del río Caquetá sobre salados de meandros abandonados y pequeños charcos. La concentración de iones en las aguas de este río es más alta que en los suelos y aguas de pequeños afluentes circundantes. El uso de estos salados por los animales se restringe a las temporadas de aguas bajas. (Lips y Duivenvoorden 1991).

A pesar que existen pocos datos de análisis químicos en muestras de suelos y aguas de los salados, otro estudio en los Andes colombianos (Lizcano y Cavalier 2004) ratifica el uso por danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) y otros mamíferos de sitios con concentraciones de iones. Los datos registrados en este estudio muestran que la conductividad eléctrica en las aguas del salado es de 2,424 mS/cm y en el control de apenas 0,018 mS/cm, el Ca de 6,25 me/l y en el control de 0,05 me/l y de igual manera el Mg y el K. Y sobresale el Na con 6,0 me/l en el salado mientras que el control es de 0,04 me/l.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brightsmith, D. J. 2003. *Las Colpas de Tambopata*. Department of Biology. Duke University. Guía Interpretativa del Tambopata Research Center y Posada Amazonas.

- Brightsmith, D. J. & R. A. Muñoz-Najar. 2004. 'Avian geophagy and soil characteristics in southeastern Peru', *Biotropica* 36: 534-543.
- Diamond, J. M. 1999. 'Dirty eating for healthy living', *Nature* 400: 120-121.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 1999. 'Zonificación ambiental para el plan modelo colombo – brasilero'. Bogotá: PAT.
- León, T. 2006. 'Desde la arcilla y el sudor hasta la vida misma'. Ensayo sobre el Derecho Humano a la Tierra. En: [www.idea.unal.edu.co/public/docs/](http://www.idea.unal.edu.co/public/docs/).
- Lips, J. M. y Duivenvoorden, J. F. 1991. 'Características morfológicas y químicas de salados en la Cuenca medio Caquetá, Amazonas, Colombia', *Revista Colombia Amazonica*, Vol. 5, No. 1, octubre 1991.
- Lizcano, D. J. y Cavelier, J. 'Características Químicas de salados y hábitos alimenticios de la Danta de montaña (*Tapirus pinchaque* Roulin, 1829) en los Andes Centrales de Colombia', *Mastozool. Neotrop.*, jul./dic. 2004, vol.11, no.2, 193-201.
- Montenegro, O. L. 1998. *The behavior of lowland tapir (Tapirus terrestris) at a natural mineral lick in the Peruvian Amazon*. Master thesis, *Wildlife ecology and conservation*. Gainesville: University of Florida.
- Pineda, R. 1992. 'Convivir con las dantas. El carácter destructivo no ve nada duradero. Universidad de los Andes', en <http://www.lablaa.org/blaavirtual/faunayflora/selvahu/selvahu9a.htm>.
- Reichel-Dolmatoff, G. 1985. 'Tapir avoidance in the Colombian Northwest Amazon', en G. Urton (Ed), *Animal, Myths and Metaphors in South American*. Salt Lake: University of Utah Press.
- Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana – SIATAC. 2007. 'Fisiografía y suelos de la región amazónica', en: <http://siatac.siac.net.co/web/guest/fisiografia>.
- Urbina, F. 2007. *Las mariposas amarillas y el banco de contar historias Con base en un relato de la Abuela Filomena Tejada de la Nación Uitoto*. Bogotá: Asociación Colombiana pro Enseñanza de la Ciencia –BUINAIMA–.
- Wildlife Conservation Society WCS. 2002. *Propuesta para el Establecimiento de la Estación Biológica Lago Preto-Paredon, Río Yavari. Programa Perú. Iquitos*.

# **Dinámica del agua en el suelo amazónico**

*Angela Pinzón Pinto*

## **Abstract**

The dynamics of water in Amazonia can be considered closely linked to the nature and properties of this major component of the ecosystem. The direction and speed of the soil water movement are linked to many features, namely, the physical, chemical, biological, mineralogical and organic contents. There are rarely conditions of thermodynamic equilibrium in the water-soil system, insofar as the movement of water can be explained in many cases as a result of differences between various points of hydraulic potential. The processes involved in the movement of ground water are: entry of water in the soil (infiltration and ascent from a water table), redistribution (accumulation and transfer), absorption by plants and evaporation. Therefore, if we want to understand the dynamics of soil water of the Amazon, it is necessary to bear in mind the topography, vegetation, climate, soil type, land use and content of organic matter.

**Keywords:** *Water, soil, dynamic, Amazon.*

## **1. Generalidades**

La región Amazónica Colombiana abarca 419.346 km<sup>2</sup> (aproximadamente el 36.3% de la superficie del país), constituida por siete departamentos: Amazonas, Vaupés, Guainía, Putumayo, Caquetá, Guaviare y Vichada. La ubicación geográfica de la Amazonía colombiana en la zona ecuatorial, con área en los dos hemisferios y con incidencia casi vertical de la radiación solar durante todo el año, estimulan una zona de mayor calentamiento y un alto potencial de recepción de energía solar, que es interceptada por los sistemas convectivos locales, asociados al régimen de precipitación, a los biomas y principalmente a los sistemas de circulación atmosférica intertropical y regional; ello da como resultado características climáticas propias de esta vasta región colombiana. (IDEAM, 2007).

Según datos meteorológicos ( IDEAM,2007), la Amazonía Colombiana tiene un régimen de lluvias unimodal, con una precipitación media anual de 3.500 mm. al año, presentando los valores más bajos en los meses de diciembre y enero y los máximos en mayo y junio. La temperatura media anual es de 25. 3°C, con temperaturas mínimas de 21. 5°C., durante los meses de junio a agosto y temperaturas máximas de 32. 2°C, en los meses de diciembre y enero.

La abundante biodiversidad de la Amazonía es el resultado de diferentes procesos geológicos, geo-morfológicos, pedológicos, climáticos, y la intervención de las culturas indígenas milenarias de la región.

## 2. Dinámica del agua en el suelo

La dinámica del agua en los suelos amazónicos puede considerarse estrechamente ligada a la naturaleza y propiedades de este gran componente del ecosistema. El agua del suelo rara vez se encuentra en reposo y la dirección y rapidez de su movimiento están ligadas a muchas características, como por ejemplo, al tipo de suelo, con sus características físicas, químicas, biológicas, mineralógicas y en este caso en particular, a su contenido orgánico.

En el campo, rara vez se dan unas condiciones de equilibrio termodinámico en el sistema agua-suelo; el movimiento del agua en forma líquida dentro del suelo puede explicarse, en muchos casos, como resultado de diferencias de potencial hidráulico entre distintos puntos.

Los procesos implicados en el movimiento del agua del suelo son: entrada del agua en el suelo (infiltración, entradas laterales y ascenso a partir de una capa freática), redistribución (transferencia y acumulación), absorción por las plantas y evaporación.

Para entender la dinámica del agua de los suelos de la Amazonía, debe tenerse en cuenta la topografía, la vegetación, el clima, el tipo de suelo, uso del suelo y contenidos de materia orgánica.

La región amazónica está caracterizada por paisajes de lomerío, altiplanicie (con diferentes grados de disección) y superficies de aplanamiento influenciados por el clima cálido húmedo. Los suelos predominantes corresponden a los órdenes *Oxisol* (36.9%) y *Ultisol* (18.9%), caracterizados por su alta evolución pedológica y baja fertilidad actual y potencial; en menor porcentaje se encuentran los suelos *Inceptisoles* (20.8 %), *Entisoles* (16.1%) y *Espodosoles* (2.9 %), distribuidos principalmente en planicies aluviales y piedemontes (I.G.A.C., 2003).

La dinámica de la materia orgánica en los suelos de la Amazonía se concentra y se presenta en diferentes estados de evolución, de acuerdo con su origen y composición. En suelos bajo bosque el aporte anual de hojarasca renueva periódicamente la cantidad de materia orgánica, en tanto que la vegetación herbácea del bosque es, por lo general, de composición y aporte de materiales diferente a la vegetación arbórea. Por otra parte, la biomasa bajo condiciones de pastos para ganadería, varía entre 3.7 y 7.6, Ton/Ha en comparación con la del bosque (Ballesteros, 1990), lo cual ha afectado el perfil orgánico y la dinámica geoquímica de los elementos; parece que en este uso, la rizósfera toma gran importancia, debido a que los exudados de las raíces y el estímulo de la actividad de los microorganismos son la parte esencial en el aporte y transformación de materia orgánica.

Teniendo en cuenta los procesos evolutivos y los factores ambientales que condicionan el estado y dinámica actual del agua en estos suelos, es posible conocer y cuantificar los fenómenos de movimiento, transferencia y absorción del agua en el medio edáfico, los cuales están ligados al ambiente morfogenético.

El diagrama siguiente (figura 1) señala los principales factores que pueden intervenir en la dinámica del agua en los suelos de la amazonía.

En cuanto a la entrada del agua al suelo (infiltración) en la Amazonía, está estrechamente ligada a factores intrínsecos del suelo como son, la porosidad, la estructura, la textura, el contenido de humedad, el sellamiento superficial, y a factores externos, como el relieve, vegetación, contenido de materia orgánica y con el uso y manejo. La lluvia es la principal fuente de agua para el suelo; en el medio amazónico y bajo bosque, la vegetación arbórea intercepta el agua que llega a la superficie del suelo; la capa de hojarasca y el horizonte orgánico hacen que la infiltración sea un poco lenta al pasar el agua al horizonte A, donde el alto contenido de humedad del suelo modera la entrada del agua, (Pinzón, 1996). Algunos organismos del suelo como las lombrices, hormigas, etc. construyen cavernas y caminos dentro del perfil del suelo, lo cual contribuye a que el agua y los constituyentes solubles se muevan con mayor rapidez.

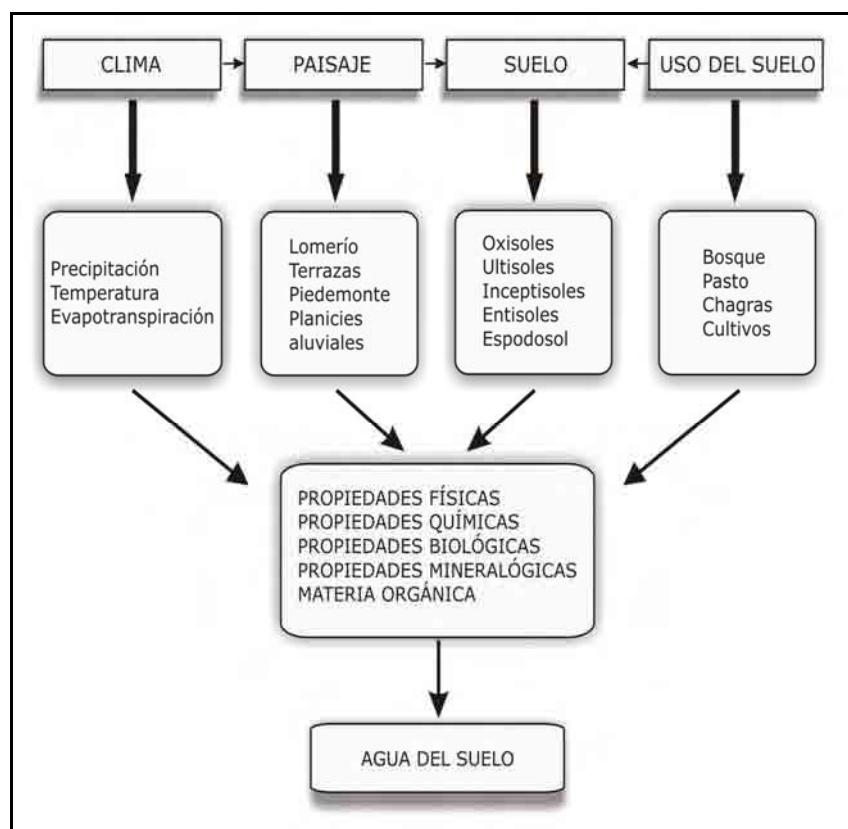


Fig. 1. Factores que intervienen en la dinámica del suelo.

Cuando la cubierta vegetal se destruye para dar paso ya sea a cultivos transitorios, o a ganadería (en algunos casos intensiva), la primera consecuencia es la reducción de la capacidad de infiltración, por lo tanto el agua fluye por la superficie arrastrando material particulado, lo cual va generando sucesivos problemas de erosión. Una segunda consecuencia aún más grave ocurre cuando, después de talar y quemar, se adecua el suelo para pastizales; mientras se desarrolla este tipo de vegetación, el suelo desnudo sufre el impacto de las gotas de lluvia, esto conlleva un proceso consistente en que las partículas

más finas (arcillas, limos y arena muy fina) ocupen el espacio poroso impidiendo el movimiento descendente del agua y nutrientes.

En la Amazonía colombiana, cada día más suelos son incorporados a la actividad ganadera, desconociendo totalmente la fragilidad del ecosistema. Pinzón (1993), encontró en suelos amazónicos, graves problemas de compactación ocasionados por el pisoteo del ganado, que modifican por completo características físicas como la infiltración, la porosidad, la estructura, la conductividad hidráulica y por ende algunas propiedades químicas y biológicas. El agua que penetra en el suelo antes de que este se compacte queda atrapada en los horizontes profundos, sin posibilidad de ser utilizada por las plantas.

El cambio que sufre la infiltración en los diferentes usos y en suelos de textura fina, puede verse en las gráfica 2, (tomada de Pinzón, 1993).

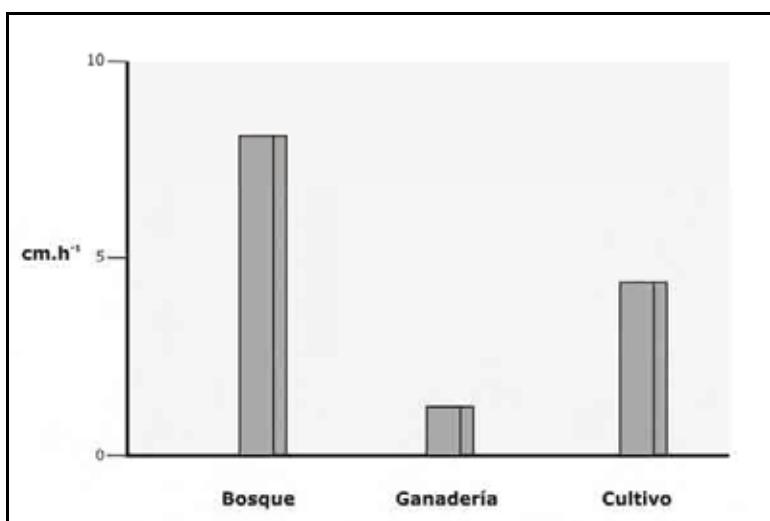


Fig. 2 .Infiltración en 3 usos, en suelos de textura fina.

El uso, el clima y el tipo de suelo, son en gran parte responsables de la humedad con la que permanecen los suelos en el campo; así, bajo bosque, en época de lluvias en suelos de textura fina (arcillas), el promedio de humedad es del 55 %, en los primeros 30 cm de profundidad, mientras que en época de baja precipitación es de 48%. Esta reducción en contenidos de humedad es prácticamente baja y esto está correlacionado con la disminución de mesoporos que son los que prácticamente retienen el agua. Caso especial merecen los horizontes orgánicos, los cuales retienen mucha humedad, los contenidos promedio son de 150% (Pinzón, 2004), debido a los horizontes fibrico (Of), hémico (Oh) y sáprico (Os), los cuales por su baja densidad aparente y la alta porosidad se comportan como una esponja que retiene el agua.

Con las mismas características de suelo pero bajo otro uso, en este caso, pastizales (*Brachiara decumbens*) para ganadería, las diferencias en los contenidos de humedad con respecto a la cobertura de bosque, son bastante notorias. Porcentajes de un 20% en época seca y un 42% en época húmeda, prácticamente se reducen a la mitad los contenidos de

agua en estos suelos, debido las modificaciones sustanciales que sufren las propiedades físicas como la estructura y la porosidad principalmente.

En suelos de textura gruesa (arenas), bajo bosque, los valores son muy bajos en la época de mayor precipitación, el promedio de humedad fue de 25% en los primeros 50 cm. de profundidad, en época seca bajó a 15% ; encima del suelo mineral aparece el horizonte orgánico con un porcentaje de humedad bastante alto 200%, lo cual permite que las plantas no sufran de estrés hídrico a pesar de que los horizontes sub-superficiales retengan poco agua.

Los suelos arenosos utilizados en pastizales (*Brachiara decumbens*), con muy poco ganado debido a que los pastos no tienen una alta fuente de nutrientes, tienen una humedad promedio de 10%, en época de mayor precipitación, mientras que en época seca es del 8%. En cultivos de yuca los contenidos de agua son un 4% menores que en de los pastos, debido a la poca densidad del follaje de la planta para cubrir el suelo, de todas maneras se nota el efecto en la humedad con el cambio de uso del suelo. Cuando el nivel freático se encuentra en los primeros 100 cm de la superficie, algunos de estos suelos no presentan déficit de agua por cuanto la suplen a través de procesos capilares.

La cantidad de agua que permanece en el suelo en equilibrio es una función del tamaño y volumen de los poros llenos de agua y de la cantidad absorbida por las partículas, por lo tanto es una función de la succión mátrica. Esta función es usualmente medida experimentalmente y se representa por una curva llamada curva de retención de humedad del suelo. La cantidad de agua retenida a valores bajos de succión matricial, es decir entre 0 y 100 kPa, depende principalmente del efecto capilar y de la distribución del tamaño del poro y por lo tanto es fuertemente afectada por la estructura del suelo; en succiones mayores de 300 kPa, la retención de humedad se debe a la adsorción, de tal manera que la influencia de la estructura es mínima, mientras que la de la textura y la superficie específica de las partículas del suelo es mayor.

El comportamiento de las curvas de retención de humedad de los suelos amazónicos, dependen de las características anteriormente nombradas y del uso que se le están dando a estos suelos; sin embargo al someter los suelos a diferentes succiones en el laboratorio, se encuentra una marcada diferencia en cuanto a los contenidos de humedad, (gráfica 3) en suelos de textura fina. Bajo diferentes usos y en época de mayor precipitación, es probable que esto ocurra debido a que el suelo ha sido modificado en su estructura y en su porosidad. Esto afectará otras propiedades como la consistencia, la infiltración, el movimiento de la solución del suelo y la actividad de los microorganismos. Estas condiciones de humedad están condicionadas a un manejo y manipulación en el laboratorio que en un momento dado no son las condiciones reales del suelo, sino hipotéticas, las cuales solo pueden llegar a darnos un referente hasta donde serían capaces de retener el agua.

En suelos contrastantes, es decir en suelos de textura gruesa (arenoso), los porcentajes de agua disminuyen en comparación con los suelos de textura fina, (gráfica 4);

sin embargo los suelos bajo bosque mantienen una cantidad de agua superior a la que pueden retener los suelos en sembradío de pasto y de cultivo.

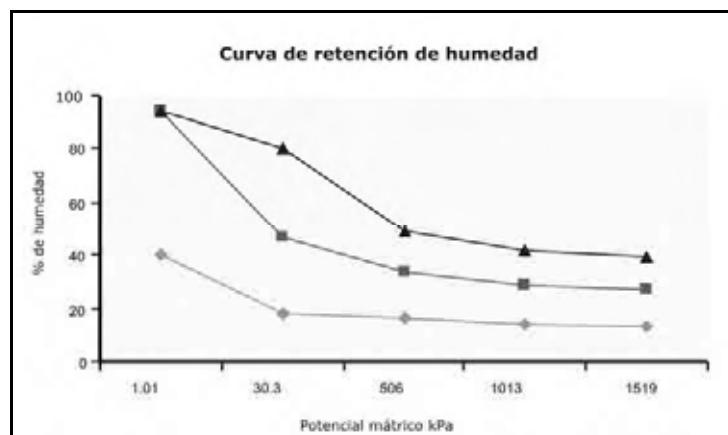


Fig. 3. Curva de retención de humedad bajo 3 usos, en suelos de textura fina.

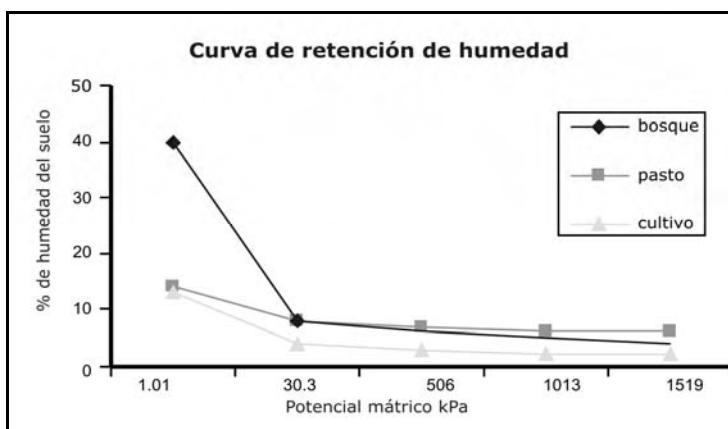


Fig. 4. Curva de retención de humedad bajo 3 usos, en suelos de textura gruesa.

Cuando el espacio poroso está lleno de agua se retoma el término de conductividad hidráulica; si el flujo de agua es muy lento, como sucede en los suelos de textura fina, y no hubiera suficiente renovación de oxígeno, podrían generarse condiciones de hidromorfismo y anaerobiosis por un mal drenaje. El movimiento de agua en un medio saturado es afectado tanto por la textura como la estructura y puede ser muy alto en suelos con alta macroporosidad y muy bajo en aquellos en donde hay problemas de compactación; sin embargo, la presencia y abundancia de los poros no es tan importante como el tamaño y la conectividad entre ellos.

La cuantificación de la conductividad hidráulica saturada se hace en el laboratorio; los datos reflejan un movimiento de agua dentro del perfil muy lento, en los tres usos (grafica 5 y 6), y en las dos épocas; esto se debe en parte a la manipulación de la muestra, en donde la continuidad y conectividad de los poros prácticamente desaparece, la pérdida de los poros interpedales, la carencia de la macroestructura, hacen que estos suelos en el

laboratorio tengan este comportamiento. En campo se observan huellas de un rápido a moderado movimiento del agua; después de un fuerte aguacero es muy difícil que quede por mucho tiempo el agua sobre la superficie, lo cual indica que los resultados de observaciones sobre la hidrodinámica de estos suelos hechas en el campo pueden muy bien diferir de aquellos obtenidos en pruebas de laboratorio.

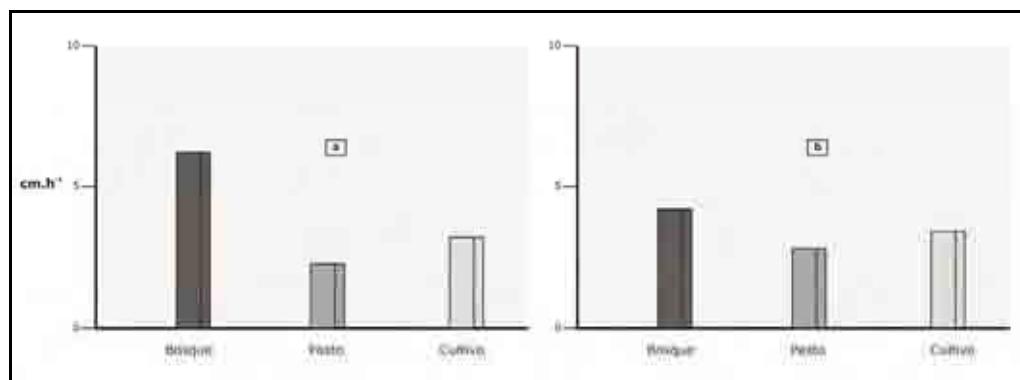


Fig. 5. Conductividad hidráulica en suelos de textura fina en 3 usos diferentes, a) en época de mayor precipitación y b) en época seca.

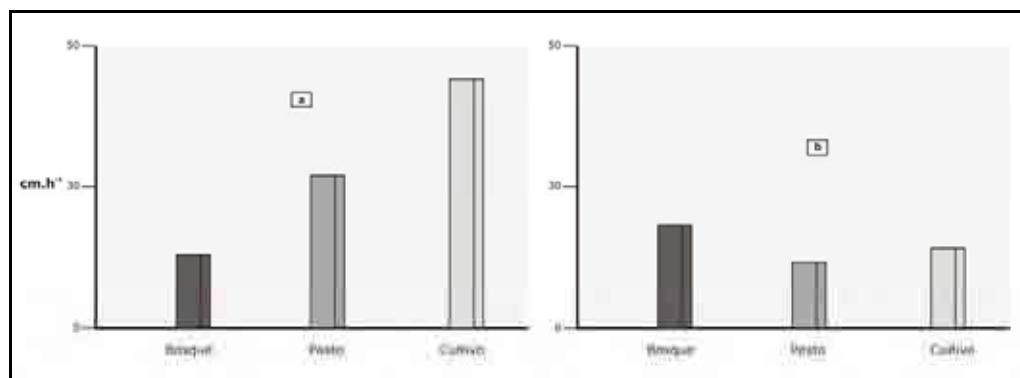


Fig. 6. Conductividad hidráulica en suelos de textura fina en 3 usos diferentes, a) en época de mayor precipitación y b) en época seca.

Se puede generalizar afirmando que: 1) cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos (los suelos arenosos son más permeables y retienen menos agua que los arcillosos); 2) los suelos con buena estructura tienen mayor velocidad de infiltración que los compactados; 3) el mayor contenido en materia orgánica aumenta el agua retenida por el suelo y 4) que al alterarse las propiedades físicas, las químicas y las biológicas también son afectadas y que directamente e indirectamente las plantas son las que al final se perjudican.

### 3. Consideraciones generales

Con lo planteado anteriormente y tomando como base los estudios adelantados por científicos y expertos en suelos amazónicos, va apareciendo un panorama frente al cual parece suscitarse la necesidad y urgencia de enfrentar la problemática social generada por la presión de demanda de utilización sobre esta área.

La tala y quema del bosque amazónico, proceso incesante que compromete la estabilidad del ecosistema, está afectando seriamente la condición hídrica del suelo, (en especial la transferencia, retención y absorción de agua por la planta) y contribuye a un irreversible cambio en la atmósfera externa al suelo, ya que se producen notables incrementos de evaporación afectando el ciclo del agua.

Resultados como los presentados en este texto permiten llamar la atención sobre la ocurrencia de procesos específicos en algunos suelos de: a) compactación, b) disminución de la infiltración c) disminución de la permeabilidad y d) modificación del tamaño y conectividad de los poros. Todos estos cambios de la naturaleza original dentro del perfil del suelo, acarrean graves problemas de erosión, degradación y pérdida de la potencialidad de suelos para suplir necesidades alimenticias y de supervivencia del nativo.

Es innegable que la hidrodinámica compleja de los suelos del área amazónica debería constituir no solo un tema de todo el interés teórico y práctico, sino un campo para la profundización en investigaciones tendentes a analizar problemas edáficos específicos que subyacen en la realidad de la amazonía colombiana.

Si los efectos de estos fenómenos no logran mitigarse en el futuro inmediato, la perspectiva de mantener un ecosistema amazónico en equilibrio y regular el uso armónico y eficiente de estos suelos será poco menos que una utopía, si no se presta la atención urgente por parte de los países que comparten el área amazónica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Boltzmann, L. 1984. 'On the integration of the diffusion equation with variable diffusion Coefficient', *Ann. Physic.*, Vol. 53. 445-448.
- Dexter, A.R. 1998. 'Strength of soil aggregates and of aggregate beds', *Catena* 11. 35-52.
- Hillel, D. 1998. *Environmental soil physics*. San Diego: Academia Press.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1995. *Suelos de Colombia*. Bogotá: Subdirección Agrológica.
- . 1996. *Aspectos ambientales para el Ordenamiento Territorial del municipio de Mitú*. Tomo III. Bogotá: Subdirección Agrológica.
- . 1993. *Aspectos ambientales para el Ordenamiento Territorial del occidente del Departamento del Caquetá*. Tomo VIB. Bogotá: Subdirección Agrológica.
- . 1993. *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento del Amazonas*. Bogotá: Subdirección Agrológica.
- Nielsen, D, 1994. *Soil hydrology*. Germany: Catena Verlag.

- Pinzón P.A. 1991. 'Compactación por ganadería intensiva en algunos suelos del Caquetá', *Suelos Ecuatoriales de la SCCS*. Vol. XXI.
- Pinzón P.A.1996. 'Evaluación y comportamiento de las propiedades físicas de los suelos del Municipio de Mitú', *IGAC. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Municipio de Mitú*, 401-459.
- Pinzón P.A. D. Domínguez 1999. 'Estimación de Fractales en la evaluación de la porosidad del suelo', *XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo*. Chile.
- Pinzón P.A. 2001. 'Índice de degradación de los suelos del Trapecio Amazónico. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Departamento del Amazonas', *IGAC* . Tomo II.
- Pinzón P.A. ; J. Fernandez; C. Pulido. 2002. 'Evaluación de la porosidad del suelo por diferentes métodos', *Suelos Ecuatoriales de la SCCS*, Vol. 32.
- Porta, J.; M. Lopez. ; C. Roquero. 2003. *Edafología para la agricultura y el medio Ambiente*. Madrid: Mundi-prensa.
- Van Genuchten, M. 1980. 'A closedformequation for predictingthe hydraulic conductivity of Unsaturated soils', *Soil.Sci. Soc.Am. J.*44. 892-898.



# Conservación de ecosistemas acuáticos en la Amazonía a través de los delfines de río

*Fernando Trujillo*

*Maria Claudia Diazgranados*

*Catalina Gómez*

*Marcela Portocarrero*

## Abstract

During the last five years, a lot of paradigms on the unalterable capacity of the Amazon have been broken and now is evident that the intense processes of the forest degradation, erosion, pollution and the growth of human population are transforming this essential ecosystem. The river dolphins (*Inia geoffrensis* and *Sotalia fluviatilis*) are emblematic species from this basin and are at risk. This situation is related with the problems created by the fisheries in the region and with the increasing of mercury and hydrocarbons pollution. In the last decade, a program for the conservation of these species has been consolidated in Colombia and in the rest of the countries of Amazon basin. In sum, with this research is possible to elaborate a Conservation Program in order to make an effective proposal for the ecological management of the region.

**Keywords:** *river dolphins, Amazon, conservation, productive alternatives.*

## 1. Introducción

Los delfines de río son unas de las especies de mamíferos más amenazadas en el mundo, habitan en países en desarrollo donde el conflicto entre las actividades humanas y la conservación de los recursos naturales es evidente. Factores como la degradación del hábitat, procesos de fragmentación, sobre pesca, contaminación y capturas dirigidas tienen a algunas de las especies al borde de la extinción (Smith, 1996; Smith y Smith, 1998; Trujillo, 2000). En China por ejemplo, se ha declarado ecológicamente extinto el delfín *Lipotes vexillifer* debido principalmente a la construcción de megaproyectos como hidroeléctricas, la sobre pesca y la deforestación. Una situación similar ocurre en el río Indus en Pakistán, donde se calcula que menos de 150 delfines de la especie *Platanista minor* sobreviven en tres poblaciones viables, separadas por represas (Smith et al., 2000). En el complejo hidrológico del Ganges y Megna en India y Nepal, la situación de *Platanista gangetica* no es mejor, ya que a pesar de que aparentemente hay más individuos, las presiones antrópicas debidas a la sobre población de los márgenes de los ríos hacen que la conservación de esta especie y su hábitat sea incierta (Reeves et al., 2000). En Suramérica, la situación de *Inia geoffrensis* y el ecotipo fluvial de *Sotalia fluviatilis* es mucho mejor que la de las especies en Asia. Las ventajas de conservación están basadas más en un aspecto demográfico que en planes concretos de manejo. La Amazonía y

Orinoquia son *extensas* regiones, representando más de 7 millones de kilómetros cuadrados, donde la densidad de habitantes humanos es aún muy baja, con excepción de centros urbanos como Manaos, Leticia e Iquitos. Las principales amenazas para estas especies son las interacciones negativas con pesquerías y degradación del hábitat (Trujillo, 2000).

En la Amazonía, los delfines de río, especialmente *Inia*, tienen gran importancia cultural, que se refleja en el amplio folklore alrededor de ella, que de una u otra forma ha creado pautas de conservación desde el punto de vista social (Slater, 1994; Kendall, 1999). En Colombia, durante los últimos diez años, se han enfocado las investigaciones con delfines de río hacia una perspectiva más holística, integrando estos aspectos y trabajando de manera dinámica con comunidades locales. Igualmente, el estudio de estas especies ha permitido evaluar grandes extensiones de ríos identificando amenazas no solo para los delfines, si no también para los hábitats y las comunidades ribereñas. Por esta razón, este artículo presenta de manera ilustrativa cómo estas especies emblemáticas pueden ser los mejores embajadores de los ecosistemas acuáticos de la Amazonía para sensibilizar tanto al público general como a los gobiernos de la urgencia de atender los cambios negativos que están ocurriendo en esta parte del planeta.

## 2. Área de estudio

Las áreas geográficas de donde provienen la mayor parte de la información en este artículo corresponden al río Amazonas, en el área de influencia del municipio de Puerto Nariño ( $3^{\circ}46'S$  y  $70^{\circ}23'W$ ), al río Caquetá, entre Araracuara y la Pedrera, incluyendo segmentos de los ríos Miriti Parana y Apaporis, y del río Putumayo (Figura 1).

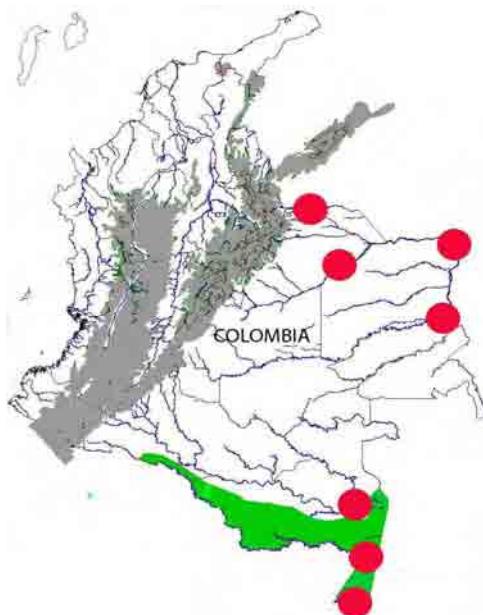


Fig. 1. Mapa de Colombia mostrando las principales áreas de trabajo con delfines de río.

En todas estas zonas se trabajó en todos los tipos de hábitats disponibles para los delfines: ríos principales, canales, tributarios, sistemas lagunares, confluencias y bosques inundados. Las estimaciones de abundancia correspondieron a recorridos realizados en cinco países Suramericanos (Figura 2).

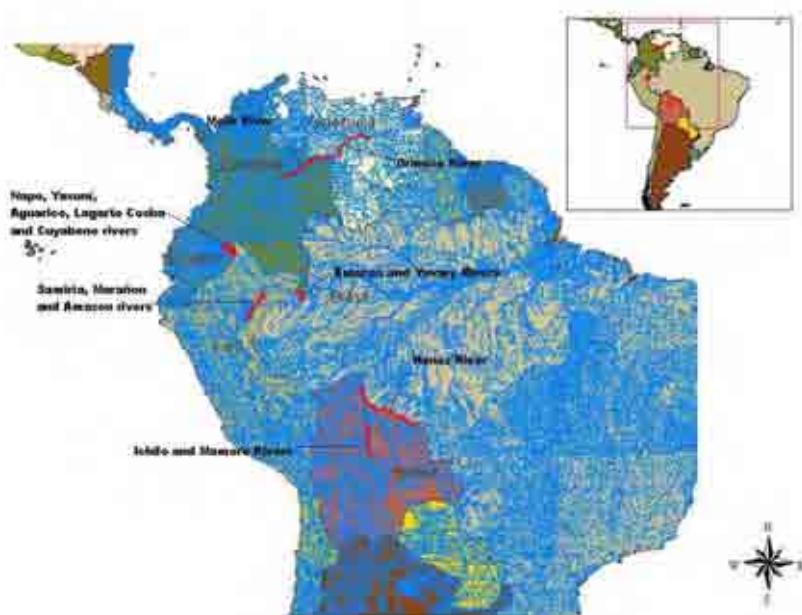


Fig. 2. Mapa de Suramérica indicando los segmentos de río muestreados para evaluar la abundancia de delfines.

### 3. Técnicas de muestreo

Desde el punto de vista biológico, se realizaron recorridos en botes con formatos preestablecidos para recoger información sobre presencia-ausencia, número de delfines, especie (Figura 3<sup>a</sup> y 3 b), composición por categorías de edad (adultos, juveniles, crías) e información relevante sobre el hábitat, como tipo de orilla, tipo de agua, profundidad y factores físico-químicos. Igualmente se realizaron observaciones desde las orillas en áreas específicas como confluencias y sistemas de lagos. Los datos obtenidos provienen de esfuerzos de campo entre 1996 y 2004, representados en más de 9300 horas de esfuerzo. Entre el 2005 y el 2007 se realizaron siete expediciones en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia para evaluar la abundancia de los delfines en los países Andinos de Suramérica (Tabla 1).

País	Ríos	Longitud Recorridos (km)	Segmentos muestreados (Km)	Número de transectos
Venezuela	Orinoco	380	373	194
Ecuador	Napo, Aguarico, Yasuní, Lagartococha, Cuyabeno	505	290	94
Colombia	Meta	860	800	337
Colombia/Peru	Amazonas, Javari	354	321	116
Bolivia	Ichilo/Mamore	583	550	146
Bolivia	Itenez	625	598	183
Perú	Samiria, Marañon-Amazonas	400	374	163
<b>Total</b>		<b>3707</b>	<b>3306</b>	<b>1233</b>

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo para estimar la abundancia de delfines de río en la Amazonia y Orinoquia.



Figura 3a



Figura 3b

Figura 3. Especies de delfines de río: a) Bugeo *Inia geoffrensis* b) Tucuxi *Sotalia fluviatilis*.

Para medir la influencia de comunidades humanas sobre los delfines se realizaron estudios sobre interacciones con pesquerías (González, 2001) y una evaluación del efecto de contaminantes como el mercurio e hidrocarburos.

Desde el punto de vista cultural, se ha recopilado información sobre mitos e historias de las comunidades indígenas de la Amazonía y Orinoquia. Igualmente, a través de talleres en escuelas y con grupos de pescadores se evaluó la percepción de las comunidades locales hacia los delfines.

## 4. Resultados

### 4.1 Abundancia

Con base en las evaluaciones de abundancia realizadas en cinco países Amazónicos: Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, se estableció una línea base sobre el estado de las poblaciones de los delfines de río en Suramérica. En total, se recorrieron cerca de 4.000 km lineales de ríos, de los cuales el 66,55% correspondieron a la cuenca del Amazonas y 33,45% al Orinoco. Con el ánimo de poder comparar datos entre áreas geográficas, las densidades se estimaron en función de estratos o tipos de habitats, encontrándose concentraciones importantes en confluencias, lagunas y en algunos tributarios (Tabla 2).

País	Especie	Conteos Directos	D
Venezuela	<i>Inia</i>	143	0,95
	<i>Sotalia</i>	120	0,93
Colombia (Meta)	<i>Inia</i>	46	0,36
	<i>Inia</i>	199	3,094
Colombia/Perú	<i>Sotalia</i>	321	5,23
	<i>Inia</i>	28	0,55
Ecuador	<i>Sotalia</i>	12	0,036
	<i>Inia</i>	441	8,93
Perú	<i>Sotalia</i>	377	6,8
	<i>Inia</i>	485	5,89
Bolivia (Ichilo/Mamore)	<i>Inia</i>	941	5,11
Bolivia (Itenez)	<i>Inia</i>		

Tabla 2. Número de delfines en conteos directos y densidades por país.

Las densidades más altas correspondieron al río Samiria en Perú, donde las observaciones tanto de *Inia geoffrensis* como *Sotalia fluviatilis* fueron muy significativas (Tabla 3), sugiriendo de alguna manera que en áreas protegidas con estrategias de manejo las especies acuáticas se encuentran en buenas condiciones. En contraste con esto, las densidades más bajas reportadas fueron encontradas en Ecuador, en el complejo de ríos de Yasuni, Lagarto Cocha, Aguarico y Cuyabeno, que aunque están en teoría protegidos por parques nacionales, reciben un impacto negativo por parte de derrames continuos de las petroleras que allí operan. Igualmente llamativo fue encontrar que las poblaciones de *Inia boliviensis* se encuentran en buenas condiciones, y que esta especie es relativamente abundante tanto en los ríos Ichilo-Mamore como en el Itenez, donde aparentemente no existen amenazas serias que afecten los ecosistemas acuáticos.

	Amazonas y Yavari (Colombia-Perú)		Amazonas y Samiria (Perú)		Yasuni-Cuyabeno (Ecuador)		Ichilo - Mamore (Bolivia)	Itenez (Bolivia)
	<i>Inia</i>	<i>Sotalia</i>	<i>Inia</i>	<i>Sotalia</i>	<i>Inia</i>	<i>Sotalia</i>	<i>Inia</i>	<i>Inia</i>
Canal	4.26 (0.12)	7.31 (0.13)	-	-	-	-		
Isla	2.21 (0.36)	3.21 (0.38)	-	-	-	-		
Río Principal	4.22 (0.12)	11.17 (0.07)	6.30 (0.06)	(0.08)	-	-	5.89 (0.12)	5.11 (0.17)
				5.67 7.94	4.25	0.68		
Tributario	4.18 (0.14)	4.48 (0.18)	11.57 (0.04)	(0.08)	(0.18)	(0.78)		
Lago	0.60 (0.79)	3.33 (0.25)	-	-				

Tabla 3. Densidad de delfines con coeficientes de variación en función del tipo de hábitat.

#### 4.2. Uso de hábitat

De acuerdo a los estudios y evaluaciones realizadas durante más de quince años en el Amazonas, se ha podido identificar que existen hábitats preferidos por los delfines. Estos hábitats representan generalmente oportunidades tróficas especiales, como es el caso de las confluencias de los ríos, donde se presenta la entrada y salida de las migraciones de peces entre canales principales y tributarios. De la misma forma, los extremos de las islas, los meandros y los remansos de los ríos conforman hábitats complejos donde generalmente existe una buena disponibilidad de presas. De igual manera, los lagos son, en su mayoría, sitios de gran importancia para estas especies, en particular para grupos de madres con crías, convirtiéndose en especies de guarderías. El uso que hacen los delfines del hábitat esta fuertemente influenciado por los pulsos de inundación, ocasionando que en aguas altas los lagos y el bosque inundado sean un hábitat potencial para estas especies, y en aguas bajas se movilicen masivamente a canales principales, confluencias y alrededor de playas e islas. Estos pulsos además de contraer y expandir el hábitat, influencian igualmente la disponibilidad de presas para los delfines, por lo que en aguas bajas, la mayoría de los peces se concentran en áreas reducidas y son fácilmente predados, por lo que se generan mayores oportunidades para invertir tiempo en socialización y reproducción. Durante esta época se pueden encontrar agregaciones de hasta 30 delfines para el caso de *Inia* y 60 para *Sotalia*. En contraste, en aguas altas, los peces se dispersan en el bosque inundado y son difíciles de capturar, disminuyendo igualmente los tamaños grupales.

Con base en estos análisis, y la evaluación de otros factores como áreas de pesquerías y presencia de otras especies acuáticas, resulta evidente la importancia de ciertos tipos de ecosistemas acuáticos que son urgentes de conservar, como es el caso de las confluencias, sistemas lagunares y remansos de los ríos.

#### 5. Problemas y oportunidades de Conservación

### **5.1. Interacciones entre delfines de río y pesquerías**

En el caso de los delfines de río, las interacciones con pesquerías son consideradas como uno de los factores que amenazan de manera más contundente la supervivencia de estas especies, pero han sido pobremente estudiadas. El principal problema parece ser la mortalidad accidental ocasionada por mallas de monofilamento (Reeves y Leatherwood, 1994; Trujillo, 2000). En la Amazonía se pueden definir interacciones entre pesquerías y delfines a niveles comercial y artesanal.

### **5.2. Interacciones entre pesquerías de grandes bagres y delfines en la Amazonía Colombiana**

El incremento en la presión de la pesquería de grandes bagres en las últimas dos décadas ha originado que las interacciones entre delfines, especialmente *Inia geoffrensis* y estas pesquerías sean cada vez más comunes al punto que los pescadores perciben a estos animales como una competencia seria por el recurso, y en ocasiones tomen medidas extremas de control. Históricamente, los habitantes de la región señalan que cuando se introdujeron por primera vez las redes de deriva y grandes mallas, muchos delfines morían atrapados en las mismas. Con el paso del tiempo se ha observado un proceso de adaptación de los delfines, en los que no solamente evitan las mallas, sino que también se aproximan a ellas para extraer peces.

En un estudio reciente, se controlaron 62 lances de mallas de deriva encontrándose que la incidencia de los delfines no era tan grande como pensaban los pescadores (González, 2001). Se definieron tres tipos de interacciones: positiva, negativa y de acompañamiento. De los 62 lances analizados, 23 tuvieron la presencia de delfines (39%). De estos, nueve se definieron como interacciones positivas, reportándose individuos aproximándose a la red. En doce casos se definió como negativa y finalmente, en dos casos como acompañamiento. Es importante anotar que inicialmente se esperaba encontrar una mayor incidencia de interacciones positivas correspondientes a *Inia*, pero los resultados mostraron igualmente que en ocasiones *Sotalia* también se aproxima a las mallas. La predicción estaba basada en el hecho de que *Inia* muestra dentro de su dieta cierta predilección por bagres (Da Silva, 1983), y es capaz de capturar presas de hasta 80 cm de longitud. *Sotalia* por otro lado, generalmente sólo consume peces de tamaño pequeño, por lo que la asociación con las mallas puede deberse más a búsqueda de presas menores, que un interés particular por los bagres, que en esta región generalmente corresponden a *Brachyplatystoma filamentosum* (dorados).

Como evidencia indirecta sobre el impacto de los delfines en las pesquerías, se evaluó la presencia de marcas de dientes en los bagres capturados. En este sentido, sólo un pequeño porcentaje de peces presentó marcas, generalmente en la región caudal (Figura 4a). Igualmente se reportaron bagres con marcas producidas por carneros (peces de la Familia *Cetopsidae* y *Trycomictheridae*) (Figura 4b). Al parecer, la incidencia de delfines

sobre las mallas ocurre más durante la época de aguas altas, cuando los peces están dispersos en el bosque inundado y es mucho más difícil su captura. Los ataques de los carneros son más frecuentes durante la estación de aguas bajas.



Figura 4 a



Figura 4 b

Figura 4. Marcas de ataque a grandes bagres ocasionados por delfines de río (a) y por peces de la familia Cetopsidae (b).

Algunos de los métodos empleados por los pescadores para evitar que los delfines se aproximen a las redes en la zona del Amazonas son:

- Inyectar veneno en peces y amarrarlos de nuevo a las mallas, esperando que los delfines los coman. Esta práctica es muy ocasional, y ha sido reportada sólo del lado peruano, en el lago de Caballo Cocha y Chimbote, donde usan un insecticida llamado Folidol.
- Disparar a los delfines cuando se aproximan a las redes. Con cierta frecuencia, especialmente durante la época de aguas altas los pescadores llevan en los botes carabinas con munición calibre 16. Dos delfines identificados en la zona presentan marcas de impacto de bala.
- Usar flechas y arpones para herir a los delfines y mantenerlos alejados. Esta es la práctica más común tanto en la pesca comercial como en la de subsistencia.
- Los equipos de pesca de Puerto Nariño reconocen haber capturado delfines en dos ocasiones, atarles un tronco al pedúnculo caudal y liberarlos en esta condición. Según ellos el área estuvo libre de delfines durante por lo menos quince días.
- Algunas veces liberan a los delfines pero antes les ocasionan heridas con cuchillos y machetes.
- El método menos drástico y tal vez más difundido es golpear el agua con un remo o con una vara.

### 5.3. Interacciones entre delfines y pesquerías artesanales

En general, la mayoría de pescadores coinciden en que no existe una competencia entre los delfines y ellos por el recurso, a pesar de que en muchas ocasiones comparten las

mismas áreas de pesca. Algunos argumentan que con frecuencia la presencia de delfines es un buen indicador de peces en el área. El principal problema con este tipo de pesquerías ocurre con las redes de monofilamento que son colocadas en lagos y pequeños tributarios, donde son dejadas por muchas horas y sin vigilancia. Allí con cierta frecuencia mueren ahogados delfines, que no detectan a tiempo el peligro (Trujillo, 1997). Las mallas que implican mayor peligro parecen ser aquellas colocadas de manera paralela a la orilla, ya que los delfines entran al área de la red sin detectarla hasta que ya es muy tarde y se enredan. Las mallas colocadas perpendicularmente son aparentemente más conspicuas y las pueden evitar.

Aunque la percepción de los pescadores hacia los delfines es en general positiva, la situación puede cambiar en corto tiempo, teniendo en cuenta que las pesquerías de grandes bagres muestran reducciones en la captura en aguas colombianas. Esto se observa en particular en el río Amazonas, donde el número de pescadores ha disminuido o se ha trasladado a otras zonas de pesca en Perú y Brasil.

#### **5.4. Capturas accidentales y dirigidas.**

Hace diez años, una de las principales amenazas para los delfines era la captura dirigida para el comercio de partes de delfines como ojos, dientes, y órganos genitales, que sirven como amuletos o fetiches (Best & Da Silva 1989b, Trujillo, 1990, Diazgranados, 1997). A la grasa del delfín, mezclada con aceites de plantas y árboles, se le atribuyen efectos curativos especialmente de afecciones pulmonares y respiratorias, razón por la cual la venta de este tipo de productos es frecuente en pueblos fronterizos. Recientemente, esta práctica parece ser de tipo oportunista, al encontrar delfines muertos en el río. Sin embargo, en los últimos cuatro años, se ha consolidado una nueva amenaza, y es que debido a la disminución en la captura de grandes bagres, los comerciantes han estimulado la captura de otras especies como es el caso de la *mota* o *simi* (*Calophysus macropterus*), un pez carroñero que tradicionalmente no es muy consumido en la region. Para la captura de este pez se están matando alrededor de 1600 delfines por año en la Amazonía brasilera, y un numero desconocido de caimanes negros (*Melanosuchus niger*), generando una fuerte reacción de la comunidad internacional hacia esta pesquería. Con un delfín muerto se puede capturar cerca de 300 kg de este pez, que es principalmente comercializado engañosamente en Colombia bajo el nombre de capaz. Actualmente, se están haciendo esfuerzos conjuntos entre el ICA en Colombia y el IBAMA en Brasil con el apoyo técnico de la Fundación Omacha para regular este tipo de pesquería y buscar alternativas. Este tipo de prácticas nocivas en las pesquerías amazónicas es el resultado de la falta de políticas claras a nivel nacional y regional, y la falta de planificación en este sector.

## 6. Contaminación

Los niveles de contaminación ocasionados por las diversas actividades humanas en las regiones de la Amazonía y Orinoquia colombianas varían enormemente. Los ríos Arauca y Casanare ocasionalmente se ven afectados por derrames de petróleo originados por ataques guerrilleros a los principales oleoductos. Un ejemplo de esto es el oleoducto de Caño Limón que ha sufrido más de 500 ataques guerrilleros desde que fue inaugurado en 1986. En los primeros 6 meses de 1997, sufrió más de 47 ataques y en lo que va del año 2002 ha sido bombardeado varias veces. Los más de 1.5 millones de barriles de petróleo derramados han causado daños irreparables al ecosistema acuático, incluyendo la mortalidad de varias especies de aves, peces y mamíferos de la región (Viña et al., 1992).

Las actividades mineras producen una alta contaminación en los ríos, especialmente la extracción de oro en los ríos Putumayo, Guaviare, Inírida y Taraira en Colombia, ya que se utilizan grandes cantidades de mercurio, cuyas consecuencias no se conocen hasta el momento. En Brasil, por ejemplo, se ha estimado que debido a la extracción de oro se descargan anualmente 120.000kg de mercurio, en forma de metilmercurio, que representa una amenaza directa para las poblaciones humanas y de mamíferos como delfines y nutrias (Martinelli et al., 1988; Rosas & Lehti, 1996; Gutleb et al., 1997). El mercurio vertido a las aguas puede ser esparcido también por el movimiento del sedimento y por los peces ocasionando mayores daños que no pueden ser evaluados a corto plazo (Villa Boas, 1997).

## 7. Pérdida del conocimiento tradicional de las comunidades indígenas

Durante mucho tiempo, creencias y mitos locales sobre los delfines, manatíes, nutrias y otros seres del río, sobre lagos bravos y lugares encantados, protegieron a los recursos naturales de la sobre explotación por parte del ser humano (Kendall, 1999). Hoy en día muchas de estas tradiciones orales se han perdido, las historias de los abuelos quedan en el olvido porque los jóvenes no tienen la paciencia para escuchar. Algunas historias sobre delfines convirtiéndose en seres humanos y viceversa protegían a estas criaturas del consumo directo, ya que era como “comerse a un hermano”. Al no existir esta tradición oral, y con el incremento de los asentamientos de colonos o personas del interior del país, con intereses y culturas diferentes, los recursos naturales incluyendo a los delfines, se ven desprotegidos.

En el Amazonas, la creación de Resguardos Indígenas, como el de Puerto Nariño, está tratando de recuperar y fortalecer las tradiciones culturales, para aprovechar y al mismo tiempo conservar los recursos naturales, que hoy en día se encuentran en crisis debido al incremento de su demanda, especialmente la pesca de grandes bagres.

El turismo puede ser una actividad económica importante que beneficie a las comunidades locales. En el 2007 se estima que en Leticia por ejemplo, pasaron cerca de 24.000 turistas dejando ingresos aproximados de US\$ 6,6 millones, convirtiendo esta región en uno de los cinco principales destinos en Colombia. Esto se ha logrado articular

con un trabajo de la Fundación Omacha de más de quince años en los que ha estimulado la realización y venta de artesanías de animales acuáticos, permitiendo que más de 200 familias reciban ingresos económicos por esto.

## 8. Perspectivas para el Futuro

Los delfines de río son especies emblemáticas, alrededor de las cuales se puede identificar y monitorear muchas de las amenazas más importantes para los recursos acuáticos en la Amazonía. Por un lado, muestran claramente como la falta de políticas regionales alrededor de la pesca ha ocasionado que se generen conflictos y percepciones injustificadas, y que se adopten métodos negativos de pesca que afecten progresivamente otras especies diferentes a las que son objeto de las pesquerías. Estas malas prácticas ya trascienden las fronteras de las naciones y se convierten en problemas regionales que deben ser resueltos. Tal vez, la figura emblemática de los delfines contribuya a que los gobiernos finalmente pongan atención a esta situación caótica de las pesquerías.

Igualmente, el enfoque holístico de las investigaciones que se han realizado con los delfines han aportado información importante sobre el tema de contaminación, especialmente por mercurio e hidrocarburos. En el primero de los casos, es muy preocupante ver que estudios realizados de manera independiente en varios países de la región muestran grandes concentraciones de este metal en los peces que consume la gente a nivel local y nacional. Sabemos que estos peces tienen mercurio, pero aun es desconocido el porcentaje que esto representa y su impacto a nivel de salud humana y de los ecosistemas. Esta es una tarea que los gobiernos amazónicos deben emprender y no seguirla postergando, ya que el costo sería muy alto.

La perdida del conocimiento tradicional debido a la presión de actividades económicas en la región, también se constituye en un obstáculo de planificación. Los pueblos indígenas están construyendo sus Planes de Vida y es importante que en ellos prevalezca el enfoque ancestral de búsqueda de equilibrio entre las actividades humanas y su entorno. Los recursos acuáticos están en el centro de la problemática ambiental y deben ser manejados de manera adecuada, tanto para garantizar la seguridad alimentaria de esos pueblos amazónicos, como también para guardar la integridad de los ecosistemas.

Es importante implementar alternativas económicas que permitan que ese manejo de los recursos acuáticos sea viable. El turismo sostenible puede ser una opción si se desarrolla adecuadamente y si beneficia a las comunidades locales. Los delfines pueden ser un motor importante para esto. El manejo del bosque inundable y los sistemas de lagos son otros ejemplos que ya están funcionando en Brasil y Perú y que de alguna manera debemos generalizar en la región.

El agua es fuente de vida, y en la Amazonía es el elemento modelador que puede garantizar la calidad de vida de los pobladores, y la conservación de sus especies. Por eso es fundamental comenzar a trabajar en modelos de conservación en ecosistemas acuáticos, usando información relevante sobre hábitats y especies críticos. Hasta el momento se han

consolidado áreas protegidas en sistemas terrestres y marinos, pero a nivel fluvial es muy poco lo que se ha hecho. Los ríos son considerados vías de comunicación y no existen políticas lo suficientemente claras para estimular su manejo. Es aquí donde las naciones que forman parte de la gran cuenca del Amazonas deben mostrar su interés e inteligencia para implementar medidas adecuadas de manejo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Best, R. C. & Da Silva, V. M. F. 1989. 'Amazon River Dolphin, Boto *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817)', in *Handbook of Marine Mammals*. Vol. 4. River Dolphins and the Larger Toothed Whales (S.H. Ridway & R. Harrison eds.). London: Academic Press.
- Da Silva, M. V. F. 1983. *Ecologia alimentar dos Golfinhos da Amazonia*. M.Sc. thesis. Manaus: Fundacao Universidade do Amazonas.
- Da Silva, M. V. & Best, R. C. 1996. 'Freshwater dolphin/fisheries interaction in the Central Amazon (Brazil)', *Amazoniana*, XIV (1/2): 165-175.
- Diazgranados, M.C. 1997. *Ecología y abundancia del delfín de río *Inia geoffrensis* en los ríos Orinoco, Meta y Bita en Colombia*. Tesis. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- González, M. 2001. *Interacciones entre los delfines de río, *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*, y las pesquerías en la Amazonía*. Tesis. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Gutleb, A., Schennck, C. & Staib, E. 1997. 'Giant Otter (*Pteronura brasiliensis*) at Risk? Total Mercury and Methylmercury Levels in Fish and Otter Scats, Peru', *Ambio* Vol. 26, No. 8; 511-514.
- Kendall, S. 1999. 'Dolphins as people, manatees as maggots: incorporating indigenous knowledge and story into environmental education in the Colombian Amazon', en O'Donoghue, R., Masuku, L., Jansen van Rensburg, E. & Ward, M. (eds.) *Indigenous knowledge in/as environmental education processes*. South Africa: Environmental Education Association of Southern Africa.
- Martinelli, L., Ferreira, J., Forsberg, B., Victoria, R. 1988. 'Mercury Contamination in the Amazon: A Golg Rush Consequence', *Ambio*, Vol. 17. No. 4: 252-254.
- Mejía, P.A. 2001. *Cambios en las actividades superficiales de los delfines de río *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* originados por el tráfico de botes en la Amazonía colombiana*. Tesis BSc. Cali: Universidad del Valle.
- Reeves, R. R., Leatherwood, S.. 1994. *Dolphins, Porpoises and Whales 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans*. Gland (Switzerland): IUCN Species Survival Commission.
- Reeves, R. R., Smith, B. D., T. Kasuya. 2000. 'Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia'. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, No. 23.

- Rosas, F., Lehti, K. 1996. 'Nutritional and Mercury Content of Milk of the Amazon River Dolphin', *Inia geoffrensis*. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 115A, No. 2: 117-119.
- Slater, C. 1994. *Dance of the Dolphin. Transformation and disenchantment in the Amazonian imagination*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Smith, A. 1996. 'The River Dolphins: The Road to Extinction', en Simmonds, M. P. & Hutchinson, J. D (Eds.), *The Conservation of Whales and Dolphins. Science and Practice*. John Wiley & Sons.
- Smith, A. & Smith, B. 1998. 'Review of status and threats to river cetaceans and recommendations for their conservation', *Environ. Rev.* 6: 189-206.
- Smith, B. D., Sinha, R., Kaiya, Z., Chaudry, A. A., Renjun, L., Ding, W., Ahmed, B., Aminul Haque, A.K.M., Mohan, L., Sapkota, K. 2000. 'Register of water development projects affecting river cetaceans in Asia', in Reeves, R. R; Smith, B. D. and Kasuya, T (Eds.) *Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia*. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, No. 23.
- Trujillo, F. 1997. *The development of a research methodology to study the behaviour and ecology of the freshwater dolphins Inia geoffrensis and Sotalia fluviatilis in the Colombian Amazon*. MSc. Thesis. London: University of Greenwich.
- Trujillo, F. 2000. *Habitat use and social behaviour of the freshwater dolphin Inia geoffrensis (De Blainville, 1817) in the Amazon and Orinoco basins*. PhD Thesis. Aberdeen: University of Aberdeen.
- Trujillo, F., Diazgranados, M.C., Galindo, A. Y L. Fuentes. 2006. 'Delfín Rosado', en Rodriguez-M., J.V., M. Alberico, F. Trujillo Y J. Jorgenson (Eds.) 2006. *Libro rojo de Mamíferos de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Villa Boas, R. 1997. 'The mercury problem in the Amazon due to gold extraction', *Journal of Geochemical Exploration* 58: 217-222.
- Viña, G., Sánchez-Triana, E., Uribe, A. 1992. 'Impacto de los derrames de petróleo en Colombia', *Revista de Planeación y Desarrollo*, 23(2): 291-313.



# Aves de los humedales de la región noroccidental de la Amazonía colombiana

Alexander Velásquez Valencia,  
Emmy Johanna Cruz-Trujillo

## Abstract

The purpose of this article is to summarize the research in which we have determined the structure and composition of the bird community in wetlands of Colombian Amazonian northwest zone. We have visited eighteen wetlands, gathered in six systems, depending on the characteristics of water bodies and seasons. We have recorded 1070 individuals, 141 individuals, 43 families, and 15 orders. The highest species diversity was the order *Passeriformes*. Nonetheless, the species *Ara severa*, *Opisthocomus hoatzin*, *Ara manilita* were the most abundant. Pastures and *Madre Vieja* systems showed the highest number of species. The *Cananguchales* are used as nesting zone by groups like *Psittacides* and *Picides*. Despite of this sampling, the species accumulation curve does not reach the asymptote yet, this means that there are still many species for recording.

**Keywords:** Amazonia, Bird, Wetland, Composition, Structure, Fragmentation.

## 1. Introducción

El departamento del Caquetá está ubicado en la región noroccidental Amazónica, entre los 2° 58' N y 0° 40'S y 71°30' y 76°15' en la República de Colombia. Esta zona se encuentra influenciada por un frente activo de colonización, deforestación y aprovechamiento de la tierra, causando la fragmentación de sus paisajes y ecosistemas. El remplazo de los bosques nativos por pasturas para los sistemas convencionales de producción ganadera y cultivos ilícitos, han provocando la devastación de aproximadamente 70.000 hectáreas de bosques anualmente y la invasión de las zonas de amortiguación, colmatación y eutrificación de muchos humedales de la región. Estas acciones han afectado a las características fisionómicas y a la producción de biomasa del ecosistema, que es utilizada por las poblaciones de fauna residente y migratoria.

Desafortunadamente, la región no cuenta con registros anteriores o investigaciones fiables sobre la estructura o composición de la diversidad de aves de los humedales de la región noroccidental amazónica que permitan evaluar su actual deterioro o detectar los cambios del paisaje y la biodiversidad presente. Sin embargo, los ecosistemas lenticos han quedado reducidos a pequeños fragmentos y parches dispersos, convirtiéndose en zonas focales prioritarias para iniciar acciones de valoraciones biológicas. En este sentido, las aves brindan una excelente información sobre los impactos generados por la actividad antrópica ya que su grado de adaptación a condiciones ambientales determinadas las convierte en óptimas indicadoras de la salud del ecosistema (Álvarez-López y Kattan, 1995; Mason, 1996; Arias, 1998).

Los trabajos ornitológicos en la Región de lomerío y piedemonte dentro de la zona noroccidental de la amazonia colombiana son escasos y dispersos. Un factor principal de esta condición es la dificultad de acceso y, además, la problemática de orden público en la región. Si bien es cierto que estas dificultades obstaculizan el trabajo investigativo, las condiciones biológicas de la región han hecho que se inicien proyectos para fortalecer los conocimientos de la biología de los ecosistemas lagunares. En ese sentido, en este trabajo pretendemos realizar un diagnóstico de las comunidades de aves asociadas a los humedales del Caquetá, analizar las condiciones ecológicas, identificando los grupos más sensibles a las perturbaciones antrópicas. Los datos que presentamos son los primeros informes para esta área del piedemonte caqueteño.

## 2. Área de Estudio

El área de estudio se ubica en el sur de la República de Colombia, dentro del departamento de Caquetá, en la zona noroccidental amazónica. El departamento tiene una extensión de 88.965 kilómetros cuadrados y lo conforman 16 municipios: Florencia (su capital), Albania, Belén de los Andaquies, Cartagena del Chaira, Curillo, El Doncello, Milán, La Montañita, Morelia, Paujil, Puerto Rico, San José del Fragua, San Vicente del Caguán, Solano y Valparaíso.

La geomorfología dominante es la de lomerío, piedemonte y valles inundables, con pendientes menores del 12% (IGAC 1993). Predominan los suelos planos entre los 200 a 400 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de 25,1 °C. Sin embargo, en los meses de diciembre a marzo se presentan las mayores temperaturas. La precipitación total anual es de 3.826,3 mm, con una distribución mono-modal que se caracteriza por presentar un periodo de lluvias máximas promedio entre Abril-Octubre. La humedad relativa media mensual oscila alrededor del 81% a lo largo del año. (Datos suministrados por IDEAM regional Huila-Caquetá, Corriente Hacha, Sistema de Información Nacional Ambiental desde 1983 hasta 2002).

La región natural es denominada selva densa exuberante de los interfluvios de los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá y Apaporis, que poseen características similares en cuanto a clima, fisiografía, suelo y composición florísticas (POTFlorencia, 1998). Sin embargo, según la gobernación del Caquetá (2001), el 25.76 % está compuesto por zonas de pastoreo con una producción anual de 1.555.443 cabezas de ganado bovino.

La hidrografía regional es una de las más ricas del país. Los ríos corren hacia el sudeste siendo el principal en el Caquetá, límite sur del departamento, que entrega sus aguas al río amazonas en el centro de la selva Brasilera. Las principales corrientes hidrográficas del departamento son el río Caquetá, con sus afluentes el Orteguaza, Fragua, Caguan, Guayas, Yarí, Pescado y el Apaporis. Todos estos ríos y alguno de sus afluentes, conforman un extenso sistema de transporte fluvial en el territorio.

### 3. Métodos de trabajo de campo

Seleccionamos 18 humedales en todo el departamento, dependiendo de la facilidad de acceso. Los humedales fueron agrupados dependiendo de las características del cuerpo de agua y la estacionalidad de la misma:

Madre vieja, conformado por cuerpos de agua permanente que el ciclo meándrico y erosivo del río ha separado de su cauce principal. La vegetación circundante está conformada por especies de hábitos de crecimiento arbustivo con árboles dispersos o en algunos casos por vegetación raparía en muy alto estado de perturbación.

Pastizales inundables, este sistema está conformado por cuerpos de agua estacionales donde la vegetación dominante es de crecimiento herbáceo y con algunas partes de vegetación arbustiva y con la presencia de árboles dispersos.

Cananguchales, corresponden a sistemas inundables tipo esponja en zonas bajas de lomerío de relieve plano a ondulado, presentando un recorrido de cauce central que drena sus aguas a las cuencas de las quebradas de lomerío o piedemonte. La vegetación dominante es de crecimiento arbóreo, dominada principalmente por la palma *Mauritia flexuosa* (*Canangucha*).

Bosques inundables, sistema que corresponde a bosques hidrofíticos influenciados por los pulsos de inundaciones de los ríos de la región. Los ríos componen cuerpos de agua loticos con diferentes hábitos de crecimiento dependientes de los niveles de perturbación de sus riveras.

### 4. Proceso de observaciones de las Aves

Las observaciones de aves se realizaron de forma directa en dos jornadas de trabajo, en las horas de la mañana (06:00 – 10:30) y las de la tarde (14:00 -18:30). Se registraron todos los individuos y cantos identificados, sin considerar un ancho fijo de observación, ni transeptos elaborados que impidieran el registro de animales fuera del mismo. Se consideró el perímetro del humedal y la interacción de las especies con el cuerpo de agua y la vegetación circundante. Se procedió a las anotaciones del tipo de registro (visual, auditivo, captura) y la actividad del espécimen en el momento de la observación (alimentación, cortejo, percha, anidación, pernoctación). Finalmente, se examinó mediante curvas de colector el esfuerzo del muestreo, elaboramos índice de diversidad de *Margaleff*, riqueza de *Shannon J.*, de dominancia de *Simpsons*, y de Similaridad de *Jacard*.

### 5. Resultados

Se logró visitar 18 humedales, desde las 06:00 horas hasta las 14:00 horas. Realizamos un total de 144 horas de observación, donde registramos 1070 individuos, pertenecientes a 141 especies, 43 familias y 15 órdenes. El orden de mayor riqueza específica fue el de los *Passeriformes*. Sin embargo, cinco familias presentaron más de

nueve especies, siendo la *Tyrannidae* la de mayor riqueza con 16 especies. La curva de acumulación de especies no ha llegado aún a su asymptota. En este sentido, las especies observadas estuvieron por debajo de las especies esperadas, lo que evidencia la necesidad de continuar con los muestreos en esta zona (Figura 1).

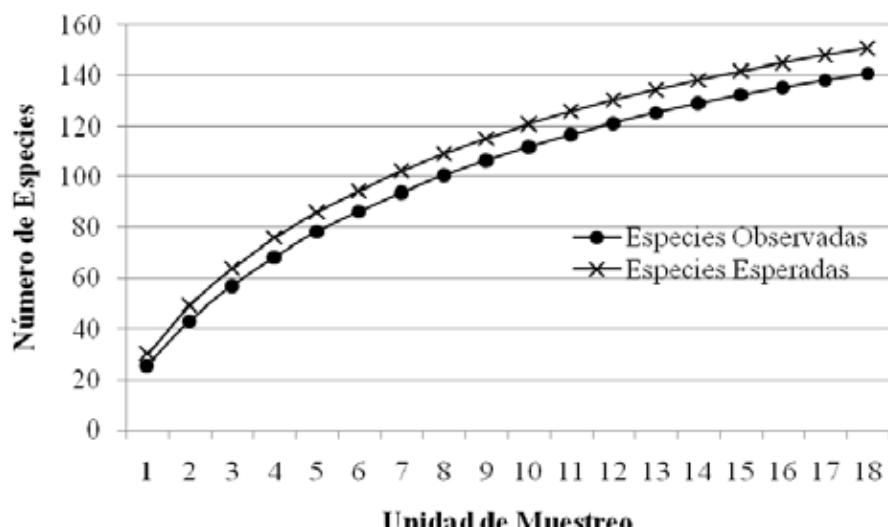


Fig. 1. Curva de colector de la comunidad de aves de los humedales de la región noroccidental de la Amazonía.

Las especies *Ara severa*, *Opisthocomus hoazin*, *Ara manilita* fueron las de mayor número de individuos registrados. No obstante, encontramos especies muy representativas de los humedales como *Crotophaga ani* (Figura 2), *Vanellus chilensis*, aunque en menor cantidad.



Fig. 2. *Crotophaga ani*, una de las especies más comunes en todos los humedales.

Los pastizales inundables y la madre vieja fueron los tipos de humedal con el mayor número de especies. Estos dos tipos y el *Cananguchal*, conformaron un complejo con más del 45% de similitud entre sus especies (Figura 3). Registramos solo 13 especies compartidas en cinco tipos de humedales, y cuatro especies en todos ellos.

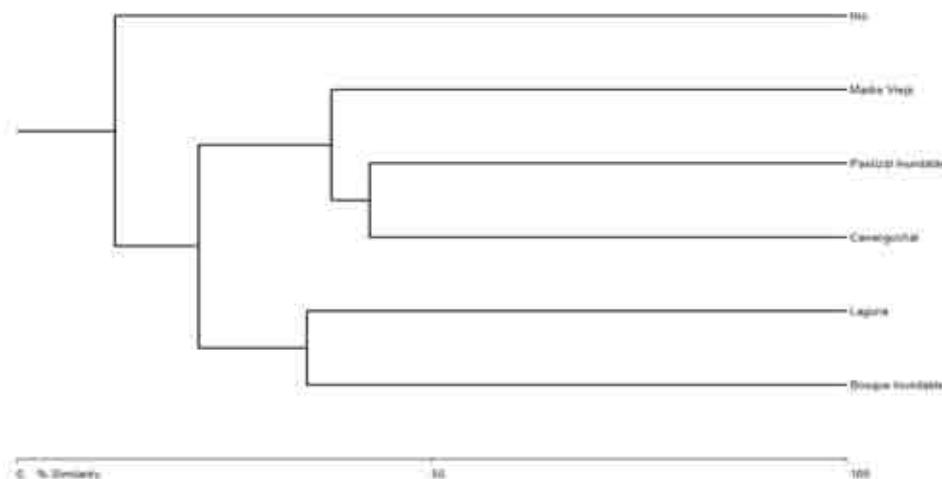


Fig. 3. Dendrograma de Similitud de la comunidad de aves de los tipos de humedales de la región noroccidental de la Amazonía.

La distribución de la abundancia de la comunidad de aves de los humedales, presento una forma lognormal. Encontramos pocas especies muy abundantes, muchas especies con abundancias intermedias y pocas especies raras dentro de la muestra. En este sentido, las especies de menor abundancia corresponde en mayor número a los *Falconiformes*, salvo *Coragyps atratus*, que presento una abundancia intermedia (Figura 4).

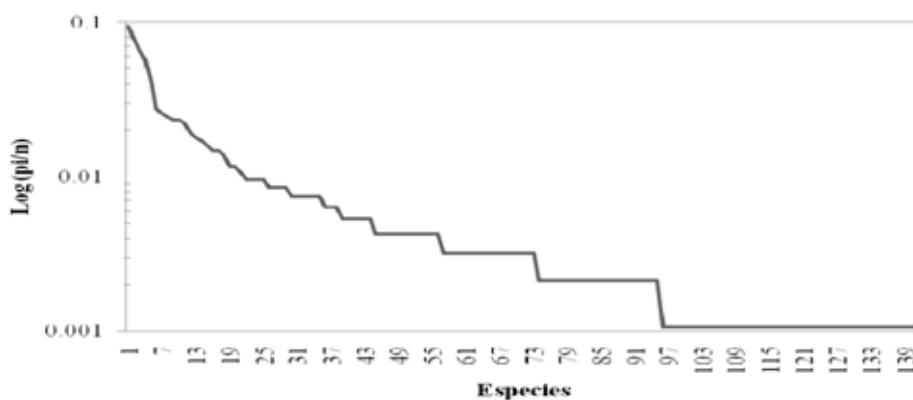


Figura 4. Distribución de la Abundancia de la Comunidad de Aves de los Humedales de la región noroccidental de la Amazonía.

*Opisthocomus hoazin*, *Ara severa*, *A. manilata*, *Crotophaga ani* y *Molothrus bonariensis* fueron las especies más dominantes en los humedales de tipo Madre vieja, Cananguchal y pastizales inundables. Particularmente, estas especies las registramos en

árboles dispersos y en bosque de ribera; especialmente, los *Psittacidos* utilizan este recurso como zona de anidamiento en épocas de reproducción. Mientras que en laguna y en río, *Bubulcus ibis*, *Trigrisoma fasciatum* y *Volatina jacarina* fueron las especies más representativas, predominando en las orillas del cuerpo de agua y en los pastizales que rodean estos humedales.

Especies como *Opisthocomus hoazín*, *Ara severa*, *Crotophaga ani*, *Vanellus chilensis*, *Bubulcus ibis*, *Anhima cornuta* (Figura 5), *Thraupis episcopus* y *Egretta thula*, *Pteroglossus inscriptus* (Figura 6) fueron abundantes en humedales de madre vieja y bosques inundables. Estos sistemas están compuestos por vegetación de crecimiento arbustiva de más de 6 m de fuste y por árboles dispersos. Lo que permite la movilidad de estas especies por todo el complejo. Los frugívoros, insectívoros y piscívoros fueron el gremio trófico más abundante. En este contexto, la presencia de *Pandion haliaetus* y *Heliornis fulica* (Figura 7), indica una buena producción de biomasa en cuanto a peces en estos ecosistemas.



Fig. 5. Individuos de *Anhima cornuta*. Esta especie fue una de las más representativas de los humedales de tipo Madre Vieja, su peculiar sonido permite escucharlos a kilómetros de distancia.

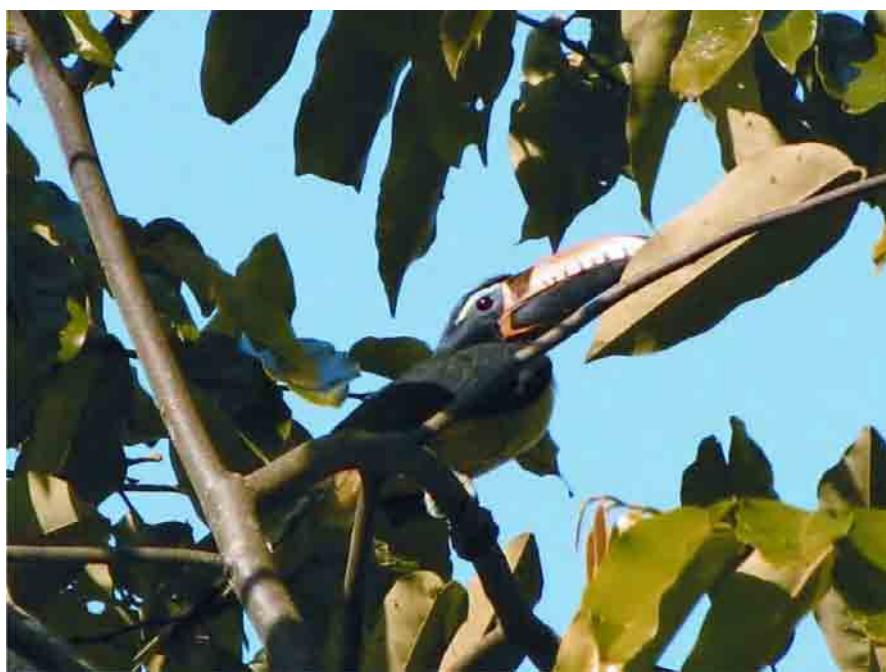


Fig. 6. A pesar del alto grado de perturbación de los humedales, especies tan carismáticas como *Pteroglossus inscriptus* pueden ser observadas forrageando en árboles en busca de pichones y frutos.



Fig. 7. *Heliornis fulica*, es posible observarla zambulléndose en el cuerpo de agua en busca de su alimento.

La dominancia de *Muritia flexousa*, constituye un humedal comúnmente denominado en la región amazónica como *Cananguchal*. Este hábitat, permite la anidación

de los *Psitácidos* y *Piscidos* como *Melanerpes cruentatus* (Figura 8) en palmas secas y de algunos *Icteridos* en sus hojas, conformando agregaciones de estos grupos en el interior de este sistema. No obstante, también logramos registrar especies como *Thraupis episcopus*, *Crothopaga anni* y *Egretta thula*, dominantes en este sistema de los gremios tróficos frugívoros e insectívoros.

En cuanto a los pastizales inundables, son el resultado del cambio en la composición del paisaje debido a la ganadería extensiva en la región. Las palmas de *cananguchas*, son reemplazadas por áreas abiertas y de potrero. Evidencia de esto es el registro de anidación *Ara severa* y *Amazona ochrocephala* en palmas dispersas dentro del sistema de pastizales. *Vanellus chilensis*, *Cacicus cela* y *Leistes militaris* fueron registradas con mayor frecuencia, convirtiéndose en las especies más comunes de este ecosistema. Estas especies se caracterizan por depender de espacios abiertos y zonas de pastizales asociados a humedales con alta perturbación (Rodríguez-Mahecha y Hernández-Camacho 2002, Hilty y Brown 2001; Álvarez-López 1999).

Las especies asociadas al complejo Río, como *Leucopeternis schistacea*, *Cyanocorax violaceus*, *Cyanocorax affinis*, *Volatinia jacarina*, *Psarocolius angustifrons*, *Tolmomyias flaviventris*, *Knipolegus poecilocercus* y *Trogon viridis*, fueron registradas en hábitats de bosques de galería inundables, bosques semiabiertos y secundarios de montaña con poca perturbación (Hilty y Brown 2001; Álvarez-López 1979, Olivares 1973).

Los rastrojos de crecimiento arbustivo, presentaron asociaciones de aves en base a la dispersión de sus semillas. Se apreciaron los consumos más frecuentes en *Turdus ignobilis* y *Traupis episcopus*, con *Cecropia engleriana* (Yarumo) y *Guarea guidonia* (bilibil) que se encontraban en fructificación y floración durante el muestreo. La mayoría de observaciones de aves en el estrato arbóreo se realizaron en estas dos especies. Es de destacar la presencia de *Ortalis motmot*, consumiendo la fruta de *Guarea guidonia*.

## 5. Estado de conservación del humedal de acuerdo a su asociación con las aves

La cobertura vegetal de los humedales permite la asociación con una alta diversidad de especies. Los hábitats degradados cerca de zonas humanas ofrecen una alta gama de recursos como fruta y semillas. Especies como *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Turdus ignobilis*, *Coragyps atratus*, *Troglodytes aedon*, *Thraupis episcopus* y *Ramphocelus carbo* se encuentran adaptadas a ecosistemas urbanos donde son abundantes sus fuentes de alimento (insectos, semillas y basuras orgánicas), lo que las hace muy comunes en estos humedales. Según Johns (1991), estas especies son consideradas indicadores de inestabilidad en el hábitat o estados sucesionales tempranos. De igual forma, rapaces como *Gampsonix swainsonii* y *Buteo magnirostris* se han adaptado a ecosistemas perturbados.

El mayor número de especies estuvo representado por las que ocasionalmente consumen frutos, seguido de las aves que se alimentan de pequeños insectos. Según Rojas y Piragua (2000) y Castaño (2001), la avifauna que consume este tipo de alimento se

caracterizan por adaptarse a condiciones de hábitats perturbados, ocupando todos los estadios sucesionales de la vegetación y cuerpos de agua.

La relación existente entre el recurso alimenticio y las asociaciones con los diferentes estratos vegetales permite establecer el comportamiento de la estructura y composición de la avifauna en el humedal. Stiles (1995) plantea una asociación en cuanto a la fisonomía de la vegetación y la composición de la comunidad de ave. La alta riqueza de especies asociadas a los estratos arbóreos y arbustivos se relacionan con la heterogeneidad de paisaje estudiado y la categoría de alimento consumido considerando la ecología de los grupos.

La abundancia de la especie *Coragyps atratus* es consecuencia de la contaminación de los hábitats y de la mala disposición de los desechos sólidos en algunos humedales. Estas aves se benefician de las zonas urbanas y altamente pobladas donde encuentran su alimento. La reducción de la heterogeneidad ambiental se compensa por la generación de biomasa para las aves en las zonas de amortiguación y en el cuerpo de agua. La oferta alimenticia de los ecosistemas acuáticos en el plano vertical puede ser elevada y está en relación con la profundidad o el tipo de sustrato de su zona de amortiguación. Estas condiciones están directamente influenciadas por los ciclos hidrológicos de los humedales, determinando la riqueza y abundancia relativa de muchas especies de aves.

Algunas de las especies se encuentran incluidas en CITES (2003), *Ornithodoros motmot*, *Aratinga wedellii*, *Forpus conspicillatus*, y *Psarocolius decumanus*, *Opistocomus hoazin*, *Pandion halieatus*. Estas especies presentan diferentes grados de vulnerabilidad o sensibilidad a la fragmentación de los hábitat.

El distrito bio-geográfico de Florencia, está representado por un mosaico de suelos heterogéneos de afloramiento rocoso que dificultan la elaboración de una síntesis de la diversidad biológica de la región (Hernández-Camacho *et. al.*, 1992). Esta composición determina en buena forma la estructura de los humedales ubicados desde el piedemonte o el lomerío hasta la zona inundable de los ríos de origen andinos que confluyen en la planicie Amazónica (por ejemplo, Río Bodoquero). La información que se tiene al respecto de estos tipos de hábitat y la interacción con la fauna indica que es muy poco lo que se ha hecho hasta ahora. El establecimiento de convenciones en la tipificación de los humedales y de las asociaciones ecológicas de las aves en estos ecosistemas nos permitió relacionar los diferentes grupos de especies dentro de la comunidad según la vegetación circundante. De acuerdo con lo planteado por Bohórquez (2002), la cuantificación de la cobertura de la vegetación para cada hábitat muestra una alta relación con la proporción de especies de las diferentes categorías ecológicas.

## 7. Conclusión

Este trabajo representa una de las primeras investigaciones ornitológicas de los humedales de la región noroccidental de la Amazonia. Cerca del 21 % de las especies identificadas corresponden a registros de extensiones de distribución para el departamento

del Caquetá. La mayoría de especies registradas corresponde a su distribución geográfica y hábitats abiertos, de alta perturbación y bosques secundarios asociados a cuerpos de agua. Sin embargo, en estos hábitats es prioritario crear zonas de reservas adecuadas para la preservación y la conservación de esta diversidad.

Los humedales del Departamento del Caquetá presentan una alta diversidad de especies de aves asociadas a mosaicos de vegetación en diferentes estados sucesionales, compuestos por un conjunto principal de especies generalistas de amplia distribución y grupos de aves silvícolas de hábitats altamente perturbados. Los humedales de la región ofrecen un refugio adecuado, zonas de alimentación y anidación por lo que es de vital importancia su conservación para el mantenimiento de la diversidad.

A pesar del poco tiempo de muestreo, se ha conseguido ampliar el rango de distribución de 30 especies de aves, lo que demuestra el poco conocimiento de la biodiversidad del piedemonte y su importancia como refugio faunístico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-López y Kattan, G. 1995, 'Notes on the conservation status of resident diurnal raptors of the middle Cauca Valle, Colombia', en *Bird Conservation International* 5: 341 – 348.
- Alvarez-López, H. 1999. *Guía de aves de las aves de la Reserva natural Laguna de Sonso*. Cali: CVC.
- Arias, F. 1998, 'Caracterización de la avifauna en 5 localidades del proyecto vial carretera alterna Buga – Buenaventura, tramo: Madroñal – Córdoba – Valle del Cauca', en *Cespedesia*, Vol. 23 No. 7172.
- Bohórquez, C.I. 2002, 'La avifauna de la vertiente oriental de los andes de Colombia. Tres evaluaciones en elevaciones subtropical', en *Rev. Acad. Colom. Cienc*, Volumen XXVI Numero 100 Pp 404 – 442.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre – CITES. Aves amenazadas por el comercio CITES. Secretaría CITES/PNUMA Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial.
- Hilty, S. & Brown, W. 2001. *Guía de las aves de Colombia*. American Bird Conservancy. Instituto de Hidrobiología, Meteorología y estudios ambiental- IDEAM. Sistema de Información Nacional Ambiental. Regional Huila-Caquetá, corriente del Río Hacha, Municipio de Florencia (1983-2002).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. 1993. Caquetá características geográficas.
- Mason, D. 1996, 'Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting', en *Biotrópica* 28(3).
- Olivares, A. 1973. *Las Ciconiiformes colombianas*. Colombia: Proyser.
- Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Florencia-POTT Florencia. Alcaldía de Florencia. Florencia, 1998.

- Rodríguez-Mahecha J, V. & Hernández-Camacho, J. 2002. *Loros de Colombia*. Colombia: Conservation international.
- Rojas, R. & W. Piragua. 2000, 'Afinidades biogeográficas y aspectos ecológicos de la avifauna de Caño Limón, Arauca, Colombia', en *Crónica forestal y del medio ambiente* (15) 163 – 173.
- Stiles, G., G Tellería & M., Díaz. 1995, 'Observaciones sobre la composición, ecología y zoogeografía de la avifauna de la Sierra de Chiribiquete, Caquetá', en *Caldasia* (1) 39 – 44 pp.



# **Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional.**

*Naziano Filizola*

*Luiz Cândido*

*Antônio Manz*

*Jhan Carlo Espinoza*

*Josyanne Ronchail*

*Jean Loup Guyot*

## **Abstract**

This article is an approach to the intra-regional variability of some key components used to calculate the water balance in Amazon Basin. In this sense, we can consider this work as a synthetic perspective which, in addition to revise some of the most recent researches on the issue, allows us a comparative study between different parameters associated with water balance.

**Keywords:** *Amazonia, water balance, hydrology.*

## **1. Introdução**

Desde os anos 1950 a ciência vem estudando de maneira sistemática a hidrologia Bacia Amazônica (Figura 1), o que permite hoje estimar entre 16% e 20% a contribuição desta grande bacia fluvial em relação à toda a água doce que os rios do globo fazem chegar aos Oceanos. Muitos desses estudos têm se preocupado com o que ocorre com a água no interior da bacia antes que esta chegue ao Oceano Atlântico. O cálculo do balanço hídrico constitui um dos modos comumente utilizados para apresentar o resultado desses estudos. Para esse cálculo, aparentemente simples, o estudo de suas variáveis (precipitação, infiltração, escoamento, evapotranspiração, etc.), no entanto, se mostra bastante complexo e em especial numa região com as características fisiográficas da Bacia Amazônica. Essa complexidade, vem tanto de seu caráter regional/continental, quanto das dificuldades inerentes ao processo de monitoramento e coleta de dados em uma região de tão grandes dimensões. Assim é que, no presente artigo, se apresenta um resumo quanto à variabilidade de alguns dos principais componentes utilizados no cálculo do balanço hídrico para a Bacia Amazônica, buscando sintetizar os estudos mais recentes realizados no tema.



Fig.1. A Bacia Amazônica e as porções dos países sul-americanos que a compõem. Fonte: Filizola et al. 2002.

## 2. A Bacia Amazônica

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo. Cobre uma superfície aproximada de  $6.1 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  e se estende por 8 países sul-americanos. Estruturalmente, é bordejada a oeste pela Cordilheira dos Andes. Esta parte andina da bacia representa cerca de 12% de sua superfície total (Filizola et al., 2002). Os rios cujas nascentes estão na Cordilheira dos Andes (rio Marañon - Solimões, rio Madeira) apresentam perfis longitudinais que caracterizam uma passagem de um domínio andino com forte gradiente em termos de altitude, para a planície amazônica com uma declividade extremamente baixa ( $1-2 \text{ cm} \cdot \text{km}^{-1}$ ). Ao norte e ao sul da bacia têm-se os escudos antigos (Pré-cambrianos) das Guianas e do Brasil Central, respectivamente, representando aproximadamente 40% da área total da bacia, cuja cobertura vegetal apresenta tanto áreas de floresta tropical úmida quanto de cerrados. Entre os dois escudos tem-se a grande planície fluvial Amazônica praticamente coberta em sua totalidade pela densa floresta tropical úmida. Nesse contexto, o ciclo hidrológico na Amazônia é caracterizado pela intensa variabilidade da precipitação associada a sistemas meteorológicos locais e regionais que ajudam a manter o clima úmido na maior parte da região. A drenagem formada pelos grandes rios amazônicos leva a água precipitada de volta ao oceano. Parte da água transpirada pela floresta retorna à superfície através do processo denominado reciclagem. O vapor d'água que não precipita é transportado para fora da região. Este é o ciclo que rege a transferência de água entre atmosfera e continente na Amazônia.

## 3. Distribuição das precipitações

A distribuição sazonal da precipitação na Amazônia apresenta diferenças marcantes, principalmente, entre o norte e o sul. A precipitação média é da ordem de 2200 mm.ano<sup>-1</sup> (Espinoza et al., 2007). Próximo à foz do Amazonas, no litoral do Pará, e na porção ocidental da bacia, o total pluviométrico médio anual excede os 3000 mm.ano<sup>-1</sup>. Nas porções centro-norte e sul-sudeste têm-se os valores menores e da ordem de 1750 mm.ano<sup>-1</sup> (Salati e Marques, 1984). Ao norte do equador, o máximo pluviométrico é observado de maio a julho enquanto que ao sul é observado de dezembro a março. Essa distribuição ilustra uma defasagem de 6 meses entre o máximo de precipitação observado entre as porções norte e sul da bacia. Essa defasagem tem impacto direto nas cheias dos tributários das margens direita e esquerda do Amazonas.

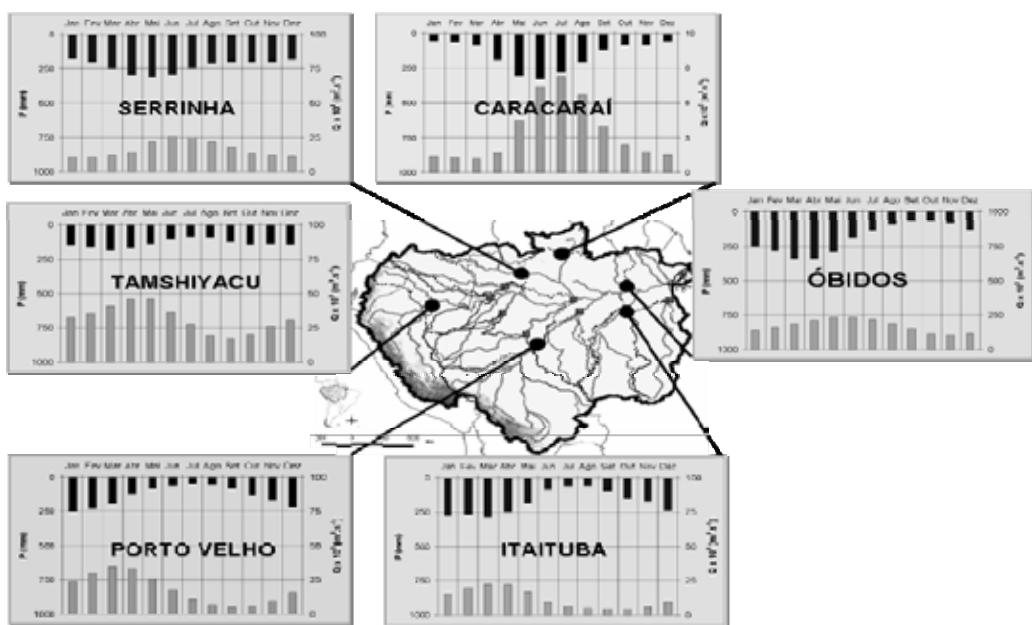


Fig. 2: Relação aproximada entre água precipitada (preto) e escoada (cinza) em diferentes áreas da bacia Amazônica, mostrando a forte variabilidade espacial dos regimes em escala mensal, bem como dos volumes escoados superficialmente. Notar que as escalas de  $P$  (precipitação) são idênticas em todos os gráficos, mas não para  $Q$  (vazão). Fonte: Modificado de Espinoza et al., (2008).

Nas bacias andinas da Bolívia, o efeito do relevo é bastante acentuado, com valores pluviométricos extremos da ordem de 6000 mm.ano<sup>-1</sup> ao pé dos Andes e de 300 mm.ano<sup>-1</sup> em certos vales protegidos (Salati e Marques, 1984). Na parte ocidental e equatorial, da bacia, e principalmente sobre os contrafortes dos Andes peruanos, equatorianos e colombianos, o regime sazonal das precipitações é caracterizado por uma distribuição bimodal (Johnson, 1976). Dados recentemente compilados de 1446 estações no período de 1964 a 2003, cobrindo toda a Amazônia continental, (Espinoza et al., 2007) evidenciaram um maior grau de detalhamento sobre os Andes e a Amazônia não brasileira, onde em geral chove menos. Assim é que as áreas mais chuvosas (mais de 3000 mm.ano<sup>-1</sup>), estão localizadas no noroeste da bacia (Colômbia, norte da Amazônia equatoriana, nordeste do

Peru e noroeste do Brasil). A pluviosidade diminui no sentido Sul atingindo valores da ordem de  $1500 \text{ mm.ano}^{-1}$  na planície peruano-boliviana, mais de  $2000 \text{ mm.ano}^{-1}$ , na porção sudeste da bacia, no Brasil, e também no sentido norte, no Estado brasileiro de Roraima ( $1500 \text{ mm.ano}^{-1}$ ), esta última protegida dos fluxos úmidos do Atlântico pelo escudo da Guiana.

Nas altas montanhas dos Andes, sobretudo no centro e no sul (Bolívia, Peru, Equador e Colômbia), há poucas estações acima dos 2000 m de altitude (NMM – Nível Médio do Mar) que chegam a ultrapassar  $1.500 \text{ mm.ano}^{-1}$  e, em geral, são inferiores a  $1000 \text{ mm.ano}^{-1}$ , especialmente quando acima dos 3000 m altitude (NMM). O fraco sinal pluviométrico, segundo Espinoza et al., (2007) está relacionado à liberação de elevada quantidade de vapor d'água ao longo da primeira encosta leste dos Andes e ao ar frio e seco em grande altitude. Uma forte variabilidade espacial é também observada, na região acima dos 2000 m de altitude, onde a precipitação pode ainda variar entre 500 e  $3000 \text{ mm.ano}^{-1}$ . Ainda em localidades de mais baixa altitude, nesta mesma zona, 600 m acima do NMM, observam-se taxas pluviométricas de  $700 \text{ mm.ano}^{-1}$  em região cercada por montanhas elevadas principalmente no sentido Leste. Algumas estações desta zona, que registram mais de  $3000 \text{ mm.ano}^{-1}$  e que estão a 1500 m de altitude, geralmente estão sujeitas a chuvas fortes associadas à elevação de massas de ar quente.

#### 4. Variabilidade das vazões dos rios

A descarga observada na foz do rio Amazonas é estimada em 210 mil  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  ou  $2,9 \text{ mm.dia}^{-1}$  (Molinier et al. 1997). No entanto este valor é geral e não reflete a variabilidade das vazões dos rios na Amazônia (Tabela 1). Essa variabilidade é importante por controlar a ocorrência de eventos extremos (inundações e secas) na região. Esses eventos causam enorme impacto aos ribeirinhos que dependem do rio para sua sobrevivência. Assim é que, a variabilidade inter-anual na porção norte da bacia, está relacionada a eventos do tipo ENSO (El Niño-Oscilação Sul), onde a diminuição [aumento] nas descargas ocorre durante eventos El Niño [La Niña], (Molion et al. 1987, Richey et al. 1989, Marengo 1992 and 1995, Amarasekera et al. 1997, Marengo et al. 1998, Guyot et al. 1998, Uvo et al. 2000, Foley et al. 2002, Labat et al. 2004, Ronchail et al. 2005a) e de forma oposta a este sinal na alta bacia do Rio Madeira (sul da Bacia Amazônica) (Ronchail et al. 2005). A variação inter-anual é também associada à variação da temperatura da água do mar no Atlântico (SST) (Marengo 1992, Labat et al. 2004).

Estação	Rio	Lati.	Long.	Area (Km <sup>2</sup> )	Pméd (mm)	Qméd (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Qmáx (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Qmin (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
<b>Itaituba</b>	Tapajós	-4,28	-57,58	461.100	2145	11.700	24.500	3.000
<b>Porto Velho</b>	Madeira	-8,74	-63,92	954.400	1684	18.300	37.900	3.900
<b>Tamshiyacu</b>	Amazonas	-4,00	-73,16	726.400	1621	31.700	46.700	16.400
<b>Serrinha</b>	Negro	-0,48	-64,83	291.100	2730	16.500	28.500	5.900
<b>Caracaraí</b>	Branco	1,83	-61,38	130.600	1855	2.900	9.600	500
<b>Faz. Vista Alegre</b>	Madeira	-4,68	-60,03	1.293.600	-	27.800 102.60	58.300	5.100
<b>Manacapuru</b>	Solimões	-3,31	-60,61	2.242.400	-	0 172.40	139.000	58.800
<b>Óbidos</b>	Amazonas	-1,93	-55,50	4.680.000	2240	0	240.000	100.200

Tabela 1. Dados de estações hidrométricas (Pluviosidade, P, média anual, Vazão, Q, máxima, média e mínima anual) ilustrativas da variabilidade hidrológica na Bacia Amazônica. Fonte: Espinoza et al. (2008).

Ademais, a descarga média estacionária no curso principal registrada na estação hidrométrica de Óbidos, no Rio Amazonas (Callède, 2004), está relacionada, para o período de 1974 a 2004, a características regionais opostas; ou seja: uma diminuição significativa do escoamento no período de águas baixas particularmente nas sub-bacias do sul e um aumento do escoamento nas regiões norte/noroeste (Espinoza et al., 2007).

Tal como no caso das chuvas, uma forte variabilidade espacial em termos de escoamento superficial é também marcada na região Amazônica (Figura 2). Ao norte do Brasil, como no Estado de Roraima, o período de vazões mais altas, em média, situa-se em meados de julho, constituindo um regime do tipo Tropical Boreal (Molinier et al. 1995). Já na bacia do Rio Negro, o período de máxima das águas em seu alto curso chega, em média, um mês mais cedo (meados de junho) que no regime anterior, o que, para Molinier et al. (1996), concede para o alto Rio Negro, uma configuração de regime do tipo Equatorial, à semelhança do que se encontra tanto no médio curso do Rio Japurá, como também em relação ao alto curso do Rio Solimões. Ainda para o mesmo Solimões (agora, porém, em território Peruano) e com o nome de Amazonas, em um curso mais a sul da posição que toma em território brasileiro, onde é quase paralelo ao equador, apresenta um regime hidrológico com o máximo de águas situado entre abril e maio (Estação de Tamshiyacu), também considerada, pelos mesmos autores, como de regime Equatorial. No entanto, esta última condição se aproxima daquela do regime Tropical Austral, do qual fazem parte os rios da porção sul da bacia Amazônica, cuja característica principal é a de vazões mais fortes atingindo seu máximo entre março e abril do ano civil. Por fim, os diferentes regimes hidrológicos convergem para um regime do tipo Equatorial dito “alterado”, representado pelo hidrograma da estação de Óbidos, que de certa maneira, homogeniza as diferentes contribuições harmonizando as diferentes componentes tributárias. Considerando-se, no entanto, os períodos de vazões mínimas os rios de regime Tropical Boreal têm suas descargas mínimas no mês de dezembro (em média). Os de regime Equatorial, as têm no

período de setembro a dezembro, variando mais para o final do ano civil com a proximidade da “zona” de regimes do tipo Tropical, tipicamente representada pela estação de Caracaraí no Rio Branco (Roraima). Mais para sul o regime do tipo Tropical Austral se mostra convergente para períodos de vazões mínimas ocorrentes em média em torno do mês de setembro. No curso principal, especialmente em Óbidos, este período encontra-se defasado em quase dois meses (novembro) e em Manacapuru, no Rio Solimões, a defasagem em relação ao regime Tropical Austral é de um mês (outubro), aproximadamente.

## 5. Evapotranspiração e convergência de umidade

Em relação à evapotranspiração, valores médios de  $3,9 \text{ mm.dia}^{-1}$  são obtidos no leste da Amazônia e de  $3,7 \text{ mm.dia}^{-1}$  na porção central e sul. Esses valores de evapotranspiração são ligeiramente maiores que a média espacial de toda a bacia. Portanto, pode-se considerar que a evapotranspiração média da bacia amazônica não deve ser inferior a  $3,5 \text{ mm.dia}^{-1}$  nem superior a  $4,0 \text{ mm.dia}^{-1}$ . Outro componente importante do balanço é a convergência de umidade integrada verticalmente na atmosfera sobre a área. O cálculo desta variável pode ser obtido através de dados de umidade específica do ar e velocidade do vento, em vários níveis na atmosfera a partir de re-análise de dados ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Com este procedimento se obtém para a convergência de umidade na Bacia Amazônica referente ao período 1974 a 2001, um valor da ordem de  $1,47 \text{ mm.dia}^{-1}$ . Esse valor é inferior ao da descarga do rio Amazonas no Oceano Atlântico, de  $2,9 \text{ mm.dia}^{-1}$ . A diferença entre a vazão do Rio Amazona e o valor da convergência de umidade integrada verticalmente na atmosfera está associada à baixa amostragem de dados de umidade específica do ar e de velocidade do vento na região e ao método utilizado na estimativa. Considerando que as medidas de descarga do rio Amazonas têm erros pequenos quando comparado aos demais componentes, o valor de  $2,9 \text{ mm.dia}^{-1}$  e a consideração de um valor de evapotranspiração de  $3,5 \text{ mm.dia}^{-1}$ , requer uma precipitação anual média de pelo menos  $6,4 \text{ mm.dia}^{-1}$ , ou aproximadamente 2300 mm. Na seqüência, relacionando precipitação (P) e vazão (Q) nas bacias de alguns dos principais tributários do Amazonas (Tabela 1), a relação entre as médias anuais de P e Q (ambos tomados em  $\text{mm.ano}^{-1}$ ) é da ordem de 0,37 para o Rio Madeira e de 0,38 para os Rios Tapajós, respectivamente na porção Sul e Sudeste da Amazônia. Nas sub-bacias do norte e do oeste da região essa relação é maior, sendo 0,39 para o Rio Branco, 0,67 para o Rio Negro e 0,87 para o Rio Amazonas, no Peru. Para leste, em Óbidos no Rio Amazonas, esta relação é da ordem de 0,53. Uma parcela da evapotranspiração gerada na Amazônia é convertida em precipitação na própria região no processo denominado reciclagem local de água. No período da estação chuvosa a taxa de precipitação é geralmente maior que o dobro da taxa de evapotranspiração, o que implica que a maior parte da umidade necessária para gerar as chuvas é transportada de fora da região, neste caso do oceano Atlântico através dos ventos alíseos. O conceito de reciclagem de água refere-se à contribuição local da

evapotranspiração para a precipitação total sobre uma região. Vários estudos estimaram a reciclagem de água na Amazônia encontrando índices da ordem de 50% de contribuição da evapotranspiração para a chuva local (Molion, 1975). Os estudos que consideram o transporte horizontal de umidade (Brubaker, 1993, Eltahir, 1996; Treberth, 1999; Costa, 1999; Bosilovich, 2002), têm estimado uma reciclagem média anual em torno de 20% a 35%, inferiores as estimativas iniciais. Calculando-se este parâmetro utilizando dados de re-análise do ECMWF a taxa de reciclagem de umidade sobre a Amazônia é da ordem de 30%.

## 6. Conclusão

Tanto a quantificação da reciclagem de água, quanto a análise dos demais parâmetros acima destacados, constituem indicadores da importância dos processos de superfície no ciclo hidrológico na Amazônia. Reafirmam um dos serviços ambientais executados pelos ecossistemas Amazônicos no sistema climático terrestre, num sistema onde há grande variabilidade espacial dos parâmetros componentes do balanço hídrico, especialmente: precipitação, evapotranspiração e escoamento superficial. A análise desses parâmetros indica, num contexto geral, uma grande diferenciação no balanço de umidade no interior da bacia, especialmente levando-se em conta os distintos regimes; tanto de chuvas, quanto de escoamento, este último, atuando especialmente através dos principais tributários da bacia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amarasekera, K; Le, R. F; Williams, E. R; Eltahir, E. B. A. 1997. 'The natural variability in the flow of tropical rivers'. *J. of Hydro.*, 200, 24–39.
- Bosilovich, M. G; Schubert, S. D., 'Water Vapor Tracers as Diagnostics of the Regional Hydrologic Cycle', en *J. Hydrometeor.*, 3, 149–165, 2002.
- Brubaker, K. L; Entekhabi, D; Eagleson, P. S., 'Estimation of continental precipitation recycling', en *J. of Climate*, v.6, p.1077-1089, 1993.
- Callède, J ; Guyot, J. L ; Ronchail, J; L'Hôte, Y; Niel, H; de Oliveira, E. 2004. 'Evolution du débit de l'Amazone à Óbidos de 1902 à 1999', en *Hydro. Sci. J.*, 49, 85–97.
- Costa, M. H; Foley, J. A., 'Trends in the hydrologic cycle of the Amazon basin', en *J. of Geoph.. Res.*, VOL.104, ND12,14189–14198, 1999.
- Eltahir, E. A. B; Pal, J., 'Relationship between surface conditions and subsequent rainfall in convective storms', en *J. of Geoph. Res.*, v.101, p. 26237-26245, 1996.
- Espinoza, J.C; Fraizy, P; Guyot, J. L; Ordoñez, J. J; Pombosa, R; Ronchail, J. 2006. 'La variabilité des débits du Rio Amazonas au Pérou', en *IAHS Publ.*, 308.
- Espinoza, J. C; Guyot, J. L; Ronchail, J; Cochonneau, G; Filizola, N; Fraizy, P; Labat, D; Noriega, L; de Oliveira, E; Ordoñez, J. J; Vauchel, P.2008. 'Contrasting regional runoff evolution in the Amazon basin (1974-2004)', en Submm. to *J. Hydro.*

- Espinoza, J. C; Ronchail, J; Guyot, J.L; Filizola, N; Noriega, L; Ordonez, J.J; Pombosa, R; Romero, H. 2007. 'Spatio–Temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador)', en Submm. to *Internl. J. Climat.*
- Filizola, N; Guyot, J. L; Molinier, M; Guimarães, V; de Oliveira, E; de Freitas, M. A., 'Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica', em Rivas, A. & Freitas, C. E., *Amazônia uma perspectiva interdisciplinar*, 2002, EDUA, Manaus.
- Foley, J. A; Botta, A; Coe, M. T; Costa, M. H. 2002. 'El Niño–Southern Oscillation and the climate, ecosystems and rivers of Amazonia', *Glob. Biogeochem. Cycles*, 16, 1132.
- Guyot, J. L; Callède, J; Molinier, M; Guimarães, W; de Oliveira, E. 1998. 'La variabilité hydrologique actuelle dans le bassin amazonien', en *Bull. Inst. Fr. Étu. Andines*, 27, 779–788.
- Johnson, A. M. 1976. 'The climate of Peru, Bolivia and Ecuador. Climates of Central and South America', en Schwerdtfeger W. (ed.), *World Survey of Climatology*, Vol. 12.
- Labat, D; Ronchail, J; Callède, J; Guyot, J. L; de Oliveira, E; Guimarães, W. 2004. 'Wavelet analysis of Amazon hydrological regime variability', en *Geophys. Res. Letter*, 31.1–4.
- Marengo, J. 1992. 'Interannual variability of surface climate in the Amazon basin', en *Inter. J. of Climatology* 12, 853–863.
- Marengo, J. 1995. 'Variations and changes in S-American streamflow', en *Clim. Change*, 31, 99–117.
- Marengo, J; Tomasella, J; Uvo, C. 1998. 'Long-term stream flow and rainfall fluctuation in tropical S-America: Amazonia, E-Brazil, and NW-Peru', en *J. Geoph. Res.*, 103, 1775–1783.
- Molinier, M; Guyot, J. L; Callède, J; Guimarães, V; Oliveira, E; Filizola, N. 1997. 'Hydrologie du bassin amazonien', en Théry H. (Ed.), *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*, Publ. Belin, Paris.
- Molinier, M; Guyot, J. L; de Oliveira, E; Guimarães, V. 1996. 'Les régimes hydrologiques de l'Amazone et de ses affluents', en *IAHS Publ.* 238, 209–222.
- Molion, L. C. Ph.D. thesis. University of Wisconsin, Madison, 1975.
- Molion, L. C. B. & Moraes, J. C. 1987. 'Oscilação Sul e descarga de rios na América do Sul Tropical', en *Rev. Bras. Eng. Cad. Hidrológico*, 5, 53–63.
- Richey, J. E; Nobre, C; Deser, C. 1989. 'Amazon river discharge and climate variability'. *Science*, 246, 101–103.
- Ronchail, J; Labat, D; Callède, J; Cochonneau, G; Guyot, J. L; Filizola, N; de Oliveira, E. 2005a. 'Discharge variability within the Amazon basin', en *IAHS Publ.*, 296, 21–29.
- Ronchail, J; Bourrel, L; Cochonneau, G; Vauchel, P; Phillips, L; Castro, A; Guyot, J. L; de Oliveira, E. 2005b. 'Climate and Inundations in the Mamoré basin (SW Amazon – Bolivia)', en *J. of Hydr.*, 302, 223–238.

- Ronchail, J; Guyot, J. L; Espinoza, J. C; Callède, J; Cochonneau, G; de Oliveira, E; Ordeñez, J. J; Filizola, N. 2006. 'Impact of the Amazon tributaries on flooding in Óbidos', en *IAHS Publ.*, 308, 220-225.
- Salati, E; Marques, J. 'Climatology of Amazon Region', en Sioli, H. (Ed.) *The Limnology and landscape-ecology of a mighty river and its Basin*. Dordrecht, Junk Pub., 1984. p.85-126.
- Trenberth, K. E., 'Atmospheric moisture recycling: role of advection and local evaporation', en *J. of Climate*, v.12, p.1368-1381, 1999.
- Uvo, C; Tolle, U. & Bernston, R.2000. 'Forecasting discharge in Amazonia using artificial neural networks', en *Intern. J. of Climatology*, 20,1495-1507.



# **Macro invertebrados acuáticos (clase *insecta*) como bioindicadores en la cuenca alta del río Caquetá**

*Betselene Murcia Ordoñez*

*Luis Carlos Chaves Moreno*

## **Abstract**

During 2005, between January and March, we made a study on aquatic macroinvertebrate community in the Caqueta River basin high (Colombia), bearing in mind the most relevant micro-habitats and the type of water according to ASTM methodology (1993). Thus, as a result of the study, 1064 specimens of the class *Insecta* were found, from which the Family *Veliidae* was the most abundant (35.53%), above all, in rivers and Bodoquero region, followed by the Family *Quironomidae* (23.87%), which was more representative in the San Pedro River. The Shannon-Wiener index, as well as the Simpson index, indicated greater diversity in the Orteguaza River and lowest in the San Pedro River, despite that the indicators of Margalef presented greater diversity in the Bodoquero River. Given these data, it has concluded that the Bodoquero River has an abundant presence of *Ephemeroptera*, *Plecoptera* and *Tricoptera*, precise indicators of a good quality water existence.

**Keywords:** *macroinvertebrates, water quality, biological indicators.*

## **1. Introducción**

El uso de organismos en la evaluación de la calidad de agua ha sido ampliamente utilizado (Cairns & Pratt, 1993). Sin embargo, de todos los grupos que han sido considerados en los controles biológicos de las aguas continentales, los macroinvertebrados bentónicos han sido los más recomendados (Hawkes, 1979; Wiederholm, 1980; Suess, 1982; Abel; 1989; Rosenberg & Resh; 1993). La razón de ello es que ofrecen numerosas ventajas como: (1) encontrarse en todos los sistemas acuáticos, favoreciendo los estudios comparativos; (2) su naturaleza sedentaria, lo que permite un efectivo análisis espacial de los efectos de las perturbaciones (Slack et al., 1973; Hawkes, 1979; Abel 1989; Figueroa et al, 2003); (3) presenta ventajas técnicas asociadas a los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, siendo realizados con equipos simples y baratos (Hawkes, 1979; Wiederholm, 1980; Suess, 1982; Penny, 1985); (4) la taxonomía de muchos grupos está bien estudiada (Hawkes, 1979; Suess, 1982; Abel; 1989); (5) existen numerosos métodos para el análisis de datos, incluyendo índices bióticos y de diversidad, los cuales han sido utilizados ampliamente en bio-controles a nivel comunitario e individual (Hawkes, 1979; Suess, 1982; Rosenberg et al., 1986).

El conocimiento de la diversidad biológica acuática (macro-invertebrados) puede indicarnos la calidad del agua, al asociar la contaminación con el aumento de la población de ciertas especies consideradas como bioindicadores. La utilidad de estas interpretaciones es evidente para comprender el grado de intervención o deterioro al que han sido sometidos

los ecosistemas acuáticos y para establecer las correspondientes estrategias de manejo y conservación.

En nuestro país, la riqueza biológica de aguas naturales hace necesaria establecer información limnológica, especialmente de macro-invertebrados, en la medida en que constituyen bioindicadores de calidad ambiental cuyo estudio es escaso e incompleto. Debido a lo anterior, con este proyecto se realizó un estudio preliminar de la calidad del agua a través de los macro-invertebrados acuáticos localizados en la cuenca alta del río Caquetá.

## 2. Metodología

El estudio fue realizado entre enero y marzo de 2005 en la cuenca alta del Río Caquetá (Caquetá – Colombia). La cuenca hidrográfica, con un área aproximada de 1.200 km<sup>2</sup> en Colombia, abarca parcialmente los municipios de Florencia, La Montañita, El Paujil y Milán (García, 2004).

Se escogieron cinco estaciones de estudio: Rio Bodoquero (C.I. Macagual, actualmente sede de investigación de la Universidad de la Amazonia), Rio Hacha (Vereda Sebastopol), Rio Orteguaza (Caserío de Venecia), Rio Pescado (Puente de Morelia) y Rio San Pedro (Puente Vereda Itarca). En cada una de las estaciones de estudio se realizó una sección delimitada de aproximadamente 20 metros de longitud, donde se realizaron 10 colectas (Saldaña y Ome, 2005). Se tuvieron en cuenta los micro hábitats más relevantes como sedimentos, vegetación asociada, hojarasca y piedra y, además, se utilizaron métodos de captura teniendo en cuenta el tipo de cuerpo de agua, usando el método de barrido (*red de Suber*), de sedimento (*draga Peterson* y *tamizaje*). Paralelamente, se realizó captura manual durante 15 minutos en cada punto (ASTM, 1993).

El material colectado, por medio de las metodologías descritas anteriormente, fue separado en recipientes plásticos, con agua del sitio de muestreo y, ya en el laboratorio, se lavaron sobre tamices de malla fina (0,5 mm). Las muestras se analizaron directamente en bandejas blancas sobre una fuente de luz. Los organismos fueron preservados en alcohol etílico al 70% (Brito-Junior et al, 2005). Se realizó la identificación, el recuento y los análisis cualitativo y cuantitativo de los organismos asociados a los diferentes tipos de sustratos. Para la identificación y recuento se utilizó un microscopio estereoscópico además de claves taxonómicas especializadas para cada uno de los grupos de macro invertebrados (Usinger, 1956; Spangler 1966c; Johannsen 1969; Pennak 1978; Merrit y Cummins 1978; Merritt y Cummins, 1984; Mathis y Hogue 1986; Roldan, 1988; Hogue y Bedoya 1989; Flint 1991; Rojas et al. 1993; Trivinho- Strixino y Strixino, 1995; McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996; Fernández & Domínguez 2001).

Obtenidos los resultados de la comunidad de macro-invertebrados se agruparon por el lugar de muestreo, se determinó la diversidad  $\alpha$  -Margalef (riqueza), Simpson (Dominancia) y Shannon-Wiener (Equidad) (Villarreal et al, 2006)-, y el *coeficiente de rareza de Aristizabal* con el fin de determinar condiciones de submuestreo o poblaciones

con especies fluctuantes (Moreno 2001; Aristizábal, 2005). De igual manera, se procedió al cálculo de la diversidad  $\beta$  mediante el coeficiente de similitud con base de datos cualitativos (presencia – ausencia), (Villareal et al, 2006). Todos los análisis Estadísticos se realizaron mediante los paquetes estadísticos STATGRAPHICS Plus 4.0, MULTIV y BIODIVERSITY, al igual que el *Programa de cálculo de índices de diversidad* (Magurran 2004; Aristizábal 2005).

### 3. Resultados y análisis

Este estudio se desarrolló utilizando el nivel taxonómico de Familia, demostrando que esta jerarquía taxonómica puede arrojar similares resultados a los obtenidos con niveles taxonómicos más específicos. Por otra parte, las identificaciones resultan ser más rápidas y seguras, en especial, cuando en las muestras del bentos predominan ninfas y larvas de los primeros estadios (Reece et al. 2001).

La comunidad de macro-invertebrados acuáticos está representada por 1064 individuos entre Artrópodos (clase *Insecta* y *Crustácea*) y Anélidos (Clase *Oligochaeta*), caracterizándose por una mayor presencia de la clase *Insecta* con 9 órdenes: *Blattaria*, *Coleóptera*, *Díptera*, *Ephemeroptera*, *Hemíptera*, *Neuróptera*, *Odonata*, *Orthoptera*, *Plecóptera* y *Trichoptera*, (Tabla 1). Estos datos se deben posiblemente al aumento del caudal de los ríos en la época lluviosa, provocando movimiento de sedimentos y otros materiales en el sustrato (orillas). Esta circunstancia dificulta el asentamiento de los macro-invertebrados, disminuyendo así la diversidad y abundancia de especies e individuos y, en consecuencia, registrándose escasos representantes en la recolección de muestras. Es importante anotar que, según Roldan (1988), no es la presencia de un solo individuo, sino la proporción en que éste se encuentre representado en la comunidad lo que tiene valor en la evaluación de la calidad del agua.

La abundancia relativa en toda la zona de estudio dio como resultado un mayor número de organismos del orden *Hemíptera* (Familia *Veliidae*) con el 35,53%, principalmente en los ríos Bodoquero y Hacha. La presencia de estos *Hemípteros* es utilizada para caracterizar cuerpos de agua de mediana calidad (García-Criado et al., 1999; Ribera et al., 2002; Sánchez-Fernández et al., 2004).

De igual forma, la Familia *Quironomidae* (orden *Díptera*) fue identificada en torno al 23,87% sobre el total de individuos, siendo más representativos, con un 62,20%, en el río San Pedro. La presencia de estos organismos indica aguas perturbadas y con un grado de contaminación en la que se advierte altas proporciones de materia orgánica. (Rosenberg y Resh, 1993; Camargo et al., 2004; Alonso y Camargo, 2005). Esto se debe posiblemente a los desechos que se arrojan de las fincas y/o viviendas vecinas al afluente.

La utilización de especies indicadoras, como las que acabamos de mencionar en este estudio, son importantes instrumentos para evaluar la calidad ambiental de los cuerpos de agua, pudiendo ser recomendadas para elaborar un seguimiento periódico de las mismas.

Con respecto al *índice de diversidad de Shannon–Wiener*, la comunidad del río Orteguaza presenta un mayor índice (2.23), mientras que la comunidad del río San Pedro la menor con 1.58, datos que concuerdan con el índice de Simpson. De esta forma, el río Orteguaza presentan mayor diversidad con 0.14, mientras que el río San Pedro presenta menor diversidad con 0.39. Esta mayor diversidad se debe a la oferta de alimento y a la sedimentación que presenta este afluente.

Sin embargo, para el *Índice de Margalef* (riqueza específica), la comunidad del río Bodoquero tiene la mayor diversidad con 3.52 (veintidós taxas) y la comunidad del río Pescado la menor con 3.0 (quince taxas). La comunidad del río bodoquero presenta valores altos en lo que respecta a individuos y familias muestreadas, así como en los valores de diversidad y riqueza calculados. La presencia de *Ephemeroptera*, *plecóptera* y *Tricóptera* en esta comunidad indicaría la existencia de agua de buena calidad, ya que estos organismos viven típicamente en aguas limpias (Segnini, 2003).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abel. P. D. 1989. *Water pollution biology*. Chichester: Ellis Horwood.
- Alonso A., Camrago J.A. 2005. 'Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles', en *Ecosistemas*.  
(URL: <http://www.revistaecosistemas.net>).
- Aristizábal, G, H., 2005. Programa de cálculo de índices de diversidad. Conservation International, Colombia. [www.conservation.org.co](http://www.conservation.org.co).
- ASTM, 1993. 'E96-93 Standard test methods for water-vapor transmission of materials', *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.06, Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
- Brito O-Junior, L. de; Abilio, F y Watanabe, T. 2005. 'Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae', *Entomol. Vectores*, Rio de Janeiro, Vol. 12, nº 2.
- Cairns, J. Andr Pratt. 1993. 'A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates' en D. M. Rosenberg & V.H. Resh (Eds), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- Camrago, J. A., Alonso A. y De La Puente M. 2004. 'Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates', *Environmental Monitoring and Assessment* 96: 233-249.
- Fernandez H. R & Domínguez E. 2001. 'Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos', *Sociedad venezolana de entomología*, Vol. 16, nº 3.
- Figueroa, Ricardo, Valdovinos, Claudio, Araya, Elizabeth et al., 'Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile', *Rev. chil. hist. nat.*, jun. 2003, vol.76, nº 2.

- Flinto, O. 1991. 'Studies of Neotropical Caddisflies, 45: The taxonomy, phenology and faunistics of Trichoptera of Antioquia, Colombia', *Smithsonian Contribut. to Zool.* 520: 1-113.
- Garcia A. 2004. 'Colombia País Maravilloso', Corporación Autónoma regional para el desarrollo sostenible del Chocó. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- García-Criado, F., Tomé, A., Vega, F. J. y Antolín, C. 1999. 'Performance of some diversity and biotic indices in rivers affected by coal mining in northwestern Spain', *Hydrobiologia* 394: 209-217.
- Hawkwes, H. A. 1979. 'Invertebrates as indicators of river quality', en A. James & L. Evison, *Biological indicators of water Quality*. John Wiley & Sons. 2: 1-45.
- Hogue, C. L & I. Bedoya. 1989. 'The net-winged midge fauna (Diptera: Blepharoceridae) of Antioquia Department, Colombia'. *County Mus. Contrib. Sci.* 413: 1-57.
- Johannsen, O. A. 1969. *Aquatic Diptera. Entomological Reprint Specialist*, Los Angeles.
- Magurran, A. E. 2004. *Measurement biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Mathis, W. N. & C.L. Hogue. 1986. 'Description of a new species of the shorefly genus Diedrops (Diptera: Ephydriidae from Colombia)', *Contrib Sci. Nat. Hist. Mus.* 377: 21-26.
- Mccafferty, W. P. & C. R. Lugo-Ortiz. 1996. 'Ephemeroptera', en J. E. Llorente-Bousquets, A. García-Aldrete & E. González-Soriano (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. México: UNAM.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins. 1978. *An introduction to aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall / Hunt.
- , R. W. & K. W. Cummins. 1984. *An introducion to the aquatic insects of North America*. Dubque: Kendall / Hunt.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA, *Rev. Biología tropical*, 2001, vol. 49, nº 3-4, p.1300-1302.
- Pennkak, R. W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. Nueva York: Wiley.
- Reece P. F., Reynoldson J. T; Richardsin J. S. & D. M. Rosenberg. 2001. 'Implications of seasonal variation for biomonitoring with predictive models in the Fraser River catchment, British Columbia', *Canadian Journal of Fisheries and Aquatics Sciences*, 58: 1411-1418.
- Ribera, I; Aguilera, P; Hernando, C. & Millan, A. 2002. 'Los coleópteros acuáticos de la Península Ibérica', *Quercus*, 201: 38- 42.
- Rojas, A. M; M. L. Baena; G. Caicedo & M. Del C. Zúñiga. 1993. 'Clave para las familias y géneros de ninfas de Ephemeroptera del Departamento del Valle del Cauca', *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle*. 1: 33-46.

- Roldán, G. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Bogotá: Fondo FEN- Bogotá.
- Rosenberg, D. M. & V. H. RESH. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
- Rosenberg, D. M., H. V. Danks & D. M. Lehmkuhl. 1986. 'Importance of insects in environmental impact assessment', *Environmental Management*, 10: 773-783.
- Saldaña M. G & Y. OME. 2005. *Evaluación de la calidad de agua del río Hacha (Florencia Caquetá) con énfasis en el contenido de carga orgánica y la aplicación de bioindicadores*, Universidad de la amazonia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería agroecológica. Trabajo de grado.
- Sánchez-Fernández, D; Abellán, P; Velasco, J; & Millán, A. 2004. 'Vulnerabilidad de los coleópteros acuáticos de la región de Murcia', *Ecosistemas* nº13.
- Segnini S. 2003. 'El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente', *Ecotropicos* 16 (2): 45-63 2003.
- Slack, K. V; Averett, R. C; Greeson, P. E. & Lipscomb, R. G. 1973. 'Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological samples', *U.S. Department of the interior, Geological Survey, Washington, DC*. 4 (5): 1-165.
- Spagler, P. J. 1966. 'The Catherwood Foundation Amazonan Expedition. Insect. Part XIII. The aquatic Coleoptera (Dytiscidaen, Noteridae, Dascillidae, Helodidae, Psephenidae, Elmidae)', *Monogr. Acad. Nat. Sci. Filadelfia*, 14: 377-443.
- Strixino, G; Trivinho-Strixino, S; & Alaves, G. R. 1997. 'Macroinvertebrados bentónicos de lagoas marginais da planície de inundação do Rio Mogi-Guaçu (Estação Ecológica de Jataí)', *An. VIII Sem. Reg. Ecol.* V., I: 33-42.
- Usinger, R.L. 1956. *Aquatic Insects of California*. Berkeley: University of California Press.
- Villareal H; Álvarez, M; Cordoba, S; Escobar, F; Fagua, G; Gas, F; Mendoza, H; Ospina, M & Umaña, A. M. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Wiederholm T. 1980. 'Use of benthos in lake monitoring', *Journal of the water pollution control federation*, 52: 537-547.

# Caudales ecológicos Amazónicos

*Erlendy Bernal Cañon*

## Abstract

The need of using the water resource within the different processes to generate products and services impels us to adopt certain measures in order to prevent and reduce environmental impacts and to stimulate the sustainability of ecosystems affected. In this respect, the concept of Ecological Flow Amazon is one of the fundamental criteria that contribute to the protection of ecosystems surrounding the Amazon River, as it indicates the minimum flow of water that must move in a stream according to their hydrological features. The environmental flow is defined as "the flow required for sustaining ecosystem, that is to say the flora and fauna of a stream, to allow that there is no significant alterations in the dynamics of the ecosystem". This flow must be maintained in a particular area in order to have no hydrographic alterations which affect the preservation of biodiversity.

**Keywords:** *Flow Ecological Amazon, water resources, Amazon.*

## 1. Introducción

Debido a la necesidad de usar el recurso hídrico amazónico dentro de los diferentes procesos para la generación de productos y servicios es necesario tomar criterios y medidas que permitan disminuir y prevenir los impactos ambientales que producen estas actividades y permitir la sostenibilidad de los ecosistemas afectados. Es por esto que el concepto de Caudal Ecológico es uno de los criterios fundamentales que contribuyen a la protección de los ecosistemas aledaños al río ya que indica el flujo mínimo de agua que debe circular en una corriente de acuerdo a sus características hidrológicas.

## 2. Definición del Caudal ecológico y los objetivos que persigue

El caudal ecológico se define como “el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua para permitir que no haya alteraciones significativas en la dinámica del ecosistema”, este caudal debe mantenerse en un sector hidrográfico determinado sin que efectos como la disminución del perímetro mojado, profundidad de calado, velocidad de la corriente, la difusión turbulenta, el incremento de la concentración de nutrientes, entre otros, afecten a la preservación de la biodiversidad y permitan la conservación de la pesca, el mantenimiento de la calidad estética de un paraje fluvial y/o proteger tramos de interés científico o cultural<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.geocities.com/RainForest/Watershed/7506/aems/medidas/caudales.html>.

El objetivo de los caudales ecológicos amazónicos es la preservación y conservación de la biodiversidad de un río satisfaciendo las demandas sociales. Un concepto de río desde una perspectiva de gestión ecosistémica amazónica debe estar basado en requisitos imprescindibles como: 1) ser coherente con la distribución hidrológica de caudales circulantes por ese tramo. 2) ser conexo con las variaciones estacionales de la distribución de caudales amazónicos circulantes por el tramo según las distintas épocas del año. 3) perseguir la conservación de las comunidades naturales del ecosistema fluvial amazónico en el tramo de estudio: macrófitos, macro invertebrados, ictiofauna y herpetofauna (anfibios + reptiles). 4) asegurar la conservación de la diversidad ecológica amazónica mediante el establecimiento de un caudal que actúe como nivel base, por debajo del cual las poblaciones de las especies más exigentes experimentarían riesgo de extinción. 5) permitir en los tramos fluviales amazónicos contaminados o degradados una mejora de la composición fisicoquímica del agua, así como de las condiciones de hábitat. Y en general establecer las condiciones que permitan la conservación de estas comunidades amazónicas, garantizando los requerimientos de caudal de otros vertebrados ligados al medio acuático, como mamíferos y aves ya que caudales excesivamente reducidos pueden dar lugar a la degradación del bosque de ribera.

Los caudales de avenida definidos según períodos de retorno, permiten la diseminación de esporas y semillas de muchas especies vegetales, favoreciendo su colonización a lo largo de los ríos, además de movilizar materia orgánica, sedimentos y nutrientes. Las variaciones de caudal implican variaciones en la calidad físico química del agua (pH, coliformes totales, E-coli, DBO, DQO, Oxígeno disuelto, Fosfatos, NTK, Nitrógeno orgánico, Amonio, Nitritos, Nitratos, Alcalinidad, Dureza, Sólidos suspendidos totales, Sólidos suspendidos volátiles, etc.) debidas a la dilución y a la modificación de la temperatura.

### 3. Características hidrológicas de los caudales ecológico

Los caudales ecológicos amazónicos están relacionados con las características hidrológicas naturales de la cuenca hidrográfica como son: 1) cantidad de agua, 2) la geomorfología, 3) el transporte sólido, 4) la distribución temporal (interanual y dentro del año, impulsos y su frecuencia), 5) llanuras de inundación, 6) influencia sobre la dinámica costera 7), aportación de aguas subterráneas e infiltración.

Cada proyecto o concesión que se realice en un río debe llevar su propio estudio detallado por tramos o por zonas de estudio de tal manera que se eviten los defectos consistentes en establecer caudales que afecten al ecosistema acuático.

Se considera evidente y urgente la necesidad del establecimiento real y práctico de los caudales ecológicos. Éstos deben constituir un concepto integrador entre los diversos elementos del río y la vida, garantizando que la cuenca se mantenga viva.

Es necesaria la planificación territorial y la resolución de los problemas de abastecimiento vigentes en muchas poblaciones. El caudal ecológico amazónico debe tener

una función de recuperación y no sólo de mantenimiento, especialmente en lo que se refiere a los acuíferos.

El enfoque debe ser muy distinto si se trata de ríos con una explotación intensa y secular o si se trata de ríos con poca explotación o vírgenes. Para ello, los caudales ecológicos deben ser representativos de un porcentaje importante de los volúmenes de agua circulantes en el tramo de estudio, ajustarse a las variaciones estacionales, propender hacia la conservación de las comunidades naturales del ecosistema fluvial, asegurar la conservación de la diversidad ecológica y permitir en los tramos fluviales contaminados o degradados una mejora de la composición fisicoquímica del agua, así como de las condiciones de hábitat. Finalmente, también debe permitir un flujo de agua suficiente que imite el régimen natural de los caudales compatible con la satisfacción de las demandas sociales, a excepción de abastecimientos prioritarios<sup>2</sup>.

Es importante tener en cuenta, aunque se desee conservar las comunidades naturales, éstas ya han tenido una modificación en cuanto a la adaptación a la perturbación moderada que los seres humanos han ejercido sobre ellas, lo cual invita a no mantener unas condiciones prístinas del medio sino a no afectar la complejidad estructural de las especies, ni la biodiversidad y sostener, por tanto, la integridad ecológica<sup>3</sup>. Es necesario resaltar la necesidad de abordar el caudal ecológico amazónico, no solo como una función de mantenimiento, sino como un modo de incluir una función de recuperación.

Dentro de los criterios que determinan un caudal ecológico óptimo amazónico se encuentra el flujo de agua suficiente para permitir la dinámica de los peces migradores, asegurar niveles aceptables de temperatura del agua, del oxígeno disuelto, ácidos o de la salinidad en una zona particular del río, etc.

#### 4. Limitaciones del enfoque de caudal ecológico

Existen ciertos problemas con los caudales ecológicos amazónicos que limitan su cálculo y permanencia. Así, se puede resaltar<sup>4</sup>: 1) la dificultad de estandarizar una metodología para su cálculo, debido al carácter específico de cada tramo de las corrientes y la escasez de información tanto de los caudales como de la dinámica y caracterización de la fauna acuática, sobre todo, en aquellas que se basan en el estudio del hábitat, 2) la prioridad del abastecimiento doméstico ante el mantenimiento del caudal ecológico, a pesar que éste tiene prevalencia sobre cualquier otro uso, 3) los conflictos que se presentan entre el mantenimiento de los caudales ecológicos y las concesiones de agua existentes, 4) el mantenimiento del caudal suficiente (tras las derivaciones humanas necesarias) para la demanda del ecosistema, 5) el poco seguimiento de los caudales establecidos con el fin de comprobar la idoneidad de los métodos y tener un mayor conocimiento de los mecanismos de regulación y de afectación sobre el ecosistema.

<sup>2</sup> INDEX Congreso sobre Caudales Ecológicos.

<sup>3</sup> García & Tánago.

<sup>4</sup> Douroujeanni & Jouravlev. 2002.

## 5. Metodologías para el cálculo de caudal ecológico

A continuación se mostrarán algunas metodologías desarrolladas para el cálculo del caudal ecológico, las cuales han sido empleadas a nivel nacional e internacional.

### 5.1. Cálculos a partir de los regímenes de caudales históricos

Este método se basa en el estudio de los regímenes de caudales naturales de una corriente determinada, en la cual las comunidades fluviales que allí habitan han adaptado sus ciclos biológicos y requerimientos ecológicos a las variaciones estacionales propias de la corriente. Dentro de estas adaptaciones se encuentran la tolerancia a caudales mínimos durante un periodo determinado, donde las especies en ocasiones se mantienen en un periodo más o menos largo durante el estiaje o en un tipo corto cuando la escasez del agua es alta. Para el cálculo se debe tomar los caudales mínimos diarios de una serie de 10 o más años y establecer la media diaria y mensual de dicha serie, adoptando como caudales ecológicos la media de los caudales mínimos de cada mes.

### 5.2. Valoración del Hábitat Potencial Útil<sup>5</sup>

Este método comprende enfoques multidisciplinarios donde se conjugan profesionales que estudian la dinámica hidráulica de las corrientes con aquellos que abordan las dinámicas biológicas de las especies que allí habitan, de tal manera que se relacionen las exigencias de hábitat de las especies acuáticas, con las variaciones de las características de éste en función de los caudales circulantes. Esta metodología es también llamada IFIM-PHABSIM y es utilizada ampliamente alrededor del mundo. En este aspecto, existe un método desarrollado por Stalnaker (1979) y Bovee (1982) que se basa en el conocimiento de los requerimientos de caudal circulante de algunas especies o de determinadas comunidades reófilas, y de su distribución en el tiempo, para poder evaluar las necesidades de caudal.

Este método parte de tres puntos básicos: 1) un modelo de hidráulica fluvial donde se relacionan los diferentes caudales ( $Q_i$ ) con la profundidad de las aguas, velocidad, anchura del cauce inundado, temperatura, cobertura y granulometría del substrato de fondo. 2) curvas de preferencia de la fauna para cada uno de los parámetros hidráulicos anteriores donde se definen el grado de adecuación de la fauna acuática a los distintos valores que toman esos parámetros, visto en términos de rangos óptimos y de tolerancia (0 para valores del parámetro que resultan intolerables y 1 para aquellos que resulten óptimos para la especie). 3) valor potencial del hábitat fluvial que corresponde a la integración de los valores obtenidos por el producto del modelo de hidráulica fluvial con las curvas de

<sup>5</sup> <http://www.geocities.com/RainForest/Watershed/7506/aems/medidas/caudales.html>.

preferencia de la fauna, los cuales deben ser analizados a partir de celdas diferenciadas en las que se puede dividir una sección transversal del río.

Posteriormente, se utiliza un programa de modelación hidráulica que simule para cada caudal los valores de las variables físicas que corresponden a cada celda y, por ende, el valor como hábitat de las celdas para definir finalmente los caudales mínimos ecológicos.

Para la aplicación de esta metodología se debe hacer: 1) una descripción del medio físico donde se represente la topografía del cauce a lo largo de una serie de transeptos y se especifique el tipo de granulometría dominante en el substrato. 2) análisis de las condiciones hidráulicas a partir de mediciones del caudal, estimación de la rugosidad del cauce y la información arrojada por el modelo de simulación hidráulica. 3) estudio de los requerimientos biológicos, allí se deben establecer unos indicadores biológicos en los cuales generalmente se emplean especies ícticas representativas que son analizadas en los diferentes períodos de madurez (alevín, juvenil o adulto) y a partir de esta información y de las condiciones hidráulicas se hacen unas curvas de preferencia. 4) determinación del Hábitat Potencial Útil (HPU) entendido como la superficie del cauce inundado o anchura por unidad de longitud de río, que puede ser potencialmente utilizado con una preferencia máxima por una población o una comunidad fluvial. Allí se organiza la información por sectores o celdas generadas en el modelo hidráulico y se establece unos índices de conformidad (Valor de 0 a 1 que reflejan la preferencia relativa de la población a ciertas condiciones hidráulicas) según la velocidad ( $C_v$ ), profundidad ( $C_h$ ) y substrato ( $C_s$ ); estos se relacionan en el siguiente cálculo  $C_i = (C_h * C_v * C_s)^{1/3}$  para luego hallar la Anchura Potencial Útil (APU)  $APU = C_i * \text{Área}$ , siendo Área la anchura real de la celda; la anchura ponderada útil de la sección será la suma de las APU's de todas las celdas de la misma, y corresponderá a un caudal determinado y la HPU será la suma de todas las sumatorias de las UPS's por sección. 5). La evaluación del régimen de caudales ecológicos plasmando a través de gráficas que relacionen el hábitat potencial útil (HPU) con el caudal circulante por el cauce ( $Q$ ) en cada tramo regulado. Allí se deben tener en cuenta aspectos como el menor caudal a partir del cual la pendiente de la curva HPU/Q disminuye sensiblemente, la fijación de avenidas de mantenimiento del cauce, la fijación del régimen de caudales ecológicos, la limitación de la variación de caudal por unidad tiempo.

### 5.3. Otros métodos

- Otra de las formas de estimar el caudal ecológico consiste en la utilización de criterios dados generalmente por la necesidad de establecer una exigencia ambiental, tal es el caso de la estandarización legal por parte de las autoridades ambientales de los diferentes países, las cuales estiman un porcentaje mínimo de las aportaciones naturales de la cuenca o un caudal medio anual. Es importante tener en cuenta que en varias ocasiones no se cuenta con criterios sostenidos por alguna base científica debido a la dificultad de estandarizar las particularidades de los regímenes de caudales y las características geomorfológicas de las corrientes.

- El cálculo de la media de los caudales mínimos anuales registrados durante una serie de años. Al respecto, se debe resaltar como deficiencia que este criterio no tiene en cuenta que las comunidades están adaptadas para vivir en los caudales mínimos durante cortos períodos de tiempo y no de forma permanente<sup>6</sup>.
- El análisis hidráulico entre los caudales y el perímetro mojado del cauce, asumiendo una relación creciente entre éste y la capacidad biológica de la corriente como lo propone White en 1976.

## 6. Indicador del grado de fragilidad del sistema hídrico

La vulnerabilidad en cuanto a la disponibilidad del agua es el indicador del grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener esa disponibilidad, se obtiene de la relación entre el índice de escasez y la regulación hídrica natural del conjunto suelo-cobertura vegetal. Hay que proceder a hacer manejos adecuados, profundizar en conocimientos para cuidar los recursos y adelantar planes de ordenamiento y manejo del agua.

El índice de escasez está físicamente consignado en la vulnerabilidad, es la interrelación entre demanda sobre oferta y la regulación hídrica. Esta última depende de múltiples características del entorno y habría que enfatizar cuanta retención de agua pueden ejercer los suelos en sus condiciones naturales en combinación con la cobertura forestal.

Existe una alta vulnerabilidad en el sistema hídrico para mantener y abastecer la población asentada en las cabeceras. Cerca del 50% de la población urbana está expuesta a problemas de abastecimiento en condiciones hidroclimáticas media. Cuando se suspenden las lluvias y se prolongan estos períodos, los ríos presentan reducciones apreciables en sus caudales y entonces dicho porcentaje se incrementa en más del 80%.

## 6. Variables de planificación, ejecución y control

### 6.1. Planificación, ejecución

Esta perspectiva de actuación debe contemplar la multidimensionalidad, la cual esta referida a los siguientes aspectos: 1) priorizar las construcciones de obras hidráulicas. 2) mitigar el impacto aguas a bajo de los embalses. 3) garantizar el mantenimiento de las coberturas ribereñas a los ríos. 4) recuperar rondas de ríos que han sido ocupadas por los cultivos intensivos. 5) capturar la energía solar en espejos de aguas. 6) preservar los ecosistemas acuáticos. 7) permitir el ciclo biológico de los ríos. 8) contribuir a la seguridad alimentaria. 9) organizar el uso – priorización de usuarios. 10) garantizar el disfrute de paisajes y zonas culturales.

### 6.2. Control

---

<sup>6</sup> <http://www.geocities.com/RainForest/Watershed/7506/aems/medidas/caudales.html>.

El control es un factor determinante de éxito y del control parcial de los procesos y del manejo de la incertidumbre referidos a: 1) vigilar el aprovechamiento hídrico superficial. 2) realizar monitoreos de caudal y procesos. 3) evaluar el impacto de los posibles cambios generados. 4) permitir a los organismos de control, aplicar medidas imparciales. 5) regular las concesiones de agua, de acuerdo con el régimen hidrológico del río.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

- Es necesario introducir en los actuales planes de cuenca amazónica, y en sus futuras revisiones, así como en los reglamentos y planificaciones, el establecimiento de planes de gestión específicos destinados al mantenimiento y mejora del buen estado ecológico. Por lo tanto, el concepto de Caudal Ambiental no debe ser tenido en cuenta como un elemento final de análisis en la recuperación de espacios degradados, sino que debe integrarse en una actuación preventiva mediante un análisis global.
- Es necesario considerar que los diferentes cuerpos de agua amazónicos están complejamente interconectados e interrelacionados, - en mayor o menor medida -, presentan variabilidad a lo largo del año y son distintos según las condiciones climáticas, morfológicas y litológicas de la cuenca, además de estar fuertemente influenciados por las actividades humanas desarrolladas en la misma.
- Los caudales ambientales no son caudales caprichosos propuestos por ecologistas, nacen como una obligación moral del hombre para con la naturaleza y para con él mismo. De ahí que deba considerarse su designación como elemento fundamental en los planes de ordenación de cuencas. De ahí que el mantenimiento de los caudales ambientales garantiza un respeto por la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos y no puede ser considerado un problema al uso del agua, sino una solución frente al abuso de unos pocos.
- Reconciliar las necesidades de agua de ecosistemas acuáticos con otras utilizaciones de agua significa decidir qué usuarios tendrán que ceder ante las necesidades de estos ecosistemas. Los costos asociados con estas elecciones los sobreleverán tanto los ecosistemas acuáticos río abajo como los usuarios de agua. Quitarle a un río o a un sistema de agua subterránea caudales en exceso, no sólo perjudica todo el ecosistema acuático, sino que también amenaza a las personas y comunidades que dependen del mismo.
- Se requiere la actualización de las técnicas para la adecuada determinación del régimen de caudal ambiental, un marco legal acorde con esta nueva concepción, y una percepción social de la necesidad impostergable de establecer unos niveles que garanticen la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas. Las acciones humanas sobre las cuencas hidrográficas y las fuentes hídricas condicionan los procesos

naturales en los ríos afectando el régimen de caudal de la corriente, la calidad del agua y los ecosistemas. Se requiere un modelo alternativo de gestión del recurso hídrico, donde se considere la importancia social, ambiental, cultural y económica que representan los ecosistemas de agua dulce y, por lo tanto, la importancia de su conservación.

- Es importante que la definición del régimen de caudal ambiental se encuentre enmarcado dentro de un conjunto de prácticas de gestión en la cuenca relacionadas con el uso del suelo, los derechos de agua, control de la contaminación y control de las actividades humanas. Limitarse a establecer un caudal ambiental en un río en grave proceso de degradación puede resultar inútil o incluso perjudicial.
- No confundir el término de caudal ambiental con el volumen necesario para diluir carga contaminante y mejorar su calidad. Un río contaminado requerirá de acciones pertinentes para mejorar la calidad del agua antes de comenzar a aplicar este tipo de metodologías.
- La definición del régimen de caudal ambiental es algo relativamente nuevo y son pocos los estudios o investigaciones para determinar los caudales que deben permanecer en una determinada corriente hídrica después de un aprovechamiento. Por lo tanto, es necesario empezar a desarrollar trabajos que permitan aplicar, construir y estructurar conocimiento sobre el régimen de caudales ambientales. Dichas metodologías servirán de base a las autoridades ambientales en la toma de decisiones para conceder asignaciones, cobro de tasa por uso del agua, licencia de construcción de obras hidráulicas, etc.
- No es necesario seguir al pie de la letra cada una de las metodologías planteadas; es más acertado definir las propias conceptualizadas sobre la región y el río objeto de estudio, donde se valore la variación hidrológica en magnitud, duración y frecuencia, los rangos en los que se puede permitir esa variación, se evalúen las condiciones de habitabilidad de las especies acuáticas representativas, la calidad de agua y los usos potenciales con los caudales propuestos, entre otras variables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dourojeanni, Jouravlev & Chávez. 2002. *Gestión del Agua a nivel de Cuencas: Teoría y Práctica*. Santiago de Chile: CEPAL.
- García & Tánago. 2005. *El Concepto de Caudal Ecológico y Criterios para su Aplicación en los Ríos Españoles*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- INDEX Congreso sobre Caudales Ecológicos  
[www.geocities.com/RainForest/Watershed/7506/aems/medidas/caudales.html](http://www.geocities.com/RainForest/Watershed/7506/aems/medidas/caudales.html)

# **Aves del Amazonas**

*Jan Dungel*

## **Abstract**

The purpose of this paper is to show the extraordinary variety of birds in Amazonas by means of the paintings which I have systematically been drawing during my stay in different regions of Amazonia, especially, in Venezuela.

**Keywords:** *Amazonia, Birds, Paintings.*

## **1. Introducción**

En el año 1992, invitado por la fundación venezolana FUDECI, expresamente por su presidente el Dr. Francisco Carillo Batalla, visité por primera vez la zona del Amazonas en la cuenca del río Orinoco, donde tuve la oportunidad de estudiar y documentar la fauna del lugar y en particular las aves en su medio natural. Desde entonces, hace ya 16 años, me dedico a pintar aves en las zonas tropicales del continente americano de forma sistemática. He trabajado en diversos lugares de Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil y Colombia. Sin embargo, la mayor parte de mis dibujos los he realizado en Venezuela, en los últimos años principalmente en la región de las selvas vírgenes húmedas en el alto Nichare (Sierra Maigualida) y en la cuenca de los ríos Baria y Maturaca al norte de la Serranía de la Neblina, en la frontera con Brasil. Todos los dibujos surgieron directamente en el lugar a base de la propia observación.

## **2. Ecología y sistema**

El ecosistema de la selva húmeda del Amazonas pone de manifiesto la enorme variedad de formas de vida. Como parte indivisible de la biodiversidad del ecosistema del lugar se encuentran, por supuesto, las aves, cuya variedad de géneros es espectacular – allí vive el 20% del total de las especies conocidas del planeta tierra (unas 9650 especies). De todas, casi 2950 de las especies de aves sudamericanas están clasificadas zoogeográficamente dentro del grupo de aves neotropicales (incluyendo a las aves migratorias de zonas neárticas, allí se encuentran 3100 especies). Es posible considerar 25 familias de la zona como endémicas y representantes de las familias *Tinamidae*, *Cracidae*, *Psophidae*, *Eurypygidae*, *Opisthocomidae*, *Steatornithidae*, *Trochilidae*, *Momotidae*, *Galbulidae*, *Bucconidae*, *Ramphastidae*, *Tyrannidae*, *Thraupidae*, *Formicariidae*, *Furnariidae*, *Dendrocolaptidae*, *Pipridae* y *Cotingidae* que se encuentran repartidas,

principalmente, por la región del Amazonas, mientras que la mayoría de las especies de aves amazónicas pertenecen al orden Paseriformes.

La mayor biodiversidad de especies de aves predomina en el Amazonas occidental (Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia) y se considera que, por ejemplo, sólo en Colombia viven 1865 especies autóctonas, de las cuales la mayoría habita también en el Amazonas. No obstante, persiste la paradoja de que el ecosistema de las selvas húmedas amazónicas es ornitológico al menos con la investigación y, tal vez, también gracias a eso, hasta la fecha los científicos pueden descubrir allí nuevas especies. Un ejemplo de los últimos años puede ser quizás el descubrimiento del Semillero de Carrizal (*Amaurospiza carriazalensis*) en Venezuela, o del Gorrión montes de los Yariguíes (*Atlapetes latinuchus yariguierum*) en Colombia.

### **3. Observación**

Pintar aves en su medio natural no puede estar exento de su observación ni del sólido conocimiento de su vida y ubicaciones para la captura y la documentación correcta. En este artículo no es ni remotamente posible, recoger y describir de forma resumida todas las especies particulares o familias, ni siquiera la propia observación y, por eso, me voy a centrar sólo en algunas familias o especies seleccionadas, con las que me encuentro habitualmente en el Amazonas y que puedo considerar como típicas o, al contrario, como raras. Son los representantes de las familias *Momotidae*, *Ramphastidae*, *Cotingidae* y la subfamilia *Thraupinae*.

**Pájaro león (*Momotus momota*).**

Tamaño: 41 cm

Extensión: de México al norte de Argentina

A pesar de que el pájaro león está considerado como una especie común, debido a su silencioso modo de vida no pertenece a las especies más frecuentemente observadas. La pareja del cuadro la pinté por la mañana en la orilla del río Nichare, donde volaban bajo cerca del suelo en la selva húmeda (Venezuela).



Fig. 1. *Momotus momota* (Pájaro león).

**Diostedé pico acanalado (*Ramphastos vitellinus*)**

Tamaño: 48 cm

Extensión: De Colombia al este de Brasil



Fig. 2. *Ramphastos vitellinus* (Diostedé pico acanalado).

**Tucán toco (*Ramphastos toco*)**

Tamaño: 60 cm

Extensión: Desde Guayana al sur de Brasil y Argentina, al oeste de Bolivia y Perú

El Tucán toco no es un pájaro típico del bosque, aunque vive en los márgenes de la selva húmeda y en la sabana. En el parque nacional Noel Kempff Mercado, donde se pueden observar generalmente, son numerosos en temporada. Sin embargo, la pareja representada la pinté en el Pantanal brasileño.



Fig. 3. *Ramphastos toco* (Tucán toco).

**Tilingo cuellinegro (*Pteroglossus aracari*)**

Tamaño: 46 cm

Extensión: Desde Venezuela al sudeste hasta Brasil



Fig. 4. *Pteroglossus aracari* (Tilingo cuellinegro).

**Tilingo pico amarillo (*Pteroglossus azara flavirostris*)**

Tamaño: 45 cm

Extensión: De Colombia a Venezuela hasta Bolivia y Brasil



Fig. 5. *Pteroglossus azara flavirostris* (Tilingo pico amarillo).

En Perú y en Colombia son una especie abundante. Sin embargo en la serranía de Maigualida en Venezuela, donde los pinté, sólo me los he encontrado de forma ocasional. Pueblan los cielos de las tierras bajas de la selva.

**Cotinga gargantimorada (*Cotinga cayana*)**

Tamaño: 22 cm

Extensión: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Venezuela y Guayana

**Arasari orejicastaño (*Pteroglossus castanotis*)**

Tamaño: 46 cm

Extensión: De Colombia a Bolivia y Paraguay y en Brasil

Especie abundante principalmente en las inmediaciones de ríos y lagunas y en la selva anegada (*várzea*). He observado con frecuencia sus bandadas en las copas de los árboles en el parque nacional Noel Kempff Mercado en Bolivia.

**Cotinga vino tinto (*Xipholena punicea*)**

Tamaño: 20 cm

Extensión: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil

Numerosas especies de cotingas habitan en las copas de los altos árboles. Bajo la piedra de Curimacare en la orilla de Brazo Casiquiare (Venezuela), donde pinté a las dos cotingas, por la mañana sobrevolaba toda una bandada de estas aves.



Fig. 6 a, 6 b, 6 c. *Cotinga cayana* (*Cotinga cayana*), *Pteroglossus castanotis* (*Arasari orejicastaño*), *Xipholena punicea* (*Cotinga vino tinto*).

**Pájaro paraguas (*Cephalopterus ornatus*)**

Tamaño: 50 cm

Extensión: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Venezuela y Guayana

Zonas de numerosas cotingas que habitan en los cielos de la selva húmeda. Especialmente por la mañana temprano, en los bosques a lo largo del río Orinoco en Colombia se puede ver a numerosas bandadas de pájaros paraguas.



Fig. 7. *Cephalopterus ornatus* (Pájaro paraguas).

**Tangara siete colores (*Tangara chilensis*)**

Tamaño: 14 cm

Extensión: Desde Colombia al este de Venezuela y Guayana, al sur hasta Brasil y hasta Bolivia

Especie selvática que habita en los cielos hasta una altura de 1400 m sobre el nivel del mar. Observé una bandada de unas 50 tangaras por la tarde en la copa de una cecropia al pie de la Serranía de la Neblina (Venezuela).



Fig. 8. *Tangara chilensis* (*Tangara siete colores*).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Clements, J. F. & Shany, N. 2001. *A Field Guide to the Birds of Peru*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Hilty, S. L. & Brown, W. L. 1986. *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton: Princeton Univ. Press.
- Hoyo del, J., Elliot, A., Sargatal, J. 2002. *Handbook of the Birds of the World* (vol. 7). Barcelona: Lynx Edicions.
- Ridgely, R. S., Greenfield, P. J. 2001. *The Birds of Ecuador* (vol. 1, 2). Cornell: Cornell University Press.
- Souza de, D. 2006. *All the Birds of Brazil. An Identification Guide*. Shrewsbury: Editora Dall/Subbuteo Books.



## **DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA**



La Amazonía del Siglo XXI es reflejo de las transformaciones medioambientales, económicas, tecnológicas, sociales y culturales globales de los últimos tiempos. Fenómenos dinámicos como la extracción de bienes naturales, la implementación de proyectos de agricultura empresarial exportadora, los cultivos ilícitos, las grandes infraestructuras físicas o la urbanización, están transformando el medio natural y tienen un impacto sobre las sociedades y culturas locales. No obstante, frente a estos procesos de insostenibilidad, se ha venido construyendo una nueva agenda que posibilita otros escenarios. La conciencia sobre la necesidad de un desarrollo sostenible, más aún en un espacio como la Amazonía, se ha visto traducido en los tratados internacionales que apuntalan un nuevo marco legal (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, Convención de RAMSAR, Convenio CITES, Convenio de Comercio de Maderas Tropicales, y Protocolo de Bioseguridad de Cartagena de Indias). Por otra parte, el nuevo paradigma técnico-científico de la sociedad sostenible del conocimiento permite que se revalorice los servicios ambientales y el conocimiento tradicional, lo que potencia el rol de los actores sociales locales y la noción de corresponsabilidad. Bajo estos postulados, las instituciones y organizaciones sociales locales son sujetos activos y dinámicos de su propio desarrollo, en una relación de cooperación y conflicto con otros actores económicos que actúan sobre la Amazonía.

El agua, un elemento clave para la vida y la reproducción de la Amazonía, también está sujeto a estas transformaciones. La gestión de este recurso escaso, símbolo de vida y también de muerte por todos los conflictos que acarrea, se da en un escenario dialéctico, en el que los conflictos por la apropiación del agua están acompañados de las potencialidades que ofrecen el desarrollo científico y la gestión local de este recurso. Los artículos recogidos en la dimensión socioeconómica reflejan estos conflictos, potencialidades y estrategias para un mejor manejo del agua en el siglo XXI. *A. Mendizabal y U. Mendizabal* abordan las contradicciones entre la necesidad de repartir el agua equitativamente para garantizar un desarrollo sostenible, y los cambios que se están produciendo en las condiciones que facilitan la apropiación de este recurso por un puñado de empresas multinacionales. En esta línea, *M. S. López Gómez y M. Gómez Uranga* alertan del riesgo que corre la biodiversidad frente a determinados acuerdos globales de propiedad intelectual, y señalan el valor de alternativas que descansen en el Convenio de Biodiversidad Biológica. *C. Ariel Salazar*, por su parte, analiza cómo se han ido extendiendo los cultivos comerciales de hoja de coca en la Amazonía colombiana. *M. Suárez-Mutis y J. Rodrigues Coura* centran su análisis en la epidemiología de una enfermedad parasitaria de gran prevalencia en esta región, como es la malaria. Frente a estos conflictos, *H. Bernal y X. Gainza* exploran las potencialidades que ofrece el nuevo marco de ciencia y tecnología, así como las posibilidades para desarrollar una institucionalidad de ciencia en la Amazonía. Por su parte, *R. Bermejo* analiza las perspectivas del uso energético del agua y la utilización del potencial energético de su molécula, ahora que la era de los combustibles fósiles toca a su fin. Así mismo, *C. García Gáfaro y M. Odriozola* reflejan el potencial de la turbina

hidrocinética para abastecer de energía eléctrica a pequeñas comunidades ribereñas aprovechando el potencial hidráulico. *A. Gómez y E. Leão de Moraes* recogen ejemplos de aplicaciones de la tecnología espacial para vigilar diversos aspectos relacionados con los recursos hídricos de la cuenca del Amazonas. Las potencialidades que ofrecen estas alternativas, están dando lugar a estrategias más sostenibles de uso y manejo del agua y otros recursos relacionados. Desde esta perspectiva, *E. Agudelo, J. C. Alonso González y C. Sánchez Paéz* subrayan la necesidad de un aprovechamiento eficaz de los recursos hídricos que vaya más allá de la esfera biológica, e incluya las dimensiones sociales y económicas. Siguiendo este discurso, *M. Ruffino y R. Roubach* destacan la importancia de las políticas de pesca y acuicultura en la región, dado que son actividades fundamentales para generar empleo e ingresos. *P. Lavelle, C. Rocha y J. J. Herrera* exploran el papel del suelo en el ecosistema, y señalan la necesidad de cambios en los sistemas presentes de conocimiento y de técnicas de manejo de suelos. Para acabar, *L. Lizcano Echeverri* alude a la importancia que tiene la medicina tradicional, y en especial para desarrollar y descubrir antioxidantes naturales a partir de recursos botánicos.

# Agua y Empresas Multinacionales

*Antxon Mendizabal*

*Urtzi Mendizabal*

## Abstract

The water is a basic element of the life. Their equitable distribution for the feeding and the protection of natural means is key for the sustainable development. But these objectives enter contradiction with the present productive model that with the on-operation and contamination of the resources makes diminish more and more decreased hydraulic resources. In this context, the fresh water of the rivers of the Amazonia is an authentic treasure coveted by all. The United States, the World Bank and the IMF are creating conditions to facilitate the access to these formidable resources, by claiming that the water is not a human right but a merchandise and, therefore, a material resource for commerce of services in terms of OMC. And these instruments allow the appropriation of water by a handful of European multinational companies, by provoking, on the contrary, the resistance of different societies that proclaim that the potable water is a universal human right.

**Keywords:** *Water, merchandise, Privatization, right, company.*

## 1. Introducción

El agua y el aire son los elementos más básicos e indispensables de la vida. La búsqueda de la vida en otros planetas diferentes al nuestro comienza con la localización del agua. Donde no hay agua no hay vida. Y las culturas indígenas nos recuerdan en diferentes lugares que cuando el agua termine, terminará la vida y terminará el mundo. En el planeta tierra, donde escasea el agua, las poblaciones emigran porque avanza el desierto, el hambre, la enfermedad y la miseria. Pero únicamente el 3% del agua de nuestro planeta es aprovechable para el consumo humano. Y una gran parte de ésta, la de nuestras fuentes, nuestros ríos y nuestros lagos, está contaminada. La agricultura moderna de nuestros países industrializados, asentada sobre la utilización masiva de fertilizantes, ha provocado también una fuerte contaminación de las aguas subterráneas por nitratos, cuya depuración es de carácter irreversible. A su vez, las aguas de la superficie terrestre sufren un fuerte proceso de contaminación derivado de la lluvia ácida, los vertidos industriales y los vertidos humanos. La consecuencia general se materializa en la pérdida acelerada de la biodiversidad. En los humanos, se contabilizan también las enfermedades infecciosas.

Los datos globales planteados por los organismos internacionales<sup>1</sup> manifiestan que el 50% de los ríos y lagos del mundo están peligrosamente contaminados. En éste contexto 1200 millones de personas carecen de acceso al agua potable; 3000 millones de personas carecen de instalaciones sanitarias y la proyectiva contabiliza para el 2025 otras 3000

---

<sup>1</sup> Social Watch. 2005.

millones de personas que sufrirán escasez de agua. En su inmensa mayoría, más del 80%, vivirán en los países en desarrollo. En estas condiciones, el 80% de las enfermedades en los países del Tercer Mundo se originan en el consumo de agua contaminada. La fría estadística contabiliza 6000 niños y niñas menores de 5 años que mueren diariamente por ésta causa .

En 1998, 28 países sufrieron la escasez del agua, y se prevé que para el 2025, 56 países recogiendo el 47% de la población mundial estarán afectados por el problema (Kucharz, T., 2004). En este contexto, el objetivo 7 de los objetivos del milenio es reducir hasta el 2015 a la mitad las personas que no tienen acceso al agua potable. En noviembre del 2002, el Comité del Pacto sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales, adoptado por los países miembros de la ONU, reconoce de forma explícita el agua como un derecho humano fundamental. Esta es también la línea de todas las intervenciones de Kofi Annan<sup>2</sup>, secretario general de la ONU. Sin embargo, la realidad emerge con toda su crudeza y cinco años después de la fijación de los objetivos del milenio, 18 millones de personas siguen muriendo cada año debido a la falta de higiene y saneamiento. La distribución del agua refleja salvajemente la distribución mundial de la renta, y así, el 85% del agua es acaparado por el 12% de la población mundial.

## 2. Amazonía y Acuífero Guarani

Las disponibilidades de agua son, de todos modos, limitadas, De una forma general se estima que de los 1,4 miles de millones de km cúbicos que hay en el planeta, sólo el 2,5% corresponde al agua dulce. El resto es sólo potabilizable con complejos procesos de desalinización de elevado coste. El continente americano, con sólo el 12% de la población contiene el 47% de las reservas de agua potable del mundo. En este contexto, adquieren especial relieve, en el continente americano, esas grandes reservas de agua dulce que representan la Amazonía y el “acuífero guaraní”.

La Amazonía abarca una enorme extensión de 7,8 millones de kilómetros cuadrados y contiene la cuenca de agua dulce más grande del mundo. Mantiene en su enorme territorio la más compleja red hidrográfica del Planeta, con más de 1000 afluentes, y contiene cerca del 20% del agua de superficie dulce del planeta<sup>3</sup>. En lo que respecta al acuífero guarani, se calcula que contiene un volumen de 55.000 kilómetros cúbicos y con una explotación adecuada podría abastecer a unos 720 millones de personas dotando diariamente 300 litros por habitante <sup>4</sup>. Extendido entre las cuencas de los ríos Paraná,

<sup>2</sup> En la inauguración del Día Mundial del Agua en 2001 Kofi Annan se expresa escribiendo: “en este nuevo siglo, el agua, su saneamiento y su distribución equitativa representan grandes desafíos sociales para nuestro mundo. Debemos poner a salvo el suministro mundial de agua potable y garantizar que todos tengan acceso a la misma”.

<sup>3</sup> Está admitido que la supervivencia de la biodiversidad mundial pasa por la preservación de esta gran reserva.

<sup>4</sup> Está en una zona estratégica la Triple Frontera, y lo comparten Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay.

Uruguay y Paraguay, el acuífero guaraní tiene una superficie aproximada 1.194.000 kilómetros cuadrados<sup>5</sup>; y supera en tamaño a España, Portugal y Francia juntos.

Su ubicación convierte ambos lugares en zonas estratégicas a nivel local, regional y mundial. Ello explica que Estados Unidos y el Banco Mundial están creando condiciones para facilitar el acceso a estos formidables recursos, bajo el argumento de la conservación y la sostenibilidad. Mientras los países europeos constatan que apenas 5 de sus 55 ríos no están contaminados, aquí hay agua y los organismos internacionales determinaron que el agua no es un derecho humano sino que puede ser una mercancía y por lo tanto sujetarse a la ley del comercio. Así, el Banco Mundial trata de moldear las legislaciones nacionales de los países sudamericanos, para que faciliten programas de inversión privada en la región sobre un recurso estratégico como es el agua; que genera energía y biodiversidad<sup>6</sup>. En la vida económica real se han hecho concesiones parciales o totales sobre el acuífero guaraní a compañías transnacionales estadounidenses como Monsanto, Wells y Bechtel Co., las francesas Suez/división ONDEO y Vivendi, las españolas Aguas de Valencia y Unión FENOSA ACEX y la inglesa Thames Water, entre otras.

A su vez, Estados Unidos, que constata que sus reservas se acaban, codicia también el acuífero guaraní y la Amazonía. En efecto, el 40% de los ríos y lagos de los Estados Unidos, así como acuíferos como el Ogallala<sup>7</sup>, están contaminados o en franco descenso debido al uso de agro-tóxicos y la sobreexplotación. En este sentido, adquiere una especial relevancia el Plan Colombia, en el que tras el proclamado objetivo de la lucha contra el narcotráfico encontramos un objetivo más real que trata de controlar una superficie de 3,5 millones de kilómetros cuadrados en los que se encuentran los territorios amazónicos pertenecientes a Colombia, Ecuador, Perú, frontera de Brasil y Venezuela; rica en biodiversidad, agua dulce, petróleo, minerales y vías fluviales. La conjunción del Plan Colombia y la presencia militar norteamericana para el monitoreo de la Triple Frontera, son avances claves de los Estados Unidos para acceder a estos grandes recursos. La política de Estados Unidos aparece escrita en el 2002, a finales del gobierno de Bill Clinton, en el documento de Santa Fe IV preparado por el partido republicano, en el que se manifiesta que los “Estados Unidos debe asegurarse que los recursos naturales del hemisferio estén disponibles para responder a nuestras prioridades nacionales”. Evidentemente, el Pentágono manifiesta que el “verdadero interés de Washington en ambas zonas radica en su potencial concentración de actividades terroristas”.

<sup>5</sup> El 70% le corresponde a Brasil, el 19% a la Argentina; el 6% a Paraguay y el 5% restante a Uruguay.

<sup>6</sup> A partir del 2001 el Banco Mundial financia, a través del Fondo Mundial para el Medio Ambiente ((GEF), proyectos que involucran organismos alemanes, holandeses y programas de la ONU buscando “el desarrollo sustentable del acuífero”. En este proceso, en Noviembre del 2003, se reunieron los integrantes del MERCOSUR con el BM y se firmó el proyecto de protección ambiental y desarrollo sustentable del Sistema Acuífero Guarani.

<sup>7</sup> Se trata de un enorme acuífero que se extiende por 8 Estados desde Dakota del Sur hasta Texas y que en algunas zonas ha disminuido su caudal hasta 30 metros.

### 3. La Privatización del Agua

El reparto equitativo del agua para la alimentación y la protección del medio natural son las claves para el desarrollo sostenible. Pero estos objetivos entran en contradicción con el modelo productivo actual, que con la sobreexplotación y contaminación de los recursos hace disminuir los cada vez más mermados recursos hidráulicos. Los analistas coinciden en afirmar que el agua será uno de los principales factores limitantes de la expansión económica y su control estratégico será fuente permanente de conflictos, tal como ha sido el siglo XX con las guerras y disputas por el control del petróleo<sup>8</sup>.

Hasta los años 70 el suministro de agua estaba garantizado por las entidades comunales o públicas. Basándose en la afirmación de que el agua es un bien común que debe ser suministrado para el bien de todas las personas, el 95% de este suministro era público. Sin embargo la crisis de los modelos de acumulación que habían sido hasta esa época dominantes en la fase posterior a la Segunda Guerra Mundial<sup>9</sup> inaugura el periodo de la mercantilización de los servicios públicos. De esta manera, el agua se convierte en una mercancía más que debe ser gestionada con criterios de la economía de mercado.

Los programas de gestión urbana lanzados por la Unión Europea y el Banco Mundial a finales de los 80, privatizando los servicios urbanos, consideran que el suministro del agua tiene que ser productivo y rentable. Se trata por lo tanto de crear un mercado del agua y la política del agua debe generar beneficio. De esta manera, las autoridades locales pierden el control democrático sobre los servicios urbanos y sobre las decisiones estratégicas en el suministro del agua, y surgen monopolios en los que participan grande inversores con estructuras empresariales que dominan el proceso. Asistimos así al desmantelamiento de la gestión pública y a la exclusión de los servicios de agua.

La lógica de la competitividad reduce la calidad de los servicios, derivada de la externalización de los costes laborales y de la subcontratación de servicios técnicos a terceros, que utilizan criterios de reducción de costos. La creación de grandes mercados de agua demanda a su vez grandes infraestructuras en forma de presas, trasvases, etc. rompiendo con el modelo de abastecimiento local, integral y autónomo (Kucharz T., 2004). La consecuencia social más detectable de estos procesos de privatización es la subida del precio de un bien de primera necesidad como es el agua, que afecta directamente a la salud, bienestar e higiene de las poblaciones más desfavorecidas<sup>10</sup>. Hay que considerar que

<sup>8</sup> El control del agua genera de hecho hoy conflictos locales de gran intensidad entre Israel, Palestina y Jordania, entre Botswana y Namibia, entre Malasia y Singapur, etc. También hay conflictos por el agua en las cuencas del Mar Aral, Jordán, Nilo, Tigris y Eufrates (SODEPAZ,2008). La sequía del agua enfrenta también, por la cuestión de los trasvases, a comunidades como Cataluña y Aragón en el Estado Español.

<sup>9</sup> Se trata del modelo de Sustitución de Importaciones en los países en vías de desarrollo; del modelo Fordista-Keynesiano en los países industrializados y del Modelo Socialista en el llamado segundo mundo.

<sup>10</sup> Estudios realizados en Cochabamba, Bolivia, muestran que la privatización del agua a comienzos del milenio incrementó su precio en un 200%. Otras investigaciones muestran que en Conakry, Guinea se dispara el precio del agua en un 500% en tan solo 5 años. La investigadora Soledad Jarquin, enviada del CIMAC a la Cumbre de la OMC en Cancún manifestó que se han documentado casos de mujeres jefas de familia de

a comienzos del milenio el 80% de los servicios del agua privatizada, con una población equivalente a 270 millones de consumidores, están controlados por solo 3 empresas europeas. El restante 20% está controlado por un pequeño grupo de empresas europeas y estadounidenses.

#### 4. Agua y OMC

El agua como servicio de agua potable y saneamiento básico también se encuentra en el acuerdo general sobre el comercio de servicios de la OMC. La Unión Europea está presionando para que más de 80 países incluyan estos servicios bajo las reglas del Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios de la OMC. De esta manera la OMC y los Tratados de Libre Cambio promueven un desarrollo agro-industrial que conlleva al acaparamiento de las fuentes de agua por las grandes empresas en detrimento de los pequeños productores, de las comunidades campesinas y de las comunidades indígenas<sup>11</sup>. Es evidente que la aplicación de las reglas de libre comercio a nivel de acceso a mercados, servicios, inversiones, agricultura y propiedad intelectual, produce la mercantilización del agua y la privatización de este recurso esencial para la existencia de todos los seres vivos. En consecuencia de este proceso, como ya hemos manifestado, la gestión histórica de las diversas culturas y poblaciones del mundo de este recurso vital, será sustituida por una lógica del mercado que limita el acceso al agua a la capacidad de pago de la población.

La mercantilización del agua y su subordinación a las reglas de la OMC la convierte en una simple mercancía en un mercado global; y la convierte en un bien comercializable y adaptado para el negocio privado. En el mismo sentido la OMC ubica a los derechos de los inversionistas por encima de los derechos humanos o de la protección del medio ambiente; de manera que las leyes que aseguran los servicios sociales y protegen el agua pueden ser calificadas de “barreras al comercio” y por tanto forzadas a su anulación.

#### 5. BM, FMI y Agua

El Banco Mundial ha sido un impulsor tanto de las políticas de privatización del agua como de la estipulación de su precio, controlando el acceso a este elemento vital. Esta política ha causado una gran preocupación en muchos países del Tercer Mundo en los que el poder adquisitivo de su población difícilmente puede afrontar la tarifa del agua. Una vez establecida la tarifa, las empresas que funcionan con el criterio del máximo beneficio, no han mostrado pudor para aumentar considerablemente el precio. Y a medida que las compañías expanden su margen de ganancia surgen las resistencias a la privatización, los

---

Colombia y Filipinas en donde cuando les cortan el servicio porque ya no lo pueden pagar, vuelven a utilizar agua contaminada.

<sup>11</sup> La visión mundial del agua aprobada en el Segundo Foro Mundial del Agua del año 2000 promueve el uso de semillas transgénicas que reducen el consumo del agua. Estas semillas están patentadas y sujetas a las reglas de propiedad intelectual de la OMC y de los TLCs.

cortes de servicio a la población y estallidos violentos como los vividos en Bolivia<sup>12</sup>, Argentina y Sudáfrica.

Las consecuencias sociales son también importantes. Este es el caso de la epidemia de cólera generada por estas políticas, que afectó en el sur de África a más de 10.000 personas. Con esta política el FMI y el Banco Mundial han querido crear un escenario atractivo para las potenciales inversiones de las corporaciones transnacionales. Los acuerdos firmados otorgan a las corporaciones transnacionales derechos sin precedente sobre éste vital elemento. La multinacional Monsanto, que calcula que el agua se convertirá en un mercado multimillonario en las próximas décadas, plantea obtener ingresos de 420 millones de dólares en India y México con sus negocios de agua (Barlow M., 2004).

El FMI y el Banco Mundial ejercen una presión sobre numerosos países en vías de desarrollo en el marco de los programas de ajuste estructural, exigiendo la privatización de los servicios de agua potable, riego o energía eléctrica, como condición de la concesión de los nuevos créditos o de la renegociación de la deuda externa de esos países. Así, a comienzos del milenio el FMI obligó a la privatización del agua de 16 países denominados como subdesarrollados. Entre ellos encontramos Angola, Benín, Guinea-Bissau, Honduras, Nicaragua, Nigeria, Panamá, Ruanda, Santo Tomás y Príncipe, Senegal, Tanzania y Yemen. Se trata de países muy pobres y altamente endeudados con los bancos multilaterales<sup>13</sup>.

## 6. Transnacionales y Agua

Los tratados de comercio global, mercantilizando el agua, se han convertido en las herramientas más importantes para las multinacionales del agua. Se ha creado así un escenario en el que las empresas multinacionales disputan el manejo y la rentabilidad de los servicios del agua. La primera observación nos muestra que el mercado mundial del agua está dominado por un puñado de empresas multinacionales europeas. Esto ha sido evidentemente posible por el apoyo de las instituciones y gobiernos europeos a este proceso (Cabellos,2007). No se explica la penetración del capital europeo en la gestión del agua de las grandes urbes de los países del sur sin la creación del mercado único europeo y los procesos de reestructuración que se plantearon en este ámbito.

El avance de la privatización es bien real. Si en 1990 las empresas privadas gestionaban el suministro de agua de 51 millones de consumidores en 12 países, en el 2002 suponían 300 millones de consumidores ubicados en 56 países. Tres compañías controlan mayoritariamente el mercado mundial del agua. Se trata de las francesas Suez Ondeo con presencia en 130 países y Veolia (antes Vivendi ) con presencia en 90 países; seguidos de la

<sup>12</sup> Cuando el BM exigió a Bolivia la privatización del agua, éste contrató a la compañía Bechtel Enterprises de Estados Unidos para que se hiciera cargo del servicio de agua en Cochabamba. Cuando Bechtel comenzó a aumentar el precio del agua, Cochabamba fue paralizada por una huelga. Tras cuatro meses de disturbios, el gobierno boliviano se vio obligado a retirar Bechtel de Cochabamba.

<sup>13</sup> SODEPAZ, 2008.

anglo-alemana RWE Thames Water. Aparecen en un segundo rango las empresas estadounidenses Neron Azurix y Bechtel, que como hemos descrito, ésta última protagonizó un duro conflicto con el pueblo de Cochabamba a comienzos del milenio. Encontramos después empresas de capital inglés como Severn Trent y Kelda, con presencia en los mercados de China, Alemania, Canadá y Holanda. En el Estado Español son Aguas de Barcelona (filial de Ondeo) y Aqualia (filial de la constructora FCC) las que controlan la mayor parte del suministro de agua.

La expansión de estas multinacionales en las urbes del Sur no ha estado exenta de problemas económicos y resistencias de todo orden. A esto hay que añadir los problemas que las grandes multinacionales del sector como Suez Ondeo, Veolia y RWE han encontrado ante la incapacidad de muchas poblaciones del Sur a pagar sus facturas de agua<sup>14</sup>. Se acumulan aquí una cantidad de problemas políticos, económicos y financieros, que sin lugar a dudas, afectan a la estrategia general de privatización de los servicios públicos.

De una forma general, las empresas multinacionales impulsan la privatización por todos los lugares al objeto de controlar el negocio del agua. Bechtel y Monsanto se distinguen por esta política en países como la India, Bolivia y México; Veolia y Suez se están adueñando del mundo y controlan el acceso al agua potable de cientos de millones de personas. El objetivo principal de estas corporaciones son los servicios de agua de los grandes núcleos urbanos, y su estrategia de crecimiento se dirige a la privatización de territorios y biorregiones, fomentando la construcción de grandes infraestructuras hidroeléctricas dirigidas a abastecer las áreas de alto consumo agronómico, industrial y urbano. En algunos países como Argentina y Chile se han privatizado ríos enteros para el uso exclusivo de las grandes corporaciones transnacionales (Sodepaz, 2008). Aparecen también los primeros casos de “hidropiratería”, localizados en la desembocadura del Amazonas<sup>15</sup>, en la que grandes buques petroleros llenan sus reservas de agua dulce, con una capacidad unitaria cercana a los 250 millones de litros, antes de salirse de las fronteras nacionales<sup>16</sup>.

La industria del embotellamiento ha resultado ser otro próspero negocio (Gatti, 2007). Se considera que supera en ganancias a la industria farmacéutica. Cuatro transnacionales (Coca-Cola, Pepsicola, Nestle, y Danone) controlan gran parte de este proceso. Destaca también la empresa española Endesa en la construcción de centrales

<sup>14</sup> Ondeo perdió más de 500 millones de dólares cuando cientos de miles de personas dejaron de pagar sus facturas en plena crisis económica argentina.

<sup>15</sup> La desembocadura del río Amazonas en el océano Atlántico adquiere una anchura de 320 kilómetros, que dificulta su control por parte del Estado Brasileño, y una profundidad media en torno a los 50 metros que permite la navegación de un gran buque.

<sup>16</sup> Su objetivo es el contrabando de agua que luego será embotellada o el contrabando de micro-organismos, peces u otras especies cuyo tratamiento es actualmente desconocido.

hidroeléctricas en Guatemala<sup>17</sup>, así como su actual proyecto de construcción de una gran represa en la Patagonia Andina<sup>18</sup>.

Esta actividad de las empresas multinacionales, afectando de una u otra manera al agua, se refleja en muchos sectores. Así, Argentina y Uruguay se enfrentan por su diferente valoración ante los proyectos del Grupo Ence (España) y Botnia (Finlandia) en la localidad de Fray Bentos, en Aguas del río Uruguay, que pretenden construir empresas de producción de celulosa y papel, cuyas consecuencias sobre el medio ambiente son bien conocidas.

En lo que respecta a la industria maderera se reprocha a las empresas madereras y a los empresarios de la soja la financiación, juntamente con los latifundistas, de cerca de 95.300 kilómetros de carreteras ilegales, en datos de la revista Consumer (Eroski), que permiten la explotación de la madera y de la soja en amplios territorios de la Amazonía. Estas carreteras abren paso a los “bulldozers” que ya han arrasado al 17,5% de la Amazonía, según datos del Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF).

Esta realidad converge con la denuncia de más de 100 ONGs de la República Democrática del Congo, que manifiestan que se han otorgado, a partir del 2005, 103 concesiones a empresas madereras, que abarcan un territorio de 147.526 kilómetros cuadrados. Estas entidades no gubernamentales manifiestan que hay un plan del Banco Mundial para abrir zonas de bosque tropical a las empresas madereras, que van a permitir una tala de 600.000 kilómetros cuadrados en el segundo pulmón verde del planeta donde habitan 35 millones de personas, que viven en los bosques y dependen de sus recursos<sup>19</sup>.

En lo que respecta a la minería, mencionaremos el proyecto binacional que pretende realizar la multinacional minera Barrick Gold, en la alta cordillera de Chile y Argentina que bajo el objetivo de encontrar oro pretende eliminar los glaciares milenarios que cubren el mineral<sup>20</sup>. En fin, terminaríamos mencionando las actividades de los empresarios del narcotráfico que destruyen selva o bosques, en América y Asia, para sembrar coca y amapola.

## 7. El Agua no es una mercancía

Reducir al agua a la categoría de un bien económico y luego categorizar la economía del agua como una economía de mercado, conlleva a posibilitar la privatización y convierte en inevitable la mercantilización del agua. Los procesos de privatización y desregulación asentados junto a la implantación del modelo neoliberal en los años 90

<sup>17</sup> El modelo hidroeléctrico tiene antecedentes terribles en Guatemala. Así, el conflicto que generó la construcción de la represa sobre el río Chixoy en la década de los años 70 se saldó con cerca de 400 personas asesinadas por los paramilitares, porque se oponían al proyecto.

<sup>18</sup> Han adquirido los derechos sobre el agua al gobierno de Chile, y planean sepultar 6000 hectáreas de bosques vírgenes y alerzales milenarios.

<sup>19</sup> En datos del Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales.

<sup>20</sup> Estos glaciares que se pretenden destruir son la reserva acuífera de los pueblos que habitan en la zona cercana al desierto de Atacama, considerado el lugar más seco del mundo.

convirtieron el bien público en bien económico y defendieron que eran los proveedores privados los que mejor podían atender la satisfacción de esta necesidad.

Sin embargo, las resistencias de las diferentes sociedades contra las consecuencias de la privatización, reclaman proclamar que el agua potable es un derecho humano universal. En esta nueva óptica todo el mundo debe beneficiarse de los recursos hidráulicos. Una moratoria mundial sobre la privatización de cualquier servicio público podría ser una de las propuestas políticas de los nuevos movimientos sociales y políticos. En este sentido debemos exigir que un suministro adecuado de agua sea un derecho humano básico, garantizado por cualquier poder político; y ello exige desarrollar los servicios públicos y proteger los recursos ecológicos.

La cristalización de estos criterios solo es posible dejando el agua fuera del alcance de la OMC y con ello de los acuerdos comerciales internacionales que se pudieran firmar al respecto. En sustitución de lo planteado, la comunidad humana necesitaría un nuevo convenio internacional sobre el agua que reconozca que éste es propiedad de la comunidad y no un bien subordinado a la economía de mercado. Es por lo tanto un bien cuya protección le corresponde al Estado, pero cuya propiedad y usufructo corresponde a los pueblos, comunidades y sociedad. Es evidente que una convención internacional del agua entroncada en estos principios sería una poderosa fuerza para contrarrestar las estrategias de las empresas multinacionales y un poderoso impulso para garantizar un suministro de agua para todos.

Los organismos de derechos humanos de la ONU son conscientes del problema, cuando en Noviembre del 2002 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales publicó en el Comentario General nº 15 que “el agua debe tratarse como un bien social y cultural y no principalmente como una mercancía económica”. En la misma dirección, pero de manera más rotunda, el Foro Alternativo del Agua (González E, 2006) proclama que “el agua, en todas sus formas, es un bien común y su acceso es un derecho humano fundamental e inalienable. El agua es un patrimonio de las comunidades, de los pueblos y de la humanidad, principio constitutivo de la vida en nuestro planeta. El agua no es mercancía”. Es un derecho y no sólo una necesidad<sup>21</sup>. Por eso son cuestionables todas las formas de privatización, inclusive la asociación pública-privada, que han mostrado serias limitaciones, en todo el planeta<sup>22</sup>. Queda ahora para nosotros convertir las declaraciones en compromisos reales.

## BIBLIOGRAFÍA

Arrojo P. 2006. *El reto ético de la nueva cultura del agua: funciones, valores y derechos en juego*. Barcelona: Paidós.

<sup>21</sup> Así lo ha entendido recientemente la resolución del encuentro internacional “Pueblos indígenas, estado plurinacional y derecho al agua” celebrado en Marzo-2008 en Quito.

<sup>22</sup> OML. Observatorio de las Multinacionales en América Latina. 2006.

- BÄR R. 2005. *El agua necesita la protección del derecho internacional*. Social Watch. Informe 2005. Suiza. <http://www.socialwatch.org/es>.
- Barlow M. 2004. *Oro Azul: Las Multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo*. Barcelona: Paidós.
- Bernal H. 2006. *Amazonía : Biodiversidad Sostenible*. Universidad País Vasco. Leioa.
- Cabellos A. 2007. La Unión Europea financia la privatización del agua. Madrid: OMAL.
- Castro G. 2007. Por el reconocimiento del acceso al agua y a la electricidad como derechos humanos. Madrid: OMAL.
- CENSAT. 2005. 'Los ambientalistas demandamos el tratado de libre comercio', [bilaterals.org. http://www.bilaterals.org/article.php3?](http://www.bilaterals.org/article.php3?)
- Crespo F. C. 2000. 'La guerra del agua en Cochabamba: movimientos sociales y crisis de dispositivos de poder', *Ecología Política*. 20. Barcelona: Icaria.
- Eroski. 2007. 'La deforestación disminuye en la Amazonía por tercer año consecutivo' *Consumer*. nº 12, Diciembre.
- FAO. 2001. *Situación de los bosques del mundo*. Informe SOFO. [www.fao.org/DOCREP/](http://www.fao.org/DOCREP/).
- Farfan E. 2004. 'Navios roubam água dos rios de Amazônia', *Eco* 21. Nº 93. Brasil.
- Frers C. 2008. 'El agua es la vida....no la desperdicias', *SODEPAZ*. <http://www.sodepaz.net>.
- Gatti. D. 2007. *El pingüe y turbio negocio del agua embotellada*. Madrid: OMAL.
- Gonzalez E. 2006. 'Grandes declaraciones en la gestión del agua. Observatorio de las Multinacionales en América Latina', OMAL. <http://www.omal.info/www/article>.
- Gonzalez E. 2006. *Aqua: de recurso vital a mercancía de las multinacionales*. Madrid: OMAL.
- Grenpeace, Otros. 1999. *Planteando cara a la deforestación: Informe de Grenpeace sobre la industria de la madera en la Amazonía Brasileña*. Madrid: Grenpeace.
- Grosse R., Thimmel S., Taks J. 2004. *Las canillas abiertas de América Latina*. Montevideo: Casa Bertolt Brech.
- Jarquin, S. 2003. 'Exigen excluir agua de acuerdos de OMC', <http://www.cimacnoticias.com/>.
- Kucharz T. 2004. 'El comercio con los servicios y la privatización del agua', *El Clarion*. <http://www.stes.es/comunicacion/clarion>.
- larbi M. 2005. *Las batallas del agua: por un bien común de la humanidad*. Madrid: Editorial Popular.
- Llamas M. R. 1995. 'La Crisis del Agua : ¿Mito o realidad ?', *Tai dei Convegni Lincei*. Nº 114. Academia dei Lincei. Roma.
- Martinez J. M. 2004. *Agua y Desarrollo Sostenible: vida, medio ambiente y sociedad*. Madrid: Fundación Iberdrola.
- Merrett S. 2005. *The price of water: studies in water resource economics and management ?*. London: IWA.
- Mikail B. 2007. 'L'or bleu, nouvel enjeu géopolitique ?', *La Revue Internationale et Stratégique*, Nº 66. Paris.

- Moral L. 2003. 'El agua, un despilfarro interesado', *Archipiélago N° 57*.
- Naciones Unidas. 2005. *Informe anual sobre Desarrollo Humano*. Programa para el Desarrollo (UNDP).
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales.  
<http://www.ohchr.org/spanish/law/cescr.htm>.
- Petrella R. 2002. *El Manifiesto del Agua*. Madrid: Icaria.
- PNUD. 2001. *La guerra del agua. Protesta y acción social en Cochabamba*. PNUD.
- REDES. 2007. 'La presencia de las corporaciones del Agua en América Latina', *Amigos de la Tierra*. Octubre. Uruguay.
- Resolución del encuentro internacional 'Pueblos indígenas, estado plurinacional y derecho al agua'. 2008. Quito.<http://www.rebelion.org/noticia.php?>.
- San Sebastian M. 2000. *Informe Yana Curi: Impacto de la actividad petrolera en la salud de poblaciones rurales de la Amazonía Ecuatoriana*. Madrid: Icaria.
- Shiva V. 2004. *Las guerras del agua: contaminación, privatización y negocio*. Barcelona: Icaria.
- Strang V. 2004. *The meaning of water*. Osfond: Berg.
- UNESCO. 2003. *La Crisis Global del Agua*. ONU.
- Visca P. 2005. 'Grandes empresas refuerzan economías basadas en recursos naturales', *Tercer Mundo Económico*. N° 196. Septiembre. Madrid.
- W.R.M. 2005. *Pueblos Indígenas. Sus bosques, sus luchas, sus derechos*. Montevideo: W.R.M.



# **El respeto a la biodiversidad amazónica en la era de las patentes**

*María del Socorro López Gómez*

*Mikel Gómez Uranga*

## **Abstract**

Patents have become one of the most used instruments for the private appropriation of biological resources. Hence, the problems of the Amazon can not be confined to the impact of the improper exploitation of water resources and, in this sense, it is necessary to consider the economical and social consequences of the development of patents for all developing countries. Intellectual property agreements relating to the trade - TRIPS- suppose, for the first time in history, the regulation of intellectual property explicitly and specifically, for trade. This protection gives multinationals the opportunity to gain mastery of natural resources of lower-income communities.

**Keywords:** *Patents, biodiversity, Intellectual property agreements.*

El estudio sobre la gestión internacional de un recurso tan vital para todas las comunidades como es el agua, no puede dejar al margen la reflexión sobre el papel que juegan los derechos de propiedad intelectual, sobre todo en lo que se refiere al denominado “conocimiento tradicional” y el uso de la biodiversidad. Aunque los criterios globalizadores imponen cada vez con mayor intensidad cómo se debe utilizar el conocimiento, el debate académico sobre la privatización del conocimiento sigue vigente. La conveniencia de protección o apertura de los sistemas y las leyes en derechos de propiedad intelectual (DPI) dependen del contexto económico de cada país; es decir, que las condiciones de desigualdad económica y social entre los países implica que deben tomarse medidas diferenciadas. Pero irreversiblemente, se avanza en un proceso de homogenización a través de convenios y tratados liderados por los países desarrollados, especialmente por Estados Unidos, en condiciones asimétricas de poder de negociación.

Los Acuerdos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio – ADPIC (TRIPs por sus siglas en Inglés) suponen por primera vez en la historia la regulación de la propiedad intelectual explícita y específicamente para la comercialización. Esa protección otorga a las multinacionales la posibilidad de hacerse con el dominio de recursos relacionados con las biotecnologías, y con parte importante de los recursos naturales de las comunidades de menores ingresos.

## **1. Introducción**

La Amazonía es la mayor reserva de agua dulce y de biodiversidad que tiene el planeta. Abarca ocho países y el territorio de la Guyana Francesa (Brasil, Bolivia, Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela, Surinam y Guyana). Este privilegio de la región se ha convertido al mismo tiempo en su mayor amenaza, pues estos recursos acuáticos y la vida que de ellos se derivan son altamente apetecidos por intereses geopolíticos de los países desarrollados y por el capital privado. Las patentes se han convertido en uno de los mecanismos más utilizados para la apropiación privada de los recursos biológicos. Es por ello, que la problemática de la Amazonía no puede reducirse al impacto que reciben las comunidades indígenas y el medio ambiente por la indebida explotación de los recursos hídricos y biológicos; la vulnerabilidad de la región es mucho más dramática, teniendo en cuenta por un lado la racionalidad que subyace en dicha explotación y por otro, las consecuencias políticas económicas y sociales para todos los países en desarrollo y ni qué decir para los países que conforman la región amazónica. Si bien son evidentes los intereses de empresas petroleras, madereras, pesqueras, y de organizaciones ilícitas como el narcotráfico, etc., así como sus prácticas, en torno a la explotación comercial de los recursos amazónicos, son mucho menos tangibles las prácticas y consecuencias de las grandes multinacionales farmacéuticas, biotecnológicas y nanotecnológicas, en lo que tiene que ver con la biopiratería.

La biopiratería es la apropiación indebida del material biológico y de recursos genéticos de regiones ricas en biodiversidad, así como la apropiación de los conocimientos tradicionales de las comunidades, todo ello para ser explotados comercialmente sin autorización de sus poseedores originarios, y sin dar ninguna retribución económica. En otras palabras, la biopiratería es el robo de la biodiversidad y del conocimiento legendario que las comunidades tienen de su hábitat biodiverso, incluyendo técnicas y usos medicinales. Vivas (2005) por ejemplo, reconoce tres casos particulares de biopiratería: el primer caso, se da por la apropiación indebida por medio de patentes de la materia en estado natural, pese a que en las leyes nacionales e internacionales suscritas por la mayoría de los países, la materia en estado natural no es patentable; el segundo caso de biopiratería se presenta con el acceso ilegal de material genético y su inclusión en las invenciones patentables, y el tercer caso, es aquel en el cual el inventor, aun teniendo contrato de acceso, la patente y su uso, no está contemplada entre los actos autorizados en dicho contrato.

La homogenización y el fortalecimiento de los DPI, consolidaron de alguna manera el desarrollo de la biotecnología y otras disciplinas que demandan alta relación entre la ciencia y la tecnología, pero al mismo tiempo estas interrelaciones entre los DPI y este desarrollo de las ciencias de la vida, junto con el paradigma de comercialización del conocimiento, han dado paso abierto a la biopiratería afectando principalmente a los países megadiversos y a los de mayor pobreza. Esto debido a las consecuencias obvias en el alza de precios de los productos patentados y por las restricciones que dichas patentes colocan al uso abierto de insumos utilizados en las prácticas alimenticias y curativas de las poblaciones que han sido objeto del saqueo. No debe menospreciarse el “efecto que el

esfuerzo intelectual indígena ha tenido en el desarrollo de productos de gran utilidad, e incluso de nuevos medicamentos, productos alimenticios, cultivos, tintes y colorantes, perfumes y cosméticos entre otros, que han sido extensamente utilizados por la humanidad y difundidos de forma evolutiva entre las diferentes culturas.” (Vivas, 2005: 223).

## **2. Los Derechos de Propiedad Intelectual en los Tratados de Libre Comercio y consecuencias para la biodiversidad y el conocimiento tradicional en la Gran Amazonía**

La creación de la OMC y la firma de los ADPIC forman parte de la instauración de un nuevo paradigma en las relaciones internacionales. Los ADPIC suponen por primera vez en la historia, la regulación de la propiedad intelectual explícita y específicamente para la comercialización. Este cambio cualitativo y radical, internacionalizó los intereses de los países de la OCDE y en especial de EEUU referidos a la alta protección a las multinacionales cuya producción está centrada en las nuevas disciplinas científico - tecnológicas (biotecnología, la nanotecnología, la informática y la telemática), mediante el fortalecimiento y homogenización de los Derechos de Propiedad Intelectual.

Los ADPIC, fueron la última negociación multilateral en materia de DPI con algunos ajustes en la Declaración Ministerial Doha, pues hoy los países desarrollados liderados especialmente por Estados Unidos, están ejerciendo fuertes presiones económicas y políticas a los países en desarrollo, como son los casos de Costa Rica, Panamá, Salvador, Colombia, Perú, Ecuador entre otros, para que se adhieran a los llamados “tratados bilaterales” (los TLC), con consecuencias negativas en materia de Propiedad Intelectual. Con esta preferencia de la modalidad bilateral frente al multilateralismo, EEUU se ha encargado de elevar las exigencias en temas no comerciales como los ADPIC Plus, endureciendo las normas progresivamente sin posibilidades de retorno, pero en cambio dichas normas sí garantizan el control del mercado por parte de las grandes multinacionales en temas tan sensibles como son la biodiversidad, la salud pública, la seguridad alimentaria y la cultura.

Las pretensiones de Estados Unidos en los TLCs buscan por un lado homologar las legislaciones de los países en desarrollo a su legislación en asuntos que amplían el campo (*scope*) de la patente, así como el tiempo de la patente, pero por otro lado, presionan a la contraparte a renunciar a medidas de tipo político que le permiten una relativa y ya disminuida autonomía permitida en los ADPIC, en el manejo de los Derechos de Propiedad Intelectual. Por ejemplo, respecto al alcance de la protección, muchos países contemplaban el requisito de la actividad inventiva y de aplicación industrial, y este se ha cambiado o se ha incluido en la negociación la obligatoriedad de interpretarlos por los criterios de “no obviedad o no evidentes” y el de útil “usefull”, tal como lo contempla Estados Unidos en sus evaluaciones de patentes, ampliando así sustancialmente el ámbito de patentabilidad (Levis, 2005). Esto permite comprender las patentes sobre microorganismos, plantas y animales, que en determinadas legislaciones estaba prohibida, porque aun cuando no se

tenga expectativas de producción industrial, se considera la utilidad que se explicita en la solicitud de la patente.

Adicionalmente, las imposiciones para ampliar el ámbito de patentabilidad, rompen acuerdos regionales pre establecidos, como es el caso de la Comunidad Andina de Naciones – CAN, con el Acuerdo de Cartagena y su Decisión 486, la cual basada en los ADPIC, establecía ciertas limitaciones entre otras cosas a la posibilidad de patentar, por no considerarlas como invenciones los descubrimientos y el todo o parte de seres vivos tal como se encuentran en la naturaleza; Adicionalmente, el Art. 20 de la misma decisión en sus literales C y D (Artículo 27 apartado 1 y 2 flexibilidad de los ADPIC), excluye entre las invenciones ha ser patentadas, los animales y plantas y los procedimientos esencialmente biológicos para su obtención; también los métodos terapéuticos o quirúrgicos para el tratamiento humano o animal, así como los métodos de diagnóstico aplicados a éstos.

Las Decisiones del Acuerdo de Cartagena son normas de aplicación directa en los países miembros a partir de la fecha de su publicación en la gaceta oficial del Acuerdo, es por ello, que en materia de propiedad industrial, la decisión 486 hace parte del ordenamiento jurídico interno de dichos países (López, S. y otros 2006). De tal suerte que si un país firma lo contrario en un acuerdo bilateral, está desconociendo de facto el Acuerdo Regional.

La patentación de organismos vivos, plantas y animales, es crucial en los ingresos que generan para las industrias biotecnológicas y de recursos genéticos, cuyas fuentes son estratégicas en los países de alta biodiversidad tales como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Brasil, quienes comparten la Amazonía y tienen otras condiciones propias que generan entornos únicos. Adicionalmente Estados Unidos a través de sus Organizaciones no Gubernamentales (ONGs), está promoviendo la Amazonía y sus ecosistemas como un bien común para la humanidad (Brack, 2007) – La principal riqueza de éstos países – pero a cambio las patentes que surgen de este banco genético crean una propiedad privada monopólica sobre el uso del mismo recurso.

Vivas (2005), resume en tres los problemas que se desprenden de la legislación internacional en materia de patentes y su relación con la biodiversidad así:

El primero es que las patentes se otorgan siempre que se cumplan sus requisitos de novedad, no obviedad y utilidad (aplicación industrial), sin considerar si los recursos biológicos o genéticos fueron adquiridos legalmente, permitiendo la biopiratería. El segundo problema se presenta con la renuncia de los países a no admitir las patentes sobre microorganismos, teniendo en cuenta que la mayoría de la biodiversidad está en estos microorganismos y no sólo en las plantas y animales y, el tercer problema tiene que ver con los mismos mecanismos del proceso de patentación, para verificar si se han utilizado recursos genéticos de manera legal en la obtención del producto patentable.

Otro asunto importante que afecta todos los aspectos en materia de patentes es que los países en los TLC renuncian literalmente a revocar o caducar patentes por una razón que no sea la que justifique el rechazo de la patente, renunciando así entre otras cosas, al

derecho de revocar una patente cuando se compruebe que no tuvo en cuenta el régimen de acceso a material biológico o genético.

Las exigencias de Estados Unidos en materia de Derechos de Propiedad Intelectual, por un lado, impide incluir entre los planes de desarrollo, los objetivos de referencia derivados del CBD<sup>1</sup> y de la misma Declaración de Doha y por otro, causa efectos directos e indirectos sobre la salud pública, al control y explotación autónoma de la biodiversidad y a la seguridad alimentaria, al reducir el acceso a los medicamentos, controlar el mercado de semillas, privatizar el conocimiento tradicional, apropiarse del patrimonio bioquímico y genético derivado de la biodiversidad, entre otras acciones, debido a la incidencia de las medidas y de los ADPIC plus, en el aumento exagerado de precios; en la colocación de límites a la producción y comercialización de genéricos; en la protección de información valiosa para la transferencia y el desarrollo tecnológico de los países adherentes a los tratados (protección de datos de prueba, exclusión de la excepción por uso experimental y exclusión de la excepción bolar). Veamos dos ejemplos que introducen en la dimensión de las implicaciones de los ADPIC plus, el caso de las patentes sobre el conocimiento tradicional y el caso sobre las patentes de plantas y animales.

## 2.1. Conocimiento tradicional derivado en patentes

Siguiendo a Zerda (2003), ilustramos a grandes rasgos el concepto del conocimiento tradicional y el significado e implicaciones para las comunidades.

En el conocimiento tradicional se inserta también el llamado conocimiento vernáculo, el cual se caracteriza por a) ser producto de un sistema dinámico que se conserva con el tiempo, pero también se actualiza y tiene permanentes desarrollos al interior de los pueblos indígenas; b) es parte integral de los ambientes sociales y físicos de las comunidades; c) es un bien colectivo de la comunidad, fundamental para la supervivencia; d) está integrado a la diversidad cultural y biológica (holístico); e) se expresa territorialmente (sistema de conocimiento local); f) es cualitativo; g) es inclusivo (no se ejerce la exclusión); h) es de mínima codificación (tácito) y i) por su permanente evolución generacional, se mantiene vivo. Se puede afirmar que el sistema de innovación que da origen al conocimiento vernáculo corresponde a una visión holística del mundo. Las comunidades indígenas no poseen la noción de propiedad privada sobre los recursos y tampoco sobre el conocimiento. Se dan procesos de intercambio pero no para obtener ventajas, sino para suplir una carencia.

Las comunidades indígenas cuentan con sus propios sistemas de clasificación de plantas y especies medicinales, las cuales serían utilizadas en tratamientos curativos. Esta clasificación y su uso, son observados y utilizados por las corporaciones transnacionales y los laboratorios de investigación. Los laboratorios estudian y desarrollan las plantas y realizan extracción de muestras biológicas para luego reclamar patentes sobre el material

---

<sup>1</sup> Ver Drahos 2004.

adquirido y sobre usos ya utilizados por las comunidades y luego comercializar los productos derivados de estos conocimientos. Las comunidades que contribuyan a estos nuevos conocimientos, rara vez reciben una compensación por ello.

## 2.2. Patentes de plantas y animales

En el 2004, en la mayoría de los países, las plantas y las variedades vegetales no se protegían con patentes, salvo EEUU, Europa y Australia. En EEUU, con el famoso litigio Diamond vs Chakrabarty en 1980 (ETC group Report 2005)<sup>2</sup>, se abrió el camino para la patentación de seres vivos mostrando hasta hoy que no hay límites en cuanto al tipo de objeto que se puede proteger, pues se pueden patentar las variedades y las plantas en sí mismas, sus partes, los componentes, los genes, las metodologías, y los vectores (Koo, 2005). “La reclamación sobre formulaciones a escala nano de plantas tradicionales están mostrando el insidioso camino de la monopolización del conocimiento y los recursos tradicionales – una razón más para que la Convención sobre Diversidad Biológica y la FAO dirijan las implicaciones sobre Nanotecnología” (ETC group Report 2005).

Sin embargo, existe una diferencia muy importante entre los sistemas de protección para plantas: la mayoría de los países se acogen al Convenio de Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades Vegetales –UPOV que dan una protección subgeneris a los fitomejoradores diferente a las patentes de utilidad, mientras que EEUU otorga una doble protección, pues además de conceder ésta, también concede la protección de “patentes de utilidad” (Koo, 2005).

Teniendo en cuenta que las innovaciones son acumulativas, esta condición que se establece y se aplica en la legislación estadounidense, tiene un impacto muy fuerte en las innovaciones futuras, no sólo en la manipulación genética, sino también en la seguridad alimentaria de los países en desarrollo, así como en el control y explotación de su biodiversidad. Ceder en la protección por medio de patentes a productos como plantas, animales y en general a material biológico y también a procedimientos diagnósticos, terapéuticos y quirúrgicos para humanos y animales, en un TLC es contraproducente, porque está cediendo por un lado sus recursos estratégicos y por otro agudizando las condiciones de precariedad de salud, al admitir medidas como éstas y otras tales como levantar las salvaguardas para medicamentos<sup>3</sup> que tanto en la declaración de Doha como en

<sup>2</sup> En 1971, Aanda Chakrabarty, un empleado de General Electric, solicitó una patente sobre un microbio modificado genéticamente que comía petróleo. Su solicitud fue rechazada por la USPTO dado que hasta entonces la forma de vida animada no era patentable. El 16 de junio de 1980 por un estrecho margen de 5-4, la Corte Suprema falló a favor de Chakrabarty, argumentando que el oil – eating no era producto de la naturaleza; y que dicho organismo se podía ver como un invento humano y por tanto era sujeto de ser patentado. En ese momento, no se percibió la importancia de la decisión Chakrabarty, ni por la Corte Suprema, ni por el público ni por los ambientalistas. La Corte anotó que el caso era bastante escaso y por lo tanto no afectaría “la futura investigación científica” Según Kimbrell (abogado y activista), “El fallo de la Corte para valorar correctamente el impacto de la decisión Chakrabarty, se puede considerar como el mayor error en la larga historia de esta” (ETC Group, 2005).

<sup>3</sup> Importaciones paralelas y licencias obligatorias.

la OMC se establecieron teniendo en cuenta la vulnerabilidad de estos países en aspectos de salud pública y que afecta en todo caso a la población más desfavorecida (López, 2008).

### **2.3. El Convenio de Biodiversidad y Alternativas a los DPI para los países en desarrollo**

Cualquier propuesta de cambio en los Derechos de Propiedad Intelectual debería de pasar el “test” de los Derechos Humanos (Drahos, 2005a). La Declaración Universal de los Derechos Humanos, así como otros organismos internacionales como la FAO o convenios y acuerdos firmados en un ámbito multinacional como el Convenio de Biodiversidad Biológica (CBD), deben considerarse a la hora de trabajar por una alternativa seria, razonable y progresista. El Convenio de la Biodiversidad se contempla como un marco sostenible en el tiempo, de consulta, de intercambios de información, de evaluación de los avances en materia de los conocimientos tradicionales, así como de coordinación con otros organismos internacionales. Cada país no puede de forma aislada defender su propio conocimiento tradicional, de ahí que las bases fundamentales de un mejor funcionamiento se podían encontrar en la letra pequeña de acuerdos y organismos internacionales como por ejemplo, la UNTACD y la FAO.

El Convenio de Biodiversidad Biológica, adoptado en 1992 (Nairobi) y firmado por 150 estados en la conferencia de la ONU sobre “Medio ambiente y desarrollo” en Río de Janeiro, destaca en su preámbulo, la necesidad de conservar la biodiversidad, siendo los estados responsables de ello, para lo cual es necesario desarrollar todas las capacidades científico – tecnológicas necesarias. También se contempla implícitamente el “principio de precaución”. En el concepto de biodiversidad se incluyen, además de los recursos biológicos, el conocimiento tradicional desarrollado por las comunidades (principalmente indígenas). Frente a una concepción bilateral, donde cada estado está encerrado en su impotente individualidad, el acuerdo hace hincapié en la promoción de la cooperación regional y global entre los estados y las ONGs, así como en las necesidades de tecnologías y de financiación que reclama la situación de los países en desarrollo.

A pesar de que el Convenio de Biodiversidad Biológica está sujeto a todo tipo de críticas, nuestra percepción nos lleva a considerar que el preámbulo del CBD constituye un primer paso para el desarrollo de un derecho consuetudinario, que prescribe obligaciones específicas sobre acuerdos de futuro, como por ejemplo protocolos (Glowka y otros, 1994). Autores como Grubb, (1999), sostienen que existe un aceptable margen de reforma de los ADPIC al reconocer que los ADPIC todavía no se han desarrollado plenamente y que por un “principio de prioridad”, ya que el Convenio de Biodiversidad es anterior a los ADPIC, debería aplicarse incluso antes que cualquier tratado de propiedad intelectual (como los ADPIC). Para Grubb (1999), así como para el gobierno de EEUU, el Convenio de Biodiversidad Biológica es compatible con los ADPIC y sin embargo otros autores y expertos son muy reticentes para admitir esa compatibilidad.

La posibilidad de que los ADPIC respondan a las exigencias de la Convención de Biodiversidad Biológica, dependerá parcialmente de la interpretación que se haga de “las excepciones” de su articulado. En ese sentido, se contempla el artículo 8º como posible base jurídico-argumental a partir de la cual los países en desarrollo pudiesen proteger sus intereses<sup>4</sup>. A continuación presentamos respuestas diferentes por parte de los ADPIC y sus derivados (TLC) y del Convenio de Biodiversidad Biológica a cuestiones que se relacionan con la transmisión y provisión del conocimiento y de la información, las marcas legales de la propiedad intelectual, los beneficios derivados, la posición de los agentes (sobre todo gobiernos) y su capacidad de acuerdos y de cooperación mutua.

### DOS LÓGICAS DISTINTAS: ADPIC Y CBD

CUESTIONES	ADPIC	CBD
Cultura racionalidad	Comercial	Mejora de la Biodiversidad conservación del conocimiento tradicional y reconocimiento de los derechos
Beneficia	Sobre todo a Multinacionales (FMN)	Sobre todo a las comunidades locales
Reparto de Beneficios	Entre patentados y explotadores de patentes	Distribuir beneficios derivados del desarrollo sostenible
Agentes facultados para el acceso	Faculta a personas o empresas de cualquier lugar a patentar los recursos biológicos de cualquier país	Soberanía nacional para regular el acceso de los foráneos a recursos
Derechos de explotación	Crean condiciones para apropiarse de organismos vivos y de conocimientos relacionados con la biodiversidad	Derecho a explotar sus recursos sobre la biodiversidad
Carácter privado o comunitario	Otorgan derechos de uso, venta o adjudicación al patentador con carácter privativo. No reconoce la comunidad de derechos	Las comunidades hacen uso y alimentan la biodiversidad
El conocimiento	Se apropiá privatamente	El conocimiento sobre semillas, medicamentos naturales y plantas se intercambia en la comunidad.
Transmisión del conocimiento	Únicamente a cambio de pagos en dinero	De generación en generación y entre diversas comunidades
Efectos	Permite una mala apropiación como la biopiratería	Persigue contrarrestar la biopiratería

<sup>4</sup> El artículo 8º sostiene que: “Los países miembros pueden a través de las reformas legales correspondientes, adoptar las medidas necesarias para proteger la salud pública y la alimentación, así como también pueden promocionar el interés público de sectores de vital importancia para su desarrollo tecnológico y socioeconómico”.

CUESTIONES	ADPIC	CBD
Provisión de información	Los solicitantes de patentes pueden insertar sus reivindicaciones en cualquier oficina de patentes	Los colectores de recursos biológicos proporcionan suficiente información sobre formas de obtenerlos y sobre su funcionamiento
Acuerdos sobre la provisión	No es necesario acuerdo ni consentimiento alguno del país o comunidad origen de los recursos	Consentimiento para obtener información a través de acuerdo entre el Estado y las comunidades locales
Competencia legal	Se impone a la legislación nacional	Decide bajo la legislación propia (Nacional)
Beneficios	No comparte beneficios con países de origen	Compartir de una manera justa y equitativa los resultados de la investigación, y los derivados de la comercialización de los recursos genéticos
Marco legal de patentes	Es una barrera para defender la biopiratería	Gran dificultad para tener éxitos en litigios contra la biopiratería
Sobre formas de vida	Controvertido artículo 27 de ADPIC	Contra la patentación de formas de vida
Sobre necesidades vitales	El artículo 31 amenaza sobre la alimentación en desarrollo	Ejemplo del Africa Group en OMC
Reformas para acercar los dos acuerdos	Enmiendas del artículo 27.3: Exclusión de ciertos materiales. Artículo 71.1: Asegurar transferencias de tecnologías	Artículo 16: Requerir la cooperación con otros estados para seguir los contratos o acuerdos. Protocolo internacional que establezca guías y estándares para un justo acceso a los beneficios facilitando acuerdos.

FUENTE: *Elaboración propia, basada en los ADPIC, CBD y TWN.*

Ante la imposición de un país frente a otros (bilateral), y la casi total pérdida de autonomía en las decisiones de los países en desarrollo, la alternativa más justa y razonable, reforzaría el tratamiento nacional en las negociaciones y rescataría las relaciones de reciprocidad de los estados y naciones (incluidas las del Sur), de manera que un estado pueda proteger la propiedad intelectual del otro y también pueda esperar que se respete la suya propia. En un contexto internacional deberá de contemplarse la discriminación positiva hacia “países menos favorecidos”. Es necesario, regular la extensión sin freno alguno del ámbito de aplicación de las patentes, así como la laxitud con la que se conceden patentes por parte de oficinas, como por ejemplo la USPTO (Sánchez Padrón, M. y Gómez Uranga, M; 2001).

De la misma manera que los países más desarrollados logran proteger su “conocimiento” a través de los ADPIC, los países en desarrollo deberían encontrar un marco de acuerdos donde puedan proteger sus genuinos conocimientos. En ese sentido, Drahos (2004) propone una estructura de acuerdos y un tratado específico para la protección del conocimiento tradicional de las comunidades (por ejemplo, variedades de semillas, de plantas, de animales y recursos genéticos), incluyendo la posibilidad de comercializar aquellos activos que consideren oportunos y evitar que otros sean explotados comercialmente.

Drahos (2004) contempla el diseño de un tratado en el que los diferentes países y comunidades desarrollan a través de acuerdos un conjunto de protocolos y normas, así como el establecimiento de estándares sobre la protección del conocimiento tradicional. Estos estándares deben ser lo suficientemente flexibles y deberán contemplar unos mínimos de protección. Además un objetivo operativo de estos acuerdos es la consecución de un buen flujo de información entre los diversos países, organismos e incluyendo las oficinas de patentes. Por último, estos acuerdos deberán contemplar como principio rector la participación de las diversas partes y agentes concernidos como son: los gobiernos, los grupos empresariales, los grupos indígenas y la sociedad civil. Además, un criterio de Coste/Beneficio ampliado puede constituirse, entre otros, como un criterio de evaluación para los gobiernos que deban negociar transacciones y reformas relacionadas con la propiedad intelectual. Esa variable Coste/beneficio debe ser vinculada a las preferencias reveladas por los distintos países (desarrollo sostenible, mejora de la innovación, conservación de la biodiversidad, derechos humanos, situación sanitaria etc.).

#### **4. Conclusiones**

Los procedimientos utilizados en los países desarrollados en materia de propiedad intelectual, podrían al menos en parte, trasladarse a otros países, pero la implementación de alternativas razonables para estos últimos requerirá una mayor autonomía de los países para orientar su propio desarrollo y unos medios materiales y humanos de los que, en buena medida, carecen hoy en día.

Sin embargo, Los ADPIC y los TLC con sus ADPIC plus, han traído consecuencias muy negativas para los países en desarrollo, ya que estos países renuncian a su autonomía y al margen de maniobra lograda en la Declaración Ministerial Doha, con respecto a las políticas de salud pública, la protección de la biodiversidad y del desarrollo tecnológico. Los Tratados de Libre Comercio (TLC), con sus ADPIC plus, demandan una mayor preparación de los países en desarrollo, para poder enfrentarse a la competencia tecnológica con Estados Unidos y Europa, defender su biodiversidad y su conocimiento tradicional.

Los países en Desarrollo deberán desarrollar unas estrategias de desarrollo alternativas que les permita salvaguardar su patrimonio biológico, científico y cultural y también potenciar sus capacidades y recursos. Estas estrategias deberán por lo menos basarse en los siguientes aspectos:

- Una clara definición de sus prioridades estableciendo objetivos de referencia en desarrollo sostenible, mejora de la innovación, conservación de la biodiversidad, derechos humanos y situación sanitaria entre otros, con importantes inversiones en los sistemas educativos y culturales como motores de desarrollo.
- Tratados de cooperación en el sentido propuesto por Drahos (2004), que contemplen protocolos, normas y estándares sobre la protección del conocimiento tradicional y que en todo caso estarán fundamentados en los principios éticos contemplados en la Declaración de los Derechos Humanos, La Convención de Diversidad Biológica y el protocolo de Kyoto.
- La aplicación del criterio de evaluación Coste/Beneficio, basado en los objetivos de referencia aquí señalados, cuando los gobiernos vayan a la negociar transacciones y reformas relacionadas con la propiedad intelectual.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brack, A. (2007): ‘Tratado de Libre Comercio y Biodiversidad’, *Revista Perú al día*. Enero, Disponible en: [http://www.bilaterals.org/article.php3?id\\_article=6911](http://www.bilaterals.org/article.php3?id_article=6911).
- Drahos, P. (2004): ‘Towards an International Framework for the Protection of Traditional’, *UNCTAD-Commonwealth Secretariat Workshop on Elements of National Sui Generis Systems for the Preservation, Protection and Promotion of Traditional Knowledge, Innovations and Practices and Options for an International Framework*, 4-6 de febrero, Geneva.
- Drahos, P. (2005): ‘An Alternative Framework for the Global Regulation of Intellectual Property Rights CGKD’, *Austrian Journal of Development Studies*, Working Paper, No. 1, Octubre.
- ETC Group (2005): ‘Special Report - Nanotech’s “Second Nature” Patents: Implications for the Global South’, *Communiqués* No. 87 y 88. Marzo/Abril y Mayo/Junio.
- Glowka, L.; Burhenne-Guilmin, F. y Syngue, H. (1994): *A Guide to the Convention on Biological Diversity*. Gland and Cambridge: IUCN.
- Grubb, P. (1999): *Patents for Chemical, Pharmaceuticals and Biotechnology. Fundamentals of Global Law, practice and strategy*. Oxford: Oxford University Press.
- Koo, B. (2005): ‘Aspectos globales de los derechos de propiedad intelectual en materia de recursos genéticos vegetales’, en Fundación Agenda Colombia (Ed.) *La propiedad intelectual en los tratados comerciales ¿Oportunidad o carga para el mundo en desarrollo?*. Bogotá: Fundación Agenda Colombia.
- Levis, M. (2005): ‘El Acuerdo de los ADPIC: legislación nacional y tratados de libre comercio en América Latina’, en Fundación Agenda Colombia (Ed.) *La propiedad intelectual en los tratados comerciales ¿Oportunidad o carga para el mundo en desarrollo?*, Bogotá: Fundación Agenda Colombia.

- López, S. M (2008). 'Hacia una gestión universitaria de los derechos de propiedad industrial: patentes'. Tesis presentada a la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea. Para optar el grado de Doctora en Economía Financiera, Bilbao.
- López, S.; Schmal, R.; Cabrales, F.; Mejía, J.; Hidalgo, L. y García, C. (2006). 'Gestión del Conocimiento con Aplicaciones Comerciales en Universidades: Patentes y Licencias', Informe Proyecto de investigación. Financiado por el Comité de Desarrollo de la Investigación – CODI de la Universidad de Antioquia. Registro: E0077, patrocinado por CONICYT – Chile y COLCIENCIAS – Colombia.
- Rosell, M. (2005): 'Propiedad industrial y desarrollo. Derechos públicos vs derechos privados', en Fundación Agenda Colombia (Ed.) *La propiedad intelectual en los tratados comerciales ¿Oportunidad o carga para el mundo en desarrollo?*, Bogotá: Fundación Agenda Colombia.
- Sánchez Padrón, M. y Gómez Uranga, M. (2001). 'Protection of Biotechnological Inventions: A Burden Too Heavy for the Patent System', *Journal of Economic Issues*, 35, 2, 315-322.
- Vivas, D. (2005): 'La relación entre la diversidad biológica, los conocimientos tradicionales y la protección de los derechos de propiedad intelectual', en Fundación Agenda Colombia (Ed.) *La propiedad intelectual en los tratados comerciales ¿Oportunidad o carga para el mundo en desarrollo?*, Bogotá: Fundación Agenda Colombia.
- Zerda, A. (2003). *Propiedad intelectual sobre el conocimiento vernáculo*. Bogotá: Universidad Nacional.

# **Los Cultivos Comerciales de Hoja de Coca en la Amazonía Colombiana: Factor Irreversible de cambio**

*Carlos Ariel Salazar*

## **Abstract**

This paper presents a brief overview of the history of coca cultivation and commercial production of cocaine. First, coca was and still is part of the cultural heritage of the pre-Hispanic communities of the Andean countries. At the present, the bulk of the population chew daily, as the alkaloid extracted from the leaves, and is used to deceive their hunger and alleviate the troubles stemming from their farm work, and the tasks of hunting and fishing. Colombia has become, along the course of last years, the largest producer and supplier of this substance directly on the world market. While it is true that during his first introduction phase, the commercial production of coca was confined to a handful of departments in the Colombian Amazon, during the dissemination, the cultivation was expanded toward Orinoquean Amazon and surrounding areas, and then, in the current phase of consolidation, is extended through the most departments.

**Keywords:** *Cash crops, coca, drug trafficking, Amazon, Plan Colombia, USA.*

## **Introducción**

Colombia pasó, en la década del ochenta, de ser simple importadora de hoja de coca y productora de cocaína, a convertirse en el principal productor y abastecedor directo de esta sustancia en el mercado mundial.

Si bien es cierto que durante su fase de introducción al país, la producción comercial de coca escogió un puñado de departamentos de la Amazonía colombiana, durante la fase de difusión ocurrida en los años ochenta y primeros del noventa, su cultivo se fue expandiendo hacia las áreas aledañas amazónicas y orinoquenses, para luego, en la fase actual de consolidación, esparcirse por la mayoría de los departamentos. No obstante, con pequeños altibajos, pero de manera sostenida, las áreas dedicadas a su cultivo han venido expandiéndose no sólo en Colombia, sino en los otros dos países de la región Andina productores de coca: Perú y Bolivia. En el ámbito global, las 85.000 hectáreas que en los primeros años de la década del ochenta se dedicaban a la producción de coca en los países Andinos se incrementaron en un 116% hasta llegar a las 184.000 hectáreas en superficie en el 2004.

### **1. Antecedentes y evolución del cultivo comercial de la hoja de coca**

Conviene comenzar este artículo con un breve repaso de la historia del cultivo de coca y de la producción comercial de cocaína. Lo primero que se debe decir es que la coca formaba y todavía forma parte del patrimonio cultural de las comunidades prehispánicas de los países andinos, tanto que antes del descubrimiento de América e, incluso durante la conquista y la colonia, en determinados pueblos indígenas su consumo estaba reservado para las élites, preferentemente en las ceremonias y rituales religiosos. Y en otros, el grueso de la población la masticaba cotidianamente, pues el alcaloide extraído de las hojas mediante este procedimiento les servía para engañar el hambre y aliviar las fatigas derivadas de sus faenas agrícolas, y de las tareas de caza y pesca.

Esto fue aprovechado económicamente por los colonizadores ibéricos, puesto que entendieron que el consumo de la hoja de coca era un factor a tener en cuenta para mejorar la productividad de la fuerza de trabajo indígena sometida a duros trabajos, así, los encomenderos españoles facilitaron y promovieron su consumo en el Caribe colombiano, como en el alto Magdalena (López, 2000). Más aún: en el sureño departamento colombiano de Cauca, la coca no sólo sirvió para paliar el hambre de la población indígena y, en consecuencia, como instrumento para aminorar los costos de producción de los terratenientes y empresarios agrícolas, sino que además fue utilizada como medio de pago y como fuente de ingresos durante varios años.

No obstante estos antecedentes y desarrollos posteriores, su primera condena no tuvo origen económico ni moral, sino religioso. En efecto, este se produjo al comienzo del periodo colonial, pues en 1551 el Primer Congreso Eclesiástico de Lima la consideró como un impedimento para la difusión del cristianismo (Henman, 1981). Esto quizá dio origen al primer conflicto, asociado con su cultivo y uso entre las clases dominantes, porque mientras por motivaciones económicas los colonizadores eran enemigos de su prohibición, el clero la condenaba porque su uso en ritos indígenas obstaculizaba el adoctrinamiento católico.

A pesar de que la Cédula Real del 18 de octubre de 1569, expedida por Felipe II, quiso, de manera salomónica, conciliar los intereses en disputa al ordenar que no se privara a los indios del consumo de la hoja porque ello podría aliviar real, o imaginariamente, sus penurias laborales, y al mismo tiempo impedir que ésta se usara en ceremonias religiosas y hechicerías, con el transcurso de los años, los intereses religiosos primaron sobre los económicos, de modo que durante el período de la inquisición más de 700 personas acusadas de consumir la hoja de coca fueron penados, seis de los cuales murieron consumidos por el fuego (López, Op. Cit).

Ya en el siglo XX, y una vez logrados los avances en la química que permitió obtener mediante procesos de síntesis el clorhidrato y en la medida que, por su pureza, la cocaína colombiana ganaba reconocimiento en el mercado internacional y la rudeza de los narcotraficantes se imponía sobre la de los mafiosos italianos, mexicanos y cubanos, se abría la posibilidad para que aquellos expandieran su base productiva, en principio, mediante la importación de hoja de coca de Perú y Bolivia, y luego, a través de la promoción de fuentes de la materia prima en las zonas marginales del país.

De esta manera Colombia pasó de ser simple importadora de hoja de coca y productora de cocaína, a convertirse en el principal productor y abastecedor directo de esta sustancia en el mercado mundial. Para ello ha integrado verticalmente las diferentes fases del proceso que van desde la producción de hoja de coca, hasta la colocación de la cocaína en los mercados mayoristas, pasando por el procesamiento primario de la hoja para obtener la pasta básica, y la posterior cristalización o extracción del clorhidrato que, con economías de escala y sin intermediación alguna, exporta directamente en grandes cantidades hacia los países consumidores<sup>1</sup>.

Así, cuando desde mediados de la pasada década del noventa, la presión internacional indujo la represión de los cultivos de coca en Perú y Bolivia, éstos se empezaron a trasladar hacia Colombia. Si bien es cierto que como consecuencia de dicha represión, la superficie cocalera en los países andinos se redujo en un poco más de 43.000 hectáreas en el transcurso de una década, también lo es que buena parte de las áreas que antaño se dedicaban a la coca en Bolivia y Perú, han sido reemplazadas por las que ahora ocupa en Colombia. Como consecuencia de este efecto, la tierra que se dedica a sembrar coca en el país creció más del 77% en ese lapso, como se observa en el cuadro 1. (Arcila y Salazar, 2007).

Cuadro 1  
EVOLUCIÓN DE LOS CULTIVOS DE COCA EN LA REGIÓN ANDINA (Has.)

País	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Bolivia	48.100	48.600	48.100	45.800	38.000	21.800	14.600	19.900	24.400	23.600	27.700
Perú	108.600	115.300	94.400	68.800	51.000	38.700	43.400	46.200	46.700	44.200	50.300
Colombia	45.000	51.000	67.000	79.000	102.000	160.000	163.000	145.000	102.000	86.000	80.000
<b>TOTAL</b>	<b>201.700</b>	<b>214.900</b>	<b>209.500</b>	<b>193.600</b>	<b>191.000</b>	<b>220.500</b>	<b>221.000</b>	<b>211.100</b>	<b>173.100</b>	<b>153.800</b>	<b>158.000</b>

Fuente. \*\*UNODC Colombia, *Censo de cultivos de coca, Bogotá junio 2005*

Nota. Según esta fuente el cuadro fue construido con datos del Departamento de Estado de USA y con datos del Sistema Nacional de Monitoreo (Simci).

En cuanto a lo que sucede en Colombia, es posible afirmar que, el cultivo de la coca con fines comerciales que en la década del ochenta del siglo XX estaba confinado en las zonas marginales del país, en la actualidad se irradia por 22 de sus 32 departamentos. Es más, ahora se difunde por Venezuela, Ecuador y Brasil.

<sup>1</sup> Al contrario de lo que sucede con la heroína, que desde que sale de las manos de los productores de opio de países como Birmania, cambia de propietario unas 100 veces antes de llegar al consumidor final de los Estados Unidos (Brzezinski, 2002), la cocaína no sólo tiene un número mucho menor de intermediarios, sino que tiende a exportarse en grandes cantidades, con lo cual se acrecientan las ganancias y se tiene una mayor control sobre el mercado.

**Cuadro 2**  
**EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE COCALERA EN COLOMBIA**

Departamentos	Mar-99		Ago-00		Nov-01		Dic-02		Dic-03		Dic-04		Dic-05	
	has.	%	has.	%	has.	%	has.	%	has.	%	has.	%	has.	%
Putumayo	58.297	36,41	66.022	40,63	47.120	32,54	13.725	13,45	7.559	8,75	4.386	5,46	4.988	5,82
Guaviare	28.435	17,76	17.619	10,84	25.553	17,65	27.381	26,83	16.163	18,72	9.769	12,16	8.963	10,45
Caquetá	23.718	14,81	26.603	16,37	14.516	10,02	8.412	8,24	7.230	8,37	6.500	8,09	8.658	10,10
N. de Santander	15.039	9,39	6.280	3,86	9.145	6,32	8.041	7,88	4.471	5,18	3.055	3,8	3.136	3,66
Meta	11.384	7,11	11.123	6,84	11.425	7,89	9.222	9,03	12.814	14,84	18.740	23,32	17.305	20,18
Cauca	6.291	3,93	4.576	2,82	3.139	2,17	2.120	2,08	1.443	1,67	1.266	1,58	1.025	1,20
Bolívar	5.897	3,68	5.960	3,67	4.824	3,33	2.735	2,68	4.470	5,18	3.402	4,23	3.670	4,28
Nariño	3.959	2,47	9.343	5,75	7.494	5,18	15.131	14,82	17.628	20,42	14.154	17,62	13.875	16,18
Antioquia	3.644	2,28	2.547	1,57	3.171	2,19	3.030	2,97	4.273	4,95	5.168	6,43	7.826	9,13
Córdoba	1.920	1,2	117	0,07	652	0,45	385	0,38	838	0,97	1.536	1,91	1.883	2,20
Vaupés	1.014	0,63	1.493	0,92	1.918	1,32	1.485	1,45	1.157	1,34	1.084	1,35	897	1,05
Magdalena	521	0,33	200	0,12	480	0,33	644	0,63	484	0,56	706	0,88	671	0,78
Vichada			4.935	3,04	9.166	6,33	4.910	4,81	3.818	4,42	4.692	5,84	6.414	7,48
Santander			2.826	1,74	415	0,29	463	0,45	632	0,73	1.124	1,4	981	1,14
Arauca			978	0,6	2.749	1,9	2.214	2,17	539	0,62	1.552	1,93	2.705	3,15
Guainía			853	0,52	1.318	0,91	749	0,73	726	0,84	721	0,9	56	0,07
Boyacá			322	0,2	245	0,17	118	0,12	594	0,69	359	0,45	329	0,38
Guajira			321	0,2	385	0,27	354	0,35	275	0,32	556	0,69	342	0,40
Chocó			250	0,15	354	0,24		0	453	0,52	323	0,4	189	0,22
Valle del Cauca			76	0,05	184	0,13	111	0,11	37	0,04	45	0,06	28	0,03
C/marca			66	0,04	22	0,02	57	0,06	57	0,07	71	0,09	752	0,88
Amazonas					532	0,37	784	0,77	625	0,72	783	0,97	844	0,98
Caldas									54	0,06	358	0,45	213	0,25
<b>Total</b>	<b>160.119</b>	<b>100</b>	<b>162.510</b>	<b>100</b>	<b>144.807</b>	<b>100</b>	<b>102.071</b>	<b>100</b>	<b>86.340</b>	<b>100</b>	<b>80.350</b>	<b>100</b>	<b>85.750</b>	<b>100</b>

*Fuente: Con base en UNODC, 2005*

En el cuadro 2 se aprecia cómo muchos de los departamentos de las regiones Andina, Caribe, Pacífica y de los llanos orientales en donde el cultivo de la coca no se conocía en los años ochenta, se han incorporado actualmente a su circuito económico. Así, éste no sólo ha aparecido, sino que tiende a consolidarse en aquellos departamentos en donde la corrupción, la proximidad a los sitios de embarque de la coca y de la cocaína, la agreste topografía, la presencia de los grupos armados de izquierda y de derecha y la penuria económica de sus habitantes lo hacen viable, rentable y posible.

Dada la magnitud del tráfico de cocaína, la sociedad colombiana la percibió tardíamente y, porque durante sus primeros años se abasteció de la hoja que importaba del Perú y de Bolivia, las superficies cultivadas con coca apenas empiezan a aparecer en las estadísticas a partir de los primeros años de la década del ochenta. Las 4.000 hectáreas que en 1981 se encontraban cultivadas con coca en Colombia equivalían a menos de una veinteava parte de la superficie que los países andinos dedicaban a la producción de esa planta en ese año.

No obstante, con pequeños altibajos, pero de manera sostenida, las áreas dedicadas a su cultivo han venido expandiéndose no sólo en Colombia, sino en los otros dos países de la región Andina productores de coca: Perú y Bolivia. En el ámbito global, las 85.000 hectáreas que en los primeros años de la década del ochenta se dedicaban a la producción de coca en los países Andinos se incrementaron hasta llegar a las 158.000 unidades de superficie en el 2004. En el caso colombiano, las 15.500 hectáreas que se cultivaban con coca en 1985 se convirtieron en 85.750 en el 2005. Esto significa que la superficie cocalera del país se multiplicó por 4,5 en el lapso de 19 años.

Sobre este último aspecto conviene señalar que si bien es cierto que durante su fase de introducción al país, la producción comercial de coca escogió un puñado de departamentos de la Amazonía, durante la fase de difusión ocurrida en los años ochenta y primeros del noventa, su cultivo se fue expandiendo hacia las áreas aledañas amazónicas y orinoquenses, para luego, en la fase actual de consolidación, esparcirse por la mayoría de los departamentos colombianos. Este último proceso se asocia con la represión de la cual han sido los pequeños productores asentados en los departamentos cocaleros pioneros, puesto que a medida que se reprimía la producción de coca en el Guaviare, se ampliaban las áreas cocaleras en el Caquetá y, cuando el agente químico utilizado en la fumigación aérea, el glifosato afectó los cultivos de este departamento, los productores encontraron en el Putumayo la oportunidad de aminorar los efectos negativos que para ellos tuvieron las fumigaciones.

Pero cuando la aspersión con esta sustancia tendió a generalizarse en estos tres departamentos, los cocales se trasladaron para el Meta, Nariño y el Cauca, al tiempo que apareció en aquellos departamentos de la Costa Atlántica y en la región del Catatumbo -zona limítrofe con Venezuela- en donde la influencia paramilitar ha sido más ostensible en los últimos años. Por ello, contrario a lo que sucedía en los años ochenta cuando la coca se cultivaba preferente y reconocidamente en Guaviare, Caquetá, Putumayo y la Reserva de la Macarena, -todos estos departamentos pertenecientes a la región Amazónica- como

consecuencia de las fumigaciones con glifosato y del auge que ha tenido el paramilitarismo en departamentos como Norte de Santander y la región Caribe, es a partir de la década del noventa que la producción cocalera se encuentra esparcida por casi toda la geografía nacional.

Hacia el año 1991 alrededor del 85% de los cultivos de coca se localizaban en Guaviare, Caquetá y Putumayo (Arcila, 1997), pero en la actualidad, no sólo existen 23 departamentos productores de coca en Colombia, sino que por el efecto expansivo, se ha generado una especie de relevo de las áreas ocupadas por este cultivo. En efecto, exceptuando al departamento del Meta que tiende a tener una mayor participación en la superficie cultivada con coca en el país, los departamentos de la Amazonía que antaño se identificaban como los mayores productores de pasta básica de cocaína, hoy tienden a tener una participación no tan significativa, pues las 20.000 hectáreas que en la actualidad existen con coca en dichas divisiones territoriales, sólo representan una cuarta parte de la superficie cocalera del país. Ahora bien, la menor área cultivada con hoja de coca ha disminuido sustancialmente en la Amazonía colombiana, podemos estar seguros que esto supondrá un cambio irreversible en los patrones y condiciones de vida de sus pobladores.

## 2. La Coca, factor irreversible de cambio

Uno de los mayores impactos del cultivo, procesamiento y posterior control mediante el mecanismo de las fumigaciones áreas de las plantaciones de coca, es la expansión de los procesos de ocupación y asentamiento humano hacia el interior de la selva amazónica colombiana. Es un fenómeno que en los últimos veinte años cambió radicalmente la organización social, económica, cultural, como también los paisajes del piedemonte amazónico.

La Amazonía colombiana, tanto como una frontera agropecuaria, abierta, fluida y expansiva, ha pasado a convertirse en una de las fronteras urbanas de mayor dinámica en el país. Este fenómeno no solo trata de la ocupación de territorios por colonos y campesinos que han seguido la saga de los últimos doscientos años en los cuales se ha ocupado la mitad del territorio nacional; se trata también de la expansión y consolidación de numerosos asentamientos que comienzan a tomar las características urbanas y sus habitantes el modo de vida urbano.

Esta urbanización es singular. Además de contar con los atributos propios de cualquier proceso de urbanización como la expansión de servicios de transporte, comunicaciones y financieros; de la aceptación por parte de los pobladores de valores como el anonimato en las relaciones sociales, el trabajo para empresas y corporaciones remuneradas mediante salario, el consumo de bienes suntuarios; se produce a costa de grandes costos ambientales por la destrucción de ecosistemas, de grupos indígenas y en medio de grandes conflictos sociales, económicos, políticos y militares. Pero lo más significativo de este proceso de urbanización de la selva húmeda colombiana, es el propósito deliberado de todos los grupos humanos allí presentes por asumir los patrones de

vida urbanos que se extienden sobre áreas rurales, indígenas y otros grupos sociales de importancia, modos de vida que son activados por la economía de la coca.

Desde finales de los años setenta, en la región amazónica colombiana, la producción de alimentos para el autoconsumo y el mercado doméstico, lenta pero irreversiblemente ha sido sustituida por el más rentable cultivo de la coca. Los pobladores que trajo, tanto la colonización dirigida como la espontánea desde fines de la década de 1960, han vivido una verdadera *vorágine* como consecuencia de la aparición y popularización de los cultivos de coca. Importantes contingentes humanos han jugado su suerte alrededor de la producción de coca, avanzando a los frentes de colonización o bien, a las cabeceras municipales o centros poblados de campesinos, motivados por la producción, procesamiento y comercio de base de coca, y demás actividades conexas.

Como expresiones de comportamientos modernos, a pesar de las fragmentaciones urbano-rurales, se tiene la alta movilidad poblacional tanto interregional como regional, el flujo de las comunicaciones, las personas, el dinero, las ideas, lo cual sin duda tiene efectos de variado tipo: la expulsión de población de las áreas consolidadas (o de mayor tradición de asentamientos). Esta intensa vida social se explica por las múltiples interrelaciones entre campesinos, colonos, latifundistas, capitalistas agropecuarios, jornaleros, “raspachines”, - recolectores de hoja de coca- rebuscadores que sin mayores diferencias que las dispuestas por su posición frente al mercado de coca, los pone en contacto y en acuerdos, sin mas mediaciones institucionales que la capacidad negociadora de cada uno de ellos.

Estas agrupaciones, básicamente de procedencia urbana, constituidas por profesionales, pequeños y medianos comerciantes, sindicalistas y dirigentes gremiales, pequeños y medianos empresarios agrícolas venidos a menos producto de cambios estructurales en la sociedad, han organizado actividades productivas, aportando normas de organización y rentabilidad empresarial. En consecuencia, la coca introduce por igual al empresario y al jornalero. Estos sectores sociales, en muchas ocasiones, no pierden su residencia urbana y generan una marcada influencia en el campo. Un rasgo notable y que no lo tienen regiones del país de viejo arraigo, es el “cosmopolitismo cultural de sus pobladores: los colonos conocen el país, han migrado por diferentes sitios, han sido testigos de procesos políticos y económicos importantes como la violencia, las bonanzas de algunos productos y las crisis de otros, a raíz de la coca, muchos han viajado no sólo por Colombia sino al exterior, por el apoyo político que han tenido, varios dirigentes han ido hasta los otrora países socialistas de Europa Oriental...” (Pedraza et al.,1985)

El aspecto central que explica esta modernización social es la movilidad ascendente y descendente de algunos sectores de población de los tres departamentos de producción de coca, en especial aquellos campesinos acomodados, que tras una larga experiencia en crisis y auges del cultivo de la coca, han logrado, como ya se menciono, lo que en el interior del país les ha sido renuente: consecución de tierra, fuentes relativamente estables de trabajo, intensificación de relaciones sociales, económicas, política, pero tan importantes como las anteriores, la posibilidad de manejar grandes cantidades de capital-dinero, aspecto que permite “densificar” su red de relaciones sociales, económicas y políticas.

Si bien este ascenso social se opera en un círculo de campesinos que se enriquecieron, también parece claro que el campesino pobre y el colono no pueden hacer el tránsito a la ganadería ni capitalizar los buenos precios en algunos momentos de la coca, pues el endeude, la pérdida de valor real de la base de coca y los altos costos de producción los mantiene en niveles de subsistencia.

Otra de las expresiones de vitalidad de relaciones sociales es el intenso tráfico de carros, motos, lanchas y aun aviones transportando importantes grupos de población por los departamentos, con la consecuente aparición de estratos y grupos sociales debido a la concurrencia de oficios y actividades que adelantan: lancheros, choferes, ayudantes, mecánicos, trocheros, capitanes de vuelo, que le dan ese carácter tan aparentemente urbano al gran número de centro poblados que tienen los departamentos. No es necesario recabar como la apertura de vías, hoy en día es uno de los agentes más poderosos del cambio social. De igual forma la economía coquera ha activado un importante mercado de trabajo y salarios, que implican estrategias que conducen a mayor movilidad en busca de diferentes oportunidades de empleo; concomitante, se desarrollan procesos de ascenso social, al momento en que se aprovecha la capitalización por los buenos precios de la coca o los buenos jornales.

La coca ha implicado para los pobladores una gran predisposición y ánimo de cambio y adaptabilidad tecnológica. Lo que no han logrado las instituciones generadoras y transferidoras de tecnología para maíz, yuca, plátano, pasto, etc, lo ha logrado un cultivo que cuenta con una estructura asegurada de compra y les permite la liquidez que una economía de mercado le exige a todos los actores que entran en su circuito. Estos cambios tecnológicos implican cambios en las relaciones sociales de producción: compra de semillas, articulación con el mercado de agroquímicos, contratación de mano de obra, mayor racionalidad en los arreglos y uso de los factores de producción, mayor sentido del riesgo, comercio ilícito de precursores, negociación con la guerrilla y ejército para lograr la producción y procesamiento inicial de la base, así como su comercio. Unido a todos estos cambios sociales es llamativo el precario desarrollo institucional que tanto el Estado como sus entes han logrado en la región, para poder interactuar con una organización social que ha soportado tan importantes cambios.

Así este poblador rural entra en contacto progresivo y cada vez más intenso con representantes de otros grupos y sectores sociales, rurales y urbanos, al tiempo que con instituciones y personas, diferentes a su entorno sociogeográfico, como pueden ser los intermediarios mercantiles, verdaderos elementos-nexo entre el productor agrario y la economía urbana, los prestamistas privados y agencias de crédito gubernamental, los funcionarios de diversos organismos estatales que ejecutan su acción en las zonas rurales, parientes y representantes de los diversos partidos; activistas, investigadores e intelectuales de origen urbano, etc (Jaramillo, 1989).

De esta manera, se muestran los irreversibles cambios en el tipo de organización social que produce la expansión del cultivo comercial de hoja coca, en donde fenómenos de concentración de tierras, expulsión de población a las cabeceras municipales, centros

poblados o puntas de colonización, precarios niveles de producción agropecuaria y expectativas por hacer ganaderías, frente a una masa de colonos y campesinos que subsisten con la coca y una notable prevalencia de rasgos, valores y expectativas de carácter urbano, lo cual componen un complejo y heterogéneo panorama social, del que se infiere la poca sostenibilidad ambiental, pues el sector campesino, al igual que los colonos, son los sectores mas débiles y susceptibles a los notorios cambios que está viviendo la organización social rural de la región. Estos cambios ejercen gran presión sobre los recursos naturales, incluso con un marco institucional por fortalecer que ofrezca mayores alternativas de producción frente al panorama que ofrece la propagación de cultivos ilícitos y la confrontación militar de las fuerzas en contienda.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arcila N. O & Ariel Z C. 2000. *Sur del Meta Territorio Amazónico*. Bogotá: Editorial Nomos.
- Arcilan N. O. 1997. *Estudio de prefactibilidad para el establecimiento de una Zona de Reserva Campesina en el Guaviare*. Bogotá D.C.
- Henman. A. 1981. *Mama coca*. Bogotá: La Oveja Negra-Áncora Editores.
- Jaramillo J. E. 1988. *Estado Sociedad y Campesinos*. Bogotá: Tercer Mundo Bogotá D.C.
- López. A. 2000. 'Colombia: de la prohibición a la guerra contra las drogas', en *El Malpensante*, Nº 25.
- Pedraza H., Gonzalez. J. J., Briceño Hernando. 1995. 'Calamar (Guaviare): Una colonización amazónica', *Colombia Amazónica. Revista Instituto Sinchi*. Vol. 8, nº 1. P. 249-316.



# **Nuevas perspectivas de la epidemiología de la malaria en la Amazonía: la infección asintomática por *Plasmodium***

*Martha Cecilia Suárez-Mutis*

*José Rodrigues Coura*

## **Abstract**

Malaria is one of the most prevalent parasitic diseases in the World. Currently, it is estimated that there are approximately 515 (300-660) million cases annually in the world, by causing between 1.5 and 2.7 million deaths, mainly among children less than 5 years and pregnant women. 95% of these deaths occur in sub-Saharan Africa. It is, essentially, a disease of tropical and subtropical areas and a serious public health problem in over 90 countries around the world. Thus, 40% of the world population (about 2.4 billion people) live in areas environmentally suitable for transmission this disease. In America, this transmission occurs in 21 countries of the region. It is estimated that 262 million people live in areas with social, economic and ecological differences that can stimulate, at different levels, the transmission of disease. It is believed that 15% of the population lives in areas with high or moderate transmission and 21% in areas of low risk. In 2006, 902,391 malaria cases were reported in America and the Amazon countries with most cases were: Brazil (60.8%), Colombia (12.9%), Peru (7.2%), and Venezuela (4.1%).

**Keywords:** *Malaria, Plasmodium, Amazon, epidemiology.*

## **1. Introducción**

La malaria es una de las enfermedades parasitarias de mayor prevalencia en la humanidad. Actualmente, se estima que se presentan aproximadamente 515 (300-660) millones de casos anuales en el mundo (Snow et al. 2005) causando entre 1.5 a 2.7 millones de muertes fundamentalmente entre niños menores de 5 años y mujeres gestantes. 95% de estos fallecimientos ocurren en África al sur del Sahara. Es una enfermedad esencialmente de áreas tropicales y subtropicales del planeta y un grave problema de salud pública en más de 90 países del mundo, de tal modo que 40% de la población mundial (aproximadamente 2.4 billones de personas) viven en áreas ecológicamente apropiadas para la transmisión de esta enfermedad (WHO 2002, Hay et al. 2004, Phillips 2001, Guerra et al. 2006).

En las Américas, la transmisión ocurre en 21 países de la región, estimándose que 262 millones de personas (aproximadamente 31% de 849 millones de habitantes) viven en áreas con diversas características sociales económicas y ecológicas que favorecen distintas intensidades de transmisión. Se considera que 15% de la población vive en áreas con transmisión alta ó moderada y 21% en áreas de bajo riesgo. En el año 2006 fueron notificados 902.391 casos de malaria en América y los cinco países que más notificaron casos fueron: Brasil (60.8%), Colombia (12.9%), Perú (7.2%), Venezuela (4.1%) y Guatemala (3,4%). (PAHO 2007).

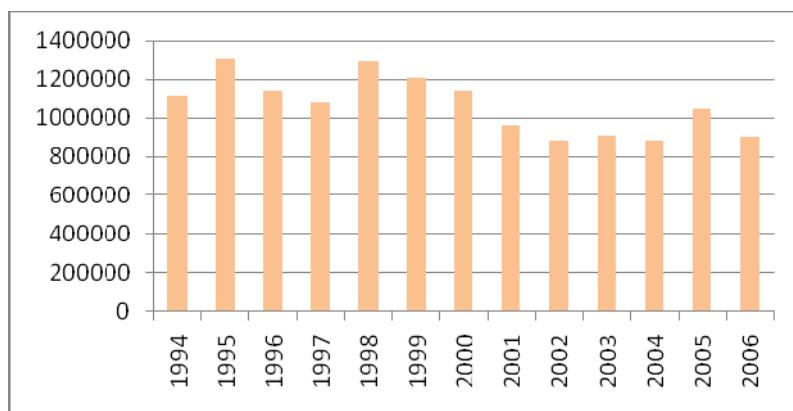


Fig.1. Distribución de los casos de malaria en las Américas. 1994-2006 . Fuente: PAHO 2007; OPS 2002.

La mayor parte de los casos de malaria en las Américas ocurren en la región Amazónica. Existe una enorme heterogeneidad en la transmisión de esta endemia, dada por la presencia de diferentes situaciones que deben ser estudiadas en cada contexto; algunas de ellas ya han sido extensamente abordadas por diferentes grupos de investigación. Es el ejemplo de la malaria en poblaciones indígenas, (Marcano et al. 2005), malaria urbana (Camargo et al. 1996, Suárez-Mutis 1997), en áreas de explotación ilegal de minerales (Fontes 2000, Scopel et al. 2005), en poblaciones de extractivismo vegetal en las florestas amazónicas y últimamente, la malaria en zonas de conflicto (Pérez et al. 1999).

Además de la diversidad epidemiológica de esta endemia, desde el punto de vista clínico, la malaria posee un amplio espectro que va desde la presencia de infección asintomática hasta la muerte debido a malaria cerebral, anemia, y otras complicaciones. Felizmente, en las Américas el número absoluto de casos de muerte debido a malaria son escasos. En el año 2005, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) solamente registró 109 muertes debidas a esta enfermedad. (PAHO, 2007). Infecciones asintomáticas por plasmodio son comúnmente observadas en áreas holo e hiper-endémicas de África subsahariana y en algunas regiones del sudeste asiático. En América este fenómeno es relativamente reciente. En los últimos años, una serie de estudios que aportan nuevas evidencias en relación a la presencia de infección asintomática han sido publicados; la mayor parte de estos trabajos provienen de la región amazónica brasileña (Coura et al. 2006). El objetivo del presente artículo, es dar una panorámica al estado actual del conocimiento de la infección asintomática en la Amazonía así como brindar elementos para subsidiar nuevos desafíos para abordar este problema.

## 2. En busca de una definición

Así como en la mayoría de las enfermedades infecciosas y parasitarias existen diferencias en la definición entre infección y enfermedad. Se habla de infección cuando el individuo carga en su sangre el *Plasmodium* sin presentar ningún signo ó síntoma; se trata

de enfermedad cuando en presencia del parásito en la sangre aparece cualquiera de los síntomas clásicos de la malaria. Debido a que en las Américas, la presencia de portadores asintomáticos de los plasmódios es relativamente reciente aún no se ha logrado un consenso en la definición de caso. Comúnmente se acepta como portadores asintomáticos aquellas personas que posean cualquiera de las especies de *Plasmodium*, sin haber presentado ningún síntoma relacionado con malaria, 30 días antes ó hasta 30 días después del examen de sangre (por gota gruesa, distendido de sangre periférica y/o reacción en cadena de la polimerasa-PCR). Sin embargo, la definición varía en cada estudio.

### 3. Epidemiología de la infección asintomática en la región amazónica

En 1994, Balthazar-Guedes *et al.*, señalaban que habitantes de áreas de alta transmisión podrían estar “evitando” la enfermedad después de experimentar varios episodios de malaria. Diferentes estudios en las áreas altamente endémicas han mostrado prevalencias de infección asintomática que fluctúan entre 4.2 y 38.5% cuando es usada la gota gruesa como método diagnóstico y entre 10.6 y 64.8% cuando se utiliza la PCR. Andrade *et al.* (1995), trabajando con “garimperos”<sup>1</sup> en Peixoto de Azevedo (estado de Mato Grosso, Brasil), encontraron una prevalencia de 20.5% (20/98) personas infectadas con el plasmódio, de las cuales 70% (14/20) eran asintomáticas, 5 con *P. falciparum*, 7 con *P. vivax* y 2 con *P. malariae*. Suárez-Mutis *et al.* (2000) encontraron una prevalencia de 21.6% en el río Apaporis (Amazonia colombiana) entre indígenas Yujup-Maku; Fontes (2001), trabajando también con otras poblaciones de garimpo en Apiacás (Mato Grosso, Brasil) demostró que 41.8% de personas (38/91) permanecieron asintomáticas por un periodo que varió de 3 a 47 días (mediana de 5 días) y de ellos, 14 (15.4%) permanecieron sin síntomas después de 15 días de seguimiento. En la frontera entre Brasil y Venezuela, Marcano *et al.* (2004) encontraron una prevalencia de 38.5% y 4.9% en dos comunidades Yanomami con diferentes niveles de transmisión de malaria; Alves *et al.* (2002) demostró una prevalencia de 4.1-16.9% en Portochuelo y Ji-paraná, en el estado de Rondonia, Brasil. Todos estos estudios usaron la gota gruesa como técnica de diagnóstico para la detección del parásito. Estudios más recientes usando técnicas moleculares están demostrando que la infección es más frecuente de lo que parecía. Scopel (2005), usando la técnica de la PCR en las mismas muestras de Fontes (2001), encontró que 27.3% eran positivas para plasmódio (144/527); en los estudios de Alves *et al.* (2002) en Portochuelo y Ji-Paraná, estado de Rondonia, Brasil, la prevalencia de infección asintomática varió entre 6.4% y 64.8%; Branch *et al.* (2005) trabajando en una localidad cercana a Iquitos (Perú) encontró una frecuencia de 59%; Ladeia-Andrade (2005) demostró una prevalencia de 31.3% después de 30 días de seguimiento entre poblaciones ribereñas agrícolas en el parque Nacional del Jaú, río Negro, Brasil; las prevalencias encontradas en otros estudios varían de 8.2%-24% en el

<sup>1</sup> “Garimperos”, son personas dedicadas a la búsqueda de metales y piedras preciosas, frecuentemente con pésimas condiciones de trabajo, en forma ilegal y que causan enorme impacto ambiental.

rio Padauiri, (Suárez-Mutis et al. 2007a); de 10.6-19.2 % en Vila Candeias, estado de Rondonia, Brasil (Tada et al. 2007) y 29.4% en el estado del Acre, Brasil (Silva Nunes & Ferreira 2007).

Nuestros estudios, en el medio río Negro, demostraron la existencia de estacionalidad en la presencia de infección asintomática. En la época de la estación seca hubo 5.5% de personas asintomáticas detectadas por la gota gruesa y 28.1% detectadas por la PCR mientras que en la época de las lluvias fueron encontradas 1.2% de asintomáticos detectados en la gota gruesa y 7.8% en la PCR. Al contrario ocurre con la malaria. La prevalencia de esta enfermedad es mayor en la época de las lluvias. Todas estas diferencias fueron estadísticamente significativas. (Suárez-Mutis 2007).

#### 4. Factores de riesgo para la presencia de la infección asintomática

El estudio de los factores condicionantes de la infección asintomática es de extrema importancia para definir los mecanismos de este fenómeno, por un lado, y por otro para la toma de decisiones sobre las medidas más adecuadas para el control. Los trabajos de Fontes (2001) entre garimperos, mostraron como las personas con más de 28 años tuvieron mayor probabilidad de ser asintomáticos, si bien que puede haber cierto sesgo en esta muestra porque se trabajó solo con población adulta. Marcano et al. (2004) demostraron una menor prevalencia de malaria en individuos con más de 10 años de edad en los cuales hubo una alta frecuencia de infección asintomática (38.5%). Sin embargo en el trabajo de Alves et al. (2002), se muestra como la posibilidad de tener una infección asintomática fue 6.7 veces mayor en los adultos de más de 40 años si se comparan con niños menores de 5 años, y al dividir el grupo entre menores y mayores de 15 años, la probabilidad fue de 5.8 veces mayor entre los adultos. Nuestros datos muestran como las personas con más de 20 años tuvieron una probabilidad 1,79 veces mayor de tener infección asintomática, cuando comparados con otros grupos de menor edad. (Suárez-Mutis 2007).

Fontes (2001) estableció otros factores condicionantes de importancia. Las personas que llevan más tiempo viviendo en área endémica (el número de meses después del primer episodio de malaria en la vida), durante los meses después del último episodio estuvieron asociados a mayor probabilidad de tener una infección asintomática. Los trabajos de Alves et al. (2002) apuntan para hallazgos similares en el sentido de que las personas que han vivido durante más tiempo en la Amazonía, en localidades con alta endemidad para malaria tienen más probabilidad de ser asintomáticos.

Aunque la gota gruesa continua siendo el padrón oro (*golden standard*) para el diagnóstico de malaria, no tiene la suficiente sensibilidad para la detección de portadores asintomáticos que se caracterizan por tener bajas parasitemias, ni siquiera al intentar aumentar la sensibilidad diagnóstica leyendo un mayor número de campos microscópicos (Suárez-Mutis & Coura 2006). Laserson et al. encontraron un promedio de 489 parásitos/mm<sup>3</sup> en pacientes con malaria en comparación con 124 parásitos/mm<sup>3</sup> entre asintomáticos con infecciones por *P. vivax*. Alves et al., encontraron menos de 500

parásitos/mm<sup>3</sup> entre portadores asintomáticos. A pesar de la baja parasitemia reportada entre los pacientes con infección asintomática en las Américas, su importancia reside en el hecho de que pueden estar formando parte de la cadena de transmisión de la enfermedad sin ser detectados por los programas de control que solo realizan gota gruesa a las personas con síntomas clínicos. Alves et. al (2005) realizaron estudios de infección experimental alimentando artificialmente mosquitos con sangre de pacientes. De los mosquitos alimentados con sangre de pacientes sintomáticos, 22% adquirieron posteriormente la infección, mientras que los mosquitos alimentados con sangre de pacientes asintomáticos, 1.2% fueron infectados. Así, a pesar de que se ha demostrado que los portadores asintomáticos pueden infectar mosquitos, la eficiencia de la infección es muy baja cuando se compara con pacientes sintomáticos. Estos estudios son aún preliminares, con un pequeño número de muestras, por lo que es necesario realizar otros experimentos así como la aplicación de modelos matemáticos para establecer la probabilidad más real de transmisión de la enfermedad.

## 5. La malaria oligosintomática

En personas que han adquirido cierto grado de inmunidad existen niveles intermedios de enfermedad. A pesar de que los síntomas siempre son subjetivos y depende del umbral individual, al intentar medir “intensidad de la enfermedad”, en un estudio realizado en Acre, Brasil, solo 52.6% de los pacientes diagnosticados con malaria percibieron su fiebre como “intensa”; 19.1% de otros pacientes no reportaron fiebre aunque tenían otros síntomas asociados (Silva-Nunes & Ferreira 2007). En el río Padauiri, entre los pacientes con síntomas de malaria, solo 33.7% referían sus síntomas como intensos (Suárez-Mutis 2007).

## 6. La inmunidad contra malaria y la infección asintomática

La infección asintomática ocurre en las áreas de mayor endemidad de la enfermedad y ha sido ampliamente estudiada en áreas hiper y holo-endémicas de África con intensísimos niveles de transmisión. Hay evidencias de que existen dos etapas en el desarrollo de la inmunidad adquirida, fundamentales para entender la presencia de infección asintomática: la inmunidad clínica y la inmunidad antiparasitaria. Al parecer la inmunidad clínica, es decir, aquella inmunidad que protege contra la enfermedad, es la primera que se desarrolla. Esta inmunidad parece ser especie-específica, fase-específica y más efectiva cuando hay una nueva re-infección con genotipos homólogos a aquellos experimentados con anterioridad (Snow & Marsh 1998, Kun 2002, Rogier 1999, Smith 1999c), siendo capaz de controlar la enfermedad y reducir la densidad de parásitos. La inmunidad clínica, generalmente, se desarrolla lentamente durante la infancia y la adolescencia. El desarrollo de inmunidad antiparasitaria, ocurre más tarde y produce una reducción de la densidad de parásitos hasta que muchas veces puede llegar debajo del

umbral de detección de la gota gruesa. Sin embargo, raramente se alcanza la esterilización completa, ni siquiera en áreas hiper y holoendémicas de África. (Trape 1994, Smith et al. 1999a, 1999b). El tratamiento de portadores asintomáticos en esas regiones africanas puede aumentar el riesgo de malaria en la época de mayor transmisión. (Owusu-Agyei et al. 2001). Aún hoy, existe una comprensión incompleta de cómo opera el mecanismo de adquisición natural de la inmunidad a la malaria (Druilhe & Perignon 1997, Zambrano-Villa 2002). Existen pocas dudas de que la razón por la cual la malaria grave y complicada está concentrada básicamente entre los niños menores de 5 años en las áreas de intensa transmisión es debido a que los adultos han adquirido inmunidad protectora contra la enfermedad (Trape 1994, Snow & Marsh 1998, Hviid 2005). En esas áreas, los adultos pueden continuar experimentando episodios esporádicos de malaria, pero la enfermedad letal es rara y compromete más a las mujeres embarazadas en la primera ó segunda gestación. Aún no se sabe muy bien, como puede funcionar la inmunidad adquirida en áreas de transmisión leve a moderada, como ocurre en América.

## 7. Perspectivas de investigación y nuevos desafíos

Los estudios publicados hasta el momento, han permitido establecer que la infección asintomática por *Plasmodium* ocurre predominantemente en áreas de alto riesgo epidemiológico donde hay intensa transmisión. Es necesario ubicar estas áreas en las diferentes regiones de la Amazonía y proceder a hacer estudios dirigidos a detectar la presencia de portadores asintomáticos. Estas investigaciones deben ser realizadas en toda la población (ó realizando un buen muestreo de parte de la población), independientemente de la presencia o no, de síntomas de malaria. Estas poblaciones deben ser seguidas clínica y parasitológicamente (esta última no siempre será posible, pero si deseable) durante por lo menos 28 días para establecer que no estaban en el periodo prepatogénico o de incubación). Si es posible, usar además de la gota gruesa, un método de diagnóstico molecular como la PCR, ó, por lo menos, aumentar el número de campos microscópicos leídos en la gota gruesa para aumentar su sensibilidad. En este último caso, además de las lecturas de todas las láminas positivas, también se deberá hacer lectura de las negativas en condiciones ideales (Suárez-Mutis & Coura 2006).

De otro lado, es necesario continuar la búsqueda de “marcadores epidemiológicos” para la detección de áreas con presencia de portadores asintomáticos: áreas endémicas con altos niveles de transmisión desde por lo menos 5 años anteriores, adultos que han tenido varios episodios previos de malaria, presencia de un vector (como el *An. darlingi*) altamente eficiente, poblaciones tradicionales que han vivido en áreas endémicas durante largo tiempo, aumento del número de casos de malaria entre niños en áreas que los adultos eran más afectados, cambios en el padrón epidemiológico de la enfermedad, etc.

Una vez que las áreas con presencia de infección asintomática han sido detectadas, son necesarios nuevos estudios de intervención, pues uno de los retos de los programas de control, es saber qué hacer con estos portadores. Si la persona ha alcanzado un umbral

mínimo de parásitos capaces de ser detectados en la gota gruesa, sin duda se debe tratar con los esquemas convencionales; la gran cuestión continua siendo los pacientes PCR positivos.

De esta forma, la evidencia de la existencia de áreas con presencia de infección asintomática en la Amazonía genera desafíos crecientes tanto para la comunidad científica como entre tomadores de decisiones de los servicios de salud y los técnicos de los Ministerios responsables de la salud y bienestar de los pueblos. Existen aún más preguntas que respuestas, pero como se pudo sintetizar aquí, ya hay un camino andado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alves FP, Durlacher RR, Menezes MJ, Krieger H, Silva LHP, Camargo EP 2002. 'High prevalence of asymptomatic *Plasmodium vivax* and *Plasmodium falciparum* infections in native Amazonian population', *Am J Trop Med Hyg* 66:641-648.
- Alves FP, Gil LH, Marrelli MT, Ribolla PEM, Camargo EP, Silva LHP 2005 'Asymptomatic carriers of *Plasmodium* spp, as infection source for malaria vector mosquitoes in the Brazilian Amazon', *J Med Entomology*, 42: 777-779.
- Andrade ALSS, Martelli CMT, Oliviera RM, Arias JR, Zicker F, Pang L 1995. 'High prevalence of asymptomatic malaria in Gold Mining areas in Brazil', *Clin Infect Dis* 20:467.
- Balthazar-Guedes HC, Ferreira-da-Cruz MF, Daniel-Ribeiro CT 1994. 'Living and avoiding malaria infection in endemic areas of the Amazon Basin', *Mem Inst Oswaldo Cruz* 89:301-302.
- Branch OL, Casapia WM, Gamboa DV, Hernandez JN, Alava FF, Roncal N, Alvarez E, Perez EJ, Gotuzzo E 2005. 'Clustered local transmission and asymptomatic *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* malaria infections in a recently emergent hypoendemic Peruvian Amazon community', *Malaria J* 4:27-42.
- Camargo LMA, Colleto GMD, Ferreira MU, Gurgel SM, Escobar AL, Marques A, Krieger H, Camargo EP, Silva LHP 1996. 'Hypodendemic malaria in Rondônia (Brazil, Western Amazon Region): seasonal variation and risk groups in an urban locality', *Am J Trop Med Hyg* 55:32-38.
- Coura JR, Suárez-Mutis MC & Ladeia-Andrade S 2006. 'New challenge for malaria control in Brazil: asymptomatic *Plasmodium* infection – A review', *Mem Ins Oswaldo Cruz* 101(3):229-237.
- Druilhe P & Perignon JL 1997. 'A Hypothesis about the chronicity of malaria infection', *Parasitology today* 13:353-357.
- Fontes CJF 2001. *Epidemiologia da Malaria e Fatores Associados à Infecção Assintomática por Plasmodium em uma População de Garimpeiros da Amazônia Brasileira (Mato Grosso, 1996)*, PhD Thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Guerra CA, Snow RW, Hay SI 2006. 'Mapping the global extent of malaria in 2005', *Trends in parasitology* 22:353-358.

- Hay SI, Guerra CA, Tatem A, Noor AM, Snow RW 2004. 'The global distribution and population at risk of malaria: past, present, and future', *Lancet Infect Dis* 4: 327-336.
- Hviid L 2005. 'Naturally acquired immunity to *Plasmodium falciparum* malaria in Africa', *Acta Tropica* 95:270-275.
- Kun JFK, Missinou MA, Lell B, Sovric M, Knoop H, Bojowald B, Dangelmaier O, Kremsner P 2002. 'New emerging *Plasmodium falciparum* genotypes in children during the transition phase from asymptomatic parasitemia to malaria', *Am J Trop Med Hyg* 66: 653-658.
- Ladeia-Andrade S 2005. *Aspectos Epidemiológicos da Malária no Parque Nacional do Jauá, Amazonas, Brasil*, PhD Thesis Instituto Oswaldo Cruz-Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Laserson KF, Wypij D, Petralanda I, Spielman A, Maguire JH 1999. 'Differential perpetuation of malaria species among Amazonian Yanomami Amerindians', *Am J Trop Med Hyg* 60: 767-773.
- Marcano TJ, Morgado A, Tosta CE, Coura JR 2004. 'Cross-sectional study defines difference in malaria morbidity in two Yanomami communities on Amazonian boundary between Brazil and Venezuela', *Mem Inst Osw Cruz* 99: 369-376.
- Owusu-Agyei S, Koran KA, Baird K 2001. 'Incidence of symptomatic and asymptomatic *Plasmodium falciparum* infections following curative therapy in adult residents of Northern Ghana', *Am J Trop Med Hyg* 65: 197-203
- PAHO. 2007. En: <http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/mal-morb-trend-2006.pdf>, acessado em 25/07/2007.
- Pérez L, Suárez-Mutis M, Murcia L, De la Hoz F, Olano VA, Brochero H, Toro P 1999. 'La malaria en el Amazonas: conocimientos, prácticas, prevalencia de parasitemia y evaluación entomológica en mayo de 1997', *Biomédica* 19: 93-102.
- Phillips RS 2001. 'Current status of malaria and potential for control', *Clin Microbiol reviews* 14:208-226.
- Rogier C, Tall A, Diagne N, Fontenille D, Spiegel A, Trape JF 1999. 'Plasmodium falciparum clinical malaria: lessons from longitudinal studies in Senegal', *Parassitologia* 41:255-259.
- Scopel KKG, Fontes CFJ, Ferreira MU, Braga E 2005. 'Plasmodium falciparum: IgG subclasse antibody response to merozoite surface protein-1 among Amazonian gold miners, in relation to infection status and disease expression', *Exp Parasitol* 109: 124-134.
- Silva-Nunes M & Ferreira MU 2007. 'Clinical spectrum of uncomplicated malaria in semi-immune Amazonians: beyond the "symptomatic" vs "asymptomatic" dichotomy', *Mem Ins Oswaldo Cruz* 102:341-347.
- Smith T, Beck HP, Kitua A, Mwankusye S, Felger I, Fraser-Hurt N, Irion A, Alonso P, teuscher T, Tanner M 1999a. 'The epidemiology of multiple Plasmodium falciparum infections. 4. Age dependence of the multiplicity of Plasmodium

- falciparum infections and of other malariological indices in an area of high endemicity', *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 93: Suppl1 15-20.
- Smith T, Felger I, Fraser-Hurt N, Beck HP 1999b. 'The epidemiology of multiple *Plasmodium falciparum* infections 10. Effect of insecticide-treated bed nets on the dynamics of multiple *Plasmodium falciparum* infections', *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 93: Suppl1 53-57.
- Smith T, Felger I, Tanner M, Beck HP 1999c. 'The epidemiology of multiple *Plasmodium falciparum* infections 11. Premunition in *Plasmodium falciparum* infection: insights from the epidemiology of multiple infections', *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 93: Suppl1 59-64.
- Snow RW & Marches K 1998. 'New insights into the epidemiology of malaria relevant for disease control', *British Medical Bulletin* 54:293-309
- Snow RW, Guerra CA, Noor AM, Myint HY, Hay S 2005. 'The global distribution of clinical episodes of *Plasmodium falciparum* malaria', *Nature* 434: 214-217.
- Suárez-Mutis MC. 1997. *Estudo do processo de transmissão da malária em um bairro de ocupação recente da cidade de Manaus-Amazonas-Brazil. 1996.* Tese defendida e aprovada em setembro de 1997 para optar ao título de mestre em Medicina Tropical. Departamento de Medicina Tropical. Instituto Oswaldo Cruz. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro.
- Suárez-Mutis MC 2007. *Epidemiologia da malária em comunidades do rio Padauiri, médio rio Negro, uma área de extrativismo vegetal da piaçaba no Estado do Amazonas, Brasil,* PhD Thesis, Departamento de Medicina Tropical, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Suárez-Mutis MC, Bonilla MP, Blandón ME 2000a. 'Diagnosis of the health situation of the Yujup-Maku, a seminomadic indigenous group of the Colombian Amazonas', *Abstracts 2 XVth International Congress for Tropical Medicine and Hygiene and Malaria, Cartagena* : 192.
- Suárez-Mutis MC & Coura JR 2006. 'Evaluation of the thick smear in a field condition in a malaria endemic area in the middle region of Rio Negro, Amazon', *Rev Soc Bras Med Trop* 39:495-497
- Suárez-Mutis MC, Cuervo P, Leoratti FMS, Morães-Avila S, Ferreira AW, Fernandes O, Coura JR 2007. 'Cross-sectional Study reveals a high percentage of asymptomatic *Plasmodium vivax* infection in the Amazon rio Negro area, Brazil', *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo.* 49:159-164.
- Tada MS, Marques RP, Mesquita E, Martha RCD, Rodrigues JÁ, Costa JDN, Pepelascov RR, Katsuragawa TH, Silva LHP 2007. 'Urban malaria in the Brazilian Western Amazon Region I. High prevalence of asymptomatic carriers in an urban riverside district is associated with a high level of clinical malaria', *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102:263-269.
- Trape JF, Rogier C, Konate L, Diagne N, Bouganali H, Canque B, Legros F, Badji A, Ndiaye G, Ndiaye P, Brahimi K, Faaye O, Druilhe P, Pereira da Silva L 1994. 'The

- Dielmo Project: a longitudinal study of natural malaria infection and the mechanisms of protective immunity in a community living in a holoendemic area of Senegal', *Am J Trop Med Hyg* 51: 123-137.
- WHO-World Health Organization 2002. *The global malaria situation: current tools for prevention & control. 55th. World Health Assembly*. Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis & Malaria, WHO document no. 55. Available at: [http://www.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/WHA55/ea55id6.pdf](http://www.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA55/ea55id6.pdf). Accessed 31 August 2004.
- Zambrano-Villa S, Rosales-Borjas D, Carrero JC, Ortiz-Ortiz L 2002. 'How protozoan parasites evade the immune response', *Trends in parasitology* 18: 272-278.

# Generalidades sobre la generación de ciencia y tecnología en la Amazonía

*Hernando Bernal Zamudio*

*Xabier Gainza Barrenkua*

## Abstract

The general purpose of this paper is to present a series of general questions about the generation of science and technology in the Amazon region, mainly in relation to the institutions responsible for generating scientific knowledge. Historically the respective States have been responsible for leading the development of science and technology, with an uneven performance. In recent times, however, some steps are taking towards creating a transnacional institutional environment in the region. This, along with the growing importance of economic sectors that use biodiversity as an input in their production, opens a new context for the Amazon.

**Keywords:** *Amazonia, science, knowledge, technology, institutions.*

## 1. Introducción

La evolución del entramado institucional para la generación de conocimiento, ciencia y tecnología (CCT) en la Amazonía ha sido un proceso lento y complejo, en el que los Estados nacionales han ido desarrollando paulatinamente diferentes instituciones científicas. Tradicionalmente, la aproximación a la región ha estado sustentada sobre las premisas de integrar dicho “espacio vacío” a las respectivas economías nacionales y reforzar la soberanía nacional ante la posible internacionalización de las selvas húmedas tropicales (Becker, 2005a:72; Chaves de Brito, 2001:23). Esta perspectiva ha sido inducida por la debilidad de la presencia institucional y por tratarse de una economía que a menudo ha sido catalogada como “subordinada”, “dependiente”, “marginal” y “de frontera”, a pesar de su valor geoestratégico y geopolítico por los recursos que alberga (Becker, 2005a:72; Cordero de Santana, 1997:234; De Assis Costa, 1997:257).

Más allá de las contradicciones, las instituciones encargadas de generar, adoptar y transferir CCTA para el entorno amazónico han tenido una contribución destacada (Comissão Tundisi, 2001:321). Pero a pesar de los avances, aún persisten problemas importantes. Entre ellos destaca la insuficiencia de conocimiento y una racionalidad limitada entre las organizaciones sociales. Además, a nivel institucional hay un profundo desenraizamiento en el desarrollo productivo, ya que se privilegian las producciones contrarias a la complejidad y diversidad del entorno amazónico (De Assis Costa, 2005: 146). De esta forma, se mantiene el *statu quo* histórico que reproduce una relación de dependencia técnico-científica del orden central en cada uno de los Estados nacionales. Esta dependencia se manifiesta, entre otras cuestiones, en el hecho de no tener una capacidad científica regional para el sector agrícola y en la incapacidad para organizar un

cuerpo autónomo de investigación amazónico (Aragón, 2005: 788; Franco, 2000; Aragón, *et al.*, 2001:3; Domínguez, 2004: 16; Becker, 2005b:624; Sicsú & Lima, 2001: 25).

La apertura democrática y, posteriormente económica, a finales de los ochenta y comienzos de los noventa, ha redefinido y dinamizado los roles del Estado. Ante un panorama medioambiental como el actual, en crisis, se generaron nuevas propuestas de conocimiento para la Amazonía dentro del paradigma del desarrollo sostenible. Pero fue la Conferencia Mundial de Río de Janeiro en 1992 la que marcó un hito, pues logró generar todo un despliegue de instancias y cooperación vertical y horizontal para desarrollar CCT. Además, las transformaciones tecno-económicas, sociales e institucionales de los últimos tiempos por las que cobran mayor interés la socio (bio) diversidad, apuntan hacia una nueva dirección para la región. Hoy día, sectores clave como la biotecnología, la bioseguridad, las tecnologías de la información y la comunicación encuentran en la Amazonía un nuevo escenario, dados los inventarios de biodiversidad. A esto hay que añadirle la creciente conciencia sobre el valor de los conocimientos tradicionales y la necesidad de protegerlos, lo que sitúa al debate sobre los derechos de propiedad intelectual en un primer plano. Como consecuencia, tanto desde el ámbito gubernamental, a través de la cooperación bilateral y multilateral, como desde el no gubernamental, se han desarrollado diferentes iniciativas en relación con el uso y manejo de los recursos naturales desde una perspectiva que contempla la diversidad y complejidad amazónica. Esto ha supuesto el empoderamiento de determinados actores sociales locales y la revalorización del bagaje cognoscitivo de los pueblos tradicionales, lo que se ha traducido en nuevas organizaciones sociales que tienen como propósito revindicar una ciencia con la gente y que permita proteger los recursos que alberga la Amazonía para las generaciones futuras.

Es en este escenario en el que se desenvuelven las instituciones de ciencia y tecnología de la Amazonía. Además, hay que tener en cuenta que el desarrollo institucional de la región ha estado marcado por la complejidad de las relaciones entre los Estados nacionales amazónicos, ya que mientras por un lado los Estados tratan de mejorar sus capacidades científicas individuales, por otro se dan algunos pasos para crear instituciones conjuntas. En este artículo presentamos algunas generalidades sobre los mecanismos para la generación de ciencia y tecnología en la región, desde las primeras actuaciones hasta algunos de los últimos desarrollos. En el siguiente apartado abordamos algunos de los antecedentes desarrollados en varios de los Estados nacionales. Posteriormente, recogemos una primera propuesta para desarrollar una institución científica transnacional, como fue el Instituto Internacional de la Hidro Amazonía (IIHA). Finalmente, presentamos algunas de las instituciones para generar conocimiento, ciencia y tecnología en la Amazonía del siglo XXI.

## **2. Antecedentes: instituciones de ciencia y tecnología en los diferentes Estados nacionales de la Amazonía**

El desarrollo institucional importante con relación al conocimiento, la ciencia y la tecnología (CCT) en la Gran Amazonía continental suramericana se da inicialmente en la Amazonía brasileña. Los primeros avances fueron inducidos por la extracción del caucho durante la Segunda Guerra Mundial, pero es el denominado “Acuerdo de Washington” el que permitió crear una serie de instituciones en la Amazonía Brasileña y la transformación de otras. Entre ellas destaca la que sufrió el Instituto Agronómico del Norte, al transformarse en el actual Embrapa de la Amazonía Oriental o la del Banco de la Borracha, al convertirse en el actual Banco de la Amazonía (BASA). Así mismo, para esa época la Fundación Rockefeller subvencionó al Servicio de Salud Público, siendo el primer programa social en la Amazonía, un programa que se transformó posteriormente en la Fundación SESP (Da Silva, 2002:9). Por otra parte, las Universidades Brasileñas han ido fortaleciendo su capacidad investigadora, configurándose en la actualidad como unas instituciones clave para comprender la realidad amazónica.

En la Amazonía Peruana, los antecedentes se encuentran en las investigaciones efectuadas desde los años 70 por el Centro de Estudios Teológicos-CETA y el Centro Amazónico de Antropología y Aplicación Práctica (CAAAP). Posteriormente, la Oficina Regional del Instituto Nacional de Planificación abordó los aspectos antropológicos del CCT. A nivel académico, otras instituciones han tenido un papel destacado, como el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), sede Iquitos y dependiente de la Universidad Nacional de San Marcos, que lleva desde los años sesenta con su labor de investigación. Desde la década de los ochenta hasta la actualidad, son las universidades nacionales, tanto públicas como privadas, así como otras organizaciones no gubernamentales, las que amplían el panorama de conocimiento del entorno amazónico. Junto a estas instituciones, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y sobre todo el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), desarrollan una investigación a nivel regional, y promueven así mismo el Desarrollo Humano Sostenible, con procesos investigativos de trascendencia internacional que abordan el diálogo de saberes.

En el denominado Oriente Amazónico Ecuatoriano, en la década de los sesenta destacaron el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), el Centro de reconversión del Azuay Cañar y Morona Santiago (CREA), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE). Posteriormente, en 1981 se creó la Unidad de manejo de la cuenca del Río Paute, (UMACPA), que realizó algunas investigaciones en el tema de la conservación. En relación con el dialogo de saberes y la interculturalidad, la Universidad Intercultural y la Coordinadora de las Organización Indígenas de la Cuenca Amazónica (COICA), la Universidad la Estación Experimental de la Amazonía, la Universidad Equinoccial del Ecuador y el Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE) trabajan conjuntamente para promover políticas públicas para convertir a la Amazonía en un espacio sostenible, donde prime la interculturalidad y la democracia con inclusión social.

Para la Amazonía colombiana, la primera aproximación sólida para conocer la Amazonía se dio a partir del proyecto RADAGRAMETRICO, liderado por la subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con la cooperación de los Países Bajos. Posteriormente, el desarrollo institucional importante fue liderado por el Departamento de Planeación Nacional y el Departamento Administrativo de Intendencias y Comisarías (DAINCO CASAM), que contaron con el apoyo técnico y financiero de la cooperación técnica de los Países Bajos. Así, se pudo crear la Corporación Colombiana para la Amazonía (CORPOARARACUARA), corporación que se transformó en el actual Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). En cuanto a las universidades públicas, han tenido un papel destacado la Universidad Nacional de Colombia (en su Sede Amazonia), la Universidad de la Amazonía, la Universidad Distrital, Cauca y Antioquia, ya que han desarrollado una perspectiva multidimensional. Entre las privadas, sobresalen las Universidad de los Andes, la Pontificia Universidad Javeriana y la Fundación Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”. Por otra parte, también algunas organizaciones no gubernamentales han venido trabajando en diferentes líneas de investigación, tanto formal, como no formal (TROPENBOS, Fundación Omacha, COAMA, Red País Rural, CODEBA, entre otras). Es de destacar así mismo, la labor de las Corporaciones Regionales (CDA, CORPOAMAZONIA) y las Secretarías de Agricultura en el desarrollo de conocimiento tecnológico aplicado para gremios de productores de caucho, oleaginosas, bovinos, entre otros.

Para la Amazonía venezolana el Estado ha venido promoviendo una política de apoyo a la investigación a través de la creación de instituciones destinadas al diseño de políticas, planeamiento y promoción de la investigación. A pesar de ello, destaca la ausencia de articulación entre las políticas de Estado en materia de ciencia y tecnología con las políticas internas de las universidades oficiales, en un contexto de crisis económica acentuada desde la década de los ochenta, las cuales condicionan las relaciones tensas pero necesarias entre ambos actores (De Homes, Suárez y Hernández, 2008).

### **3. Marco histórico de la propuesta de crear el *Instituto Internacional de la Hiléa Amazónica***

Entre los primeros intentos para impulsar el desarrollo del CCT en la Amazonía a escala global destaca el llevado a cabo por la UNESCO y la FAO, quienes en 1947 propusieron crear el Instituto Internacional de la Hiléa Amazónica (IIHA) (Malan, 1984; Moura, 1990, citado por Chor, 2005:121). No obstante, esta propuesta no se pudo materializar en su momento, por las suspicacias por parte de Brasil respecto de la pérdida de soberanía sobre su territorio amazónico, y las implicaciones afines a la guerra fría. Unos años más tarde, en 1951, a partir de la FAO se generan mecanismos para poder trabajar con el Ministerio de Agricultura de Brasil en la Amazonía del noreste. Estos mecanismos se materializaron en 1953, por medio de un proceso de trabajo junto con la Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), que consistió en el estudios de

los recursos naturales y la geología, así como de diferentes sectores de actividad económica, como la agricultura, pecuaria y silvicultura (Chaves de Brito, 2001:137).

Dichos procesos llevaban implícito el propósito de reforzar la soberanía nacional y la valorización Económica de la Amazonía por medio de estas instituciones. Esto se materializó en un modelo de “Colonias agrícolas”, que tenía como propósito fortalecer la producción de alimentos. Para ello se tomaron medidas para intensificar la producción de materias primas para la industria, el desarrollo de infraestructuras, la educación, la asistencia técnica, la salud y el crédito. El objetivo de estas medidas era poder recuperar y mejorar las condiciones de las explotaciones extractivas e ir poblando la Amazonía. Como complemento a las políticas se utilizaron incentivos fiscales y crediticios, con el fin de generar una modificación de la fase productiva de la región (Chaves de Brito, 2001:23).

Desde los años cincuenta hasta los ochenta el desarrollo de CCT para el entorno amazónico se había implementado de acuerdo a una filosofía que llevaba implícita los principios y esquemas de modernización forzada. Esto se reflejó en procesos para ampliar la frontera agrícola, con sus respectivos frentes de colonización, o con la variante de polos de desarrollo a partir de las explotaciones de minerales, monocultivos comerciales, la ganadería extensiva, y otros nichos de alta tecnología, como los implementados en la zona franca de Manaos en la Amazonía brasileña (Bergerman, *et al.*, 2005). Dentro de esa filosofía o paradigma de la modernización e integración nacional es de resaltar el rol inicial del Museo Paraense Emilio Goeldi y las posteriores instituciones que se crearon, como el Instituto Nacional de Investigaciones / Pesquisa (INPA), el Instituto de Desarrollo Sostenible -Mamiraua y los programas PRODER y DETER del Instituto Nacional de Investigaciones /Pesquisa- INPE. Es en estos escenarios y con estos actores sociales e institucionales donde se incentivaron los procesos de homogenización y de valorización, que consistían en la implementación de un conjunto de acciones de intervención que se materializarían en políticas de planificación del desarrollo regional por parte de diferentes órganos estatales. En la actualidad, no obstante, queda patente las limitaciones de enfoques parciales y sectoriales, por lo que parece necesaria una demanda de conocimiento y una ciencia y tecnología más respetuosa con el medio natural, así como socialmente inclusiva.

#### **4. Conocimiento, ciencia y tecnología para la Amazonía del siglo XXI**

Hoy la Amazonía es un espacio con identidad propia, pero sufre un proceso de mutación que repercute en todas sus dimensiones del desarrollo (Becker, 2005b; Théry, 2005:46). No obstante, algunas dimensiones clave en la sociedad actual han ampliado la agenda de CCT para la Amazonía del siglo XXI. Entre otras, los derechos humanos, la propiedad intelectual, la biotecnología, la bioseguridad, las tecnologías de la información y la comunicación, la economía del agua y la hidropiratería, la acuicultura y la piscicultura, el derecho medioambiental o los tratados de libre comercio representan nuevos espacios de investigación clave. Éstos han sido abordados en mayor o menor medida por diferentes agentes de conocimiento y sociales, como universidades, institutos de investigación

(nacionales e internacionales), ministerios, ONG, grupos religiosos y agencias de cooperación internacional. Ejemplos de esta nueva agenda son el programa de cooperación Sur-Sur para el ecodesarrollo la y cuestión del agua en la Amazonía (Aragón & Clüsener, 2003:25; Aragón, 1997:591; Diaz, 2005), la iniciativa de conservación de la cuenca amazónica por la Agencia de cooperación de USA (USAID, 2006), el proyecto “Conservación del bosque de la Amazonía de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ, 2005a; GTZ, 2005b), el programa Biandino en el que participan la Comunidad Andina de Naciones y el Gobierno de Finlandia (CAN, 2007), o el Programa Piloto para la Protección de las Florestas Tropicales del Brasil (MMA, 2007).

El desarrollo institucional en relación al CCT es desequilibrado, con diferentes niveles de protagonismo entre los países del entorno. Brasil, Perú, Colombia ejercen el liderazgo, y en menor medida participan Ecuador, República Bolivariana de Venezuela, Bolivia, mientras que la intervención de Guyana y Surinam es tímida pero eficaz. A nivel individual, instituciones brasileñas como el INPA, INPE, NAEA, Museo Goeldi, Instituto Mamiraua, Fundación Oswaldo Cruz, Centro de Biotecnología de la Amazonía y las Universidades, tanto federales como amazónicas han tenido un papel importante; así mismo, destaca la participación de organizaciones no gubernamentales como GTA, OICN, RECTAS, WWF, CMI, Instituto Socio Ambiental, Instituto del Hombre y Medio Ambiente de la Amazonía, Instituto de Investigación Ambiental de la Amazonía, Conservación Internacional, entre otros.

Ante estas diferencias y con el fin de lograr armonizar de alguna manera la institucionalidad en la Amazonía, se creó la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), con Secretaría permanente en Brasilia y que cuenta con una Coordinación en Ciencia, Tecnología y Educación ([www.otca.org.br](http://www.otca.org.br)). Por parte de los pueblos indígenas, la institución insignia es la Coordinadora de las Organizaciones Indígenas de la Cuenca Amazónica (COICA), con su sede principal en Quito (<http://www.coica.org.ec/>). Dentro del ámbito académico superior, destaca la Asociación de Universidades Amazónicas (UNAMAZ) ([www.unamaz.org](http://www.unamaz.org)), cuya presidencia se encuentra en la Universidad de la Loja, Ecuador. Otras instituciones transnacionales importantes son el Consorcio “Iniciativa Amazónica” (IA), con sede en Belém do Pará ([www.iamazonica.org.br](http://www.iamazonica.org.br)), y PROSITROPICOS, en Brasilia ([www.prositropicos.org.br](http://www.prositropicos.org.br)).

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Cooperación Alemana (GTZ). 2005a. Actividades. Proyecto Conservación del Bosque Tropical de la Amazonia. <http://www.gtz-amazonia.org/espanol/index.htm>.
- . 2005b. Alianzas para al conservación del bosque. Conservación del Bosque Tropical de la Amazonia. <http://www.gtz-amazonia.org/espanol/index.htm>. 10 de octubre.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). 2006. Amazon basin conservation initiative.  
[www.usaid.gov/location/latin\\_america\\_caribbean/environment/](http://www.usaid.gov/location/latin_america_caribbean/environment/).

- Aragón. E. L. E. 2005. 'Cooperação para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia', *Parcerias Estratégicas*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Ministerio da Ciência e Tecnología. Número 20, PP. 555-948.
- , Clüsener G. M. 2003. 'O programa de Cooperação SUL-SUL para o ecodesenvolvimento e a questão da água da Amazônia. Problemática do uso local e global da água da Amazônia'. Organizadores: Luis E. Aragon, Miguel Clüsener Godt. Núcleo de Altos Estúdios Amazônicos. Universidade Federal do Pará. UNESCO, pp. 25- 33.
- , Zaelany, Z. 2001. 'Doze desafios de países em desenvolvimento para construir sua propria capacidade científica. Ciência e educação superior na Amazônia: desafios e oportunidades de cooperação internacional'. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade Federal de Pará. Associação de Universidades Amazônicas (UNAMAZ). UNESCO. Belém Pará. Brasil.
- . 1997. 'Desenvolvimento sustentable e cooperación internacional. Perspectiva desenvolvimento sustentable: uma construção para a Amazônia 21- Organizadora Tereza Ximenes'. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA). Universidade Federal Do Pará. Associação de Universidades Amazônicas (UNAMAZ). Belém, pp. 577- 604.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2004.  
<http://www.iadb.org/exr/doc98/apr/br1216s.pdf>  
<http://www.iadb.org/idbamerica/Archive/stories/2000/esp/c200j4.htm>
- Becker, K. B. 2005a. 'Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados', en *Estudos Avançados. Instituto de Estudos Avançados (IEA)*. Universidade de São Pablo. Brasil, Número 19 (53), PP.71-86, <http://www.usp.br/iea/revista/rev53>.
- . 2005b. 'Ciencia, tecnologia e innovação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia', *Parcerias Estratégicas*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Ministerio da Ciência e Tecnología. Número 20 (pt3), PP. 949-1156. Brasilia.
- Bergerman. M, Chung. K. T, Hughes. C. J. R, D S. JR. B I, Guimaraes. R, Valenzuela. H. 2002. 'A inserção da Amazônia no mundo da inovação através da incubação tecnológica', O futuro da Amazônia Dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI Ministerio do Desenvolvimento, Indústria y Comercio Exterior. [http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia\\_08.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia_08.pdf).
- Comunidad Andina de Naciones (CAN). 2007. CAN y Finlandia firman convenio para iniciar Programa Regional de Biodiversidad.  
<http://www.comunidadandina.org/prensa/notas/np24-1-07.htm>
- Chaves D B. Dl. 2001. O Estado na Amazônia e a política da modernização forçada. *A modernização da superfície: Estado e desenvolvimento na Amazônia*. Núcleo de

- Altos Estudos Amazônicos (NAEA). Universidade Federal do Pára, Brasil, pp. 113- 146.
- Chor. M. Marcos. 2005. 'A UNESCO e o projeto de criação de um laboratorio científico internacional na Amazônia', en *Estudos Avançados*. Instituto de Estudos Avançados (IEA). Universidade de Sao Pablo. Brasil Edição 53 repensa a Amazônia, pp. 115- 130; <http://www.usp.br/iea/revista/rev53.html>.
- Comissão Tundisi. 2001. 'Ciência e Tecnologia para a Amazônia: avaliação da capacidade instalada de pesquisa', *Parcerias Estratégicas*, nº 12 – setembro.
- Cordeiro De Santana. A. 1997. 'O intercambio comercial da Amazônia e sus relaciones intersectoriais: situação atual e perspectivas para o século XXI', *Perspectivas do Desenvolvimento sustentável. Uma contribuição para a Amazônia* 21. Organizadora: Tereza Ximenes. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA). Universidade Federal Do Para. Belém, pp. 231 – 253.
- Da Silva. F. C. 2002. Raízes amazônicas, universidade e desenvolvimento regional. *O futuro da Amazônia Dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI*. Ministerio do Desenvolvimento, Industría y Comercio Exterior. [http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia\\_03.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futAmazonia_03.pdf).
- De Assis Costa. F. 2005. 'Questão agrária e macropolíticas para a Amazônia', *Revista de Estudos Avançados*, Número 19 (53).
- . 1997. Diversidad estructural e desenvolvimento sustentável: novos supostos de política de planejamento agrícola para a Amazônia. *Perspectivas do Desenvolvimento sustentável. Uma contribuição para a Amazônia* 21. Organizadora: Tereza Ximenes. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA). Universidade Federal Do Para. Belém, pp. 255 – 309.
- Deutscher Entwicklugsdienst (DED). 2005. Programa Amazônico. [http://bolivia.ded.de/cipp/ded/lib/all/lob/return\\_download,ticket,g\\_u\\_e\\_s\\_t/bid,806/no\\_mime\\_type,0/~/Programa\\_Amaz\\_nico\\_DED\\_mh.pdf](http://bolivia.ded.de/cipp/ded/lib/all/lob/return_download,ticket,g_u_e_s_t/bid,806/no_mime_type,0/~/Programa_Amaz_nico_DED_mh.pdf).
- Diaz. D C. L. 2005. *Programa Sul Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul*. Seminário preparatorio da 3<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – 3<sup>a</sup> CNCTI-tema de Cooperação Internacional em CT&I. [http://www.cgee.org.br/cncti3/Documentos/Seminariosartigos/Presencainternacional/DrLindolpho%20de%20Carvalho%20Dias\\_anexo1a3.doc](http://www.cgee.org.br/cncti3/Documentos/Seminariosartigos/Presencainternacional/DrLindolpho%20de%20Carvalho%20Dias_anexo1a3.doc).
- Ministerio do Meio Ambiente. 2007. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil. Brasil. <http://www.mma.gov.br/ppg7/>.
- Pereira de Homes. Lilia. Suárez Amaya Wendolin. 2008. 'Problemas de la investigación en las Universidades venezolanas', *electrónica Espacios*. Vol. 29 (1) 2008, p. 25. <http://www.fonacit.gob.ve/publicaciones/indice.asp>.
- Sicsú. B. A & Lima L. J. P. 2001. 'Regionalização das políticas de C & T: concepção, ações e propostas tendo em conta o caso do Nordeste. Estrategias para Ciencia e Inovação',

- Parcerias Estratégicas.* Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (GEE). Ministerio da Ciencia e Tecnología, nº 13, Brasilia.
- ThérY. H. 2005. 'Situações da Amazônia no Brasil e no continente', *Estudos avançados*, nº 19 (53), pp. 37-49.
- Oficina de la Década del Água. 2008. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo: *El agua, una responsabilidad compartida*, <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/>.



# **Hidrógeno. El combustible del agua**

*Roberto Juan Bermejo Gomes de Segura*

## **Abstract**

The water is being used as an energy source since time immemorial. Over the course of the years the uses of this energy have multiplied, for instance the steam to produce electricity through its projection on turbines, thermal power stations and so on. Here we find technologies that use energy from fossil fuels and nuclear energy. Besides, these technologies begin to be used in the same way in the production of solar thermal electricity. In this respect, the end of the era of fossil fuels opens new perspectives for the use of water and the use of energy potential of its molecule. This is breaking the molecule of water to get hydrogen, a fuel high-power energy. Thus, hydrogen is the only alternative to oil in transport and, in this sense, it is necessary to analyze the degree of development of these kind of energetic production technologies because they allow using natural resources efficiently.

**Keywords:** *energetic crisis, water, hydrogen, fossil fuel.*

## **1. El agua: fuente energética desde tiempo inmemorial**

El agua viene siendo utilizada como fuente energética desde tiempo inmemorial. Quizás la utilización más antigua sea el aprovechamiento de las corrientes marinas para el transporte de personas y productos. Con el paso del tiempo se van multiplicando los usos energéticos. Así, se utiliza la energía cinética del agua para elevar el nivel del mismo mediante norias y poder regar zonas más elevadas. También, se utiliza en la producción artesanal, en la que la energía cinética del agua se utiliza para mover herramientas, como martillos de forja y muelas.

A partir de la revolución industrial se desarrollan otros usos. El primero en el tiempo es la utilización del agua como vector energético. Mediante diversas fuentes energéticas se calienta el agua hasta convertirla en vapor, de forma que éste pueda ser utilizado en máquinas de vapor para mover máquinas, producir electricidad y para impulsar vehículos de transporte: barcos, trenes, vehículos de carretera, etc. Posteriormente se utiliza el vapor para producir electricidad mediante su proyección sobre turbinas que mueven generadores, en las centrales térmicas. Aquí nos encontramos con las tecnologías que utilizan las energías de los combustibles fósiles y de la energía nuclear. También, empieza a ser utilizada de la misma forma en la producción de electricidad solar termal (la diferencia más notable es la forma de producir vapor), por medio de múltiples tecnologías concentradoras de la energía del sol: cilindro-parabólicos, paráboles, centrales de torre, espejos Fresnel, etc. La electricidad solar termal empieza a desarrollarse de forma explosiva. Además, el agua realiza una función imprescindible en la producción eléctrica

convencional: la de refrigerante. Pero el cambio climático ésta poniendo en peligro esta función, especialmente en verano. La escasez creciente de agua y el hecho de que el régimen de lluvia tiende a extremarse está llevando ya a parar centrales térmicas (especialmente nucleares, por sus enormes necesidades de refrigeración) en el verano.

Hoy en día, proliferan los usos energéticos del agua mediante el aprovechamiento de su energía potencial (centrales hidráulicas y maremotrices) y cinética (corrientes fluviales y olas) y la de la diferencia de temperaturas en los océanos entre aguas profundas y superficiales. Pero la moderna utilización energética del agua más importante es la de producción hidroeléctrica. Las grandes instalaciones hidroeléctricas producen el 15% de la electricidad mundial. Y, si bien se ha explotado casi todo el potencial de los países OCDE, aún existe un importante potencial disponible en el resto del mundo. Sin embargo, su utilización se enfrenta a crecientes dificultades, aparte de los considerables impactos ambientales. La creciente escasez del agua agudiza las disputas por el reparto entre los diferentes usuarios: los productores de electricidad, los agricultores y las ciudades. Mientras que a los productores eléctricos les interesa utilizarla plenamente y cuanto antes, los agricultores y ciudades quieren mantener un alto volumen de agua almacenada para garantizar el suministro futuro y especialmente en los veranos. En esta época las ciudades y los agricultores consumen más agua y compiten entre ellos por su uso con frecuencia e intensidad creciente. Además, aquí se dejan sentir los efectos aludidos del cambio climático. A épocas de sequía, crecientemente prolongadas, le suceden precipitaciones catastróficas. En los últimos años múltiples zonas del planeta se ven afectadas por la sequía, lo que está dando lugar a agudos déficits eléctricos en muchos países que tienen un alto potencial hidroeléctrico. La sequía dio lugar a que en 2007 se redujera a cerca de la mitad la generación hidroeléctrica de España en relación con la habitual ([www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)).

Por último, el hecho de que nos encontremos ante el fin de la era de los combustibles fósiles abre nuevas perspectivas al uso energético del agua y más concretamente a la utilización del potencial energético de su molécula. Se trata de romper la molécula del agua para obtener hidrógeno, un combustible de alto poder energético. Su empleo tiene numerosas aplicaciones. Permite almacenar la energía renovable, lo que elimina el problema de la intermitencia que tienen las principales fuentes de energía renovable. Al emplearse para alimentar las células de combustible permite producir electricidad para gran cantidad de aplicaciones, entre las que destaca la del transporte. Por ello nos lleva a un sistema energético básicamente eléctrico. Convirtiéndose de facto en la única alternativa viable al petróleo en este sector.

## 2. Petróleo y combustibles alternativos

Desde principios de 2005 la oferta de petróleo está estancada, lo que provoca una creciente incapacidad para satisfacer la demanda. Ello explica la tendencia de fondo al encarecimiento del petróleo. En mayo de 2008 el precio va escalando nuevas cotas

acerándose rápidamente a los 150\$/barril y gran parte de los analistas considera que el estancamiento de la oferta significa el techo de extracciones, lo cual provocará una explosión en los precios que rebasarán ampliamente los 200\$/barril. Ante esta escalada la primera reacción de los centros de poder es proponer un combustible alternativo, declarando así que el sistema económico y el funcionamiento del transporte no se verán afectados. Este planteamiento es falso, porque se trata del agotamiento del modelo energético sobre el cual se ha basado esta civilización y porque supone la pérdida de un combustible de características inigualables: muy barato; gran accesibilidad; fácilmente transportable; gran poder energético por unidad de volumen; y materia prima para una gran cantidad de aplicaciones. Es indudable que por su escasez actual ya no son válidas las dos características iniciales.

Se está fortaleciendo en países importantes la tendencia a sustituir el petróleo por gas natural en la automoción. Todas las grandes compañías fabrican modelos de vehículos para gas natural y son muchos los países (Argentina, EE.UU., Alemania, China, etc.) que están extendiendo la red de estaciones de servicio que lo suministra. Salvo el caso de Argentina, que ha venido construyendo desde hace tiempo una extensa red de estaciones de servicio (más del 16% de los vehículos usan gas), los países lo están utilizando en, sobre todo, vehículos que tienen recorridos cortos y recurrentes (taxis, furgonetas de reparto, camiones recogedores de basura y autobuses urbanos) (Douglass, 2007). Pero carecen de base los planes para convertir el gas natural, al menos, en un combustible puente. Al contrario de lo que se cree, los recursos de gas están más explorados que los del petróleo. Sus reservas están más concentradas en un número menor de países y de yacimientos. La AIE (2007) afirma que “habrá aún más dificultades de suministro de gas natural a partir del cambio de década”, por lo que prevé el inicio de una fuerte escalada de precios. La razón fundamental es una inversión insuficiente en la prospección y explotación de nuevos yacimientos, y hay que tener en cuenta que las infraestructuras de transporte y distribución del gas son más complejas y caras que las del petróleo. Pero no se trata sólo de un incremento tan lento de la oferta que no es capaz de satisfacer la demanda, sino de que el gas también alcanzará su techo. En opinión de algunos analistas, éste se alcanzaría en menos de 20 años

Los agrocombustibles constituyen la única alternativa, a corto y medio plazo, al petróleo que están promocionando colectivamente los países OCDE (y algunos No-OCDE). La UE se ha propuesto los objetivos siguientes en porcentajes de cuota de mercado de agrocombustibles: 5.75% (2010); mínimo del 10% (2020) (Consejo Europeo, 2007). Pero empieza a ser evidente que los agrocombustibles no constituyen una alternativa al petróleo. Los precios de la mayor parte de los productos agrícolas se están disparando y especialmente los de los alimentos que son utilizados para producir agrocombustibles, como el maíz, la soja o el azúcar. Lo cual demuestra que no hay tierra suficiente para producir alimentos y agrocombustibles. La escalada del precio de los alimentos está haciendo saltar las alarmas ante el peligro de una crisis mundial de alimentos. Además, entre los usos de biomasa con fines energéticos, los agrocombustibles tienen el peor

rendimiento por unidad de superficie. En las reuniones de primavera de 2008 del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial se mostraron muy críticos sobre los biocombustibles. Varios informes emitidos recientemente por instituciones de la UE concluyen que hay que abandonar tal política ([www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)). Por último, la escalada de los precios de los alimentos está obligando a cerrar muchas agro-refinerías por todo el mundo.

### **3. Hidrógeno y célula de combustible**

Descartados el gas y los agrocombustibles, el hidrógeno es la única alternativa al petróleo que aparece en el panorama actual, especialmente, si se utiliza para alimentar las células o pilas de combustible, por su alta eficiencia. Pero el hidrógeno debe ser obtenido de fuentes renovables. Sin embargo, vamos a ver que ha sido escaso el apoyo dado a esta nueva trayectoria tecnológica, por lo que a mediados de esta década se quebró el optimismo que existía a principios de la misma sobre su rápido desarrollo. Se ha llegado a esta situación a pesar de las numerosas declaraciones institucionales sobre la importancia del binomio hidrógeno y célula de combustible. La causa principal del apoyo escaso ha sido su inconsciencia sobre el significado de la escalada de los precios del petróleo. Una muestra clara de que no se cuenta con el hidrógeno como combustible alternativo, ni siquiera a medio plazo, es que la alternativa energética de la UE aprobada en 2007 no lo contempla. Después ha venido creciendo poco a poco el apoyo, pero el retraso acumulado hace que hoy en día muchos fabricantes no consideren al hidrógeno como una alternativa al petróleo hasta después de 2020.

### **4. Hidrógeno**

Entre las cualidades del hidrógeno destacan: su alto potencial energético (un kilo de hidrógeno es equivalente al de 3,5 litros de petróleo); incrementa la seguridad energética, porque el hidrógeno se puede obtener de cualquier fuente energética; y permite almacenar la energía discontinua de las principales energías renovables. Por el contrario, el hidrógeno tiene puntos débiles: es necesario almacenarlo a gran presión (especialmente en los vehículos), porque es el gas más volátil; y el no ser un combustible primario, por lo que debe acudir a cualquier energía que sea capaz de romper la molécula del agua.

Empezó a ser comercializado en la década de 1920 en Europa y EE.UU. Se produce cada año aproximadamente 500.000 millones de metros cúbicos de hidrógeno, lo que supone un potencial energético equivalente a más del 10% del petróleo consumido. La mayor parte se utiliza para producir plásticos, resinas, disolventes, abonos, etc. Desde la óptica de los costes actuales, la opción más barata es la producción de hidrógeno a partir de gas natural, pero la sustitución de las gasolinas por el hidrógeno duplicaría el consumo de gas natural, acentuando el problema de suministro que existe en el mundo y que se está agravando (Altmann y otros, 2004). Sin embargo, para muchos la técnica más prometedora es la

electrólisis del agua. Se produce ya en los lugares que la electricidad es barata: “la electrolisis se adapta bien a la escala pequeña y la producción de hidrógeno puro y por ello hay un número significativo de estaciones de servicio de demostración que se basan en el hidrógeno electrolítico” (HyNet, 2004: 6). El encarecimiento de los combustibles fósiles, el abaratamiento de la electricidad renovable y el desarrollo de electrolizadores más avanzados (aparte de los convencionales, se están comercializando los de membrana de intercambio de protones (MEP) que funcionan a la inversa que la célula de combustible del mismo nombre), irán fortaleciendo la opción del hidrógeno renovable. La energía eólica es la renovable mejor preparada para producir grandes cantidades de hidrógeno de forma rentable. De hecho, en algunos lugares de alto potencial eólico de EE.UU. se utiliza esta electricidad para producir hidrógeno industrial. En España hay varias plantas experimentales de producción de hidrógeno renovable: una planta eólica en Galicia, dos plantas en Canarias, una eólica y otra fotovoltaica, etc. También las hay en Alemania y GB ([www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)).

De todas formas, esta tecnología resulta bastante complicada y poco eficiente. Se produce electricidad para obtener hidrógeno, el cual es inyectado en una célula de combustible para volver obtener electricidad. Por lo que la producción de hidrógeno a partir de electricidad renovable sólo estaría justificada en el caso de almacenamiento de los excedentes de electricidad. Así que hay que desarrollar tecnologías que permitan la producción directa de hidrógeno a partir de la energía solar. Una de las tecnologías que se está desarrollando es concentrar la energía solar para producir vapor de agua a una temperatura tan alta que permita romper la molécula. La UE ha financiado la construcción de dos plantas en la Plataforma Solar de Almería. La primera, Hidrosol, ha estado funcionando en el periodo 2002-2005. La segunda entró en funcionamiento en 2008 y se “pretende dar el salto tecnológico que permita su transferencia al entramado industrial y empresarial de la tecnología de producción de H2 mediante energía solar por concentración” ([www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)).

Por último, frecuentemente se afirma que el hidrógeno es peligroso y se cita como argumento el accidente del dirigible Hindenburg, que acabó con el desarrollo de los dirigibles. Durante mucho tiempo se ha creído que estalló el hidrógeno que llenaba el dirigible. Estudios posteriores afirman que el accidente no lo provocó el hidrógeno y que este no estalló, porque es el gas más fluido. Más de un siglo de utilización industrial se ha saldado con la demostración de su alta seguridad. Además, Ford realizó un estudio en 1997 que demostró que la seguridad del hidrógeno en automoción era superior a la de las gasolinas. La única posibilidad de que estalle es cuando se produce su ignición cuando está almacenado en un recinto estanco. Es evidente que es necesario aplicar estrictas normas de seguridad, pero “entre los expertos no hay duda de que esa (la seguridad) puede ser lograda” (Altmann et al., 2003).

## 5. Células de combustible

Una célula o pila de combustible es un dispositivo electroquímico que combina hidrógeno y oxígeno para producir electricidad y agua y “representa la tecnología más

prometedora de uso del hidrógeno para producir electricidad" (Comisión Europea, 2003). Supone un sistema energético "todo eléctrico". Según un informe del DoE (2004), "la tecnología de células de combustible ofrece oportunidades únicas de sustanciales reducciones en el uso de energía y en emisiones en su aplicación al transporte y a la producción eléctrica". Pueden alcanzar una eficiencia de hasta el 80%, recuperando el calor residual. Tiene una alta eficiencia incluso cuando no funcionan a plena carga. No contamina, ya que sólo emite vapor de agua. Y es una tecnología flexible, porque se adapta fácilmente a todos los usos posibles de electricidad y a los incrementos de demanda, al ser modular, debido a que adopta tamaños muy diversos y a su carácter modular.

Las células con mayor potencial de desarrollo son las de Membrana de Intercambio de Protones (MIP), de Metanol Directo (MD) y de Oxido Sólido (OS). Las células MD y MIP comparten la misma tecnología básica, pero la gran diferencia se encuentra en el combustible utilizado. La primera utiliza metanol (es por tanto un emisor de CO<sub>2</sub>) como combustible y, aunque se puede obtener de la biomasa, en los procesos industriales se obtiene del gas natural. Las MIP tienen rendimientos de 40-60%. Es la tecnología más importante, porque hegemóniza el mercado de la automoción y el de pequeñas aplicaciones estacionarias (en viviendas, por ejemplo), pero, comparte con las MD el mercado células para aparatos móviles. Las MD tienen un rendimiento del 40% y se usan, además, en nichos de mercado del transporte (embarcaciones, motocicletas, para producir electricidad auxiliar, etc.). Las MIP están ausentes del mercado de grandes células estacionarias, debido a que las empresas fabricantes se están centrando en las aplicaciones más prometedoras. Las de OS tienen un rendimiento superior al 60% y son especialmente utilizadas en pequeños usos industriales (estacionarios y auxiliares), pero un menor grado de madurez que las otras aún no han entrado en fase de comercialización. Los problemas principales a resolver para alcanzar una comercialización masiva de las células son: estandarización; coste y durabilidad; e infraestructuras. Se pretende reducir los costes de las MIP, sobre todo, elevando la temperatura de funcionamiento (ahora de unos 80° C), para evitar el uso del platino (las MD funcionan en torno a los 120° C, por lo que han resuelto este problema), y reduciéndola en las de OS (ahora unos 1000° C), pero no utilizar materiales cerámicos. Ambos son muy caros (Crawley, 2006, 2007). Ninguna de ellos presenta problemas irresolubles, pero el más complicado, porque exige fuertes inversiones, es la construcción de una red de estaciones de servicio para los vehículos de carretera. Aquí es decisivo el apoyo gubernamental.

## 6. Otras aplicaciones

Las células de combustible portátiles constituyen el segmento que tiene más avanzada la comercialización en masa, porque compiten en precio con las baterías y producen mucha más energía. A pesar del desarrollo de la capacidad de las baterías, éstas no son capaces de satisfacer la demanda de rápidos aumentos de potencia por parte de la industria de aparatos electrónicos portátiles, para ofrecer más funciones en sus aparatos. Las células constituyen la alternativa deseada por las compañías. Constituyen el segmento más numeroso y en más

rápido crecimiento. Después de múltiples comunicados de fechas de comercialización en masa por parte de las empresas, que no se han materializado. Se multiplican los anuncios de hacerlo en 2009 y 2010 (Hugh, 2008). Los analistas coinciden en que existe un gran mercado potencial para las células de combustible estacionarias. Se definen dos grupos: pequeñas aplicaciones (0,5-10 Kw) y grandes aplicaciones (> 10 Kw). Tienen dos tipos de aplicaciones: como elemento de reserva para garantizar en caso de corte del suministro eléctrico el funcionamiento de los equipos informáticos y de telecomunicaciones y para producir electricidad y agua caliente en viviendas. La aplicación primera se está produciendo en bancos y compañías de telecomunicaciones. Se están instalando en Norteamérica y Europa. En viviendas las compañías se han decantando por células de 1-1,5 Kw, con el objetivo de que den un servicio básico de electricidad y agua caliente. Para los picos de consumo se utilizará la red. Se anuncia la comercialización en masa para 2009 (Adamson y Crawley, 2007).

## 7. Conclusiones

El agua ha sido utilizada de diferentes formas y con variable intensidad para usos energéticos. En la actualidad se utiliza, sobre todo, como fuente de energía (especialmente en la producción hidroeléctrica, aprovechando su energía potencial) y como elemento intermedio (en forma de vapor de agua a alta temperatura) en la producción de electricidad de origen térmico. La cual es la tecnología hegemónica para producir electricidad a partir de los combustibles tradicionales. A ellas se ha unido recientemente la electricidad solar termal. El fin de la era de los combustibles fósiles determina el fin de la civilización industrial, que se ha construido sobre ellos, aunque es muy difícil precisar las transformaciones que sufrirá, porque nos encontramos en una situación que no tiene precedentes. En el sector del transporte, los gobiernos vienen postulando a los agrocombustibles como una parte muy importante de la solución. Pero es una solución falsa, como la realidad está poniendo de manifiesto. El gas natural sufre la misma escasez que el petróleo. En este panorama, la única alternativa que aparece es la del hidrógeno renovable, aunque asociado a la pila de combustible, por eficiencia y por la enorme versatilidad de usos eléctricos que produce.

Sin embargo, el desarrollo del binomio hidrógeno/pila de combustible es excesivamente lento, aunque empieza a aumentar el ritmo. La causa principal del problema es que los gobiernos no han previsto el problema del agotamiento del petróleo. Las previsiones de precios que realizan las estrategias de EE.UU. y de la UE son inconsistentes con la escalada que vienen sufriendo a lo largo de esta década y, lo que es más incomprensible, los precios de partida no tienen nada que ver con la realidad actual. Lo cual retrasaba mucho el momento en que el precio del hidrógeno pudiera ser competitivo con el del petróleo. En la misma posición se han encontrado la mayoría de las compañías de automoción. Sin embargo, se empieza a incrementar significativamente la inversión pública, aunque se mantiene su polarización en el transporte por carretera. A pesar de ello,

esta aplicación está mucho más retrasada que otras, como la de aparatos electrónicos portátiles y usos domésticos. Las ventajas de las células sobre las baterías en esas aplicaciones han dado lugar a que se considere que 2007 fue un año clave en el desarrollo de las células, porque se pasó de una fase en la que predominaban las aplicaciones de demostración a otra de predominio de la comercialización. Y se espera que 2008 sea el año del inicio de la comercialización en masa en las aplicaciones portátiles.

Por otro lado, continúan acumulando retrasos las aplicaciones de la célula a los modos de transporte colectivo (ferroviario, marítimo y aéreo), la producción del hidrógeno a partir de la energía solar, etc. Pero es muy probable que éstos y otros usos se aceleren por la confluencia de varios factores: el fin de la era de los combustibles fósiles obliga a impulsar el aprovechamiento de la energía solar para producir hidrógeno; la aceleración del proceso (que se empieza a producir por el encarecimiento del petróleo) de trasvase de pasajeros y mercancías de la carretera al ferrocarril y al barco aumentará la importancia de éstos modos y la presión a favor de su desarrollo tecnológico; la comercialización en masa de las células para aparatos portátiles acelerará su maduración tecnológica, que será aprovechada para otros usos; y el hecho de que la aplicación al barco y al ferrocarril impone menos requisitos que a los vehículos de carretera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adamson, K.A. (2007a). *2007 Automotive Infrastructure Survey*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Adamson, K.A. (2007b). *Niche Transport Survey 2007 (Volume 1)*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Adamson, K.A. (2007c). *Niche Transport Survey 2007 (Volume 2)*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Adamson, K.A. (2007d). *Large Stationary Survey*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Adamson, K.A. Y Crawley, G. 2007. *2006 Worldwide Survey 2006*, Fuel Cell Today.
- International Energy Agency (AIE). 2007. *Medium-Term Oil Market Report*. París: Agencia Internacional de Energía.
- Altmann, M. et al. 2004. *Potential for Hydrogen as a Fuel for Transport in the Long Term (2020-2030)*, Comisión Europea, Bruselas.
- Butler, J. 2008a. *Portable Survey 2008*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Butler, J. 2008b. *2008 Patent Review Q1*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- Comisión Europea. 2003. *Hydrogen and Electricity (Sixth Framework Programme)*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Consejo Europeo. 2007. *Consejo Europeo de Bruselas 8 y9 de marzo. Conclusiones de la Presidencia, 7224/07*.
- Crawley, G. 2006. *Market Survey: Portable Applications*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com)

- Crawley, G. 2007. *Market Survey: Light Duty Vehicles*, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- US Department of Energy (DoE). 2004. *Hydrogen Posture Plan*, Washington DC, DoE.
- Douglass, E. 2007. "A future with less oil and more hard choices", [www.latimes.com](http://www.latimes.com) 30/04/07.
- Hugh, M. 2008. *Portable Survey*, 2008, Fuel Cell Today, [www.fuelcelltoday.com](http://www.fuelcelltoday.com).
- The European Hydrogen Roadmap (Hyways). 2007a. *Action Plan*, [www.HyWays.de](http://www.HyWays.de).
- The European Hydrogen Roadmap (Hyways). 2007b. *Roadmap*, [www.HyWays.de](http://www.HyWays.de).
- Implementation Panel (IP). 2007. *Implementation Plan*, European Hydrogen & Fuel Cell Technology Platform.



# **Turbinas Hidrocinéticas una Tecnología Económica Ecológica y social para la Amazonía Brasileña**

*Carlos García Gáfar  
Moises Odriozola Maritorena.*

## **Abstract**

Brazil has positioned itself as a leading country for having a significant clean energy matrix in which 43.8% of the total energy consumed comes from renewable, well above the world average of 14%. Much of this achievement responds to the extensive use of hydraulic potential at all levels in Brazil, and this is interesting given the importance of the so-called Small Hydropower Plants (SHP).

**Keywords:** *Water, Hydropower Plants, hydraulic potential, energy.*

## **1. Introducción**

El presente es un documento divulgativo, que pretende mostrar cómo es posible que soluciones tecnológicas de baja complejidad sirvan para el desarrollo de poblaciones apartadas de los grandes núcleos urbanos, pero rodeadas de apreciables y sostenibles potenciales, en este caso potencial energético, que pueden encontrarse a lo largo y ancho de regiones como la selva amazónica. En él se describe abiertamente una experiencia particular del trabajo investigador hecho por el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Brasilia al desarrollar la denominada Turbina Hidrocinética, un trabajo acorde al notorio grado de importancia que se ha dado en Brasil al desarrollo de las energías sostenibles y en especial al aprovechamiento de su potencial hidroeléctrico por medio de la generación eléctrica a pequeña escala, de la que se hace una breve descripción.

Se busca contribuir así a la difusión de esta tecnología surgida y desarrollada en el contexto de las necesidades reales de las comunidades ribereñas aisladas, que ha mostrado tener condiciones competitivas frente a otras fuentes renovables de energía ya consolidadas, y que partiendo del caso brasileño es extensible a regiones con abundante y estable presencia de ríos caudalosos pero con dificultades de conexión a importantes redes de transmisión energética, como sucede frecuentemente en países tropicales.

## **2. El potencial hidroenergético brasileño y su aprovechamiento mediante las pequeñas centrales hidroeléctricas – pch –**

La matriz energética de Brasil es una de las más limpias del mundo gracias a una apreciable participación de las energías renovables en el total de la energía consumida: un

43,8%, que además es notable en comparación con la media mundial de 14% (Tiago Filho et al, 2007). Este logro es en gran parte resultado del aporte hecho por el aprovechamiento hidroenergético, pues si se mira la matriz de producción eléctrica se tiene que el 77% de la energía producida es hidroeléctrica, 2,6% nuclear, 0,1% eólica, 4,1% Biomasa, 7,7% fósiles y el restante 8,5% importada (EPE, 2008). Este aprovechamiento hidroenergético puede ser aun mayor si se tiene en cuenta que sólo se está aprovechando el 28% del potencial hidráulico Brasileño, estimado en 261GW (Eletrobrás, 2000). En general a nivel mundial, aun queda abundante potencial hidroeléctrico disponible, pues respecto a dicho potencial el porcentaje de potencia instalada al año 2000 era del 14%. (Sternberg, 2008).

El potencial energético de la hidrografía brasileña está contemplado por la administración, la cual ha adoptado una serie de actuaciones que favorecen el aprovechamiento del mismo no solo por parte de agentes del sector eléctrico, sino también por la sociedad en general. Es así como aprovechamientos hidroeléctricos de potencia igual o inferior a 30.000 kW y un área de represa inferior a 3 km<sup>2</sup> pueden ser promovidos y ejecutados por particulares.

La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) en el año 1998 publicaba una resolución en la que daba la clasificación de los “pequeños aprovechamientos hidroenergéticos” mostrada en la tabla 1.

Clase	Potencia
Pico Central Hidroeléctrica	$P \leq 10 \text{ kW}$
Micro Central Hidroeléctrica	$10 < P \leq 100 \text{ kW}$
Mini Central Hidroeléctrica	$100 < P \leq 1000 \text{ kW}$
Pequeña Central Hidroeléctrica	$1000 < P \leq 30000 \text{ kW}$

**Tabla 1.** Clasificación de pequeños aprovechamientos energéticos con área inundada menor a 3 km<sup>2</sup>. Fuente: (Viana F. G., 2004).

Sin embargo el término PCH se ha asentado como el de uso generalizado para referirse a aprovechamientos inferiores a los 30000 kW. En la actualidad ANEEL tiene ampliamente establecidos los procedimientos y criterios para el emprendimiento de un proyecto PCH, y desde la administración se han generado programas de incentivos legales y económicos que incluyen garantías comerciales para la venta de generación y créditos para un porcentaje de la inversión inicial, como sucede con el programa de incentivo a las fuentes alternativas PROINFA (Ferro F., 2004), aunque algunos han denunciado que los criterios para la concesión de recursos financieros exigen la propiedad de grandes activos lo que ha dejado fuera a pequeñas empresas y ciudadanos en general. Otro programa muy popular que ha promovido el desarrollo de la electrificación rural es el programa “Luz para Todos” creado en el 2003 con el objetivo de llevar la energía eléctrica a todos los domicilios rurales carentes de ella antes del 2008 (Viana, F. G., 2007).

Generalmente un sistema de generación hidroeléctrica PCH implica la existencia de un caudal y un diferencial de altura que permita la creación de un salto paralelo a la corriente, contemplando entonces tres aspectos fundamentales: obras civiles, equipamiento electromecánico y distribución eléctrica. Las obras civiles implican la creación de conductos de derivación o también embalses, de los que luego se conduce el caudal hasta una cámara de carga que permite mantener un nivel de agua constante para alimentar la tubería de presión a través de la cual se impulsa la turbina ubicada metros abajo en la casa de máquinas, para finalmente devolver el agua al río. El equipamiento electromecánico, aunque pueda tratarse de un sistema compacto de fácil montaje y puesta en marcha, requiere adecuaciones del emplazamiento para ser ubicado.

En torno a las PCH se ha generado una industria de fabricación de piezas para el equipamiento electromecánico y su mantenimiento, al tiempo que desde las facultades de ingeniería se hacen estudios en busca de optimizaciones para dicha industria. Una de esas mejoras ha sido hacer factible la posibilidad de desarrollar PCHs que no requieran obras civiles, lo que sin duda facilita aun más la labor de emprendimiento de un proyecto PCH.

### 3. Turbinas “flotantes”

La creación de dispositivos que puedan aprovechar el potencial energético de una corriente de agua sin el represamiento de la misma constituye una línea de investigación a nivel mundial, de la cual pueden encontrarse experiencias tanto en países desarrollados como en desarrollo. Los modelos exitosos se están adaptando para su desarrollo comercial en aplicaciones que van desde aprovechamientos mareomotrices hasta la inmersión en el lecho de un río.

El *Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas* CERPCH, cita a la turbina Gorlov en este tipo de aplicaciones. A partir del diseño de la turbina de reacción para flujo libre patentado por el francés Georges J. M. Darrieus en 1931 (Daerrius, 1931), el profesor Alexander Gorlov de la Universidad de Northeastern ha hecho un diseño mejorado conocido como la Turbina Gorlov (Gorban et al, 2001). La principal cualidad de estas turbinas es que su eje de rotación es perpendicular al flujo del fluido motriz, lo que les permite funcionar independientemente de los cambios de sentido de dicho flujo, como ocurre con las mareas. La turbina Gorlov presenta un mejor rendimiento y corrige problemas de vibraciones presente en la Daerrius, pudiendo ser de aplicación tanto en el campo eólico como hidráulico.

Por su parte el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Brasilia (UnB) ha estudiado y probado diversos prototipos de turbinas verticales y axiales, obteniendo resultados exitosos con un modelo de turbina axial denominado “Turbina Hidrocinética”.

### 4. Antecedentes de la Turbina Hidrocinética desarrollada por la UnB

A principio de los años noventa el médico Van den Beusch pidió al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Brasilia (UnB) encontrar una solución para abastecer de energía eléctrica a un puesto de salud ubicado en la rivera del río Corrente, Municipio de Correntina (Bahia). La respuesta del Departamento por parte de los profesores Lúcio Salomon, João Aldo y Antonio Manoel Dias, fue un proyecto de investigación que fabricó el primer prototipo en 1995 y que resultó ser una aplicación exitosa de turbina en flujo libre, generando hasta 1 KW en tensiones alterna entre 110 a 220 voltios, suficiente para una bomba de agua, iluminación y electrodomésticos del puesto de salud. (FAPESP, 2003). Esta aplicación ha funcionado sin interrupciones hasta hoy.

En 1997 fue instalada una segunda turbina en una hacienda de la misma región, pero fue hasta el 2001 en que la investigación se convirtió en proyecto institucional de la UnB recibiendo apoyo financiero de varias fuentes, entre ellas la “Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos – FINATEC”, para mejorar el proceso de producción y dando lugar a la creación de la empresa encargada de la fabricación de las turbinas “Hidrocinética Engenharia”, empresa que surgió ligada a la incubadora de empresas del “Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UnB”.

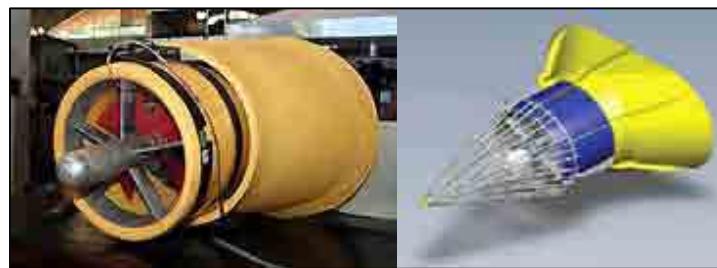
Así mismo, desde el 2002, un convenio con la electrificadora Eletronorte cofinanció la investigación para adaptar esta tecnología a los grandes ríos de la Región Amazónica, dando lugar a la segunda y tercera generación de turbinas. La primera generación corresponde a los modelos fabricados y probados con recursos propios de la facultad, en los que la turbina solo constaba de un cuerpo, la hélice y una rejilla de protección. La segunda generación incorporó un tubo de succión, un estator para el direccionamiento de flujo y conos delantero y posterior, empleando herramientas informáticas tanto para el diseño como para el estudio geográfico de su emplazamiento. La tercera generación ha empleado técnicas de simulación mediante la dinámica de fluidos computacional y pruebas en túneles de viento, probando rediseños con distintos materiales y formas buscando reducir sustancialmente el peso (de 300 a 150 kilos) y costo de la turbina así como la profundidad requerida por el tubo de succión. En la figura 1 puede apreciarse el aspecto de las tres generaciones de la turbina hidrocinética.



(a) ELS, R.H, 2008



(b) ELS, R.H, 2008



(c) UnAgência / Eletronorte

Fig. 1. Evolución del diseño de la turbina hidrocinética UnB. (a) Primera generación – año 1995 (b) Segunda generación – año 2003 (c) Tercera generación – año 2006.

## 5. Características de La Turbina Hidrocinética

El modelo de turbina hidrocinética mostrado en la figura 2, ha sido patentado ante el Instituto Nacional da Propriedade Industrial INPI por la Fundação Universidade de Brasilia FUB (FUB, 2007) en el que figuran como inventores los investigadores y profesores de la UnB: Antonio Manoel Dias Henriques, Aldo João de Sousa, Clovis de Oliveira Campos, Rudi Henri van Els, Luis Fernando Balduino y Lúcio Benedito Rennó Salomón.

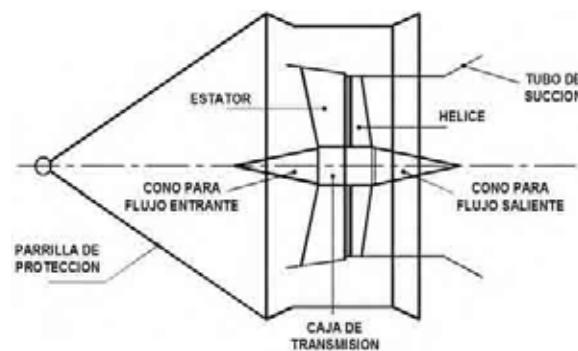


Fig. 2. Aspecto y componentes de la turbina hidrocinética axial desarrollada por el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Brasilia.

La turbina está protegida de las impurezas flotantes por una parrilla frontal cónica y un estator direcciona el fluido para mejorar el ángulo de ataque a los álabes de la hélice. Así mismo el empleo de un tubo de succión y unos conos en ambos extremos de la turbina minimizan la generación de turbulencias en el caudal del río. El generador va montado directamente sobre la turbina y por encima del nivel de la corriente de agua. El sistema de transmisión esta compuesto por una caja de transmisión inferior montada en el cuerpo de la turbina, tipo piñón-corona helicoidal, bañada en aceite y debidamente sellada, la cual se conecta por un eje vertical con la etapa de transmisión que acciona al generador en la parte superior. Esta etapa superior puede tratarse de otra caja similar tipo piñón-corona o de correas y poleas, lo cual dependerá de la velocidad de rotación de la hélice, esto es, de las características del flujo de la corriente de agua. Normalmente la velocidad de rotación de la turbina es del orden de 1500 ó 1800 rpm.

El número de álabes, el área transversal y su coeficiente de solidez – área ocupada por los álabes de la turbina respecto al área transversal – dependen del caudal del río. Para las primeras turbinas instaladas los mejores resultados fueron obtenidos en ríos con caudales de 2 m/s y rotores de seis alabes con ochenta centímetros de diámetro y coeficiente de solidez del 50% (Els R. H et al, 2003). En contraste, las turbinas convencionales empleadas en aplicaciones de caídas de agua se caracterizan por una “alta solidez” en la que los álabes de la turbina cubren la mayor parte del paso interior para el flujo, oponiendo resistencia al mismo y manteniendo así la cabeza de presión de agua. Una turbina convencional de este tipo aplicada en un flujo libre de agua se comportará muy pobremente.

La potencia generada es función de la velocidad de la corriente de agua y del diámetro de la turbina, el que a su vez depende de la profundidad disponible en el río. La tabla 2 muestra las potencias obtenidas combinando esas dos variables. No se especifica la solidez de la turbina pero es de esperar que sea del 50% en todos los casos.

POTENCIA [ W ]							
DIAMETRO	0,80 m	1,00 m	1,20 m	1,40 m	1,60 m	1,80 m	2,00 m
VELOCIDAD							
0,80 m/s	51	80	115	157	204	259	319
1,00 m/s	100	156	225	306	399	505	624
1,20 m/s	173	270	388	528	690	873	1078
1,40 m/s	274	428	616	839	1096	1387	1712
1,60 m/s	409	639	920	1252	1636	2070	2556
1,80 m/s	582	910	1310	1783	2329	2948	3639
2,00 m/s	799	1248	1797	2446	3195	4044	4992

**Tabla 2.** Potencia eléctrica de la turbina hidrocinética versus diámetro de hélice y velocidad del agua. Fuente: ELS, Campos y Salomón, 2004 (Extractada de ELS, Rudi Henri van, 2008 p.66).

En general, se tienen como requisitos mínimos para el empleo de una turbina hidrocinética una velocidad del caudal de agua de 1,5 m/s (5,4 km/h) y un metro de profundidad (Viana, F. G., 2005). También es necesario verificar que estas condiciones mínimas se mantienen a lo largo del año. Por otra parte se considera como máximo 1 km la distancia ideal entre el margen del río y la comunidad objeto para el abastecimiento de la energía generada por la turbina (Felizola et al, 2007).

La potencia generada por las turbinas instaladas actualmente es del orden de 1 kW, aunque dependiendo del modelo y del potencial hidrocinético disponible puede llegar a obtener 2 kW o hasta 3 kW. Así en operación ininterrumpida se generarán al menos 720 kWh/mes que correspondería al consumo de cinco casas si se compara con el consumo medio residencial de Brasil en 2007 de 145,2 kWh/mes (EPE, 2007). En general, la capacidad de generación energética de una PCH de turbina hidrocinética es suficiente para abastecer una escuela, un puesto de salud y cinco familias (UnB Agência, 2008).

Respecto a la generación eléctrica y su control, con base en la descripción hecha por los creadores de la turbina en su patente, se tiene que el generador puede ser de corriente alterna síncrona, asíncrona o incluso de corriente continua dependiendo de la aplicación y de la potencia hidráulica disponible. La tensión generada se controla y regula desde un sistema de control electrónico según el tipo de generador y de la calidad exigida por la red. Una forma simple de control y regulación de tensión es por carga constante independiente de la carga real hecha por el consumidor, de forma que la energía excedente generada por la turbina se disipa de alguna forma sin uso productivo. Otra forma de control es aprovechar la totalidad de la energía generada almacenando el excedente en un sistema de acumulación basado por ejemplo en baterías, mientras que el sistema electrónico se encarga de alimentar la red usando inversores de corriente continua a alterna, teniendo además la ventaja de poder responder a picos de demanda con potencia mayor que la potencia nominal de la turbina.

En cuanto al sistema de sujeción de la turbina hidrocinética sus creadores han ideado dos alternativas. Si el río no es muy ancho el sistema de sujeción es un brazo metálico pivotante giratorio con un contrapeso en el extremo opuesto, que se apoya en una base anclada en la margen del río. En cambio para un río ancho, se recurre a una estructura flotante formada por un caballete metálico apoyado en flotadores del que cuelga la turbina a través de una polea que permite bajarla o subirla del lecho del río (figura 3); esta estructura flotante se fija por medio de cables de acero anclados al lecho o a las márgenes del río. En ambos casos, la turbina debe ser alineada lo mejor posible con la corriente de agua, y para disminuir los esfuerzos transmitidos a la estructura que la sostiene, un cable de acero debidamente anclado sujetta la turbina desde su extremo frontal, a través de la argolla dispuesta en la punta de la parrilla cónica de protección.



*Figura 3. Estructura flotante para sostener la Turbina Hidrocinética en ríos anchos. Fuente: (PCH Noticias & SHP News, N° 26, 2007).*

## 6. Aplicación de la turbina hidrocinética para el beneficio social

Desde el principio el desarrollo de la turbina hidrocinética ha tenido un contexto de auxilio a la comunidad. En palabras de uno de sus desarrolladores y recordando que el primer prototipo se creó para el suministro de energía a un puesto de salud de una población aislada “El origen del proyecto se inscribe en realidad en una demanda social. Esa máquina es más que un invento, es una tecnología social” (Rudi van Els en FAPESP, 2003).

Se ha propuesto el uso de metodologías georeferenciadas para la identificación de áreas potenciales para el uso de turbinas hidrocinéticas estableciendo datos como velocidad, caudal y ancho de ríos, localización de comunidades y su distancia a los ríos y a la red eléctrica más próxima, escuelas, puestos de salud, instalaciones comunitarias, etc. Esta información sirve de base para la determinación de los indicadores sociales que permitan establecer criterios de prioridad entre comunidades para saber aquellas que serán más beneficiadas por el acceso a esta fuente alternativa de energía. Un estudio así hecho en tres municipios del extremo oeste del estado de Bahía (Correntina, Barreiras e São Desidério, alrededor de 36000 km<sup>2</sup>) determinó que de 153 poblaciones ribereñas, 31 eran áreas potenciales para el uso de turbinas hidrocinéticas (Felizola et al, 2007 op.cit.).

También es posible que sean las instalaciones de interés social las que se ubiquen en aquellos sitios en las márgenes del río que sean favorables para la instalación de una turbina hidrocinética, manteniendo una distancia razonable al asentamiento de la comunidad y a sus centros productivos.

Un claro ejemplo del interés social que suscita la tecnología alternativa de generación energética con turbinas hidrocinéticas es el caso del proyecto Poraquê. Un líder

comunitario de una región de productores de la conocida “Castanha do brasil” en el Estado de Amapá, en una visita a la UnB, al conocer la existencia de la turbina hidrocinética reconoció la aplicabilidad de esta tecnología en una de sus poblaciones. Tal y como ya sucedía en los años noventa con el puesto de salud de Correntina, de nuevo la relación Universidad-Comunidad generaba acciones para el desarrollo y bienestar, pues luego de una serie de contactos y propuestas surgía un proyecto de “investigación-acción” – el proyecto Poraquê – apoyado por el ya mencionado convenio con Eletronorte y contando también con la financiación gubernamental a través del programa Luz Para Todos (ANEEL, 2007). Este proyecto permitió consolidar la tecnología de la turbina hidrocinética y conocer su adaptabilidad a la región Amazónica, al tiempo que constituía un aporte tecnológico para la comunidad de “castanheiros”.

## **7. Costos de la turbina hidrocinética como fuente energética alternativa**

Para esta tecnología además del costo de fabricación del equipo como tal, existen una serie de costos relacionados con la puesta en marcha del proyecto, cuyo monto dependerá de cada caso en particular. En el Proyecto Poraquê (Brasil Jr. C. P., 2006), el costo del equipo en reales brasileños fue de BRL 15.000 (6.000€) y el costo de mantenimiento y operación anual que incluye el salario anual de un operario a tiempo completo, piezas de recambio y lubricante fue de BRL 5.600 (2.240€). Estas dos cantidades pueden ser semejantes en otras situaciones. En cambio, el costo de instalación y montaje para este proyecto específico fue de BRL 32.500 (13.000€), cantidad que puede variar según la facilidad de acceso a lugar para el transporte de los equipos y de las obras de adecuación que hagan falta. Los desarrolladores de la turbina afirman que los costos económicos y ambientales de esta tecnología son comparables a los de otras fuentes renovables que se están instalando en la actualidad.

La instalación resulta ser el concepto más costoso en un proyecto de este tipo por tratarse de zonas de difícil acceso, y entre las acciones que puede reducir este costo están las de compartir responsabilidades de la instalación con la comunidad implicando los gobiernos locales y las asociaciones, así como el aprovechamiento de la logística local existente para el suministro de la comunidad a la hora de realizar el transporte de los equipos (ANEEL, 2007 op. cit.).

## **8. Conclusiones**

La generación eléctrica a partir de una estable y caudalosa corriente de agua por medio de la Turbina Hidrocinética desarrollada por investigadores de la UnB en Brasilia, ha mostrado ser una tecnología de generación energética renovable viable y rentable.

Uno de los principales atractivos de esta tecnología, es su muy bajo impacto de alteración del ecosistema así como la sencillez en su operación y mantenimiento. Así mismo constituye una solución tecnológica rápida y efectiva pues una vez determinadas y

definidas las condiciones y requerimientos de la instalación, el montaje es un proceso relativamente ágil.

El desarrollo de esta tecnología ha sido el resultado de la interacción universidad-comunidad y precisamente, para que los beneficios de un proyecto PCH con turbina hidrocinética sean los máximos es indispensable contar con la propia comunidad a la que va destinada durante el proceso de definición de la instalación.

La turbina hidrocinética es una experiencia exitosa en el desarrollo de tecnología alternativa para la generación renovable de energía, comparable a otras técnicas actualmente en explotación y que requiere de mayor difusión para su consolidación como apoyo tecnológico de comunidades ribereñas aisladas, en especial en países en desarrollo. Esta difusión permitirá sensibilizar a gobiernos regionales y organizaciones no gubernamentales, para que incluyan esta tecnología en programas de apoyo a la generación alternativa de energía durante la búsqueda de recursos y subsidios, que permitan el acceso de dichas pequeñas comunidades a este tipo de solución de demanda energética.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL. 2007. 'Projeto Eletronorte – Protótipo de turbina hidrocinética leva eletricidade a comunidades isoladas', *Revista P&D Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL*, Nº 2, Novembro de 2007.
- Brasil Jr. C. P. 2006 *Projeto Poraque Fundamentos e Resultados Preliminares*. Disponible en [www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=7776&download](http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=7776&download). Acceso en Junio/2008.
- Daerrius G. J. M. 1931. *Turbine Having its Rotation Shaft Transverse to the Flow of the Current*. United States Patent US1835018. Dec. 8, 1931.
- ELS, Rudi H. van. et al. 2003. 'Turbina hidrocinética para poblaciones aisladas', *Hidrored – Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía*, Primer semestre de 2003. ITDG. Perú. pp. 13-15.
- ELS, Rudi Henri van; CAMPOS, C; SALOMON, L. R. B. 2004. *Turbinas hidrocinéticas no Brasil*. Primeiro seminário sobre atendimento energético de comunidades extrativistas SAECX 2004, Brasília: Ministério de Minas e Energia e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.
- ELS, Rudi Henri van. 2008. *Sustentabilidade de projetos de implementação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazonia: Casos no Suriname e Amapá*. Brasília, 2008. Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- Eletrobrás.2000. 'Potencial Hidreléctrico Brasileiro'. Dezembro de 2000. Accesible en [http://www.eletrobras.com/EM\\_Atuacao\\_SIPOT/potencialHidreletrico.asp](http://www.eletrobras.com/EM_Atuacao_SIPOT/potencialHidreletrico.asp) . Acceso en Junio/2008.
- Empresa de Pesquisa Energética EPE .2007. *Estatística E Análise Do Mercado De Energia Elétrica – Boletim Mensal (Mês-Base: Dezembro 2007)*. Rio de Janeiro, EPE 2007.

- Empresa de Pesquisa Energética EPE. 2008. *Balanço Energético Nacional 2008 – Resultados Preliminares, ano base 2007*. Rio de Janeiro, EPE 2008.
- Felizola, E. R.; Maroccolo, J. F.; Fonseca, M. R. S. 2007. 'Identificação de áreas potenciais para implantação de turbina hidrocinética através da utilização de técnicas de geoprocessamento', *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, Brasil. 21-26 abril 2007. INPE, p. 2549-2556
- Ferro, F. 2004. 'Políticas Públicas para la Promoción de las Energías Renovables No Convencionales: El Programa PROINFA de Brasil', *Seminario Latinoamericano Sobre Energías Renovables*, Hacia la Conferencia Mundial de Bonn–2004. Programa Chile Sustentable. Fundación Heinrich Böll. LOM Ediciones. 2004, pp 61-67.
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP. 2003. 'A força da correnteza -Turbina hidráulica leva eletricidade para comunidades ribeirinhas isoladas', *Revista Pesquisa FAPESP*. Edição Impressa 93 - Novembro 2003.
- Fundação Universidade de Brasilia FUB. 2007. *Turbina Hidrocinética*. Patente. Instituto Nacional da Propriedade Industrial INPI, Nº PI0601595-6. Data de Depósito 19/04/2006. Data de Publicação: 18/12/2007.
- Gorban, A. N., Gorlov, A. M., Silantyev, V. M. 2001. 'Limits of the Turbine Efficiency for Free Fluid Flow', *Journal of Energy Resources Technology*, December 2001, Vol 123, Issue 4, pp. 311-317. ASME.
- Sternberg, R. (2008). 'Hydropower: Dimensions of Social and Environmental Coexistence', *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 12 (2008), pp. 1588–1621.
- Tiago Filho, G. L., et al. 2007. 'Um Panorama das Pequenas Centrais no Brasil', *Revista PCH Notícias & SHP News*, Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidreléctricas CERPCH. No 33, Ano 9, Mar-Abr-Mai 2007, pp. 19-23.
- UNB Agência. 2008. 'UnB premiada com turbina hidráulica', *Revista UNB Notícias*, Ano 11, numero 82. Janeiro e fevereiro de 2008.
- Viana, Fabiana Gama. Viana, Augusto Nelson C. 2004. 'Microcentrais Hidrelétricas: Alternativa às Comunidades Rurais Isoladas', *IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético*, Itajuba-UNIFEI. IV CBPE, 2004. v. 1.
- Viana, Fabiana Gama. 2005. 'Tecnología Social, Turbinas Hidrocinéticas são alternativas na geração energia elétrica no país', *Revista PCH Notícias & SHP News. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidreléctricas CERPCH*, No 26, Ano 7, Jun-Jul-Ago 2005, pp. 14-18.
- Viana, Fabiana Gama. 2007. 'Luz no Campo e Luz para Todos - Duas experiências em busca da plena universalização dos serviços da energia elétrica no Brasil', *Revista PCH Notícias & SHP News. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidreléctricas CERPCH*, Ano 9, revista 34, p. 12-18, 2007.



# **A contribuição da tecnologia espacial para o monitoramento dos recursos hídricos da Amazônia Brasileira no século XXI.**

*Adriana Gomes Affonso  
Evlyn Leão de Moraes Novo*

## **Abstract**

Water resources of the immense Amazon basin are little known. It hosts the largest tropical forest biome that still preserved in the world and, for this reason, is subject to increasing economic exploitation. Similarly, Amazonia is becoming the main focus of several studies of the scientific community about the impacts of human activities on the resources of the largest hydrographic basin in the world. According to several authors, the water of the Amazon River that reaches the Atlantic Ocean is responsible for the fertilisation of the continental shelf. Hence, it is necessary to reinforce the knowledge on the impacts of human occupation on the water resources of the Amazon and its aquatic ecosystems. In this sense, the use of space technologies can help us in order to study of the processes of this great ecosystem by means of the use of telemetry systems or the application of methods of sensing Remote orbital.

**Keywords:** *Amazon, Brazil, remote sensing, watersheds.*

## **1. Introdução**

A bacia Amazônica é a maior bacia de drenagem do mundo ocupando uma área de aproximadamente 6.869.000 km<sup>2</sup> (Neill, et al. 2006), abrangendo sete países da América do Sul e importantes centros populacionais como, Manaus, Iquitos e La Paz. Essa extensa bacia sedimentar de idade Terciária possui diversas regiões de captação de água com características distintas em relação ao tipo de cobertura vegetal, de solo, relevo, processos erosivos e de precipitação (Forsberg et al., 2000). Devido a sua evolução geológica e geomorfológica, a bacia possui uma vasta planície de inundação formada por um complexo sistema de rios, canais, lagos, ilhas e barreiras que são modificados constantemente devido a sedimentação e ao transporte de sedimentos em suspensão.

A planície de inundação é alagada sazonalmente por diferentes tipos de água que variam amplamente, em função da sua origem, tipo de solo que drenam e das condições climáticas. Sioli (1984) classificou as águas amazônicas em três grandes grupos com base na carga sólida e dissolvida e no pH: as águas pretas, com alto conteúdo de componentes húmicos, pobres em sólidos em suspensão e com pH entre 3,8-4,9; as águas brancas, com alto conteúdo de partículas em suspensão e dissolvidos, e com pH entre 6,2 -7,2; e as águas claras, com baixa turbidez e pequeno conteúdo de materiais em suspensão e substâncias húmicas, e com pH variando de 4,5 – 7,8.

Além disso, a inundação periódica da planície altera a proporção dos componentes suspensos e dissolvidos na água alterando as suas características físico-químicas (Martinelli et al., 1996; Melack e Forsberg, 2001; Tundisi et al., 2002) e como consequência, o

funcionamento dos ecossistemas por onde essas águas circulam (Forsberg et al., 1988) e ainda a ecologia e a dinâmica do ciclo de vida dos organismos da planície (Saint-Paul, 2000).

Essa natureza dinâmica e complexa do ecossistema aquático amazônico torna difícil e adverso o seu estudo e consequentemente o entendimento dos processos e das inter-relações das estruturas e funções que o regem.

Dessa forma, o sensoriamento remoto, por possibilitar a visão sinóptica de grandes áreas em várias escalas de análise e o registro padronizado em várias escalas de tempo, integrado a outras fontes em sistemas de informações geográficas possibilita uma análise espaço-temporal desse ecossistema complexo e fragmentado. Diversos estudos utilizando imagens de sensores remotos foram realizados com o objetivo de examinar as variações espaciais e temporais da qualidade da água (Novo e Shimabukuro, 1994; Carvalho, 2003; Barbosa, 2003, 2005), possibilitando a investigação da origem e o deslocamento de determinadas substâncias em suspensão ou dissolvidas na água.

Esse capítulo aborda exemplos de aplicações de tecnologia espacial ao monitoramento dos recursos hídricos da bacia amazônica, envolvendo tanto o uso de sistemas de telemetria para a aquisição de dados limnológicos e de seus fatores meteorológicos, como a aplicação de métodos de sensoriamento remoto orbital não apenas para extração de informações sobre as propriedades da água, como também sobre as bacias hidrográficas no tocante às alterações de uso e cobertura da terra, topografia, e suas interações com o ambiente aquático.

## 2. As Águas Amazônicas

O regime de cheias na Amazônia associado à presença de outras fontes de água para a planície influencia a qualidade da água, alterando as concentrações das substâncias que controlam a cor da água ao longo das estações do ano. Dessa forma, a composição da água e a sua dinâmica são aspectos fundamentais para a compreensão dos processos dinâmicos que ocorrem entre os ecossistemas aquáticos e terrestres. Diversos estudos já foram realizados para avaliar as variações espaciais e temporais das propriedades físicas e químicas da água utilizando imagens de sensores remotos em ambientes de informações geográficas (Novo et al., 1995; Nóbrega, 2002; 2004; 2005; Martinez et al., 2004; Barbosa, 2005; Rudorff et al., 2005).

Barbosa (2005) analisou a dinâmica das águas na várzea do Lago Grande de Curuai, no estado do Pará, para verificar a existência de padrões espaciais recorrentes de circulação de água na planície, devido ao caráter cíclico do pulso de inundação. Esse estudo foi realizado através da caracterização das massas de água presentes na planície inundável, a partir da integração de imagens TM-Landsat, dados de espectros medidos *in situ*, dados limnológicos e batimétricos coletados em 144 estações amostrais (determinados em Barbosa et al., 2002). O autor delimitou quatro estados de nível de água (cheia, água baixa, enchente e vazante) a partir de uma série histórica de nível de água diário (de 1993 a 2002)

obtida na Agência Nacional de Águas (ANA). A partir daí foram realizadas análises integrando as medidas limnológicas e espectrais (de campo e obtidas nas imagens de satélite) para modelar o efeito do pulso de inundação sobre os padrões de circulação da água nos quatro estados do sistema.

Os resultados mostraram que, em média, ao longo do ciclo hidrológico, 80% da área da planície é ocupada por água branca, sendo que na cheia essa equivale a aproximadamente 820 km<sup>2</sup> e na baixa 650 km<sup>2</sup>. Em relação à delimitação das águas pretas e claras foi mostrado que somente na cheia essas águas ocupam em média entre 34% e 38% da área da planície, respectivamente. Provavelmente, isso é devido ao fato de que na cheia o grande volume de águas brancas que atinge a planície, represa essas águas nas áreas marginais. Além disso, o aumento das precipitações de verão no Hemisfério Sul nesse período (Costa, 2000) acarreta o aumento do volume de águas pretas e claras que chegam à planície. Os resultados indicaram que a dinâmica da taxa de aporte e da descarga de água afeta a abrangência e a distribuição espacial das águas. No período de água baixa e de enchente há uma predominância de partículas inorgânicas suspensas em pelo menos 60% da área da planície. No entanto, com o aumento do volume de água, há uma redução na concentração de partículas inorgânicas suspensas, com um consequente aumento da zona eufótica dos lagos de planície. Desse modo, o aumento da zona eufótica associado à maior disponibilidade de nutrientes no final do período de enchente e início do período da cheia possibilita a proliferação de organismos clorofilados que predominam em 60% da área na cheia e na vazante.

Todas essas informações foram agregadas para propor um modelo conceitual da dinâmica de circulação de água pela planície de Curuá, sendo observado que tanto a cota e sua taxa de variação quanto a alternância entre vazante e enchente entre o Amazonas e seus tributários controlam a circulação da água na planície.

Os estudos sobre a variação espacial e temporal das massas de água e seus constituintes e sua dinâmica de circulação monitorada por imagens orbitais, ao longo do pulso de inundação na planície, fornecem evidências que auxiliam o entendimento das inter-relações entre estruturas e funções que regem o ecossistema aquático amazônico.

O funcionamento dos sistemas aquáticos amazônicos além de ser naturalmente modulado pelos fatores bióticos e abióticos que atuam na região e em escala global, também pode ser afetado pelos padrões de ocupação do espaço geográfico pelas atividades humanas. Por isso, torna-se também fundamental a análise da dinâmica de uso e cobertura do solo para melhor compreender as mudanças que ocorrem no ecossistema aquático, de modo a discriminar entre a variabilidade natural do sistema e aquela derivada de seu uso econômico.

### 3. Uso da Terra nas várzeas amazônicas

A várzea é um dos sistemas de áreas inundáveis mais ricos na Amazônia brasileira (Goulding et al. 1996; Junk et al. 2000), possuindo uma população de aproximadamente 1,5

milhões de habitantes, correspondendo a 54% da população rural dos estados do Amazonas e Pará (IBGE, 2000).

A exploração das várzeas amazônicas pela população ribeirinha estava originalmente ligada à pesca de subsistência e a agricultura em pequena escala. No entanto, a implementação de políticas públicas e os incentivos fiscais visando à integração econômica da Amazônia ao sudeste do Brasil, provocou modificações nos modos de exploração convencional da várzea. O primeiro grande ciclo de ocupação das várzeas entre Manaus e Santarém foi com o cultivo da Juta, que dominou a produção agrícola dessa região entre 1930 e 1990 (WinklerPrins, 2006) e deu início à remoção sistemática das florestas. Mais recentemente, a partir da década de 60, com os incentivos fiscais para a implantação da agropecuária na Terra Firme, que deu origem a grandes deslocamentos da população da região, se iniciou um ciclo de crescente exploração madeireira com a introdução de animais de criação (bovinos e bubalinos) em grande escala, ocupando tanto as áreas de Terra firme quanto as várzeas Amazônicas. Essa política de integração nacional, também criou a infra-estrutura para a indústria de mineração, com a criação de hidrelétricas de grande porte, causando mais impactos deletérios nesse ecossistema, como a perda de biodiversidade, fertilidade dos solos e qualidade da água.

Os impactos negativos do desflorestamento da várzea incluem ainda a mudança dos hábitos alimentares de peixes onívoros (Claro Jr., et al. 2004). Com a derrubada da floresta ocorre a redução da oferta de sementes e frutos oriundos da vegetação ribeirinha, além disso, com o crescimento da vegetação secundária uma nova variedade de frutos e sementes fica disponível para os peixes, geralmente com valor nutritivo menor que o das espécies primárias, o que pode resultar na diminuição da taxa de crescimentos de algumas espécies de peixes, e consequentemente influenciar o sucesso da reprodução e a sua taxa de recrutamento (Roubach e Saint-Paul , 1994; Claro Jr., et al. 2004).

A extensão do desflorestamento nas várzeas da Amazônia nunca foi quantificada, visto que a sua grande dimensão, complexidade e sazonalidade dificultam a análise desse ecossistema.

Estimativas feitas pelo PRODES mostram que o desflorestamento na Amazônia aumentou consideravelmente nas ultimas décadas, chegando a aproximadamente 690.000 km<sup>2</sup> em 2007 (INPE, 2007). No entanto, essas estimativas não distinguem as áreas de Floresta de Terra Firme das Florestas de Várzea.

Um estudo realizado por Affonso et al., (2007) quantificou o desflorestamento ocorrido na planície de inundação do Solimões/Amazonas, com base nos dados do PRODES dos anos de 1997, 2000 à 2002 e 2004 (INPE, 2007), usando como limite das áreas inundáveis uma máscara gerada a partir de imagens SAR do satélite japonês JERS-1 (Hess et al, 2003). A várzea foi delimitada pela máscara sendo ainda definido uma faixa marginal (buffer) de 2 km ao longo da fronteira entre ela e a área de Floresta de Terra Firme na borda da planície de inundação. Esse buffer foi utilizado para investigar a hipótese de que o desflorestamento da várzea está fortemente associado à presença de atividade agropecuária no contato entre a planície e a terra firme. Os resultados dessa

análise mostraram que a área total desflorestada nas áreas inundáveis no Amazonas foi de 5.012,21 km<sup>2</sup> e no Pará foi de 2.824,76 km<sup>2</sup>. No buffer de Terra firme esse desflorestamento atingiu 8.386,10 km<sup>2</sup> (Amazonas) e de 6.609,07 km<sup>2</sup> (Pará). Esses números representam 49% (Pará) e 90% (Amazonas) do desflorestamento total nesses municípios, mostrando que as mudanças de uso e cobertura da terra no estado do Amazonas se concentram nas áreas alagáveis e nas margens da planície. Resultados recentes de um estudo realizado por Rennó (comunicação pessoal) com imagens MSS/Landsat referentes à década de 1970 indicam que essas estimativas de desflorestamento da várzea no estado do Pará podem ser muito maiores visto que muitas das áreas consideradas pelo projeto PRODES como não floresta com base nos resultados do projeto RADAM, eram de fato, Florestas Inundáveis.

A inundação periódica dessas áreas marginais, que foram convertidas em pastos ou em áreas agrícolas, afeta a circulação da água e dos materiais provenientes do ecossistema terrestre para o sistema aquático, alterando a proporção dos componentes suspensos e dissolvidos na água e de suas características físico-químicas (Melack e Forsberg, 2001; Tundisi et al., 2002).

A criação de gado na planície de inundação da bacia Amazônica é muito comum (Ohly e Hund, 2000) e essa atividade pode afetar esse sistema de várias formas. Alguns exemplos desses impactos incluem a herbivoria da vegetação aquática e a herbivoria seletiva (o que pode afetar os níveis tróficos mais elevados); o input de nutrientes pela deposição de fezes e urina, e mudanças na composição de espécies de macrófitas e algas induzidas pela entrada de nutrientes (Steiman et al., 2003).

Além disso, essas áreas estão sujeitas a eutrofização pelo aumento da concentração de nutrientes (Novo et al. 2006). Além disso, a remoção da floresta pode também afetar o transporte de sedimentos, a extensão de área inundada, a qualidade da água, o runoff, as comunidades vegetais e animais e a biodiversidade, e o regime hidrológico da bacia.

Dentre os processos de maior consequência para a população ribeirinha, a eutrofização da merece mais atenção. A eutrofização é um processo de aumento da produção primária devido ao excesso de nutrientes nos sistemas aquáticos, e que consequentemente gera um aumento na produtividade de algas e a acumulação da biomassa algal. Em longo prazo, a eutrofização acarreta mudanças na estrutura das comunidades da flora e fauna ameaçando a biodiversidade nos lagos. Existem diversos índices para calcular o nível de eutrofização de um sistema aquático, baseados, por exemplo, na química da água (concentração de nitrogênio e fósforo total), na óptica da água (turbidez), e na biologia da água (concentração de clorofila e composição do fitoplâncton). Entre esses, a concentração de clorofila pode ser derivada de dados de sensoriamento remoto, como reportado por Novo et al., (2006), que utilizaram imagens MODIS para mapear a distribuição espacial da concentração de clorofila nos lagos da planície de inundação entre Parintins e Almeirim. Esse estudo demonstrou que há um intervalo de 6 meses entre o nível máximo da água e a concentração média máxima de clorofila. Ou seja, os autores observaram que o nível máximo de água ocorreu de Abril a Junho, mas a concentração máxima de clorofila ocorreu

em Novembro e Dezembro, nos dois anos observados, 2002 e 2003. Esse dado sugere que o pico de produção do fitoplâcton é alcançado quando o pulso do Amazonas retrai e os lagos são enriquecidos por nutrientes dissolvidos na água menos turbida. Foi também observada, na região de Santarém, a existência de concentrações acima dos níveis padrão de clorofila (Melack e Forsberg, 2001; Barbosa, 2005), o que sugere que esses lagos estão sob severa eutrofização relacionada à criação de gado na várzea.

Além disso, Affonso (com. Pess.) num estudo sobre a caracterização da qualidade da água na planície de inundação do Lago Grande de Curuai, através de dados limnológicos, durante um ciclo hidrológico, demonstrou que as áreas impróprias para o abastecimento humano são exatamente aquelas onde vivem as comunidades ribeirinhas.

Embora a oferta de água na Amazônia seja grande, 55,7% dos domicílios não são abastecidos de água por rede geral; do volume total de água distribuída em sistemas públicos, 32,4% não recebe tratamento e 92,9% dos municípios não possuem redes de esgotamento sanitário (IBGE, 2002). Com esse panorama, o monitoramento da qualidade da água consumida pela população ribeirinha, que não possui qualquer tipo de sistema de captação e tratamento da água, é inexistente. No Brasil a Resolução CONAMA n.º 357/2005 que trata sobre a regulamentação da qualidade de água no Brasil (ANA, 2008), determina limites máximos de concentração dos materiais orgânicos e inorgânicos presentes na água e de suas características físicas e químicas para que sejam adequadas aos respectivos usos, seja para o abastecimento humano, a recreação, pesca e ainda para a preservação das comunidades aquáticas.

Seguindo essa temática, Affonso (com Pess) observou que a planície de inundação do Lago Grande de Curuai é um sistema eutrofizado durante os períodos de cheia, vazante e seca, apresentando níveis de oxigênio dissolvido (mg/l) e clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) não adequados ao abastecimento humano (oxigênio dissolvido  $< 2 \text{ mg/l}$  e clorofila-a  $> 60 \mu\text{g/l}$ ) durante a época de vazante e seca, sendo que na cheia e enchente seria necessário o tratamento químico da água para que esta ficasse nos níveis adequados o consumo humano.

Essas áreas impróprias estão localizadas perto das comunidades ribeirinhas o que pode ocasionar problemas à saúde pública devido à presença de algas potencialmente tóxicas. Observações de campo comprovaram a presença de uma grande abundância do gênero *Mycrocystis* (Kützing ex Lemmermann, 1888), da Ordem Cyanophyceae, as quais podem causar gosto e odor desagradável na água, além de alterar o equilíbrio ecológico do ecossistema aquático. O mais grave, porém, é a sua capacidade de produzir neuro e hepatotoxinas. A ingestão de água nessas condições representa um sério risco à saúde pública. Existem relatos da morte de 70 pacientes renais crônicos em uma clínica de hemodiálise na cidade de Caruaru, Pernambuco, no primeiro semestre de 1996 (Azevedo, et al., 2002) pela ingestão de água contaminada por hepatotoxinas produzidas por *Mycrocystis*. O aumento quantitativo destas algas pode se tornar, portanto, um problema para as comunidades

ribeirinhas, cuja sua existência se estrutura em torno dos lagos de várzea e que usam essa água para abastecimento, pesca e recreação.

Portanto, o monitoramento da qualidade da água dos lagos amazônicos é de extrema importância para a qualidade de vida dos ribeirinhos que consomem a mesma água que inundam os pastos de criação de bovinos e bubalinos. Conseqüentemente, são necessários estudos em longo prazo, sobre as mudanças sazonais e espaciais que ocorrem nas características físicas, químicas e biológicas dos lagos das planícies de inundação para subsidiar planos de monitoramento a serem realizados pelos órgãos ambientais competentes.

No entanto, a aquisição de dados durante campanhas de campo é insuficiente para caracterizar toda a complexidade dos ecossistemas aquáticos amazônicos, devido a sua enorme variabilidade hidrológica, limnológica e biológica. Uma alternativa para o monitoramento e a coleta de uma significativa quantidade de dados é a utilização de novas tecnologias como os sistemas de monitoramento automático e telemétrico.

#### **4. Sistema integrado de monitoramento ambiental**

O Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental (SIMA) foi elaborado para a aquisição de séries temporais de dados e o monitoramento em tempo real de sistemas hidrológicos (Stevenson et al., 1993) com o objetivo de ampliar o conhecimento ecohidrológico de locais ecologicamente estratégicos, como Lago Grande de Curuá, no estado do Pará, e no Lago de Mamirauá, no estado do Amazonas (Novo et al., 2002; Lima et al., 2003). Esse sistema é composto de um toróide fundeado, onde são instalados sensores, a eletrônica de armazenamento, a bateria, o painel solar e uma antena de transmissão. Os dados são coletados em um intervalo de tempo pré-determinado e transmitidos via satélite em tempo quase real, para um usuário que pode estar situado até 2500 km distante do ponto de coleta. As variáveis ambientais medidas pelo sistema são relevantes, pois: 1) caracterizam os ambientes aquáticos; 2) são indicadoras de impactos ambientais; 3) incluem indicadores das forças que atuam nos sistemas aquáticos como radiação e vento; e 4) são facilmente medidos a partir de plataformas automáticas.

Dessa forma, esse sistema monitora as seguintes variáveis ambientais: 1) Água: a) Temperatura; b) pH; c) Turbidez; d) Oxigênio dissolvido; e) CO<sub>2</sub> dissolvido; f) Condutividade; g) Nitrato, h) Amônia, i) Profundidade relativa; e 2) Atmosfera: a) Temperatura do ar, b) Pressão atmosférica, c) Radiação solar, d) Direção e intensidade do vento, e) Direção e intensidade da corrente.

Existe um sistema fundeado no Lago Grande de Curuá, no estado do Pará, Brasil, desde 2004, o qual permitiu verificar a ocorrência de grandes concentrações de clorofila (maiores do que 40 µg/l) entre novembro e março. Entretanto, o mês de janeiro foi o que apresentou o maior número de episódios de florescimentos com concentrações entre 65 e 85 µg/l (Novo, com Pess). A implantação de um sistema no lago Mamirauá localizado na

Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no estado do Amazonas, Brasil, permitirá comparar o comportamento dos florescimentos num sistema protegido, com um sistema de uso não sustentável, o Lago Curuai, de modo a identificar políticas públicas que possam contribuir para a mitigação dos danos já causados ao Lago Curuai.

### 5. Considerações finais

Os trabalhos apresentados demonstram a capacidade dos sensores remotos em mapear, caracterizar e fornecer informações sobre a dinâmica espaço temporal das propriedades da água e das mudanças que ocorrem na planície de inundação do rio Amazonas, e que com o auxílio de dados reais de campo possibilita a compreensão de um ambiente tão complexo como a Amazônia. No entanto, o rápido avanço da destruição desse ecossistema há uma necessidade urgente de avanços e cooperações científicas para o seu estudo. Os trabalhos apresentados também demonstram que sem os dados de sensoriamento remoto, muitas das informações e conhecimentos gerados não teriam sido possíveis devido às restrições de custo e logística para o estudo dessa vasta região.

Nesse sentido, os avanços tecnológicos dos sensores remotos podem auxiliar o monitoramento dessa região. Com o lançamento de novos satélites, como o CBERS -2B (China-Brazil Earth Resources Satellite), uma parceria entre o governo brasileiro e chinês, lançado em 2007, o ALOS (Advanced Land Observing Satellite) da Agência espacial do Japão, lançado em janeiro de 2006, novas perspectivas se abrem para o estudo dos ecossistemas aquáticos. O CBERS -2B é idêntico aos seus predecessores, no entanto, algumas melhorias foram incorporadas como a substituição do imageador IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução) com 120 m de resolução pelo HRC (High Resolution Camera) com uma banda pancromática com 2,7 metros de resolução espacial. O satélite ALOS possui três sensores: o PRISM (Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping) com 2,5 metros de resolução, que proverá imagens tridimensionais da superfície terrestre, o AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-2) com resolução de 10 metros e o sensor de microondas PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) com resolução espacial de 10 a 100 metros. Além disso, há ainda uma iniciativa conjunta do Brasil e da agência aeroespacial da Alemanha (DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V), para a construção de um satélite, tendo como carga útil um radar imageador de abertura sintética ou SAR (Synthetic Aperture Radar) dedicado à operação em área de florestas tropical (Amazônia) e boreal.

Portanto, a observação da superfície terrestre com novos e mais avançados sensores permitirá a continuidade dos estudos dos ecossistemas aquáticos amazônicos e dessa forma contribuir para o entendimento de sua estrutura, funcionamento e sua influência no clima mundial.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos Projetos MCT-Geoma, LBA-Ecology/ Nasa, Fapesp (2003/0 6999-8), Capes, CNPq e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pelo suporte financeiro e logístico no desenvolvimento desses estudos citados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Affonso, A.; Novo, E.; Melack, J.; Hess, L. 2007. 'Identificação e quantificação do esflorestamento nas áreas alagáveis nos municípios à margem do Rio Solimões/ Amazonas nos estados do Pará e Amazonas', in *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 13. Florianópolis. Anais. São José dos Campos.
- Agência Nacional de Águas (ANA). 2008. LEI 9.433, em 1997, estabelecendo a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a criação da Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/> Institucional/ Legislacao/ leis/ lei9433.pdf. Acesso em: Maio, 2008.
- Azevedo, S.M F.O.; Carmichael, W. W.; Jochimimsen, E.M.; Rinehart, K.L.; Lau, S.; Shaw, G.R. & Eaglesham, G.K. 2002. 'Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru- Brazil', *Toxicology*, 181: 441-446.
- Barbosa, C. C. F.; Novo. E.M.L.M; Costa, M. 2002. 'Remote sensing for sampling station selection in the study of water circulation from river system to and Amazon floodplain lakes: a methodological proposal', en: *II Conferência Científica Internacional do Experimento LBA*. Anais..Manaus (AM).
- Barbosa, C. C. F.; Novo. E.M.L.M.; Carvalho, J.C.; Filho, W.P.; Mantovani, J.E. 2003. 'Caracterização espectral das massas d'água Amazônicas', in *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 11, 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos campos.
- Barbosa, C. C. F. 2005. *Sensoriamento remoto da dinâmica de circulação da água do sistema planície de Curuai / rio Amazonas*. 255f, Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Carvalho, J. C.; Barbosa, C.; Novo, E. M. L. M.; Mantovani, J. E.; Melack, J.; Filho, W. P. 2003. 'Applications of quantitative analysis techniques to monitor water quality of curuai lake, Brazil', in *Geoscience and remote sensing symposium*, 2003. toulouse, France. Proceedings.. Piscataway: ieee international, 4, 2362-2364.
- Claro-Jr, L.; Ferreira, E.; Zuanon, J.; Araújo-Lima, C.; 2004. 'O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil', *Acta Amazônica*, 34, 133 – 137.
- Costa, M. *Net primary productivity of aquatic vegetation of the Amazon floodplain: a multi-SAR satellite approach*. 2000, 266f, Phd Thesis. University of Victoria, Victoria, Canada.

- Forsberg, B. R. Devol, A. H.; Rickey, J. E.; Martinelli, L. A.; Santos, H. 1988. 'Factors controlling nutrient concentrations', in *Amazon floodplain lakes, Limnology and Oceanography*, 33, 41-56.
- Forsberg, B. R.; Hashimoto, Y. Rosenqvist, A.; Miranda, F. P. 2000. 'Tectonic fault control of wetland distributions in the Central Amazon revealed by JERS-1 radar imagery', *Quaternary International*, 72, 61-66.
- Goulding, M., N. J. H. Smith, And D. J. Mahar 1996. *Floods of Fortune: Ecology and Economy Along the Amazon*. New York: Columbia University Press.
- Hess, L. L.; Melack, J. M.; Novo, E. M. L. M.; Barbosa, C. C. F.; Gastil, M. 2003. 'Dual season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin', *Remote Sensing of Environment* 87, 404-428.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2002. *Pesquisa nacional de saneamento básico*. Rio de Janeiro.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2000. *Censo Populacional e Agropecuário*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE, 2007 PRODES- Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica por satélite. Disponível em <[www.obt.inpe.br/prodes/index.html](http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html)>.
- Junk, W.J., Ohly, J.J., Piedade, M.T.F.; Soares, M.G.M. 2000. *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers.
- Novo, E. M. L. M.; Barbosa, C. C. F.; Freitas, R. M.; Shimabukuro, Y. E.; Melack, J. M.; E Pereira-Filho, W. 2006. 'Seasonal changes in phytoplankton distribution in floodplain lakes in response to Amazon flood pulse derived from MODIS images', *Limnology*, 7, 153-161.
- Lima, I.B.T.; Novo, E.M.L.M.; Stech, J.L.; Lorenzzetti, J.A.; Carvalho, J.C.; Assireu, A.T., Ramos, F.M.; Rosa, R.R.; Barbosa, C.C. 2003. 'Contribuição do sensoriamento remoto e monitoramento telemétrico na planície de inundação amazônica', in *Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos da Amazônia*, Manaus, Amazonas. CDROM.
- Martinelli, L. A.; Victoria, R. L., Forsberg, B. R., Richey, J. E. 1994. 'Isotopic composition of majors carbon reservoirs in the Amazon floodplain', *International Journal of Ecology and Environment Sciences*, 20, 31-46.
- Martinez, J. M.; Seyler, F.; Bourgoin, L. M.; Moreira- Turcq, P.; Guyot, J. L. 2004. *Amazon basin water quality monitoring using Meris and Modis data*. in: *envisat & ers symposium*, 2004, salzburg, Austria. Proceedings... noordwijk: European Space Agency.
- Melack, J. M.; Forsberg, B. 2001. 'Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands', in M. E. McClain, R. L. Victoria, & J. E. Richey (Eds.), *The biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world*. Oxford: Oxford Univ. Press.

- Neil, C.; Elsenbeer, H.; Krusche, A. V.; Lehmann, J.; Markewitz; Figueiredo, R.D. O. 2006. 'Hydrological and Biogeochemical Processes in a Changing Amazon: Results from small watershed studies and the Large-Scale Biosphere- Atmosphere Experiment', *Hydrological Processes*. 20, 2467-2477 m.
- Nóbrega, I. W. 2002. Análise Espectral de Sistemas Aquáticos da Amazônia para a Identificação de Componentes Opticamente Ativos. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Novo, E. M.; Shimabukuro, Y. E. 1994. 'Spectral Mixture Analysis of inland tropical Waters', *International Journal of remote sensing*, 15, 1351-1356.
- Novo, E. M. L.; Lobo, F.; Calijuri, M. C. 1995. 'Remote Sensing And Geographical Information System Application To Inland water studies', in Tundisi, J. g.; Bicudo, c. e. M.; Tundisi, T. M. (eds.) *Limnology in Brazil. Rio de Janeiro*: Abc/sbl, 283-304.
- Novo, E.; Pereira, W.; Melack, J. M. 2004. 'Assessing the utility of spectral band operators to reduce the influence of total suspended solids on the relationship between chlorophyll concentration and the bidirectional reflectance factor in Amazon waters', *International Journal of Remote Sensing*, 25, 5105-5116.
- Novo, E.; Ferreira, L.; Barbosa, C.; Carvalho, C.; Sano, E.; Shimabukuro, Y.; Huete, A.; Potter, C.; Roberts, D.; Hess, L.; Melack, J.; Yoshioka, H.; Klooster, S.; Kumar, V.; Myneni, R.; Ratana, P.; Didan, K.; Miura, 2005. 'Técnicas avançadas de sensoriamento remoto aplicadas ao estudo de mudanças climáticas e ao funcionamento dos ecossistemas amazônicos', *Acta Amazônica*, 35, 259 – 272.
- Novo, E.M.L.M; Stech, J. L.; Rosa, R.R.; Lorenzetti, J.A.; Ramos, F.M. 2002. 'Sistema de monitoramento automático de variáveis limnológicas em sistemas aquáticos Amazônicos sujeitos a diferentes graus de interferência antrópica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)', *Notas Técnico-Científicas*, INPE-89-PUD/58. 17p.
- Ohly, J. J.; Hund, M. 2000. 'Floodplain animal husbandry in Central Amazonia', in Junk,W.J.; Ohly, J.J.; Piedade, M.T.F; Soares, M.G. M., (Eds.), *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Leiden Backhuys Publishers.
- Roubach, R.; Saint-Paul, U. 1994. 'Use of fruits and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trial with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae)', *Journal of Applied Ichthyology*, 10, 134-140.
- Rudorff, C. M.; Arraut, E. M.; Barbosa, C. C. F.; Carvalho, J. C.; Filho, W. P.; Novo, E. M. L. M. 2005. Avaliação de algoritmos bio-ótico em massas d'água amazônicas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia. Anais. São José dos Campos.
- Saint-Paul, U. Zuanon, J. Correa, M. A. V.; Garcia, M.; Fabré, N. N.; Berger, U.; Junk, W. 2000. J. 'Fish communities in central Amazonian White and blackwater Floodplains', *Environmental Biology of Fishes*, 57, 1573-5133.

- Sioli, H. 1984. *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers.
- Steinman, A. D.; Conklin, J.; Bohlen, P.J.; Uzarski, D. G. 2003. 'Influence of cattle grazing and pasture land use on macroinvertebrate communities in freshwater wetlands', *Wetlands*, 23, 877-899.
- Stevenson, M.R.; Lorenzzetti, J.A.; Stech, J.L.; Arlino, P.R.A. 1993. 'SIMA - An integrated environmental monitoring system', in *Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Curitiba, Paraná, 4,300-310.
- Winklerprins, A. M.G.A. 2006. 'Jute cultivation in the Lower Amazon, 1940-1990: an ethnographic account from Santarém, Pará, Brazil', *Journal of Historical Geography*, 32, 818-838.

# **La utilización de los recursos ícticos en la Amazonía sur de Colombia: una estrategia de vida, de ocupación y renta**

*Edwin Agudelo Córdoba  
Juan Carlos Alonso González  
Claudia Liliana Sánchez Páez*

## **Abstract**

Fishing affects to the extraction and marketing of natural resources and is the most widespread practice in the Amazon region because of its abundance and easy access. Fishing is the engine that energizes the economy and livelihood of people and populations shoreline. However, this huge social benefit may disappear if this practice continues with a unconscious proces of uncontrolled extraction that degrade natural resources and the aquatic ecosystem.

**Keywords:** *Amazonia, fishing, aquatic ecosystem.*

## **1. Introducción**

Para los países amazónicos, la pesca es una labor socialmente importante en la población ribereña en la medida en que contribuye a subsanar la ingesta proteica diaria, y económicamente favorable al permitir una retribución económica por la venta del producto a otros consumidores o comerciantes de pescado, y de esta forma poder adquirir bienes de primera necesidad. Para 1994, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA de Colombia, había estimado en más de 52.000 los pescadores artesanales en aguas continentales del país.

Dada la importancia de la pesca en la región, el presente documento revisa este sector en las poblaciones amazónicas del Suroriente colombiano (ríos Putumayo, Caquetá y Amazonas) junto con las vecindades fronterizas de Perú y Brasil (Figura 1). Y llama la atención a hecho de que los procesos de gestión sobre la pesquería comercial de la región suroriental de la Amazonía deben optar por un trabajo mancomunado y macroregional enmarcado dentro de los acuerdos binacionales que los países amazónicos poseen, para lo cual es necesario incorporar un enfoque ecosistémico y participativo que le permita a la región asegurar la permanencia de una actividad que genera sustento, alimento e ingresos a centenares de familias y poblados en la Amazonía colombiana y en los países vecinos.

## **2. El uso del recurso íctico en la región**

La importancia regional de los peces se reconoce bajo el siguiente criterio: i) Especies para uso directo como alimento, las cuales se capturan para el consumo directo de los pescadores y sus familias. ii) Especies con uso ornamental, aquellas que por su

vistosidad y hábitos son comercializadas vivas con fines ornamentales. iii) Especies con uso comercial, que se capturan con el objeto de ser comercializadas para consumo humano en los mercados locales o externos.

## 2.1. La pesca de subsistencia o autoconsumo

La mayoría de los asentamientos amazónicos son poblaciones ribereñas que conviven diariamente con el recurso agua, donde la pesca es una actividad diaria para conseguir la proteína animal, y por ende, la pesca como labor de subsistencia es una rutina muy importante debido a la seguridad nutricional que genera; actividad que se realiza de forma artesanal utilizando aparejos de pesca simples en buena parte de la región.



Fig. 1. Ubicación de la Amazonía en Colombia, resaltando los departamentos que la integran, los países con que limita, y la ubicación de los principales sitios de acopio comercial de pescado, destacando a Leticia en el Suroriente del país (Fuente: Archivos Instituto Sinchi, 2007).

El número de especies utilizadas en la pesca para la subsistencia es alto:  $\pm 150$  (Fabré y Alonso, 1998; Ortega y Mojica, 2002), con una preferencia de consumo basada en creencias locales, el gusto al cocinarlo o su sabor al consumirlo, que explica la predilección por los peces de escama frente a los peces de cuero, endonde se destacan las *palometas* *Mylossoma* sp., *bocachicos* *Prochilodus* sp., *yaraquis* *Semaprochilodus* sp., *Sábalos* *Brycon* sp., *pirañas* *Serrasalmus* sp., *omimas* (Anostomidae), *dormilón* (Erythrinidae), *arenca* *Triportheus* sp., *arawana* *Osteoglossum bicirrhosum*, *mojarras* (Cichlidae), *pacos* y *gamitanas* (*Piaractus brachypomus*, *Colossoma macropomum*), *brazo de reina* *Platystomatichthys* sp., *picalón* *Pimelodus* sp., *Pimelodella* sp y *llorones* (Curimatidae). En alguna medida se utilizan en la subsistencia peces de objeto comercial como *pirarucú* *Arapaima gigas* y *bagres* como *Pintadillos* *Pseudoplatystoma* sp., *barbudo* *Leiarius marmoratus*, *bocón* *Ageneiosus* sp. y *Baboso* *Brachyplatystoma platynemum* (Agudelo et al., 2006a).

La importancia de la pesca de subsistencia en términos sociales, radica en aportar desde 170g diarios de proteína animal por persona en Puerto Nariño (río Amazonas), pasando por los 246g persona/día registrados en el río Putumayo, hasta los 500 g persona/día establecidos en la frontera de Colombia con Brasil (Fabré y Alonso, 1998; Ochoa, 2003; Agudelo et al., 2006a). Según la Organización Mundial de la Salud, una persona de 70 kg de peso corporal requiere consumir 35g de proteínas por día, donde la mitad debe ser de origen animal; por tanto, un aporte medio de 23g de proteína por cada 100g consumidos de pescado amazónico, muestra como ésta actividad contribuye enormemente en la nutrición familiar de la población ribereña.

Desafortunadamente, este tipo de pesca no recibe por parte del Estado el interés y la importancia que se merece en términos sociales y/o económicos para que se aseguren sus beneficios, porque no reconoce el aporte proteico en la mesa del poblador amazónico; ni tampoco valora los ingresos percibidos por la población cuando ésta vende o intercambia parte de ese producto, por bienes de la canasta familiar. Por lo tanto, el Estado colombiano no contabiliza el gasto social que se ahorra si tuviera que asumir un subsidio alimentario sobre toda la población ribereña, para entregar alimentos ricos en proteína animal que suplan las demandas nutricionales que el cuerpo humano requiere.

## 2.2. La pesca de ornamentales

Los peces ornamentales comenzaron a aprovecharse en Colombia hace aproximadamente 50 años, y en las tres últimas décadas ésta actividad ha mostrado un importante desarrollo en producción y comercialización, donde Colombia representa el 2% en el comercio mundial. Según los datos de PROEXPORT (en Cormacarena, 2005), en el mercado internacional los compradores de peces ornamentales son Estados Unidos que compra el 59%, Japón 10%, Alemania 7%, México 4%, Francia y Hong Kong 3% y el 14% restante por otros países.

Se considera que Colombia comercializa unas 150 especies, exportando 17 millones de unidades al año que reportan una media de U\$ 3.4 millones de dólares a la cadena comercial de ornamentales, en la que se incorporan unas 50 mil personas y sus familias (Blanco, 2002, Perdomo 2004 y Sanabria 2004, En: Rodríguez, 2007). Algunas de las principales especies ornamentales que se comercializan son: *Arawana* (*Osteoglossum bicirrhosum*), *Escalar* (*Pterophyllum altum*), *Otocinclos* (*Otocinclus spp.*), *Corredoras* (*Corydoras spp.*), *Nanostomus* (*Nannostomus trifasciatus*), *Tigritos* (*Pimelodus pictus*) y Cucha Royal (*Paneque nigrolineatus*). Para la Amazonía, la base de este acopio y movilización recae sobre 49 especies, donde se destaca en primer lugar la familia *Cichlidae* con 22%; seguida de la familia *Loricariidae* con 14%, *Serrasalmidae* (12%), *Characidae* y *Callichthyidae* (6%), *Anostomidae*, *Gasteropelecidae* y *Gymnotidae* (4%) y el resto de familias con un 2% (Agudelo et. al, 2000).

De los 15 millones de unidades exportadas por Colombia en 2002, la región del Orinoco aportó 76%, seguida de la Amazonía con 22%. Mientras que en 2005, los 20.4

millones de peces movilizados provenían del Orinoco en un 88% y de la Amazonía en un 10%. Para los totales amazónicos, Leticia en el Suroriente colombiano, representa el centro de mayor acopio de peces movilizándose por este puerto un 84%, seguido de Puerto Leguízamo con 11% y Pedrera con el 3% (INCODER, 2006; Sánchez, 2007).

Según el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER (2006), las exportaciones de peces ornamentales vienen mostrando una tendencia creciente pero su valor comercial tan sólo alcanza los US\$ 6 millones de dólares (menos del 0.05% de las exportaciones totales del país). Mientras que para Leticia, la *Arawana* (*Osteoglossum bicirrhosum*) es responsable por una tercera parte del total de individuos movilizados por este puerto, con 800 mil a 1 millón de unidades vivas que representan en el río Amazonas una cuantía de 200 – 300 mil dólares sobre el precio de compra a los pescadores (INCODER GTT Leticia, 2007; Rodríguez, 2007).

Aunque existen diversos estudios efectuados sobre taxonomía y comercialización de ornamentales, a la fecha no hay investigaciones que respondan a las necesidades de la dinámica de este recurso y por tanto, las autoridades ambientales y los exportadores no disponen de información accesible y confiable para la determinación de las especies, el manejo de poblaciones capturadas y de los ecosistemas que suministran los recursos.

### **2.3. La pesca comercial de consumo**

Realizada también de manera artesanal, esta labor se distribuye a lo largo y ancho de la región amazónica colombiana, pero es realizada especialmente en aquellos ríos de origen andino, pues en ellos se asienta gran parte de los asentamientos humanos y presentan mayor productividad para las especies de interés comercial como los *bagres* (familia *Pimelodidae*), *bocachico* (*Prochilodus nigricans*) y *sábalos* (*Brycon sp.*). Las pesquerías son multiespecíficas y por tanto se capturan muchas especies de peces, que tradicionalmente se agrupan en dos bloques: los de escama y los de cuero (bagres). La forma de comercializar el producto puede ser en estado fresco (cuando las áreas de captura no están muy alejadas de los sitios de venta, por lo que el producto se lleva a puerto con horas de haber sido cosechado o en su defecto, se refrigerara con hielo en cajas termo aisladas o se utilizan cuartos fríos); en estado salpresa o seco – salado (típica de gran parte de las localidades dispersas en la Amazonía quienes llevan a vender sus productos a otros lugares distantes o lo intercambian por productos de primera necesidad ante comerciantes).

Al revisar las estadísticas del INCODER, la movilización de pescado de consumo desde Leticia hacía el interior del país reporta la utilización de al menos 20 especies, de las cuales 14 son bagres y el resto peces de escama. De estos peces los diez más frecuentemente comercializados son los bagres: *Pintadillo* (*Pseudoplatystoma sp.*), *Dorado* (*Brachyplatystoma rousseauxii*), *Simí* (*Calophysus macropterus*), *Pirabutón* (*Brachyplatystoma vaillanti*), *Amarillo* (*Zungaro zungaro*), *Baboso* (*Brachyplatystoma platynemum*), *Guacamayo* (*Phractocephalus hemiliopterus*), *Lechero* (*Brachyplatystoma filamentosum*) y *Mapará* (*Hypophthalmus sp.*), quienes en el año 2006 fueron responsables

por el 91% de la movilización registrada, en una cuantía de 6.592 toneladas de pescado, que cifradas en el valor de primera compra equivalen por lo menos a 9 millones de dólares (Agudelo, 2007).

### **2.3.1      El caso de los Bagres**

La apetencia por los bagres al interior de Colombia, ha contribuido a que la actividad pesquera comercial sobre estas especies se consolide como una de las principales ocupaciones licitas desarrolladas por los habitantes de la Amazonía. De tal forma que Leticia ha pasado a ser el principal centro de acopio de pescado de cuero para áreas correspondientes a territorio peruano (desde la ciudad de Iquitos a 500 km de distancia de Leticia, hasta santa Rosa al frente de Leticia), y territorio brasilerio desde Tabatinga hasta Tefé (a 1,000 kilómetros de distancia de Leticia). El promedio anual de acopio de pescado ronda las 8.6 mil toneladas anuales en la modalidad fresco – congelado, tasadas muy modestamente en 9 millones de dólares estadounidenses<sup>1</sup> (Anzola, 1997; Agudelo et al., 2000; Alonso, 2002; Agudelo et al., 2004; Agudelo et al., 2006b).

### **2.3.2.      Generador de empleo**

Todo habitante ribereño es un pescador potencial que actúa conforme a las oportunidades y la demanda de pescado, de tal forma que para cada familia ribereña al menos uno de sus miembros participa de actividades de pesca que en general va con destino al autoconsumo, aunque a veces también vende pequeñas cantidades. Teniendo presente el estudio de Agudelo et al. (2000) y otras investigaciones, se puede estimar la cantidad de pescadores comerciales (Tabla 1), que son influenciados por la demanda de pescado desde Bogotá para algunos puntos de la región de la Alta Amazonía. Esta Tabla 1 permite notar, como asentamientos de difícil acceso y poco desarrollados, como los ubicados en los ríos Putumayo y el Caquetá, ocupan y benefician proporcionalmente más personas en la pesca, como una estrategia de generación de ingresos para el intercambio de bienes primarios. En tanto que para otros puntos ubicados sobre el río Amazonas, la ocupación es menor debido a la posibilidad de estas comunidades de poderse desempeñar en otras actividades que generen lucro en estas zonas, como la agricultura, artesanías, contratos o maderas.

Para el río Amazonas en Brasil, se sabe que la actividad pesquera comercial es fundamental en el aporte de ingresos de las familias ribereñas al ser la responsable del 68% de la renta familiar, recursos que en su mayoría se generan a través de la pesca de bagres (Braga, 2001; Fabré y Barthem , 2005).

---

<sup>1</sup> Basado en el precio medio del dólar para el 2001: un dólar equivale a \$2,301 pesos colombianos.

Tabla 1. Número de personas empleadas en la capturas comerciales de pescado para consumo en la región Suroriental de la Amazonía colombiana y zonas de frontera con Perú y Brasil, junto con la cantidad de personas beneficiadas directamente por la pesca comercial (elaborado a partir de datos de Agudelo et al., 2000; Agudelo et al., 2006a; SEPROR 2006, 2007).

Lugar	No. Pescadores	No. Personas	No. Habitantes
Río Putumayo <sup>1</sup>	1,300	6,500	23 mil
Río Caquetá <sup>2</sup>	500	2,500	<6 mil
Río Amazonas <sup>3</sup>	180	900	< 14 mil
Tabatinga <sup>4</sup>	946	3,800	38 mil
Benjamín Constant <sup>4</sup>	835	3,700	23 mil
Sao Paulo de Olivença <sup>4</sup>	562	2,240	23 mil
Santo Antonio do Içá <sup>4</sup>	700	2,800	28 mil
Atalaya do Norte <sup>4</sup>	186	764	10 mil

<sup>1</sup> En la zona de frontera entre Colombia y Perú desde Puerto Leguízamo hasta Tarapacá. <sup>2</sup> Para las localidades de Araracuara, Puerto Santander y La Pedrera en Colombia. <sup>3</sup> Para la porción colombiana de 116 km de río Amazonas, en la frontera con Perú y que sólo pescan bagres. <sup>4</sup> localidades brasileñas.

### 2.3.3. Evolución de la pesquería de bagres

La pesquería de bagres en la zona de influencia de Leticia ha pasado de una fase de inicio a una fase sostenida (con base en el modelo de esfuerzo – captura propuesto por Welcomme en 1992), caracterizada por un rendimiento estable en las capturas a medida que se incrementa el esfuerzo, con lo que la captura por unidad de esfuerzo tiende a disminuir. De tal suerte que la revisión del indicador de estado sobre el comportamiento multianual de las longitudes de captura de los bagres en la región, realizado por el Instituto Sinchi, muestra una mayor utilización de peces por debajo de su talla reglamentaria de captura y advierte sobre el impacto negativo de la pesquería en la génesis de los peces (MAVDT et al; 2002; Torres et al., 2004; Nuñez - Avellaneda et al., 2007) que coincide con la teoría de Welcomme (1992) sobre la desaparición progresiva de especímenes de mayor tamaño y la captura de peces más pequeños a medida que la presión de pesca aumenta (Figura 2).

## 3. Investigación y políticas de manejo de las pesquerías

Las investigaciones realizadas en Colombia han permitido establecer el esquema reproductivo de los bagres comerciales conforme varía el régimen hidrológico, como también en definir parte de la composición de la dieta de estos peces. Igualmente, han mostrado la necesidad de preservar la integridad de la planicie inundable para asegurar el componente biológico de génesis de biomasa de presas y de las primeras fases de vida de los bagres, lo que contribuirá al mantenimiento de los niveles de producción de los recursos explotados por los pobladores ribereños (Vazzoler et al., 1996; Barthem y Gouding, 1997; Agudelo et al., 2000; Agostinho et al., 2001; Angelini et al., 2006). A su vez, los análisis científicos ya muestran indicios de sobrepesca por crecimiento en varias especies de estos

bagres migratorios, por lo que se ha sugerido que las perspectivas de ordenamiento deben abarcar todo el curso del río Amazonas y sus principales afluentes de aguas blancas (Muñoz 1996; Barthem y Goulding, 1997; Agudelo et al., 2000; Batista, 2001; Alonso, 2002; Petrere et al., 2004; Batista et al., 2004; Barthem y Fabré, 2004; Fabré y Barthem. 2005).

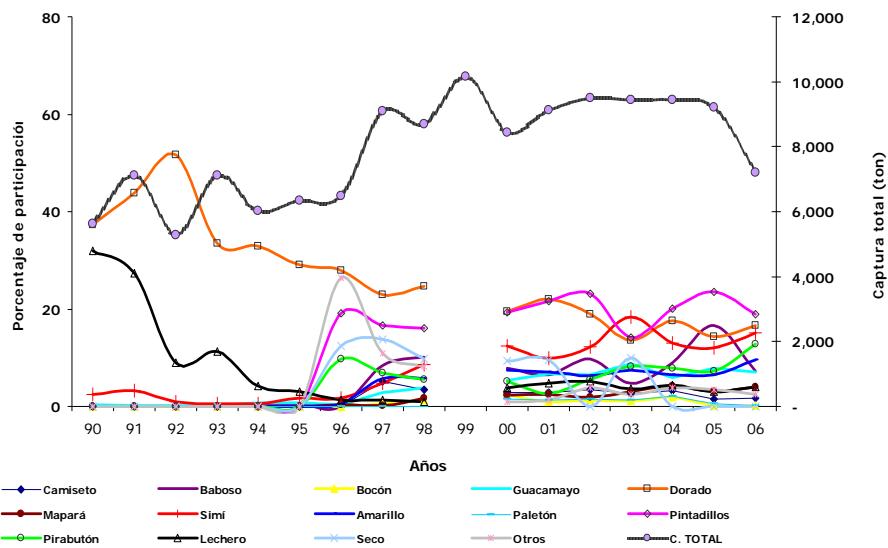


Fig. 2. Acopio anual de pescado e importancia proporcional de los principales bagres comercializados anualmente desde Leticia entre 1990 – 2006, provenientes del eje fronterizo Brasil-Colombia-Perú (elaborado a partir de datos del INC).

Sin embargo, Colombia no cuenta en la actualidad con una política definida de desarrollo pesquero y acuícola, ni lineamientos detallados para ordenar la pesca artesanal en su territorio. Y para el caso amazónico, sólo ha expedido y divulgado medidas de reglamentación sobre vedas, regulación de artes de pesca, tallas mínimas de captura y áreas de pesca; con estrategias de control de difícil aplicación debido al bajo presupuesto asignado, la dimensión geográfica y la carente disposición de personal técnico para atender la región; fenómeno que igual ocurre en los sectores fronterizos de Perú y Brasil.

#### 4. Conclusiones

En ese orden de ideas, se puede concluir que a pesar de la enorme importancia socioeconómica de los recursos pesqueros y de los ecosistemas acuáticos que los sustentan, el marco legal aplicado en la Amazonía es insuficiente, no respondiendo de manera adecuada a la dinámica social, económica y ambiental que han tenido las pesquerías de la región. La carencia de una política sectorial eficiente y consensuada para el ordenamiento pesquero, ha permitido el uso descontrolado de los peces frente al incremento de la demanda y comercialización de pescado, lo que ha llevado a la disminución del

rendimiento de los principales grupos utilizados en las pesquerías, que ya impactan las dinámicas socioeconómicas de la población amazónica.

Por lo tanto, es necesario establecer una política genérica que cobije no sólo el uso de los recursos, si no de los ecosistemas que promueven la riqueza íctica, pues la aplicación de las actuales medidas pesqueras no alcanzan a surtir un proceso de ordenamiento, ya que intentan controlar un impacto negativo mayor sobre las pesquerías, pero no promueven el uso racional de los recursos, la sostenibilidad de las pesquerías y/o la recuperación de las especies sobreexplotadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agostinho A. A, Gomes L, C, Zalewski M. 2001. 'The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná', *Ecohydrology Hydrobiology*, Vol. 1, No. 1-2. Pp: 209-217.
- Agudelo, E. 2007. *La actividad pesquera en la zona suroriental de la Amazonia colombiana: una descripción de la captura y comercialización de los bagres transfronterizos*. Tesis MSc Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.
- Agudelo, E., Salinas, Y., Sánchez, C. L., Muñoz – Sosa, D.L., Alonso, J.C., M.E. Arteaga, Rodríguez, O.J., Anzola, N.R., Acosta, L.E., Núñez - Avellaneda, M. & H. Valdés. 2000. 'Bagres de la Amazonia Colombiana: Un Recurso Sin Fronteras', en Fabré, N., Donato J. & Alonso, J. C. (Eds). *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Programa de Ecosistemas Acuáticos*. Bogotá.
- Agudelo, E., Alzate, J. M., Chaparro, O. L., Argüelles, J.H. & Peña, C. P. 2004. *Proyecto Cuantificación y aprovechamiento de los subproductos pesqueros en el trapecio amazónico colombiano. Informe final. Instituto Sinchi – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA*. Leticia. En: webmaster [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006112712137\\_Subproductos%20pequenos%20en%20el%20trapecio%20amazonico.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112712137_Subproductos%20pequenos%20en%20el%20trapecio%20amazonico.pdf).
- Agudelo, E.; Sánchez, C. L.; Acosta, L. E.; Mazorra, A.; Alonso J. C.; Moya, L. A. & L. A. Mori. 2006a. 'La pesca y la acuicultura en la frontera colombo – peruana del río putumayo', in: Agudelo, E.; Alonso, J. C. & Moya, L. A (Eds). *Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI & Instituto Nacional de Desarrollo INADE. Bogotá.
- Agudelo, E., Alonso, J. C., Sánchez, C. L. Núñez-Avellaneda, M. & Ricaurte, L. F. 2006b. 'En busca de alternativas para la generación de empleo y renta en el trapecio amazónico colombiano: el fileteo de pescado', *Revista Infopesca*. Buenos Aires, 2006. p. 18
- Alonso, J. C. 2002. Padrão espaço – temporal da estrutura populacional e estado atual da exportação pesqueira da dourada *Brachysplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855

- (Siluriformes: pimelodidae), no sistema estuário – Amazonas – Solimões. UFAM – INPA.
- Anzola, R. 1997. 'Actividades Piscícolas Desarrolladas en el Trapecio Amazónico. In: Zonificación ambiental para el plan modelo colombo-brasilero eje Apaporis-Tabatinga', *IGAC*. Bogotá. Pp. 47- 68.
- Angelini, R., Fabré, N. N., da Silva, U. L. 2006. 'Trophic analysis and fishing simulation of the biggest Amazonian catfish', *African Journal of Agricultural Research* Vol. 1 (5). Pp. 151-158.
- APROPESCA. 2001. *Diagnóstico estratégico de la cadena productiva regional de pesca blanca de agua continental del Amazonas*. Asociación de Promotores de la Pesca. Bogotá.
- Barthem, R. B. & M Goulding. 1997. *The catfish connection: ecology, migration and conservation of amazon predators*. New York: Columbia university press.
- Barthem, R. B. & N. N. Fabré. 2004. 'Biología e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazonia', in Ruffino, M. L. (Eds.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia brasileira*. Manaus: IBAMA – PROVARZEA.
- Batista, J. S. 2001. *Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada Brachyplatystoma rousseauxii no sistema Estuário – Amazonas – Solimões*. Dissertação de mestrado. INPA. Manaus.
- Batista, V.; Isaac, V. J. & J. P. Viana. 2004. 'Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazonia', in: Ruffino, M. L. (Eds.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia brasileira*. Manaus: IBAMA – PROVARZEA.
- Bonilla, C. A. 2006. *Análisis pesquero - comercial de los grandes bagres y su interacción con el delfín rosado Inia geoffrensis (de Blainville, 1817) en un tramo del río amazonas colombiano entre las comunidades de San José (Colombia) - Puerto Alegría (Perú)*. Tesis Biólogo. Universidad del Tolima. Ibagué.
- Braga, T. M. P. 2001. *Pressão de Exploração sobre Grandes Bagres (Siluriformes) na Amazônia Central Municípios de Iranduba E Manacapuru, Amazonas*. Manaus – Brasil, 2001., Tesis de maestría, Universidad do Amazonas.
- CORMACARENA. 2005. *Informe final de gestión y logros. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena*. Documento interno. Villavicencio.
- Fabré, N. N. & J. C. Alonso. 1998. 'Recursos ícticos no Alto Amazonas: sua importância nas populações ribeirinhas', *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sér. Zool.* 1: 19 – 55.
- Fabré, N. N. & R. B. Barthem (Eds.). 2005. 'O manejo da pesca dos grandes bagres migradores Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas', *IBAMA-PROVARZEA*.
- INCODER. 2006. 'Peces ornamentales, mercado en Expansión para Colombia'. *Análisis de Coyuntura. Boletín semanal* No. 49.
- INCODER. 2007. *Estadísticas de movilización pesquera desde el Amazonas*. Información primaria. GTT Leticia.

- INPA. 1994. *Características de la pesca y la acuicultura en Colombia*. PNUD - FAO.
- MAVDT – Ideam – Sinchi - IavH – IIAP - Invemar – Embajada del Reino de los Países Bajos. 2002. ‘Amazonia’, en Castaño, C & R. Carrillo (Eds). *Primera generación de indicadores de la línea base de la información ambiental de Colombia*. Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC-.. Quebecor World. Bogotá. Tomo 2.
- Muñoz, D. L. 1996. *Age structure and exploitation of giant catfish populations (Brachyplatystoma spp.) in the lower Caquetá River, Colombia*. Tesis Maestría. State University of New York, Syracuse, NY.
- Nuñez – Avellaneda, M., Agudelo, E., Alonso, J.C. & M.D. Escobar. 2007. ‘Ecosistemas’, en Murcia, U. (Eds). *Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana 2006*. Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIAT-AC. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Ochoa, G. I. 2003. *El sector pesquero en Puerto Nariño y Leticia*. Universidad Nacional de Colombia – IMANI. Inédito. Leticia.
- Petrere Jr., M; Barthem, R. B., E. Agudelo & B. Corrales. 2004. ‘Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (Brachyplatystoma filamentosum Lichtenstein)’, in *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. Springer Science + Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V. Volume 14, Number 4. Pp. 403 – 414.
- Regidor, H. A. 2006. ‘Sustentabilidad de la Pesquería Artesanal del Río Bermejo’, *Revista Probiota*. Serie documentos No. 4. Argentina.
- Rodríguez, C.M. 2007. *La pesca de arawana Osteoglossum bicirrhosum en el área de frontera Brasil – Colombia - Perú y evaluación de un sistema de manejo en cautiverio bajo condiciones de la Amazonia colombiana*. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia. Leticia.
- Sánchez, C. L. 2007. *Determinación de la capacidad de almacenamiento de las bodegas de exportación de peces ornamentales en Colombia*. Informe final proyecto. Documento Interno. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER, Subgerencia de pesca y acuicultura. Bogotá.
- SEPROR. 2006. Secretaria de Estado da Produçao Rural y secretaria ejecutiva adjunta de pesca e acuicultura – SEPA. Informacoes sobre os municipios da Amazonia.
- SEPROR. 2007. Secretaria de Estado da Produçao Rural y secretaria ejecutiva adjunta de pesca e acuicultura – SEPA. Informacoes sobre os municipios da Amazonia.
- SINCHI - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. 2006. Base de datos sobre recursos pesqueros. Leticia, Amazonas, Colombia .
- Torres, E.; J. C. Alonso; E. Agudelo; D. Cárdenas; G. Cardona; R. López; U. G. Murcia-G; C. Marín; M. Núñez-Avellaneda; C. P. Peña-Venegas; H. Pérez; A.M. Puyana; M. del M. Rendón; L. F. Ricaurte; C. Sánchez & C. A. Salazar. 2004. ‘Ecosistemas: Amazonia colombiana’, en: *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los*

- recursos naturales renovables en Colombia.* Bogotá: MAVDT – IDEAM – IavH – SINCHI – INVEMAR. Imprenta Nacional.
- Vazzoler, A. M. 1996. *Biología da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática.* São Paulo: EDUEM.
- Welcomme, R. 1992. 'Pesca Fluvial', *Documento Técnico de Pesca* 262. FAO.



# A pesca e aqüicultura na Amazônia brasileira

*Mauro Luis Ruffino*

*Rodrigo Roubach*

## Abstract

This article presents a brief overview on fishing and aquaculture in the Amazon region. Similarly, we make reference to some statistics on consumption of fish and production of fish come from fishing and aquaculture, bearing in mind the social and economic importance of fresh-water fishing. On the other hand, we try to describe the main cropping systems used in aquaculture as products marketed. Finally, we present the strategies and management of existing policies for fishing and aquaculture in the region.

**Keywords:** *Amazon, fisheries, aquaculture, sustainable development.*

## 1. A pesca extrativa

A pesca é uma das atividades mais importantes no Brasil do ponto de vista econômico e social. Aproximadamente 1 milhão toneladas de peixes são produzidos anualmente, sendo 50,2% oriunda da pesca marinha, 24 % da pesca de águas continentais e os restantes 25,9% da aqüicultura (marinha e continental) (IBAMA, 2008).

Podemos classificar as pescarias de acordo aos seus objetivos, magnitudes, dimensões e relevâncias econômicas e sociais em relação à sustentabilidade, como: a) *Pesca de Subsistência*: aquela praticada pela população ribeirinha, explorando uma grande diversidade de espécies, sendo o pescado a principal fonte de proteína; b) *Pesca Comercial*: praticada em tempo integral ou parcial, destinada ao consumo humano e de onde os pescadores obtêm a parte importante de seus ingressos anuais. Pode ser: i) *monoespecífica* - cujas espécies alvo são principalmente os Siluriformes como dourada *Brachyplatystoma rousseauxii*, piramutaba *B. vailantii*, piraíba *B. filamentosum*, os surubins e caparari *Pseudoplatystoma tigrinum* e *P. fasciatum*, pirarara *Phractocephalus hemiliopterus* e o mapará *Hypophthalmus* spp. A pesca destas espécies assume características industriais na foz do Rio Amazonas e artesanal ao longo dos rios Amazonas e Solimões, e a atividade está ligada principalmente à indústria pesqueira, representada pelos frigoríficos; e ii) *multiespecífica* – que explota principalmente espécies migradoras como jaraquís *Semaprochilodus insignis* e *S. taenirus*, pacus *Myleus* sp., *Methynis* sp. e *Mylossoma* sp., tambaqui *Colossoma macropomum*, matrinxã *Brycon cephalus* e curimatá *Prochilodus nigricans*. A maioria são espécies bastante influenciadas pelo ciclo hidrológico, influenciando diretamente os ciclos reprodutivo e migratório, e consequentemente a pesca; c) *Pesca Esportiva*: geralmente exercida por turistas que provêm dos centros urbanos de fora da região e de outros países. A pesca esportiva é atualmente uma das maiores indústrias turísticas no Estado do Amazonas cuja espécie alvo principal é o tucunaré

(*Cichla* spp.) e a principal região de pesca é a bacia do médio Rio Negro; e d) *Pesca Ornamental*: voltada para a captura de pequenos peixes usados em aquariofilia. Cerca de 800 espécies de peixes são registrados no rio Negro, mas apenas 60 são exploradas para fim ornamental (Chao, 2001). O cardinal tetra (*Paracheirodon axelrodi*) é a espécie alvo representando 76 a 89% do total de peixes exportados por ano (Chao, 2001). O médio Rio Negro é a principal região no Brasil, onde a pesca é artesanal, com a utilização do rapiché<sup>1</sup>, cacuri<sup>2</sup> e armadilha (Leite & Zuanon, 1991).

## 2. Evolução dos volumes

As pescarias de água doce na Amazônia são as mais produtivas do país, contribuem significativamente para a produção de animais aquáticos no Brasil, representando 17% do total produzido pela pesca marinha, dulcícola e aquicultura e 69,7 % de toda a produção pesqueira de água doce no Brasil entre 1996 e 2006 (Tabela 1).

*Tabela 1 - Produção (toneladas) de pescado na bacia Amazônica brasileira.*

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>BRASIL</b>											
PESCA TOTAL	646.518	732.090	727.833	744.598	843.377	939.756	1.006.869	990.272	1.015.914	1.009.073	1.049.539
PESCA DE ÁGUA DOCE	193.845	178.871	173.680	185.472	199.159	220.432	239.416	227.551	246.101	243.435	251.241
<b>AMAZÔNIA – Água-doce</b>											
Pesca	107.789	97.965	92.101	102.003	112.429	133.306	148.302	133.377	140.963	135.596	147.931
Aqüicultura	2.079	3.447	6.580	5.987	8.196	13.682	15.719	14.085	17.532	19.707	22.100
Total água doce	109.868	101.412	98.681	107.990	120.625	146.988	164.021	147.462	158.494	155.303	170.031
<b>AMAZÔNIA - Marinha</b>											
Pesca	43.977	38.204	38.667	98.702	105.147	102.480	108.882	97.273	93.625	89.683	84.335
Aqüicultura	0	30	30	130	140	150	78	324	242	278	250
Total marinha	43.977	38.234	38.697	98.832	105.287	102.630	108.960	97.597	93.867	89.961	84.585
<b>AMAZÔNIA</b>											
TOTAL PESCA	151.765	136.168	130.767	200.705	217.575	235.785	257.183	230.649	234.588	225.279	232.266
TOTAL AQUACULTURA	2.079	3.477	6.610	6.117	8.336	13.832	15.797	14.409	17.774	19.985	22.350
PRODUÇÃO TOTAL	153.844	139.645	137.377	206.822	225.911	249.617	272.980	245.058	252.361	245.264	254.616

A produção de pescado em água doce na Amazônia em 2006 foi de 147.931 toneladas. O Estado do Pará é o maior produtor da região norte com 48,6% do total, seguido do Estado do Amazonas com 38,7% (Tabela 2). Analisando os desembarques de pescado no período de 1996 a 2006, a média é de 122.614 toneladas/ano, sendo os maiores

<sup>1</sup> Rapiché - puçá artesanal feito com armação de madeira com dimensões de um metro de comprimento por 0,5 metros de largura, sobre a qual se costura uma malha de nylon de um milímetro entre nós opostos em sua volta.

<sup>2</sup> Cacuri - armadilha cilíndrica com abertura lateral longitudinal bem pequena que permite somente a entrada de pequenos peixes. Esse aparelho é feito em telas de nylon de 1 milímetro entre nós opostos. A parte superior é de ferro e na base de madeira. Para maior eficiência utilizam-se iscas de peixes dentro do aparelho para atrair os peixes da mesma forma que é utilizado no primeiro apetrecho citado.

produtores os Estados do Amazonas e Pará com 45,4% e 42,4% dos desembarques, respectivamente (Tabela 2). A composição de espécies das capturas desses dois estados é diferenciada, com predominância da captura de caracídeos no Amazonas e de bagres no Pará.

A captura total de peixes na Amazônia pode ser até três vezes maior que os valores compilados pelo IBAMA, pois as capturas não registradas em áreas rurais pela pesca de subsistência (incluindo cidades com menos de 50.000 habitantes) por exemplo, pode totalizar 113.000 t/ano só no Estado do Amazonas, o que, se somado aos desembarques informados triplicaria a captura total deste Estado e provavelmente o elevaria ao posto de maior produtor de pescado do Brasil<sup>3</sup>.

*Tabela 2 – Desembarques (toneladas) da pesca comercial de água doce na bacia amazônica brasileira no período de 1996 a 2006, por estado da federação.*

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Média
<b>Rondônia</b>	2.053	4.450	3.937	4.469	4.285	4.432	4.396	4.352	3.854	2.329	2.241	3.709
<b>Acre</b>	3.829	1.314	2.397	1.514	1.699	1.662	1.537	1.633	1.610	1.488	1.413	1.827
<b>Amazonas</b>	57314	48.270	45.621	48.423	55.726	60.528	66.581	59.926	56.696	55.413	57.316	55.619
<b>Roraima</b>	144	119	118	121	201	250	262	349	420	783	721	317
<b>Pará</b>	40.357	36.485	33.567	38.307	42.901	58.225	67.199	59.079	62.543	6.853	71.950	51.951
<b>Amapá</b>	3.283	5.652	5.088	7.770	6.146	6.681	6.712	6.376	11.146	13.009	12.664	7.684
<b>Tocantins</b>	809	1.675	1.374	1.399	1.471	1.528	1.615	1.663	1.696	1.722	1.626	1.507
<b>TOTAL</b>	<b>107.789</b>	<b>97.965</b>	<b>92.101</b>	<b>102.003</b>	<b>112.429</b>	<b>133.306</b>	<b>148.302</b>	<b>133.377</b>	<b>137.963</b>	<b>135.596</b>	<b>147.931</b>	<b>122.614</b>

Com relação a peixes ornamentais, atualmente o Brasil exporta 1% de volume (em número) dos peixes ornamentais no mercado mundial. Dentro deste percentual, mais de 81% vem dos Estados do Amazonas (52,5%) e Pará (28,5%) do total exportado (Tabela 3). Uma só espécie, o cardinal tetra, constitui mais de 80% do volume de peixes ornamentais comercializados na bacia do Rio Negro.

*Tabela 3 - Exportações estaduais de peixes para fins ornamentais em US\$.*

UF	2003	2004	2005	2006	Média	%	%Acumulada
<b>AMAZONAS</b>	2.525.721,00	2.785.376,00	2.395.980,00	2.402.735,00	2.527.453,00	52,51	52,51
<b>PARA</b>	984.031,00	1.511.306,00	1.572.615,00	1.435.694,00	1.375.911,50	28,58	81,09
<b>CEARA</b>	311.466,00	372.425,00	366.176,00	438.020,00	372.021,75	7,73	88,82
<b>SAO PAULO</b>	92.293,00	276.655,00	299.165,00	102.086,00	192.549,75	4,00	97,23
<b>PERNAMBUCO</b>	113.783,00	148.588,00	202.193,00	126.845,00	147.852,25	3,07	91,89
<b>RIO DE JANEIRO</b>	58.763,00	55.595,00	34.349,00	109.292,00	64.499,75	1,34	93,23
<b>Outros</b>	173.559,00	159.559,00	109.945,00	90.333,00	133.349,00	2,77	100,00
<b>Total</b>	<b>4.259.616,00</b>	<b>5.309.504,00</b>	<b>4.980.423,00</b>	<b>4.705.005,00</b>	<b>4.813.637,00</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>

<sup>3</sup> As capturas não informadas no Estado foram calculadas usando o consumo médio diário de 300 g de peixe/dia para uma população rural de 1.03 milhões de pessoas.

### **3. Cadeia de comercialização**

A indústria pesqueira da Amazônia está localizada em três pólos (Belém, Manaus e Santarém) responsáveis pelo processamento, agregação de valor e geração de emprego e divisas. Existem três sub-cadeias de integração das cadeias produtivas locais (Batista *et al.*, 2007): i) Belém que é abastecida com peixes marinhos, estuarinos e do Rio Amazonas pelas frotas de Belém, Abaetetuba e Santarém, em ordem decrescente de importância e cuja frota não abastece outros portos, uma vez que Abaetetuba e Santarém são abastecidas pelas suas próprias frotas; ii) Manaus que recebe peixes de escama de primeira (tambaqui, tucunaré, pescada) oriundos dos centros produtores do entorno de Manaus, incluindo as calhas dos rios Madeira, Purus e Negro, e Solimões-Amazonas até a região de Coari-Tefé; e iii) Tefé até Tabatinga relacionadas à comercialização dos bagres, mas que abrange também Coari, podendo chegar a Santarém, fazendo com que o peixe-liso capturado ao longo do rio seja direcionado para Tabatinga/Letícia.

A cadeia produtiva de peixes ornamentais do Rio Negro é composta pelos coletores, intermediários, exportadores, importadores, atacadistas, varejistas, aquariofilistas e aquários públicos (Prang, 2001).

### **4. Geração de emprego e renda da pesca comercial**

O quantitativo de pescadores artesanais atuantes na Amazônia soma mais de 175 mil pessoas, representando 30,6% em relação ao total de pescadores do país, com destaque para os Estados do Pará e Amazonas que juntos somam 84,3% dos pescadores da Amazônia (SEAP, 2008).

Parente *et al.* (2005) registraram que a renda bruta da pesca de bagres na Amazônia foi cerca de R\$ 121,9 milhões, com uma oferta de mercado de trabalho para cerca de 16.000 pescadores na região. Dois centros se destacam na atividade pesqueira de bagres: o Estado do Pará com 28 empresas que juntas têm capacidade de estocagem para 7.852 toneladas de pescado e 6.832 toneladas de gelo; e Letícia, na Colômbia, que movimenta cerca de 10 mil toneladas/ano de pescado, com produção destinada aos mercados de Bogotá, Cali e Medelin.

Almeida (2004) estimou que R\$ 472 milhões são gerados pelo setor pesqueiro, sendo 48% pelos frigoríficos, 18% pelos pequenos pescadores artesanais e 16% pelos pescadores comerciais. As feiras abertas são responsáveis por 9% da renda. Em termos de emprego, o setor emprega diretamente 155.042 pessoas/ano.

Estima-se que aproximadamente 10.000 turistas participam da pesca esportiva na Amazônia e que a indústria emprega diretamente por volta de 1.000 pessoas por temporada. Segundo a FAO (1998), o valor da pesca esportiva na Amazônia brasileira seria (incluindo custos diretos e indiretos) de mais de US\$ 400 milhões.

Já o comércio de peixes ornamentais movimenta entre US\$ 2-3 milhões/ano só no estado do Amazonas e empregando mais de 10 mil pessoas (Chao, 1993). A quantidade de peixes ornamentais exportados tem variado ao longo dos anos, sendo de 13 a 17 milhões nos anos 80 a cerca de 25 milhões nos recentes anos (IBAMA, 1999, 2007).

### **5. O Consumo de pescado: a representação do pescado amazônico**

O pescado é destacadamente a principal fonte protéica na alimentação das populações ribeirinhas amazônicas, sendo o consumo direto estimado em torno de 134,7 a 292 kg/pessoa/ano (Isaac *et al.*, 1998; Fabré & Alonso, 1998). Estes são os maiores valores de consumo de pescado já registrados no mundo, refletindo a forte relação do amazônida com os peixes da região.

### **6. Situação atual e perspectivas da pesca comercial**

Avaliação de estoques tradicional de algumas espécies de peixes importante comercialmente tem sido realizada nos últimos anos utilizando métodos baseado em comprimentos e taxas de crescimento e mortalidade. Os resultados indicam espécies de grande porte e crescimento lento como tambaqui e surubim, (Isaac *et al.*, 1998), dourada e piramutaba (Fabré & Barthém, 2005) estão sobreexplotados. Os estoques de curimatá ainda não estão sobreexplotados, mas considerando sua ampla utilização no nível da bacia, recomenda-se um continuo monitoramento (Freitas *et al.*, 2007).

Para espécies com estratégia de vida mais oportunística (r-estrategistas), tais como a pescada, os fatores ambientais, como velocidade e intensidade das enchentes, explicam o sucesso ou falha do recrutamento, e consequentemente a captura total, melhor do que a intensidade do esforço de pesca (Merona, 1993). Para as duas espécies de jaraqui as análises indicam sobrepesca, mas como essas espécies são r-estrategistas a manutenção da produção pode ser resultante do ciclo de vida curto. Assim, anos atípicos com fraco recrutamento, adicionado ao regime de sobreexplotação poderá levar os estoques ao colapso (Freitas *et al.*, 2007).

### **7. Políticas de manejo e promoção da sustentabilidade da pesca**

As medidas mais comuns de regulamentação são: regulamentação dos apetrechos de pesca, estabelecimento de proibição temporária da pesca (defeso), restrição da entrada de pescadores, e limitação do esforço de pesca pelo número de embarcações licenciadas.

O manejo comunitário tem evoluído para acordos de pesca resultantes reuniões comunitárias onde pescadores artesanais (profissionais e/ou de subsistência) e ribeirinhos definem, em conjunto, regras de uso e normas específicas, regulando assim a pesca de acordo com os interesses da população local e da sustentabilidade do recurso.

Almeida *et al.* (2003) analisando a produtividade da pesca em lagos manejados e não manejados verificaram uma produtividade significativa e consistentemente mais elevada nas comunidades com acordo de pesca, demonstrando que o manejo ao nível das comunidades é um instrumento efetivo de ordenamento pesqueiro para a Amazônia.

Como resultado de demandas das comunidades locais e do envolvimento de diferentes projetos e instituições na região, as ações de manejo dos recursos pesqueiros sofreram grandes transformações nas últimas décadas, permitindo a institucionalização de mecanismos participativos e de descentralização das ações de gestão ambiental e no controle político e social exercido pelos usuários, com o por exemplo, os acordos de pesca (Raseira *et al.*, 2006). A região amazônica é considerada um grande laboratório de experimentos sócio-ambientais e ações alternativas para o desenvolvimento sustentável e este sistema alternativo desenvolvido na região têm servido de exemplo para outras regiões do país. Porém, o manejo deve ser sempre considerado “adaptativo”, monitorando-se as mudanças e corrigindo-se os desvios em uma dinâmica interativa entre sociedade, cientistas e tomadores de decisão. Por isso, estas experiências precisam certamente ainda ser aprimoradas e ampliadas para uma escala continental, incluindo acordos internacionais para o manejo de espécies migradoras, tendo os princípios do manejo adaptativo como norteadores das políticas públicas e com ações suficientemente flexíveis.

## 8. A Aqüicultura com foco na piscicultura

A aqüicultura na região até pouco tempo atrás, era vista como uma atividade desnecessária devido à abundância de pescado existente. Desde a década de 80 a atividade cresceu e vem se consolidando em todos os estados do norte, em função da abundância de água doce e diversidade aquática da fauna, que facilitam a coleção de matrizes selvagens para o cultivo dos peixes, além das características climáticas favoráveis, com pouca variação térmica, com períodos quentes ao longo dos doze meses do ano.

Quatro grupos de animais aquáticos são representados na aqüicultura na região Norte, sendo os mais representativos os peixes de água doce, com 17 espécies, sendo três exóticas. As principais espécies são: o tambaqui cultivado em seis dos sete estados na região, além de ser atualmente a 3<sup>a</sup> espécie mais cultivada na piscicultura nacional, o curimatã e o pirarucu. Os outros três grupos dos organismos cultivados na região são representados por cinco espécies: crustáceos (*L. vannamei*, *Macrobrachium amazonicum* e *M. rosenbergii*), anfíbios (*Rana catesbeiana*), e tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*).

A produção de juvenis no Estado do Amazonas está estimada em 7 milhões de unidades/ano, sendo 90% de tambaqui e o restante dividido entre matrinxã (8%) e outras espécies (2%). A produção não atende a demanda atual de juvenis no Estado, constituindo essa atividade um campo com grande potencial de crescimento para empresas novas e dispostas a investir em tecnologia de ponta para reprodução e produção de juvenis destinados à criação e à engorda.

Na Amazônia brasileira, a maioria das fazendas de peixes (86%) são pequenas propriedades com menos de 2 ha, e utiliza os sistemas extensivo e semi-intensivo em viveiros escavados ou em viveiros de pequenas barragens. Conseqüentemente, existe uma grande variabilidade na produtividade dos peixes nos estados e entre estados, com extremos entre 600 e 6.500 kg/ha (Val *et al.*, 2000; Melo *et al.*, 2001). No Pará a maioria das piscigranjas é composta por propriedades de pequeno porte, com média de 2 ha de área inundada, onde se pratica cultivo semi-intensivo incompleto.

A média de produção dos grandes produtores é da ordem de 8.000 kg/ha/ano, enquanto que para os médios produtores esse valor cai para 3.000 kg/ha/ano. Esses índices podem ser melhorados com melhor assistência técnica, orientação na distribuição dos insumos (principalmente da ração) e capital de giro para manter o negócio.

A piscicultura na região Norte, principalmente na modalidade realizada em tanques-rede, ainda tem muito a explorar para atingir todo seu potencial, necessitando de mais pesquisa com espécies nativas, assim como estudos mais detalhados para definição de áreas apropriadas para essa modalidade. Alguns estudos piloto com o tambaqui, matrinxã e pirarucu mostraram resultados promissores quanto às taxas de crescimento e estocagem, e produtividade (Cavero *et al.*, 2002). No entanto, devido à diversidade de ambientes dentro da região, do nível tecnológico necessário e do custo de transporte, é preciso considerar cada caso cuidadosamente.

## 9. Comercialização de produtos das pisciculturas

Tambaqui, pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), e matrinxã são peixes nobres e com boa aceitação do consumidor local dentro da bacia Amazônica, mas podem ter mercado limitado fora da região devido à presença dos espinhos intramusculares, em forma de Y, presentes na carne (Lovshin, 1997). Entretanto, a produção de peixes nativos através da aquicultura na região, além de sua importância para o setor primário na produção, e como fonte de renda alternativa para populações locais, poderá vir a diminuir o impacto da pesca dessas espécies, que já se encontram com seu estoque natural sobre explorado.

Na Amazônia, toda produção aquícola é consumida localmente, com a exceção, dos estados do Acre, Pará e Rondônia que também comercializam sua produção para outros estados. As principais formas de comercialização são: vivo, fresco e resfriado. Essas formas de comercialização estão intrinsecamente relacionadas às características culturais e sociais da população local.

O cultivo de peixes ornamentais é uma alternativa para a região, pois representa um mercado já consolidado, com toda produção voltada para o extrativismo. O cultivo em cativeiro além de ser ecologicamente mais correto, pode agregar valor ao produto, uma vez que este é totalmente destinado para o mercado externo que valoriza este tipo de produto. Outro fator favorável é que as espécies chaves para serem produzidas já foram identificadas como o cardinal tetra e o acará-disco (*Sympodus sp.*), já com a existência de produtores no estado do Pará.

## 10. Políticas de manejo e promoção da sustentabilidade da aquicultura

No âmbito das atuais perspectivas de desenvolvimento para o setor aquícola brasileiro, a região Amazônica, pela sua disponibilidade hídrica e potencialidade como uma das últimas fronteiras de alguns setores (elétrico e agrícola), desponta dentro do programa de parques aquícolas do governo Brasileiro, com excelentes perspectivas de produção através de cultivos intensivos em tanques-redes em corpos d'água represados.

Além disso, dentro das atuais políticas nacionais com foco na região, o programa de desenvolvimento de tecnologia de criação de espécies nativas tem como metas prioritárias a capacitação e desenvolvimento de tecnologias de, principalmente, espécies Amazônicas.

Dentro da política de parques aquícolas em águas da união, existem quatro reservatórios na região (UHE Balbina no Amazonas, UHE Tucuruí no Pará, UHE Samuel em Rondônia, UHE Coaracy Nunes no Acre) com potencialidade de produzirem por volta de 215.000 toneladas de pescado através da piscicultura em tanques-rede. Desses até o momento somente o reservatório da UHE de Tucuruí está em uma fase avançada de implementação, processo esse que requer uma avaliação completa dos aspectos limnológicos, hidrológicos, sociais, econômicos, entre outros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, O.T. 2004. *Fisheries management in the Brazilian Amazon*. PhD Thesis. London: Imperial College.
- Almeida, O. T.; Lorenzen, K. & McGrath, D.G. 2003. 'Commercial fishing sector in the regional economy of the Brazilian Amazon', *The second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries: Sustaining Livelihoods and Biodiversity in the New Millennium*. Phnom Penh, Kingdom of Cambodia, 15-24.
- Batista, V.S.; Chaves, M.P.S.R.; Junior, C.H.F.; Oliveira, M.F.G.; Silva, A.J.I. & Bandeira, C.F. 2007. 'Caracterização socioeconômica da atividade pesqueira e da estrutura de comercialização do pescado na calha Solimões-Amazonas', en ProVárzea (Ed.), *O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento da indústria de pesca*. Manaus: IBAMA.
- Cavero, B.A.S., Roubach, R.; Pereira-Filho, M.; Ituassú, D.R Crescêncio, R. & Gandra, A. L. 2002. 'Potential for cage culture of pirarucu (*Arapaima gigas*) in the Amazon region', *Global Aquaculture Advocate*, 5: 59-60.
- Chao, N.L. 2001. 'Fisheries, Diversity, and Conservation of Ornamental Fishes of the Rio Negro Basin, Brazil – A Review of Project Piaba (1989-1999)', en Chao, N. L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L. & Tilusty, M. (orgs.). *Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil – Projeto Piaba*. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas.

- Chao, N. L. 1993. 'Conservation of rio Negro ornamental fishes', *Tropical Fish Hobbyist* 61(5): 99-114.
- Fabré, N. N. & Alonso, J.C. 1998. 'Recursos ícticos no alto Amazonas: sua importância para as populações ribeirinhas', *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 14: 19-55.
- Fabré, N.N. & Barthem, R.B. 2005. *O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões/Amazonas*. Manaus: IBAMA.
- FAO. 1998. *Amazon: Fisheries and Aquatic Biodiversity Management Desk Study*. FAO/World Bank Cooperative Programme. FAO Report Nº 98/055 CP-RLC.
- Freitas, C. E. C.; Nascimento F. A. & Souza, F. K. S. 2007. 'Levantamento do estado de exploração dos estoques de curimatã, jaraqui, surubim e tambaqui', en ProVárzea (Ed.). *O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento da indústria pesqueira*. Manaus: IBAMA.
- IBAMA.1999. *Relatório de Exportação de Peixes Ornamentais [1998]*. Manaus: IBAMA.
- IBAMA. 2007. *Diagnóstico geral das práticas ligadas à exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariofilia*. Brasília: IBAMA.
- IBAMA. 2008. *Estatística da Pesca 2006: Brasil e grandes regiões e unidades da federação*. Brasília: IBAMA.
- Isaac, V.J.; Ruffino, M.L. & McGrath, D. 1998. 'In search of a new approach to fisheries management in the middle Amazon', en Funk, F.; Heifetz, J.; Ianelli, J.; Power, J.; Quinn, T. Schweigert, J.; Sullivan, P. & Zhang, C.I. (eds). *Fishery Stock Assessment Models for the 21<sup>st</sup> Century*. Proceedings. Alaska Sea Grant College Program.
- Leite, R.G. & Zuanon, J.A.S. 1991. 'Peixes ornamentais – aspectos da comercialização, ecologia, legislação e propostas de ação para um melhor aproveitamento', em Val, A.L. & Feldberg, E. (Eds.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus: INPA.
- Lovshin, L.L. 1997. 'Entrevista com Len Lovshin', *Panorama da Aquicultura*, pp. 26-28.
- Melo, L. A. S., Izel, A. C. U. & Rodrigues, F. M. 2001. 'Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas', *Embrapa Amazônia Ocidental*, Manaus.
- Merona, B. 1993. 'Pesca e Ecologia dos Recursos Aquáticos na Amazônia', em Furtado, L.; Leitão, W. & Mello, A. F. (Eds.). *Povos das Águas - Realidade e Perspectiva na Amazônia*. Belém: MCT/CNPq/MPEG.
- Parente, V.M.; Vieira, E.F.; Carvalho, A.R. & Fabré, N.N. 2005. 'A pesca e a economia da pesca de bagres no eixo Solimões-Amazonas', en Fabré, N.N & Barthem, R.B. (ed.). *O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas*. Manaus: IBAMA.
- Prang, G. 2001. *A Caboclo Society in the Middle Rio Negro Basin: Ecology, Economy, and History of an Ornamental Fishery in Amazonas, Brazil*. PhD Thesis, Wayne State University, Michigan, USA.

- Raseira, M.B; Câmara, E.P.L. & Ruffino, M.L. 2006. 'Gestão participativa dos recursos pesqueiros na várzea amazônica', *Revista Agriculturas Experiências em Agroecologia*, 3(1): 32-35.
- Val, A.L., P.R. Rolim, & H. Rabelo. 2000. 'Situação atual da aquicultura na região norte', em Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J.A. and Borghetti, J.R. (Eds.). *Aquicultura no Brasil: Bases para um Desenvolvimento Sustentável*. Brasilia: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia.

# Cuidar los suelos para un buen manejo del agua en las zonas rurales Amazónicas

*Patrick Lavelle*

*Carla Rocha*

*Juan José Herrera*

## Abstract

Amazonia is probably the region of the world where it is most perceived the presence of water. There are countless rivers, streams, lakes and flooded forests, that is to say, dense networks through which water moves slowly toward the ocean. This chapter describes the operation processes of soil, its contribution to environmental hydraulic services. We try to explain the necessary changes in the present systems of knowledge and techniques of soil management, and analyse an experience exchange of knowledge on the roles of soil hydraulic conducted in the area of the Trans-amazonia (travessão 338S km) in Brazil.

**Keywords:** *Amazonia, soil, environmental hydraulic services, knowledge exchange.*

## 1. Introducción

La Amazonía es probablemente la región del mundo donde más se nota la presencia del agua. El agua allí tiene muchas formas y nombres; innumerables ríos, arroyos, lagos y selvas inundadas forman redes densas a través de las cuales las aguas se mueven lentamente hacia el océano. Tanta agua, en un clima ecuatorial caliente, mantiene una atmósfera saturada en humedad que a menudo suelta lluvias poderosas que llenan de agua la biosfera entera.

Esta omnipresencia del agua sin embargo es más frágil que uno lo espera. Este dinámico ciclo del agua mantenido por procesos ecológicos intensos, es tan frágil como los organismos y las estructuras ecológicas que lo mantienen a lo largo de las estaciones y de las oscilaciones climáticas, plurianuales del fenómeno El Niño o pluricentenales de la respiración de los grandes glaciares.

En esta gran maquinaria que tiene a los árboles como bombas que sacan el agua del suelo y la vaporizan en la atmósfera por su evapo-transpiración, y a las nubes que al enfriarse regresan el agua no muy lejos de donde fue transpirado, el suelo juega un papel muy importante que es el tema de este capítulo. El suelo es la esponja que absorbe el agua y la pone a disposición de las plantas. Es también un filtro que la purifica y la deja pasar en forma continua aunque lenta a los niveles freáticos y por último a los grandes efluentes. El suelo es la parte escondida del ecosistema, llena de vida y la sede de activos procesos biológicos. Son aquellos que le permiten asumir tantas funciones, participando en la provisión de la mayoría de los bienes y servicios ambientales, estos beneficios que la humanidad consigue de los ecosistemas.

Por ser escondido y desconocido como lo es de la mayor parte de los humanos, el suelo no deja de ser un recurso frágil. Este capítulo describe brevemente los grandes procesos del funcionamiento del suelo y su contribución a los servicios ambientales hidráulicos. A continuación se explica los cambios necesarios en los sistemas presentes de conocimiento y de técnicas de manejo de suelos y se relata una experiencia de intercambio de saberes sobre las funciones hidráulicas del suelo llevado a cabo en la zona de la Transamazonía (travessão Km 338S) en Brasil.

## 2. El suelo un sistema vivo y auto organizado

El suelo no es un substrato inerte, una tierra que se pueda evaluar por sus simples caracteres físicos (si es arenosa o arcillosa, con estructura grumosa o compacta), ni mucho menos químicos (su fertilidad química o su acidez). La mayoría de estos caracteres de todas formas pueden cambiar rápidamente, dependiendo de los procesos que los determinan.

El valor del suelo, especialmente en la regiones tropicales húmedas, está en gran parte determinado por la biodiversidad que lo habita. A veces denominado “la ultima frontera” para la biodiversidad del planeta, el suelo es el hábitat de un numero todavía mal definido de microorganismos: en 100g de suelo, se estima que viven 10 000 especies diferentes de micro organismos; en un m<sup>2</sup> de bosque templado, 1000 especies diferentes de invertebrados; relativamente bien conocidos son las Lombrices de tierra (aunque pocas personas imaginan que en un solo sitio coexisten hasta 15-20 especies diferentes, siendo >10 000 el numero total de especies estimado en todo el planeta), las termitas o las hormigas que usan el suelo tanto como hábitat como sitio de caza o de alimentación cuando las termitas humivoras y las lombrices geófagas logran digerir una materia orgánica muy poco digestible y poca concentrada, gracias a sus asociaciones mutualistas con la microflora del suelo (Brussaard et al., 1997). Estos tres que representan una parte importante de la biomasa animal en el suelo son llamados Ingenieros del ecosistema por su activa participación a la construcción de hábitats para ellos y los demás habitantes del suelo. La observación cuidadosa de un pedazo de tierra muestra el resultado de sus actividades: varias centenas y hasta miles de toneladas de suelo removido, transformado y organizado cada año por ha por sus actividades digestivas o de construcción que se concentran en los primeros 10-20 cm. de suelo, pero a veces alcanzan capas mucho mas profundas (Lavelle y Spain, 2001). En este medio poroso y totalmente condicionado, las raíces crecen y se extienden con mas facilidad hacia la profundidad mientras que innumerables invertebrados habitan en el espacio poroso así creado aprovechando de los recursos orgánicos trasladados desde la superficie por las lombrices o las termitas.

Arriba del suelo, la capa de hojas y otros residuos orgánicos depositados por las plantas es también un sitio muy activo donde el reciclaje de la materia orgánica esta llevado a cabo por la actividad combinada de los invertebrados de todas clases y de microorganismos que les aportan sus capacidades digestivas; los microorganismos

aprovechan un transporte hacia fuentes de alimentación preacondicionadas (masticadas, fragmentadas, humedecidas...) que, por falta de movilidad ellos no hubieran alcanzado.

El suelo se puede así describir como un vasto sistema auto organizado, es decir un sistema en el cual los organismos se asocian para crear estructuras en las cuales los procesos ecológicos se desarrollan en una forma favorable para el mantenimiento de los organismos que se asociaron. Un ejemplo simple e bien conocido es la llamada rizosfera. Así es denominado un sistema generado por una raíz y los organismos que se asocian a ella en el suelo (muchos microorganismos estimulados por la producción de compuestos hidrocarbonatos por la raíz, que mantienen con ella relaciones de tipo principal-, pero no exclusivamente, mutualistas). A estos se añaden invertebrados, muchos de ellos predadores de microorganismos que ejercen un control biológico sobre estas comunidades.

El suelo se puede representar así como un conjunto de sistemas auto organizados a diferentes escalas, encadenadas unas en las otras. Estos sistemas atraviesan las escalas, desde la escala mínima (1) de los biofilmes bacterianos, hasta el paisaje (5), pasando por escalas intermedias de los agregados de suelo (2), de los dominios funcionales de los organismos ingenieros (3) y de su organización en mosaicos a la escala de la parcela (4). Cada nivel está conformado con sistemas auto organizados que se relacionan con los otros, a la misma escala, o a escalas diferentes. La calidad de los elementos (comparables a los engranajes de un mecanismo de relojería) y de las interacciones a los interfaces (como el contacto de dos engranajes) condicionan la calidad del funcionamiento del sistema. Dicha calidad se mide en productos concretos y mensurables, los servicios eco sistémicos del suelo Fig (1); Lavelle et al., 2004).

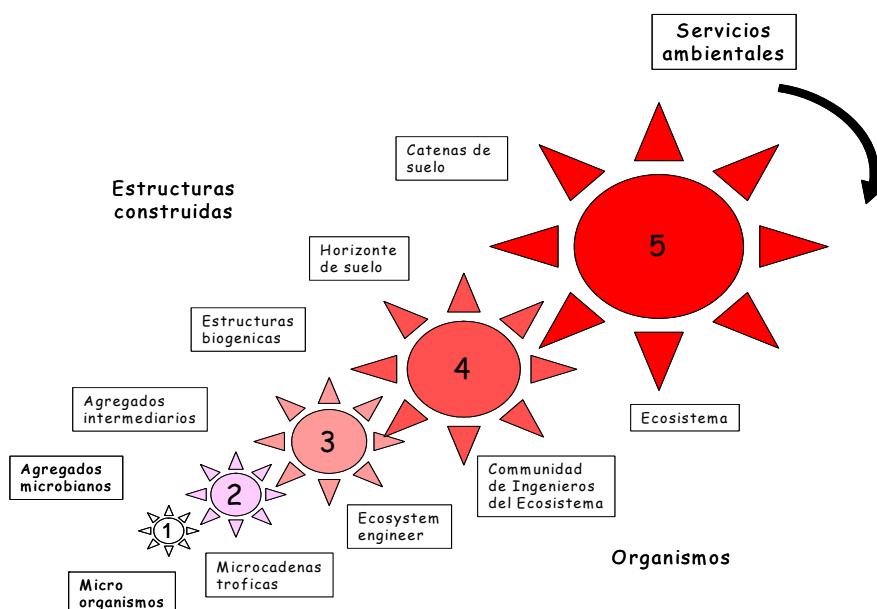


Fig. 1. Sistemas auto organizados en suelos a diferentes escalas, de los biofilmes microbianos, donde la mayoría de las transformaciones microbianas se llevan a cabo, hasta el paisaje, donde están producidos los servicios ambientales.

### **3. Servicios ambientales del suelo: la importancia de las funciones hidráulicas**

El suelo es la base de la mayoría de los bienes y servicios que producen los ecosistemas del planeta. Los suelos producen 4 grandes tipos de servicios: producción de plantas, reciclaje de nutrientes, control de erosión y inundaciones, regulación climática por los flujos de gases a efectos de invernadero y almacenamiento de C (Lavelle et al., 2006). A estos se añaden valores culturales y estéticas y el formidable potencial de recursos de biodiversidad que los suelos conservan.

Entre estos servicios resaltan los servicios hídricos. Los suelos primero permiten la infiltración de una proporción variable del agua caída con la lluvia, lo que evita escurrimientos fuertes que generan la erosión de los suelos, inundación de zonas más bajas y crecimiento de los ríos, y también el depósito de sedimentos en los cultivos inundados y en las obras hidráulicas (Ferreira, 2000).

La capacidad de los suelos a infiltrar el agua es debida a los múltiples poros abiertos a la superficie, galerías de lombrices o de hormigas o espacios entre agregados formados por procesos biológicos (construcciones de termitas; deyecciones de lombrices llamadas turriculos) o físicos (fissuración del suelo con el desecamiento). Los suelos pueden infiltrar de 1 a mas de 30 mm de lluvia en una hora, dependiendo de su textura (el tamaño promedio de las partículas) y de su estructura (organización de las partículas por procesos físicos o biológicos específicos) que crean poros de diferentes tamaños abiertos a la superficie del suelo y conectados a la red de poros internos del suelo.

Los suelos también acumulan el agua en el espacio poroso que ellos contienen en todo la extensión de su perfil. Según el tipo de suelo, su profundidad, la cantidad, distribución en clases de tamaño y conectividad de la porosidad, pueden estar almacenados hasta varios centenares de mm de lluvia, antes de pasar lentamente hasta el nivel freático y a los efluentes.

Finalmente, los suelos son el sitio donde el agua se depura de las impurezas orgánicas o químicas. La densidad enorme de microorganismos permite la mineralización de los substratos orgánicos y de muchos productos tóxicos depositados en la parte aérea del ecosistema como contaminantes industriales o agroquímicos.

### **4. Compartir y aplicar los conocimientos para preservar los servicios hidráulicos del suelo**

Es ahora bien aceptada la idea de que para hacer una gestión eficiente de los recursos hídricos, es importante cuidar los suelos a la escala del paisaje, procurando tener ecosistemas con suelos en buen estado, sean naturales o intervenidos.

Sin embargo, hace falta que los sistemas que generan y difunden los conocimientos sean eficientes al respecto. La percepción de la mayoría de los actores, sean agricultores que deciden del uso de su tierra, o tomadores de decisiones que abarcan áreas mas grandes, esta generalmente limitada a una escala (una parcela agrícola, una finca o una región) y a

una sola actividad: el agricultor se concentra en la producción de alimentos sin importarle las consecuencias de su manejo sobre los de mas servicios ambientales; a su vez, los gestionarías de cuencas para recursos hídricos no siempre se preocupan de la calidad de la cobertura vegetal y pedologica del área.

De una forma más general, el informe IAASTD muestra una gran inadecuación de los sistemas de generación y difusión de conocimientos a la necesidad de una gestión integrada de los servicios ambientales. La gestión de los ecosistemas tiene que tomar en cuenta sus diferentes funciones y buscar el mejor compromiso a diferentes escalas, para alcanzar las metas de la sociedad mientras se conserva el capital natural representado por los ecosistemas y la biodiversidad que ellos alojan (Fearnside, 1999). Consideramos por ejemplo, el caso corriente en toda la Amazonía de un agricultor que tumba una parcela de bosque primario y lo quema para hacer un cultivo anual de arroz que luego se sembrara con granineas exóticas para crear un pastizal. El beneficio que recibe el agricultor para esta acción va ser la venta ocasional de algunos árboles para madera o carbón, la cosecha de arroz y el beneficio ulterior del uso del pastizal para ganaderia. Los demás servicios ambientales, regulación del clima por el secuestro de C en la biomasa y en los suelos, infiltración, purificación y almacenamiento del agua, los servicios culturales y estéticos ligados a la selva y la perdida de una gran parte de la biodiversidad, están a cargo de la sociedad en general que estará perjudicada de forma difusa pero cierta (Salati and Vose, 1984; Moraes et al., 1995; 1996; Neill et al., 2001; Potter et al., 2001).

La forma del manejo del suelo tiene efectos sobre muchos servicios, empezando con los servicios hídricos, y es muy difícil que los agricultores estén enterados y lleguen a modificar sus sistemas de gestión para tomar en cuenta estas funciones. Un sistema sugerido para resolver este caso es el pago de servicios ambientales, iniciado de forma experimental en varios países de América latina. Para generalizar este movimiento, es necesario un gran esfuerzo de formación para todos los componentes de la sociedad.

A continuación mostramos un ejemplo de formación que fue organizada en una comunidad de agricultores sobre la carretera Transamazonica (travessão Sur Km 338; Pará, Brasil). Se hicieron dos escuelas de campo en la escuela del lugar, una para los adultos y alumnos de 11 a 15 años (26 participantes), la otra para niños de 5 a 11 años (31 participantes). El tema era la vida en el suelo y sus funciones Figura (2).

Después de observar un perfil de suelo con sus respectivos horizontes de diferentes colores, y texturas (test mecanico con suelo mojado), se tomaron bloques de 25x25x25 cm en un bosque primario y en un pastizal degradado adjacente, respectivamente. También se tomaron bloques pequeños de 5x5x5cm con un cuadro metalico para separar los macroagregados del suelo y los pedazos de materia organica (hojas, madera, raíces).

De regreso a la escuela, se separó a mano la tierra del bloque grande en busca de invertebrados. Se identificaron 8 grupos de macro invertebrados, con una mayor diversidad en la selva que en el pastizal. La selva también tuvo un numero de macroagregados mayor, con una mayor diversidad de tamaños. Al contrario, las pasturas tuvieron agregados mucho mas grandes debido a la compactacion del suelo y pocos pequeños.

La relación entre los invertebrados “ingenieros del suelo” (lombrices, termitas y hormigas) y la construcción interna del suelo (los agregados considerados como ‘ladrillos’ y las galerías como carreteras y viviendas para los invertebrados) se puso en evidencia. Una disminución de la cantidad y de la diversidad de los invertebrados y el pisoteo del suelo por las vacas produjeron la compactación observada.

Un experimento mostró las funciones de la agregación construida por los invertebrados. Embudos hechos de una media botella de plástico, fueron llenados con 1) bolas de plastilina de 1cm de diámetro; 2) bolas de plastilina de 3cm de diámetro y 3) bolas de plastilina de 1cm de diámetro mezcladas con un pedazo de papel de baño (para representar la materia orgánica mezclada al suelo mineral por las lombrices, las termitas con el suelo digerido).



Figura 2: Escuela de Campo en el travesío Sul 338 de la Transamazónica (Para, Brasil); procesos de 1 e 2: Toma de muestras grandes (25x25x25 cm para la extracción de los invertebrados; 3: separación de los invertebrados en el piso de la escuela; 4: suelo de la superficie (negro) y de las capas profundas (20 cm, amarillo) mostrando la diferencia de color y la textura arcillosa que permite hacer rollos; 5: exposición de los invertebrados encontrados y de los agregados y pedazos de materia orgánica presentes en los bloques pequeños; 6: Experimento mostrando la infiltración y retención de agua con agregados de diferentes tamaños y agregados con materia orgánica; 7: Transformación del suelo por la actividad de las lombrices.

El tratamiento 1 ilustró el papel de la agregación para la infiltración del agua y su traslado y almacenamiento en el nivel freático: la mayoría del agua vertida pasó al fondo de la botella; El tratamiento 2 ilustró la capacidad del suelo a retener agua cuando tenga una

porosidad fina: una parte del agua quedó retenida entre las bolitas de plastilina; El tratamiento 3 ilustró el efecto de la materia orgánica sobre la retención del agua cuando está mezclada con el suelo en los agregados: una proporción mucho más grande del agua quedó retenida entre y a dentro de las bolas.

## 5. Conclusión

La Amazonía está entrando en un periodo de muchos cambios, como no ha conocido siquiera en la época de los grandes disturbios climáticos del Pleistoceno. Ayer tierra con escasa población, reserva inagotable de ecosistemas vírgenes, de biodiversidad y de agua, esta región entra en una profunda mutación para responder a las necesidades crecientes de producción de bienes y servicios para las poblaciones locales, regionales y globales. Amazonía es el marco de importantes proyectos y el reto de políticas públicas, regionales, nacionales y mundiales en busca de innovación. Aquí vemos que uno de los recursos más importantes de la región, el agua, no se puede considerar y gestionar sin tomar en cuenta los procesos ecosistémicos que regulan la pluviosidad, la infiltración, filtración y almacenamiento en los suelos y en los niveles freáticos. El suelo juega un papel de primera importancia en la dinámica y conservación del agua y es claro que la conservación de este recurso no se puede contemplar fuera de una visión global que integre los procesos naturales a sus diferentes escalas, y sus relaciones con los procesos económicos y sociológicos que influyen sobre la distribución de la cobertura vegetal y del uso de los suelos que muchas veces llega a deteriorarlos.

Es necesario llevar a cabo un gran esfuerzo de información dirigido a aquellos actores protagonizadores de la transformación de la Amazonía. También es muy necesaria la búsqueda de modelos de gestión que incorporen y expliquen las interacciones entre las esferas ecológica, sociológica y económica, en busca de los mejores compromisos posibles para la satisfacción de todas las necesidades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brussaard L., Behan-Pelletier V.M., Bignell D.E., Brown V.K., Didden W., Folgarait P., Fragoso C., Freckman D.W., Gupta V., Hattori T., Hawksworth D.L., Klopatek C., Lavelle P., Malloch D.W., Rusek J., Soderstrom B., Tiedje J.M., Virginia R.A. 1997. 'Biodiversity and ecosystem functioning in soil', *Ambio*, 26 : 563-570.
- Lavelle P., Bignell D., Austen M., Giller P., Hawkins S., Brown V., Behan-Pelletier V., Garey J., Hunt B., Paul E., Brown G. 2004. Vulnerability of ecosystem services at different scales: role of biodiversity and implications for management. En Wall, D. (ed.) *Sustaining Biodiversity and functioning in soils and sediments*. New York: Island Press.
- Lavelle P. & Spain A.V. 2001. *Soil Ecology*. Amsterdam: Kluwer Scientific Publications.

- Lavelle P., Decaens T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., Rossi J.P. 2006. 'Soil invertebrates and ecosystem services', *European Journal of Soil Biology*, 42: S3-S15.
- Fearnside P.M. 1999. 'Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation', *Environmental Conservation*, 26: 305-321.
- Ferreira L.V. 2000. 'Effects of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater floodplain forests: implications for future design of protected areas', *Biodiversity and Conservation*, 9: 1-14.
- Moraes J.F.L., Volkoff B., Cerri C.C. & Bernoux M. 1996. 'Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil', *Geoderma*, 70: 63 – 81.
- Moraes J.L., Cerri C.C., Melillo J.M., Kicklighter D., Neill C., Skole D.L., Steudler P.A. 1995. 'Soil carbon stocks of the Brazilian Amazon Basin', *Soil Sci Soc Amer J*, 59: 244-247.
- Neill C., Melillo J.M., Steudler P.A., Cerri C.C., de Moraes J.F.L., Piccolo M.C., Brito M. 1997. 'Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon', *Ecol Appl*, 7: 1216-1225.
- Potter C., Genovese V.B., Klooster S., Bobo M., Torregrosa A. 2001. 'Biomass burning losses of carbon estimated from ecosystem modeling and satellite data analysis for the Brazilian Amazon region', *Atmospheric Environment*, 35: 1773-1781.
- Salati E & Vose P B. 1984. 'Amazon Basin: a system in equilibrium', *Science*, 225: 129-138.
- .

# **Revalorización de la medicina tradicional: potencial antioxidante de extractos de plantas amazónicas**

*Leandro J. Lizcano Echeverry*

## **Abstract**

The uses of medicinal plant extracts allows the achievement of a wide variety of pharmacologic effects, such as vasodilatation, sedation, antimicrobial, anti-depressive, antipyretic and anti-inflammatory processes, among others. We focus on antioxidant properties, insofar as botanic resources may be responsible of beneficial aspects that are experimentally being investigated in the Amazon region.

***Keywords:*** *plant extracts, antioxidants, Amazon.*

## **1. Medicina tradicional y el consumo de extractos de plantas**

La medicina tradicional tiene como principal objetivo la utilización de recursos locales o regionales que logra abaratar procedimientos, seguridad en su manipulación y beneficio máximo de conocimientos ancestrales, de esa manera es entendible que no tenga un manejo adecuado en aquellos países donde no está incorporada a los planes oficiales de salud. Es así como en este grupo de recursos, se define el uso de extractos de plantas medicinales, citando diferentes formas de preparación: cocción, maceración, infusión y evaporación, esperando un efecto temprano, distribución apropiada y conservación de las moléculas que contienen el principio activo.

En este contexto se enmarca la utilización de extractos de plantas amazónicas, como recurso primario base de procedimientos médicos y rituales amazónicos que han perdurado tradicionalmente hasta llegar al punto de influir en la medicina actual inquietando la necesidad de estudios científicos con el fin de descubrir las moléculas activas. Es en estas poblaciones donde indígenas, colonos habitantes de urbes amazónicas, han ido logrando un equilibrio con su entorno aprovechando el inmerso recurso botánico que allí florece.

En países como la India la denominan ayurveda, en Arabia medicina unani, medicina tradicional en China y en diversas regiones como medicina complementaria, alternativa o medicina no convencional, la cual involucra medicamentos provenientes de hojas, raíces, tallos y demás partes de la planta, animales, sustancias minerales y otros recursos encontrados en la naturaleza (Alves y Rosa, 2007). Esperando su reconocimiento e importancia, en el anexo II de la guía general para metodologías en evaluación e investigación de medicina tradicional de la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO), se cita a los extractos de plantas purificados o sustancias aisladas parcialmente purificadas de plantas, como parte de las preparaciones validas en la medicina tradicional (WHO, 2000) y la misma organización y el Colegio de Farmacia de la

Universidad de Illinois en Chicago, posee una base de datos de plantas medicinales que referencia 150750 productos naturales, incluyendo etnomedicina, farmacología de extractos puros, compuestos y fotoquímica (WHO, 2002).

Siendo mas conscientes de la importancia del tema debemos recordar que gran parte de los medicamentos actuales derivan de compuestos provenientes de plantas, y que históricamente ha sido, y aun sigue siendo, un recurso al cual recurren muchas comunidades en pro de sus beneficios. Estudios, citados por Alves y Rosa (2007), revelan que de 119 medicamentos que utilizan derivados de plantas, el 74% de los compuestos químicos utilizados tienen el mismo uso o al menos están relacionados con el mismo uso de la planta, del cual fueron derivados. Ejemplos claros son el uso de la atropina y escopolamina que han sido aisladas de plantas del genero Solanáceas, hoy estos compuestos son sintéticos, utilizados como antiespasmódicos, colirios y variadas aplicaciones mas, igualmente cromolyn es una molécula sintetizada a partir de semillas de *Ammni visnaga*, introducida hacia 1970 como antiasmático, principalmente (Lewis y Elvin-Lewis, 1995), en otros ejemplos comerciales se destaca que el 60% de los antibióticos introducidos al mercado de 1983 a 1994 provenían de recursos naturales, o fueron sintetizados o semisintetizados basados en productos naturales (Suffredini et al, 2006).

Así mismo podemos entender su rápido crecimiento en los sistemas de salud e importancia económica. En África es utilizada por mas del 80% de la población, en Australia hasta un 48%, en Canadá 70%, 42% en Estados Unidos, 38% en Bélgica y en Francia un 75%, en Asia y América Latina su uso es el resultado de circunstancias históricas y creencias culturales (WHO, 2002) y en espacios biogeográficos importantes como el noroeste de la Amazonia (Ecuador, Perú, Colombia) se han obtenido datos donde el 84 a 90% de las especies inventariadas en 2,5 a 3 hectáreas de bosques, son utilizadas por las comunidades indígenas (Vandebroeka, 2004).

Por lo tanto debemos tener en cuenta el manejo apropiado de la materia prima a explotar, pues ante cualquier manejo biológico, en especial la recolección y extracción de los recursos, se puede ocasionar problemas relacionados con la sobreexplotación, manejo inadecuado y trasgresión de especies amenazadas. Teniendo en cuenta el bienestar de las comunidades locales y el efecto del cultivo y la recolección sobre el medio ambiente y los procesos ecológicos. Por lo tanto son necesarias medidas que garanticen la inocuidad y la calidad en la utilización de las plantas.

## 2. Potencial de los extractos de plantas medicinales

La utilización de extractos de plantas medicinales, demostrado por laboratorios, tienen una gran variedad de efectos farmacológicos, incluidos vasodilatadores, antimicrobiales, anticonvulsivantes, sedativos y antidepresivos (WHO, 2002), antipiréticos y antiinflamatorios, entre otros, centrando la atención en las propiedades antioxidantes; pues son numerosos los efectos beneficiosos que se han atribuido a esta propiedad, que serán mencionados con detalle en renglones posteriores.

Por lo tanto citar en detalle los estudios llevados a cabo para establecer los verdaderos alcances de los extractos de las plantas es tarea extensa, interesante y minuciosa, pero con el fin de apoyarme sobre el potencial que se esconde en la extensa Amazonia, me permito nombrar algunos de los variados estudios que se han llevado a cabo recientemente.

En busca de la actividad antibacteriana de 350 especies de plantas, concernientes a 71 familias diferentes, en la Amazonía brasileña realizaron ensayos en 1220 extractos acuosos de los cuales 16 plantas mostraron actividad antibacterial contra *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecali*, resultados (Suffredini et al, 2006).

Estudios encaminados a encontrar plantas medicinales antimaláricas, en el sureste de la Amazonía venezolana, permitieron hallar 18 especies pertenecientes a 13 familias, siendo las hojas la parte de la planta más utilizada, 70%. Encontrándose correlación del uso de las plantas en diversas partes de Latino América, indicando una heredabilidad ancestral en todo el continente (Caraballo et al, 2004), estudios recopilatorios en la Amazonía brasileña evidenciaron la existencia de 40 plantas con efectos antimaláricos, la mayoría pertenecientes a las familias Asteraceae (seis especies), Rubiaceae (cinco), Apocynaceae (cuatro) y Simaroubaceae (cuatro) (Botsaris, 2007).

Mención especial merece el yage o ayahuasca, por la relevancia de estudios en neurofarmacología, neurofisiología y psiquiatría, pues su uso bajo una gran variedad de nombres hace parte de la práctica común de chamanes siendo un medicamento importante de las tribus indígenas de la cuenca amazónica y las poblaciones mestizo-indígenas en Perú, Colombia y Ecuador. En Brasil además del fenómeno citado, hace algunas décadas está siendo integrada a prácticas religiosas de diversos grupos religiosos (McKenna, 2004). La importancia de los componentes de la planta se basan en el tratamiento del alcoholismo y abuso de sustancias psicotrópicas, principalmente.

En cuanto a los efectos anticancerígenos se ha demostrado la actividad citotóxica de extractos variadas plantas amazónicas, contra líneas celulares de cáncer de pulmón, colon, leucemia y células del sistema nervioso central (Suffredini et al, 2007), en estudio realizado en 1220 extractos, Los cuales pertenecían a 351 especies de plantas distribuidas en 74 familias.

### **3. Las plantas como recurso de antioxidantes naturales**

Por antioxidante debemos entender que es toda molécula con capacidad de contrarrestar el efecto patológico, en los diferentes tejidos, derivado de la acción de los radicales libres, los cuales se generan en los procesos fisiológicos y bioquímicos de las organelas celulares. Cuando estos radicales sobrepasa la capacidad antioxidante de la célula conduce a serios daños contribuyendo en la patogénesis de varias enfermedades, como puede ser daño endotelial (vasos sanguíneos), daño hepático, afección pulmonar, procesos neurodegenerativos, afecciones dérmicas y el propio envejecimiento.

Para hacer frente al daño oxidativo las células cuentan con mecanismos antioxidantes encógenos, de naturaleza enzimática, sin embargo cuando no es suficiente este mecanismo se tiene como recursos fuentes exógenas, no enzimáticos, siendo numerosos los efectos beneficiosos que se han atribuido a estos antioxidantes, por provenir especialmente de alimentos y recursos botánicos. Así, se han descrito sus acciones preventivas en diversos procesos cancerosos, acción antiaterosclerótica, actividad antiinflamatoria del sistema gastrointestinal, y efectos beneficiosos en procesos neurodegenerativos como las enfermedades de Parkinson y Alzheimer, entre otros. Como consecuencia, se ha despertado enorme interés en la industria alimenticia y en la medicina preventiva para desarrollar y descubrir antioxidantes naturales a partir de recursos botánicos (Kumar y cols., 2007; Netzel y cols., 2007).

Es importante hacer referencia a que experimentalmente los extractos acuosos han demostrado ser mas eficientes en la actividad contra radicales libres (como el hidroxilo) que los extraídos con otros solventes (Kouri et al, 2007), reduce el estrés oxidativo e incrementa la actividad endógena de enzimas antioxidantes (Kumar y Gupta, 2002); pero esto no quiere indicar que para los diferentes ensayos biológicos no sea posible utilizar otros métodos de extracción, debido a que la extracción con metanol en ensayos realizados con partes de plantas, han demostrado tener efectividad en su efecto antioxidante y antirradical (Céspedes et al, 2008). Indicando esto que se espera obtener de la mejor manera el compuesto que ejercerá el efecto, esperando lograr un acercamiento posible a lo esperado en situaciones reales.

El inconveniente que experimentalmente se encuentra en el estudio de los antioxidantes naturales en su gran variedad, por ejemplo, los flavonoides, un grupo de fenoles con actividad antioxidante notoria, comprende mas de 5000 compuestos químicamente diferentes (Haenen et al., 2006), así mismo son los mecanismos de acción que median sus efectos y los modelos que se requieren para estudios *in vivo*, por lo cual no siempre pueden ser aplicables, por lo tanto son necesarios ensayos *in Vitro* que permitan su clasificación en orden de importancia. Siendo la quercetina, catequina y resveratrol, algunos de los compuestos más estudiados, así como la genisteina, la cual firmas biotecnológicas del Japón, Australia y Norteamérica la han elaborado como suplemento alimenticio generando ganancias en millones de dólares al año.

Los antioxidantes flavonoides están naturalmente presentes en frutas, vegetales, té y vino, demostrando tener actividad comparable a la vitamina E y en algunos casos tres veces mas activos. Explicando que su actividad antiinflamatoria, se debe a la capacidad de inhibir las vías fisiológicas a través de las cuales se generan procesos inflamatorios, así como el efecto en diferentes tipos celulares que circulan por los vasos sanguíneos como en las plaquetas.

#### **4. ¿Y cuál es la importancia que debemos darle en cuanto a los recursos botánicos amazónicos?**

En espera de descubrir y redescubrir moléculas bioactivas, a través de nuevas tecnologías, diversos extractos de plantas amazónicas han expresado y corroborado el potencial individual de los componentes que la conforman y la sinergia de los mismos, resumo con ejemplos locales el potencial de algunos extractos.

Es posible hallar referencias interesantes como las plantas del genero *Uncaria*, a la cual pertenecen la *U. guianensis*, recurso potencial en el tratamiento de la osteoartritis (Hardin, 2007) entre tantos beneficios, y *U. tomentosa*, llamadas uña de gato, las cuales han sido utilizadas hace mas de 2000 años por los indígenas (Reis et al, 2008), en afecciones como gastritis, ulceras gástricas, artritis, etc., y experimentalmente han demostrado tener actividad antioxidante y antiinflamatoria, lo que ha derivado en la comercialización de diversos productos fitofarmacéuticos.

Cárdenas et al, 2002, reporta para la Amazonia colombiana (Putumayo) la especie *Senefeldera inclinata* (Euphorbiaceae) que en la región se utiliza como maderable, donde estudios anteriores han reportado su uso medicinal entre los Achuar (Jivaros Mayna) de Perú. Cita especies como *Ceiba pentandra*, *Siparuna harlingii*, *Triplaris americana*, *Calycophyllum megistocaulum* y *Pilea* sp., por lo que se sugiere el potencial de las mismas y la necesidad de modelos de experimentación apropiados que permitan estudiar sus bioactividades.

Hay antioxidantes que es posible su utilización como suplemento alimenticio, tal es el caso del pigmento del jugo de *Euterpe oleracea* Mart. (Arecaceae), fruto amazónico brasileño utilizado en diversos procesos y derivados alimenticios como el yogur, rico en antocianinas y polifenoles el cual se sugiere como colorante natural, saborizante y con propiedades antioxidantes comprobadas en modelos in Vitro (Coïsson et al, 2005), inclusive efectos vasodilatadores que pueden ser aprovechadas para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares (Rocha et al, 2007).

En otros casos además del potencial antioxidante se ha determinado la capacidad supresora del daño oxidativo degradador del DNA celular, demostrado con el extracto de planta de hojas de *Pothomorphe peltata* (L.) Miq. (Piperaceae), utilizada localmente en la región amazónica de Perú, Bolivia y Brasil, como antiinflamatoria, antipirética y hepatoprotectora (Desmarchelier et al, 1997). Así mismo, de la evaluación de 158 extractos de plantas brasileñas, los resultados indicaron la presencia de antioxidantes en 56 de ellas, destacándose *Iryanthera juruensis* (Myristicaceae) (Silva et al, 2007) de la cual identificaron los componentes de hojas y semillas encargadas de ejercer el efecto, conocida como antiinflamatoria en la medicina tradicional indígena de la región amazónica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alves R.R.N., Rosa I.M.L. 2007. Biodiversity, traditional medicine and public health: where do they meet?. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3:14. <http://www.ethnobiomed.com/content/3/1/14>

- Botsaris A.S. 2007. Plants used traditionally to treat malaria in Brazil: the archives of Flora Medicinal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3:18. <http://www.ethnobiomed.com/content/3/1/18>.
- Caraballo A., Caraballo B., Rodríguez-Acosta A. 2004. Preliminary assessment of medicinal plants used as antimalarials in the southeastern Venezuelan Amazon. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 37(2):186-188.
- Cárdenas L., D.; Marín C., C.A.; Suárez S., L.S. 2002. Plantas útiles de Lagarto Cocha y Serranía de Churumbelo en el departamento de Putumayo / Dairon Cárdenas López, Cesar Augusto Marín Corba, Luz Stella Suárez Suárez, [et.al.] - Bogotá, D.C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Céspedes C.L., El-Hafidi M., Pavon N., Alarcon J. 2008. Antioxidant and cardioprotective activities of phenolic extracts from fruits of Chilean blackberry *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae), Maqui. *Food Chemistry*, 107: 820–829.
- Coisson J.D., Travaglia F., Piana G., Capasso M., Arlorio M. 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. *Food Research International*, 38: 893–897
- Desmarchelier C., Mongelli., Coussio J., Ciccia G. 1997. Inhibition of lipid peroxidation and iron (II)-dependent DNA damage by extracts of *Pothomorphe peltata* (L.) Miq. *Braz J Med Biol Res*, 30 (1): 85-91.
- Haennen G.R.M.M., Arts M.J.T.J., Basta A., Coleman M.D. 2006. Structure and activity in assessing antioxidant activity in vitro and in vivo A critical appraisal illustrated with the flavonoids. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21: 191–198.
- Hardin S.R. 2007. Cat's claw: An Amazonian vine decreases inflammation in osteoarthritis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 13: 25 – 28.
- Kouri G., Tsimogiannis D., Bardouki H., Oreopoulou V. 2007. Extraction and analysis of antioxidant components from *Origanum dictamnus*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 155–162.
- Kumar M.H.V., Gupta, Y.K. 2002. Antioxidant property of *Celastrus paniculatus* Willd.: a possible mechanism in enhancing cognition. *Phytomedicine*, 9: 302–311.
- Kumar R., Kumar M.A., Dubey Y N.K., Teipathi Y.B. 2007. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxigenic and antioxidant activity. *Int J Food Microbiol*, 115: 159–164.
- Lewis W.H, Elvin-Lewis M.P. 1995. Medicinal Plants as Sources of New Therapeutics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 82: 1, pp. 16-24.
- Mckenna J.D. 2004. Clinical investigations of the therapeutic potential of ayahuasca: rationale and regulatory challenges. *Pharmacology & Therapeutics*, 102: 111 – 129
- Netzel M., Netzel G., Tian Q., Schwartz S., Konczak I. 2007. Native Australian fruits — a novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 339–346.
- Reis S.R.I.N., Valente L.M.M., Sampaio A.L., Siani A.C., GandiniI M., Azereido E.L., D'avila L.A., Mazzei J.L., Henriques M.G.M., Kubela C.F. 2008. Immunomodulating and antiviral activities of *Uncaria tomentosa* on human

- monocytes infected with Dengue Virus-2. *International Immunopharmacology*, 8: 468 – 476.
- Rocha A.P.M., Carvahlo L.C.R.M., Sousa M.A.V., Madeira S.V.F., Sousa P.J.C., Tano T., Schini-Kerth V.B., Resende A.C., Soares De Moura R. 2007. Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea Mart.* (Açaí) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. *Vascular Pharmacology*, 46: 97–104.
- Silva D.H.S., Zhang Y., Santos L.A., Bolzani V.S., Nair M.G. 2007. Lipoperoxidation and Cyclooxygenases 1 and 2 Inhibitory Compounds from *Iryanthera juruensis*. *J. Agric Food Chem.*, 55 (7): 2569 – 2574.
- Suffredeni I.B., Paciencia M.L.B., Varella A.D., Younes R.N. 2006. Antibacterial Activity of Brazilian Amazon Plant Extracts. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 10(6):400-402.
- ., Paciencia M.L.B., Varella A.D., Younes R.N. 2007. In vitro cytotoxic activity of Brazilian plant extracts against human lung, colon and CNS solid cancers and leukemia. *Fitoterapia*, 78: 223–226.
- Vandebroeka I., VanD. P., VanP. L., Arrazolac S., De Kimpe N. 2004. A comparison of traditional healers' medicinal plant knowledge in the Bolivian Andes and Amazon. *Social Science & Medicine*, 59: 837–849.
- WHO. 2000. General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. World Health Organization, Geneva.
- WHO. Traditional Medicine Strategy 2002–2005. 2002. World Health Organization. Geneva.



# Agua y desarrollo en la zona Andino-amazónica del Ecuador

*Walter Apolo B*

## Abstract

Water is a vital resource for the development of the Ecuadorian Amazonia. Nevertheless its sustainable use requires a solution of current problems related to its management and the development of national strategies that will allow the appropriate and efficient use of the aquatic ecosystems.

**Keywords:** Ecuador, Amazon, sustainable development.

## 1. La Amazonía Ecuatoriana

La Amazonía ecuatoriana tiene un área de 135.600 km<sup>2</sup> y corresponde a la mitad oriental de la superficie del Ecuador, representa aproximadamente el 48 % del territorio ecuatoriano y el 2.3% del territorio de la cuenca amazónica (Burrel, 2006). Incluye alturas que fluctúan entre 300 msnm en la amazonia baja de la provincia de Sucumbíos y mas de 6000 metros en las cumbres andinas.

La población amazónica del Ecuador incluye dos culturas con cosmovisiones muy diferentes que se reflejan en el uso y manejo del recurso agua y de los recursos naturales en general. Por un lado, las culturas amazónicas ancestrales (nueve nacionalidades), que tradicionalmente han vivido del extractivismo de los ecosistemas acuáticos y terrestres naturales, y los colonizadores mestizos cuyas actividades económicas principales son la extracción de petróleo, la agricultura y ganadería, la explotación forestal, el transporte y comercio, la minería y el turismo.

Galarraga (2004) indica que en la Amazonía Ecuatoriana se originan siete cuencas hidrográficas que drenan hacia el Amazonas, las mas importantes son la del Napo (31 400 km<sup>2</sup>), la del Santiago (26 300 km<sup>2</sup>) y la del Pastaza (21 100 km<sup>2</sup>). El 80% del agua dulce del país se encuentra en la vertiente oriental con una disponibilidad aproximada de agua de más de 40.000 m<sup>3</sup>/año/habitante. Sin embargo, Freitas (2006) indica que los datos de caudales son inexistentes o incompletos en la mayor parte de los territorios aguas arriba de la cuenca Amazónica, en los países andinos, especialmente Bolivia, Perú, Ecuador.

En cuanto a clima, se diferencian tres grandes zonas, la Alto andina, subandina y la Baja o llanura amazónica. La primera incluye espacios entre 3000 y 6000 msnm, posee un clima húmedo y frío, con temperaturas que fluctúan entre 0 y 12 oC, con una precipitación entre 2000 y 6000 mm (Bendix, J. et al 2006; Rollenbeck, R. 2006 ), la segunda ocupa espacios entre 800 y 3000 msnm, es mas cálida y con una temperatura promedio de 12 a 24 oC y una precipitación promedio mayor a 2000 mm y la tercera incluye tierras planas entre

300 y 800 msnm con promedios de temperatura de hasta 28 oC, mientras que la precipitación alcanza los 2000 a 3000 mm.

La precipitación se incrementa substancialmente desde la parte baja hasta la alta, por la presencia de vientos húmedos con dirección este oeste, que al chocar con los flancos orientales de los Andes ascienden produciéndose la condensación de la humedad (Bendix, J. et al 2006; Rollenbeck, R. 2006). Al respecto, Fabian, P. et al (2005), encontró también indicios de que los vientos que llegan desde la planicie amazónica a los Andes, además de arrastrar nubes, transportan vestigios de ceniza y otros productos de las quemas. Figura 1.



*Fig.1. Paisaje de Río trenzado andinoamazónico.*

## 2. Las políticas sobre el recurso hídrico

Según la Ley de Aguas vigente, el agua de los ríos, lagos, lagunas, manantiales y las subterráneas, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible. El acceso a este recurso es un derecho humano fundamental y la asignación de usos se realiza mediante concesión de derechos de aprovechamiento.

Los problemas asociados al agua son atribuibles, en buena medida, a la inestabilidad de los más altos niveles de dirección, una débil y desarticulada gestión institucional entre las entidades encargadas del manejo y gestión del agua, un inadecuado y débil sistema de recolección de datos hidrometeorológicos y una falta de personal suficientemente

capacitado. La modernización del sector agua en el Ecuador requiere la actualización de los cuerpos jurídicos existentes, sobre todo en lo que tiene que ver con el cumplimiento de normas y sanciones en materia de contaminación e eficiencia en el uso (minería, petróleo, contaminación con deshechos sólidos, etc.).

### **3. Los problemas relacionados con el agua**

#### **3.1. Fragilidad y vulnerabilidad natural**

Freitas (2006) considera que la vulnerabilidad de las cuencas de los declives andino amazónicos es muy grande. La Cordillera Oriental tiene una actividad volcánica y sísmica intensa que se traduce a menudo en erupciones de nubes de ceniza seguidas de lahares, con derrumbes muy destructivos y frecuentes, como en el caso de los volcanes Reventador y Tungurahua. También es una zona con altas pendientes, precipitaciones estacionales intensas, suelos inestables, presencia de fallas geológicas y eventos extraordinarios como el fenómeno de El Niño.

Bajo estas condiciones de vulnerabilidad natural, de altas tasas de destrucción de la cubierta forestal producida por la construcción de infraestructura, la extracción de petróleo, la agricultura y ganadería, la explotación forestal, el transporte, la minería y el turismo; se magnifican los impactos ambientales negativos asociados a las precipitaciones fuertes y posterior crecida de los ríos. Los efectos más importantes incluyen la destrucción de la infraestructura vial pública y privada, muerte de personas y animales, aparecimiento de epidemias, daños al sector agropecuario y disminución de alimentos y bienes en general.

Por otro lado, el cambio climático está afectando la hidrología al incrementar los promedios de temperatura, derritiendo los glaciares y acentuando los eventos extremos de precipitación y temperatura, por ejemplo, una cuenca del Volcán Antizana, ubicada en la cordillera oriental de los Andes, a más de 4600 msnm, perdió 20 % de su área de glaciares en 50 años (Cáceres, B., et al, 2002).

#### **3.2. Contaminación por la actividad minera**

El petróleo es un recurso muy importante para el país, ha sido un bien estratégico indispensable para el desarrollo socioeconómico en las últimas décadas, lamentablemente ha producido y sigue produciendo alta contaminación del agua y suelos con hidrocarburos en estado sólido, líquido y gaseoso.

Según Chamba (2007), la extracción de petróleo implica la construcción de "piscinas" donde se descargan todos los desechos; existiendo alrededor de 200 en la selva amazónica ecuatoriana. Se estima que los pozos petroleros existentes, generan más de 4,3 millones de galones de desechos tóxicos por día, que contaminan los ríos con hidrocarburos, sales minerales, metales pesados, y otros productos que deterioran el agua potable, los espacios recreativos acuáticos y sitios de pesca.

### **3.3. Colonización, desarrollo de infraestructura y descargas urbanas**

Uno de los mayores problemas relacionados con el manejo de las cuencas es la alta taza de deforestación de los declives andino amazónicos en pendientes extremadamente fuertes. Por ejemplo, la tasa de deforestación que Condoy y Silva (2006) calcularon para el periodo 1996-2001 en la provincia amazónica de Zamora Chinchipe, en el sur del Ecuador, es de 2,38%.

Según Freitas (2006), la zona andina de la cuenca amazónica, que incluye la amazonía ecuatoriana, tiene las mayores densidades de población y es a su vez la que tiene las mayores tasas de sedimentación (100-1000 ton/km<sup>2</sup>/año) produciendo la casi totalidad de sedimentos de la cuenca, los que en gran proporción se depositan en los cauces medios y bajos de los ríos o son descargados en el Atlántico. Por su parte, Burrel (2006) sostiene que 95% de los sedimentos descargados en el Océano Atlántico por el río Amazonas provienen de los Andes, aunque la extensión de esta zona es solamente el 12% del área total de la cuenca.

Otras fuentes de contaminación del agua son el uso indiscriminado e indebido de productos químicos en la agricultura y las descargas de pequeñas industrias y fábricas. Los principales contaminantes en este caso son, agroquímicos deshechos sólidos y líquidos y microorganismos. La navegación fluvial que genera la actividad, pesquera, comercial y turística y el crecimiento de ciudades, también general contaminación ya que no tienen sistemas de tratamiento de aguas servidas o estos son deficientes. Este fenómeno se ha visto incrementado y acelerado por la debilidad e ineficiencia del estado para hacer cumplir la legislación sobre prevención, mitigación y control de impactos.

### **3.4. Alteración de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos**

La alta amazonía es considerada la zona con mayor diversidad y endemismo de peces y de alta prioridad para la conservación (Lowe-McConnell, 1987; Olson et al., 1998). Esta gran biodiversidad acuática está alterándose profundamente por la sobreexplotación de algunas especies acuáticas y la navegación. Como consecuencia, las poblaciones ancestrales han visto disminuido el recurso del cual han vivido tradicionalmente, elevando la conflictividad social y haciendo indispensable que a futuro se respeten los derechos de los pueblos indígenas.

Por la necesidad de desarrollar y promover en la amazonía líneas y formas de producción alternativas a la agricultura, ganadería y minería, se introdujo la cría de la Tilapia (*Tilapia nilotica* y *T. mossambique*), la carpa (*Carassius carassius* y *Cyprinus carpio*) y rana toro (*Rana catesbeiana* Shaw). Aunque no hay estudios científicos suficientes, hay indicios que estas especies han contaminado los ecosistemas acuáticos naturales produciendo cambios adversos en las comunidades de peces y de otros organismos nativos.

Por otro lado, la escasez de agua en las áreas de cultivo y ciudades andinas como Quito, Loja, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo están impulsando la tendencia a trasvasar agua desde cuencas amazónicas hacia las hoyas andinas, algunas de las cuales drenan posteriormente hacia el Pacífico. Este es el caso de la cuenca del río Papallacta, del cual se trasvaza agua para la ciudad de Quito, la que luego drena hacia el río Esmeraldas que va al Pacífico. La cuenca del río Pastaza puede aportar en el futuro volúmenes considerables a las de los ríos Chimbo o Chanchán, que también drenan al Pacífico.

#### **4. El agua y las oportunidades y perspectivas para el desarrollo**

##### **4.1. Hidroelectricidad**

El agua de los ríos amazónicos ecuatorianos, en su recorrido en la parte andina, son de extraordinaria importantes para la generación de energía eléctrica. Al momento existen funcionando cuatro centrales hidroeléctricas, están en fase de construcción dos y existen planes para construir al menos tres más. Esto representa un enorme ahorro en consumo de petróleo y, por tanto, producen energía ambientalmente más económica y limpia. El 88.32% de la energía del país proviene de grandes centrales hidroeléctricas, el 9.22% de medianos aprovechamientos; y, el 2.46% de pequeñas centrales, para una potencia instalada total de 1456 Mw (Galarraga, 2004).

No obstante, también produce impactos en los ecosistemas acuáticos y terrestres de sus inmediaciones, los que deben ser mitigados y manejados adecuadamente. Uno de los grandes problemas es las represas interrumpen el movimiento de la biodiversidad.

##### **4.2. Comunicación**

Los ríos amazónicos ecuatorianos son navegables por embarcaciones pequeñas en su parte más oriental fronteriza con Perú, no obstante, se reconoce que contribuyen a la Iniciativa de Integración Regional Sudamericana (IIRSA) en su propuesta de Eje Multimodal del río Amazonas (Brasil-Colombia-Ecuador-Perú) e incluye en Ecuador la posibilidad de construir tres ejes que comuniquen la costa pacífica del Ecuador con el gran corredor fluvial que constituye el Amazonas, estos ejes son 1) Esmeraldas-Quito-Lago Agrio-Puerto Coca; 2) Manta-Ambato-Puerto Coca y 3) Machala-Loja-Puerto Sarameriza. El eje dos ya se usa, en pequeña escala, como ruta comercial entre la costa ecuatoriana, Perú y Brasil.

La implementación de estos corredores implica altos impactos ecológicos y sociales puesto que abrirán al uso no tradicional grandes extensiones de tierras muy poco alteradas y afectarán a ecosistemas únicos, hábitats de especies endémicas, grupos étnicos, fuentes de agua, etc., razón por la cual es necesaria la incorporación de la variable ambiental en todas las fases de los proyectos. A la fecha, la información sobre el proyecto no se ha difundido

suficientemente y la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones ha sido muy limitada. Figura 2.



*Fig. 2: Ecoturismo amazónico.*

#### **4.3. Turismo**

Las selvas de la amazonía ecuatoriana incluyen espectaculares escenarios para el turismo de aventura en los ríos de la llanura, pie de monte y montañas, así como una enorme concentración de biodiversidad de ecosistemas y especies de flora y fauna que atraen visitantes de todas partes del mundo. Esta actividad, que se basa principalmente en el uso de los corredores fluviales es importante en la economía de la amazonía norte del país y crece a un ritmo acelerado.

Los siete parques nacionales y reservas que existen en la amazonía protegen ecosistemas acuáticos sobresalientes e incluyen una enorme biodiversidad, paisajes, selvas vírgenes, ríos, lagos, lagunas, pantanos y aguajales de extraordinario valor para el desarrollo futuro del turismo. Las culturas ancestrales son otro atractivo para el turismo y fuente importantes de ingresos potenciales para varias comunidades.

#### **4.4. Acuacultura**

Según el MAB (2001), a nivel mundial, la mayor parte de las pesquerías continentales que dependen de la producción natural están siendo explotadas en forma no

sostenible y, por otro lado, a partir de 1987 la acuicultura sobrepasó a la pesca de captura como fuente principal de pescado de agua dulce; la mayor producción está en los países de Asia.

La política de introducción de especies exóticas ha olvidado el potencial ictiológico de la amazonía y su valor como una de las principales fuentes de proteína en la dieta de las poblaciones ancestrales que habitan en los márgenes de los cursos medios y bajos de los ríos amazónicos. La biodiversidad de la amazonía Ecuatoriana es muy alta, de las 820 especies de peces de agua dulce registrados para el Ecuador, 600 pertenecen a la RAE (73.1%). El recurso biodiversidad debe conservarse y desarrollarse para mejorar la alimentación, aportar ingresos a la población local y generar divisas. Figura 3.

## 5. Conclusiones

El desarrollo socioeconómico del Oriente Ecuatoriano se relaciona directamente con la integración de la navegación fluvial y la producción y aprovechamiento de los recursos de los ecosistemas acuáticos, lo que demuestra la importancia del conocimiento de su biodiversidad y regímenes hidrológicos.

No hay duda que el manejo integral de la dinámica hidrológica de la cuenca del Amazonas es un reto muy grande tanto para cada uno de los países asentados en su territorio como para el conjunto de los mismos. La fragilidad de los ecosistemas de los declives andino amazónicos unidos a su importancia para la navegación y generación hidroeléctrica y la necesidad de disminuir la sedimentación de los cauces de los ríos, hace indispensable la articulación de acciones entre varias organizaciones y países que comparten subcuenca hidrográficas y la gran cuenca del Amazonas.



*Fig. 3: Explotaciones comerciales de peces amazónicos.*

A futuro será necesario concertar entre los países amazónicos las necesidades de investigación y desarrollar la misma en forma complementaria para construir sistemas de información y propuestas de manejo de recursos y vulnerabilidades como sequías y crecidas.

Es necesario conocer con mayor profundidad y precisión las condiciones climatológicas e hidrológicas de la región como condición indispensable para el ordenamiento y manejo de los recursos hídricos de la gran cuenca. Esta información es fundamental para calcular los rendimientos hídricos para diferentes usos, preparar pronóstico de crecidas, conocer las condiciones para el desarrollo de la navegación, diseñar proyectos hidroeléctricos, de riesgo y drenaje; prevenir problemas en el abastecimiento de agua potable e industrial y preparar programas de control de inundaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bourrel, Luc. 2006. Proyecto HYBAM (Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica) en el Ecuador (convenio IRD-INAMHI). <http://www.mpl.ird.fr/hybam>.
- Cáceres, B., Maisincho, L., Favier, V., Francou, B., Ramirez, J. Chango, R., & Cruz, F. 2002. 'Glaciar 15 del Antizana (Ecuador). Balance de masa, topografía, meteorología, hidrología y balance de energía. Año 2001', *Rapport 4*, IRD, INAMHI, EMAAP-Quito, INAMHI: 100 p.
- Chamba, C. 2007. *Los recursos Minerales no Renovables en la Amazonia Ecuatoriana*. Artículo en preparacion.
- Condoy F. y Silva, S. 2006. *Análisis y Tendencia de la Deforestación de la Provincia de Zamora Chinchipe, en Base a la Interpretación de Imágenes Satelitales*. Tesis Ing. Forestal, UNL. Loja Ecuador.
- Fabian, P., Kohlpaintner, M. and Rollenbeck R. 2005. 'Biomass Burning in the Amazon-Fertilizer for the Mountainous Rain Forest in Ecuador', *ESPR – Environ Sci & Pollut Res* (OnlineFirst), pp. 1–7.
- Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo (BOFOMADE). 2003. Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Sudamericana (IIRSA). <Http://www.bofomade.org.bo>.
- Freitas, M. 2006. *Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas da Bacia Amazônica, Prof-PPE/COPPE/UFRJ* ([mfreitas@ppe.ufrj.br](mailto:mfreitas@ppe.ufrj.br)), Projeto GEF Amazonas, Bolivia. Conferencia UNAMAZ sobre Cambio Climático y Recursos Hídricos.
- Galárraga, R. 2004. *Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador*. Departamento de Ciencias del Agua, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador / (HidroRed). <http://tierra.rediris.es/> hidrored/basededatos/docu1.html#inicio.
- J. Bendix . J. Homeier . E. Cueva Ortiz . P. Emck .S. -W. Breckle . M. Richter . E. Beck. 2006. 'Seasonality of weather and tree phenology in a tropical evergreen mountain rain forest', en *Int. J. Biometeorol.*

- Lowe-McConnell, R. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- MAB. *Recursos Mundiales 2000-2001*. 2001. Sistemas de Agua dulce. Cap. 2. Inventario de los Ecosistemas, pp 105 -121. <<http://www.wri.org/wri/wr2000esp/index.html>>.
- Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell and E. Toledo. 1998. *Freshwater Biodiversity of Latin America and the Caribbean. A Conservation Assessment*. Biodiversity Support Program, Washington, DC.
- Rollenbeck, R. 2006. 'Variability of precipitation in the Reserva Biológica San Francisco / Southern Ecuador', *Lyonia: a journal of ecology and application*, 9(1) 43-51. <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.407.1>.



## **DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL**



Los aspectos socioculturales que se presentan en las páginas siguientes revisten una especial importancia. Si atendemos a la deriva antropológica que de su lectura cabe extraer, conviene resaltar que el hombre es una criatura “inacabada”, “abierta al mundo”. Esto quiere decir que el hombre se ve impelido a desligarse de las inmediateces del medio y de sus propias tendencias instintivas para pasar a transformar, ordenar y aprovechar, desde sus propias cualidades biológicas, las condiciones de su circum-mundo. La naturaleza, entendido este concepto como se quiera, se convierte en un medio cultural, es decir, “un cosmos sometido por el ser humano y transformado en ayuda para su vida”. Desde este punto de vista, no cabría pensar en la cultura como esa “segunda naturaleza” que perfecciona a la “primera naturaleza”, propiamente biológica, en el hombre y en el entorno. En realidad, digámoslo claramente, no existiría aquella “primera naturaleza”, ya que lo realmente característico del hombre, frente a los animales, es ser depositario de una “única naturaleza”, en la que el orden biológico y cultural se entremezclan a modo de un *continuum* existencial. Dicho con otras palabras, el hombre no está “firmemente establecido” en entorno alguno, lo que supone también que, *a fortiori*, debe esforzarse por organizar sus relaciones con su ambiente de manera autónoma.

A nadie se le escapa que la capacidad humana para ubicarse en el mundo, es decir, para producir y modificar su ambiente ha tenido, como una desgraciada e inevitable expresión del modelo económico capitalista occidental, consecuencias nefastas en el equilibrio ecológico terrestre. En este sentido, la Amazonía no ha sido, ni mucho menos, un territorio que se haya visto libre de esta peligrosa tendencia. Por el contrario, esta vasta región del planeta está siendo sometida, en la actualidad, a un terrible proceso de especulación y explotación sin precedentes en el curso de la historia.

Pues bien, es cierto, todo hay que reconocerlo, que no se ha realizado una exploración del todo exhaustiva en torno a las bases antropológicas del ecosistema amazónico, tal vez porque tal pretensión no se ajusta adecuadamente a los fines propedéuticos con los que se auspicia este primer volumen. Sin embargo, conmino al lector a que se detenga en este apartado ya que en él se apuntan claves teórico-reflexivas y estrategias de intervención que se deben tener en cuenta si se aspira a comprender la evolución de la Amazonía en toda su complejidad.

Así, no sólo se presenta la naturaleza de la interacción entre el hombre y el orden natural amazónico exclusivamente desde el enfoque del impacto antropogénico (*C. Soares Martins; P. Roberto de Abreu*), normalmente de proveniencia exógena a las motivaciones vitales de las comunidades indígenas, y los instrumentos que la modernidad nos ofrece para reconducir este amenazante desequilibrio hacia parámetros de sostenibilidad (*S. Angulo Rincón*), sino que también nos acerca al fascinante sentido que la apabullante vida de aquellos frondosos escenarios representa para el orden comunitario del ser humano (*L. T. Lopes Simonian; L. Gonçalves*). La Amazonía no sirve sólo de insustituible y abundante despensa alimentaria o reservorio medicinal para el hombre (*L. E. Acosta; C. E. Cadena Vargas*) sino que constituye el trasfondo elemental sobre el que se construye el orden colectivo, expuesto a una incesante y terapéutica re-composición (*C. H. Sierra*), perpetuado

discretamente a través de la transmisión generacional de aquellos míticos y hechizantes relatos cosmogónicos que dotan a al ser humano de la auto-conciencia en el existir (A. *Antonio Santos*).

# Territorio – Cuerpo – Agua, entre el pueblo amazónico Tikuna

*Abel Antonio Santos Angarita*

*"El hombre es un pedazo del universo hecho vida."*

*"Nos reconocemos como la verdadera gente, gente que tiene clan, esa es la verdadera gente, los otros son gente, son simplemente gente"<sup>1</sup>*

## Abstract

At the present, *Tikuna* people lives among the frontiers of three countries: Brazil, Peru and Colombia, in the majestic Amazon River basin. The population of *Tikuna* people is roughly 30,000, of which 8,000 live in the Colombian Amazon trapeze. The *Tikuna* culture has been recognized by other indigenous groups and maintains an oral tradition associated with the water. For a long time, they have lived in the Amazon jungle and there have created their oral history of their past life. How the *Tikuna*'s world was formed?. At the beginning, everything was clouded; everything was in the darkness, like the water vapour. On the cloud mass there was an immortal creator called *Mowichina* who created the other immortal beings.

**Keywords:** *Ticuna people, Brazil, Peru, Colombia Amazon, worldview.*

Actualmente los *tikunas* están ubicados entre los tres países fronterizos – Brasil, Perú y Colombia-, entre la cuenca del majestuoso río Amazonas. Actualmente existen 30.000 *tikunas*, de los cuales 8.000 viven en el trapezio amazónico colombiano. La cultura *tikuna*, como es reconocida por otros grupos, mantiene una tradición oral en torno al agua. Durante mucho tiempo han vivido en la espesa selva amazónica y es allí donde han creado su historia oral de vida.

Como se mencionó anteriormente, la cultura *tikuna* es oral, ha instituido un pensamiento de manejo, respeto y conservación de la biodiversidad amazónica que constituye la representación social, física y vital de la Amazonía.

Para entender el pensamiento *tikuna*, nos vamos a referir a la historia oral de la creación, porque es allí donde se escucha y se entiende la esencia del ser indígena amazónico.

¿Cómo se formó el mundo *tikuna*? Al inicio todo se encontraba nublado, todo estaba oscuro, era de color gris; era como el vapor de agua. Sobre la masa nublada existía un ser

---

<sup>1</sup> Palabras del abuelo *Yoni*, “Jorge Manduca” de clan tigre, se llama *Yyukü Gonagüükü rii Goöchikü*, viviente de la comunidad de Arara, medico sabedor de la cultura tikuna. Entrevista hecha por Rusben Huianes y Hugo Ramos, enero de 2008.

inmortal, creador de los otros seres inmortales. Este ser es *Mowíchana*, quien creó, entre otros, a *Ípi*, nombre otorgado por *Mowíchana* debido a su hiperactividad<sup>2</sup>.

De la nube y del vapor de agua *Mowíchana* creó la tierra y a los otros inmortales. De estas partículas se formó y se creó todo lo que existe en el medio.

*“Mowichina al ver que todo que estaba nublado, cogió la nube, la tomó en su mano, la amasó, la pisoteó dándole forma esférica, como es la tierra”.*

*Mowíchana* colocó esta masa esférica “tierra” en medio de la nada, suspendida en medio del vapor de agua, en medio de lo nublado. Del vapor de agua fueron creados los seres inmortales, poderosos creadores de la vida. Entre los seres inmortales que creó *Mowíchana* se encontraba la familia de *Ngutapa*.

De ésta forma fue creada la tierra. Una vez que las partículas del agua y polvo se separaron, se formó la única fuente de agua para los inmortales llamada *Yitaküchiü*, es agua cristalina aceitosa, y el polvo se convirtió en tierra. Los inmortales se bañaban en *Yitaküchiü* para no envejecer, para vivir siempre, estar jóvenes y renovados.

En este mundo no había otro tipo de agua que *Yitaküchiü*. Al pasar el tiempo los seres inmortales comenzaron a pugnar por el preciado líquido, y todos se vieron enfrentados por aquella fuente de vida. *Ngutapa* luchó con los otros inmortales que se querían apoderar del agua, uno de ellos fue *Noratu*. *Noratu* devoraba a los demás seres que se acercaban a beber el agua de *Yitaküchiü*. Por esta razón fue enviado al final del mundo, fuera de los seis flexos de la vida *tikuna*, hacia aquel vapor de agua donde flota la tierra (el mundo).

El mundo de *Ngutapa* estaba oscuro por las hojas tejidas y unidas del árbol *Wone*, que no dejaban pasar la claridad del mundo de arriba. Así era el mundo hasta que los hermanos gemelos tumbaron el árbol del agua (árbol de la vida).

Anteriormente, cuando apareció éste árbol, se dividió el espacio en dos dimensiones, el mundo de arriba y el de abajo. De hecho, la quebrada *Yitaküchiü* cubría estos dos espacios. Ésta quebrada es inmortal, solamente se llega a ella cuando no se ha cometido el incesto del clán, la falta más grave dentro la cultura *tikuna*.

*Ngutapa* vivió en un periodo de oscuridad. En realidad, el mundo de arriba era claro pero carecía de luz. Sin embargo, aquel era el lugar desde donde provenía el agua de la quebrada *Yitaküchiü*. En una palabra, ambos flexos eran mundos inmortales.

*“...Ngutapa vivía en la tiniebla, alumbraba con resinas del árbol cháre, en todo momento lo hacia. Se veía la claridad únicamente al medio por unos momentos. Los*

<sup>2</sup> Esto es, persona de carácter hiperactivo, que piensa y actúa inconsciente.

*inmortales del mundo de abajo sabían que arriba había claridad. Estos seres inmortales se transportaban por medio del agua de Yitakiuchiü, así llegaban a ambos mundos. Cuando se acercaban al árbol sonaba como estruendos en su interior... ”.*

Pues bien, en aquel mundo inmortal todos los seres se encontraban en continua formación y transformación. Es por ello que no disponían de cuerpo concreto. De hecho, nada estaba completamente formado. Era un mundo *üüne*. Ahora bien, todos los seres que lo habitaban, además de relacionarse a través de las emociones y del lenguaje, poseían los cuatro principios: *kug* el saber, la sabiduría tikuna; *naẽ*, pensamiento y conocimiento de la cultura; *pòra*, la fuerza, la vitalidad de la práctica de la cultura; y *maiñ*; vida, vitalidad de las prácticas cotidianas. Finalmente, todo aquel mundo inmortal habitado por inmortales se desvaneció con la irrupción de *Yoí* e *Ípi*.

En un principio, *Ngupata* fue enviado a este mundo para crear personas, a los seres humanos. Sin embargo, los seres que él creaba eran imperfectos y no los acogía como propios. Todo lo contrario, los despreciaba, ya sea quemando la tierra, inundando la tierra (diluvio), o devorándolos. Nos hallamos en la época de los inmortales, tiempo de los *üünetagüane*<sup>3</sup> en palabras *tikuna*.

*“Mowíchina creó a Ngutapa, lo envió a este mundo para formar su gente, así como los otros inmortales crearon a su gente, pero él nunca creó a nadie, toda las vece los mataba, los quemaba o los ahogaba, así pasó hasta que nacieron los hermanos gemelos Yoí e Ípi quienes ocultaron el poder de la inmortalidad... ”.*

Ante el frustrado intento genésico, *Ngutapa* secuestra a una inmortal, del clan pluma de la familia *kòukaã*, quien se resiste en todo momento a mantener relaciones sexuales.

*“...Al principio junto con la naturaleza existió un padre llamado Ngutapa y la mamá Toõena. Este hombre solo se comunicaba con la naturaleza, después de un largo tiempo encontró una mujer. Ngutapa y la mujer llamada Kuãyaré son personas “santas”<sup>4</sup> con gran capacidad de sabiduría... ”<sup>5</sup>.*

<sup>3</sup> *Üünetagüane*: término *tikuna* compuesto por vario morfemas: /ü/ morfema léxico que denota acción, es hacer, aparece nuevamente /ü/ que significa que duplica la acción, literalmente sería hacer – hacer (rehacer); /ne/ morfema lexical nominal, que significa esencia, cuerpo, tronco, que tiene forma de algo; Aparece /ta/ morfema gramatical de conjunto, de la misma especie que pertenece al mismo clan; /gü/ morfema gramatical de número – plural; /ane/ morfema léxico relativo a la posesión o tenencia del cuerpo. La palabra alude al mundo, esto es, “el mundo de los inmortales”.

<sup>4</sup> Se refiere a los inmortales, el narrador utiliza este término cristiano para referirse a la inmortalidad de los seres *tikuna*.

<sup>5</sup> Relato recopilado en el primer encuentro de Sociolingüística en el resguardo indígena CIMTAR, corregimiento de Tarapacá. Realizado en la comunidad de Santa Lucia.

*Ngutapa* encontró a la mujer en la quebrada *Yitaküchiü*, y aprovechó el instante en que se lavaba para raptarla y llevarla a su maloca, lugar donde la mantuvo privada de libertad por un largo tiempo.

*“...Ngutapa se dedicaba a la cacería, un día se preocupó mucho por conocer el cuerpo de la mujer. Ngutapa le dijo a la mujer: - Salgamos a cacería. La mujer Kuāyaré aceptó la propuesta, le contestó: - Vamos.*

*Salieron- caminaron una larga trayectoria. Se escondió tres veces de la mujer y al final la amarró contra un árbol. Terminó de amarrarla y Ngutapa regresó a la maloca. A los tres días, ya preocupada por el hambre y las moscas que se les pegaban a su cuerpo, pidió auxilio a los animales, al final la auxilió el Cacambro “kòu” se transformó en persona, la bañó y murieron todos los insectos.*

*El kòu era hombre y se quedó con ella, después la mandó de regreso, diciendo – regresa, pero tienes que llegar al puerto.*

*La mujer Kuāyaré obedeció al kòu al llegar al puerto empezó a cantar en el nombre del marido Ngutapa... ”<sup>6</sup>.*

Después de varios intentos de crear sociedad, *Ngutapa* secuestra a la mujer de otros inmortales. La resistencia de ella a tener contacto carnal provoca que *Ngutapa* la trate brutalmente. Así, la atrae hacia el monte mediante engaño, diciéndole que iba de cacería y, una vez allí, la atrapa, la desnuda y la amarra con bejucos contra un árbol para violarla acto seguido. *Ngutapa* la envolvió y la inseminó con el líquido de la vida (el semen), que asemejaba al de las aguas de *Yitakiichiü*: cristalino, espeso y aceitoso. Al estar cubierta de éste líquido los demás animales se acercan y se adhieren a ella, siendo, a su vez, fecundados también.

Esta inmortal es auxiliada por un familiar llamado *Kòu*, quien la baña, cura y purifica en las aguas de la quebrada *Yitaküchiü*. Sin embargo, esta agua inmediatamente queda impregnada con el semen de *Ngutapa*, que contiene la fuerza, la sabiduría, el conocimiento y la vitalidad, es decir, los cuatro principios fundamentales del ser *tikuna*.

Es por eso, que hoy en día las mujeres, después de la mitad de un ciclo lunar (15 días) y de haber dado a luz, deben bañarse siguiendo las indicaciones y las palabras del curandero, repitiendo, de alguna manera la primera purificación de aquella mujer de *Ngutapa*. El niño recién nacido, una vez bañado e impregnado con la esencia de *Ngutapa*, recibe los cuatro principios, potenciados con el paso del tiempo mediante consejos, conjuros y experiencias.

<sup>6</sup> Ibíd.

Pues bien, ya recuperada la mujer *Kuāyaré*, ésta sigue los consejos de sus familiares y debe hacer sufrir a *Ngutapa* como cuando fue violada. Con tal objetivo, vuelve a las aguas de *Yitaküchiiñ* y recita en nombre de *Ngutapa* cánticos de burla, de dolor y de odio. Él se percató de que alguien, en las orillas de la quebrada, estaba cantando en su nombre. Fue a ver y no encontró absolutamente nada, solamente veía que las aguas se movían. Después de repetirse el suceso varias veces, finalmente descubrió unos rastros en el camino al monte. De este modo, y picado por la curiosidad siguió el rastro, sin percatarse que se trataba de su mujer. En ese momento, ella se transformó en avispa, y le picó ambas rodillas.

Desde ese momento la historia de *Ngutapa* se transforma completamente ya que es él quien sufre y al que se le hinchan las rodillas. En cada una de ellas le aparecen dos esferas en su cuerpo (dos mundos) durante nueve meses hasta que, de ambas dos, nacen los hermanos gemelos. De la rodilla derecha nacen *Yoí* y *Mowacha* y de la izquierda nacen *Ípi* y *Aüküna*. *Ngutapa*, exhausto, guarda un ciclo lunar (cuatro semanas) de reposo y no realiza ningún oficio. Esto explica que hoy en día, cuando las mujeres dan a luz, los hombres *tikuna* deban reposar. Es más, no realizan actividad alguna hasta que la mujer y el bebé son bañados en señal de vida, protección y purificación. Esto es, hasta el momento en que el niño se consagra y se fundamenta sobre los cuatro principios del ser *tikuna*.

Los hermanos *Yoí*, *Mowacha*, *Ípi* y *Aüküna*, al igual que los niños *tikuna* de hoy en día, recibieron los principios (sabiduría, conocimiento, pensamiento y vitalidad) y se consagraron en las aguas de *Yitaküchiiñ*. A ellos les será encomendado, por parte de *Mowíchina*, ordenar el mundo y formar la cultura *tikuna*. Para ello, después de un acelerado crecimiento, los jóvenes hermanos deciden tumbar el árbol *wone* e invitan a todos los seres inmortales para este oficio. Cuado lo tumban definitivamente los flexos se separan dividiéndose en dos: el mundo de arriba y el mundo abajo. De igual manera, el agua de *Yitaküchiiñ* se bifurca y se concentra en ambos mundos. Hay que añadir el hecho de que el árbol poseía corazón. Con el propósito de extraerlo cavaron en el tronco de *wone* pero varios inmortales se les adelantaron y consiguieron robarlo. El inmortal tintín, lo sembró en la sima del cerro *Moruapiü*, y allí creció el árbol de *umari*.

Digamos, por otra parte, que al dividirse el mundo, en el territorio superior se forma el río *Chowatü*, que significa agua correntoso (río correntoso) mientras que en la sección inferior se forma, del orificio del tronco, el río Amazonas, el *Tatü*, que quiere decir agua grande (río grande). Otros inmortales se estaban apoderando de aquel agua, de allí fueron expulsados los hermanos *Yoí* e *Ípi*.

Esto nos permite deducir que los *tikunas* libraron enfrentamientos con otros grupos amazónicos para dominar el cauce del río Amazonas. Uno de ellos fue contra los *omaguas*, quienes desplazaron a los *tikuna* a las zonas interfluviales. De hecho, cuando llegaron los españoles a la Amazonía no se encontraban en las varzeas sino en tierra firme, sobre las cabeceras de los afluentes del Amazonas. Toda vez que los *omagua* fueron reducidos y casi

extinguidos por los conquistadores, los *tikunas* regresaron a su territorio ancestral, a las orillas de río Amazonas.

Volvamos de nuevo al relato. Cuando los hermanos extrajeron el corazón de *wone* y se formó el río Amazonas (*tatiü* en *tikuna*) de su tronco, el mundo todavía era inmortal.

Es cuando “*Ípi le dice a su hermano, que había la necesidad de desaparecer la inmortalidad de su padre Ngutapa, Yoí manda a su hermano a golpear a todo lo que existía en ese momento, lo golpeo lo golpeo hasta la inmortalidad dejos de respiras y de quejarse*”.

Los hermanos tenían la certeza de que si perpetuaban la inmortalidad de su padre no podrían crear a las personas. Por lo tanto, decidieron ocultar el poder de la inmortalidad bajo el flexo inferior. Con ello, la tierra y la naturaleza se impregnaron con el pensamiento de la inmortalidad. Y así la tierra se convierte en cuerpo y pensamiento de *Ngutapa*. Dicho de otra manera, todo lo que existe sobre la tierra posee ese poder y la energía pero como un cuerpo formado en el que nada será borrado. En su seno nada será ya inmortal sino que estará poblado de seres tangibles impregnados con la vida, el poder, el saber, y el conocimiento. Se asiste al nacimiento de un mundo *naane*, que tiene cuerpo, frente al declinar de *üüne*.

Esta es la forma en que *Yoí* e *Ípi* ordenan la naturaleza. Todo lo que brota sobre la tierra, entre ellas los seres humanos, es hijo y esencia de *Ngutapa*. Nuestro ser (cuerpo) contiene la esencia de *Ngutapa* y él contiene mi ser. Habitamos sobre el cuerpo de *Ngutapa*, recibiendo su sustancia, sustentándonos como seres vivos. Pero es más: al desaparecer el poder de la inmortalidad de este flexo y al enviarlo al submundo, se forman los otros flexos del cosmos.

Son los flexos que se conocen como: el mundo de los sin ano, *ngerüütagüane* (el agua de este mundo brota desde afuera de la *cápsula mundi*); encima de él está el mundo de los sin ojos, *ngeetütaane* (existe el agua que emana la *boa Noratü*); más arriba están los enanos, *mechitagiüane*, que se proveen de agua de este mundo, del agua de *Eware*. Posteriormente está el mundo donde vivimos, el mundo de los mortales, *yunatiigüane* (*duëtagüane*). Aquí se encuentra el agua de *Eware* y del río Amazonas (*tatiü*); encima está el mundo de los cóndores, *echatagüane*, donde se halla el agua de *Yitakiuchiü* y del río *Chowatü*, y, finalmente, en la cúspide se despliega el mundo de las estrellas, *etagüiane*, donde fluye el cosmos y el vapor de agua, es lo que se conoce como *naanetiüwe*<sup>7</sup>.

Partiendo de este flexo en sentido descendente, nos encontramos con el mundo de los imperfectos. Por el contrario, en las capas superiores nos adentramos en el mundo de los perfectos. Ahora bien, ambos son mundos de la inmortalidad. En cambio, este flexo es el mundo de la mortalidad. Los flexos están interconectados con el camino acuoso de la

<sup>7</sup> Cima del universo.

*danta*. Al pasar de un flexo a otro, esta senda de agua, venida de los exteriores inferiores de la *cápsula mundi*, se dispersa por los flexos bajo el control de la *boa Noratu*. De hecho, cuando ocurre este fenómeno asistimos al florecimiento del invierno y del verano en el río Amazonas. Cuando se da el efecto contrario, la *boa Noratu* adsorbió el agua. En ocasiones, los curanderos acuden hasta los estratos inferiores y median con *Noratu* con el fin de que haya abundante agua para el cultivo y la pesca.

Por otra parte, la estructura del mundo coincide con la del cuerpo. La parte inferior, concretamente, en los pies se encontraría el primer flexo, donde se ubican ubicados los sin ano (*ngeriüütagüane*). En la zona de la rodilla, el segundo flexo, se hallan los sin ojos (*ngeetüütaane*). En la parte de los muslos, el tercer nivel, estarían los enanos (*mechitagüane*). La zona de la cadera, donde se encuentran los genitales, es el cuarto nivel del mundo, donde discurren el mundo mortal en que vivimos (*yunatiügiüane / duëtagüane*). El tórax, el quinto nivel, es el mundo de los cóndores (*ẽchatagüane*) y el sexto nivel, localizado en la cabeza (órgano del pensamiento, la sabiduría y el conocimiento) es donde se sitúa el mundo de las estrellas (*ẽtagüiane*). La columna vertebral y la médula espinal es la que se comunica todas las partes del cuerpo, es el camino de la *danta*, la vía Láctea. Dicho de otra manera, es el río Amazonas, la parte del cuerpo más esencial para la vida, donde se descubre la esencia de la cultura *tikuna*.

Si una persona adopta la postura invertida boca abajo, se observará que la médula espinal tiene similitud en la forma del río Amazonas. El río es la medula mientras que la desembocadura coincide con el cerebro. Es por eso que el *tikuna* reconoce en las partes de la superficie de la tierra las secciones del cuerpo humano. De ahí viene la idea de que la tierra es cuerpo de *Ngutapa*.

Ahora bien, ¿cuál es el origen del hombre *tikuna*? Pues bien, los hermanos, tras tumbar el árbol, fueron a vivir a las tierras donde se había sembrado el corazón de *Wone*. Del corazón creció la mata de *umarí*, de cuyo último fruto se formó una mujer destinada a *Yoí*. Cuando maduró y cayó aquella fruta, *Yoí* la recogió sin que su hermano se percatase de lo acontecido.

*Yoí* trató de ocultar a aquella mujer llamada *Ariana* de los deseos de su hermano *Ípi* por contemplarla. En una oportunidad en que *Ípi* se negó a acompañarlo *Yoí* se fue de cacería. Tras varios intentos baldíos por encontrarla, *Ípi* diseñó la estratagema de hacer algunas vulgaridades. Fue entonces cuando ella se descubrió al soltar una carcajada. Estaba escondida dentro de una flauta de hueso hecha del fémur de *Machiì*, unos de los inmortales enemigos con los que se disputaban el territorio del río Amazonas. Tras tener relaciones íntima con aquella mujer, intentó sin lograrlo introducir su cuerpo nuevamente en la flauta.

Al llegar su hermano de cacería, encontró a su mujer fuera de la flauta. La encontró envuelta en semen, como la mujer de *Ngutapa*. Ella le comentó todo lo que había sucedido y *Yoí*, enojado, castigó a su mujer y la ordenó bañarse en las aguas de *Yitaküchiiñ* y limpiarse

con las hojas de *chonta*<sup>8</sup> que, de inmediato, se hincharon en señal de embarazo. El semen de *Ípi* también fecundó y fue esparcido en el agua.

Cuando la hija de *Ípi* nació, *Yoí* continuaba enojado con su hermano. Su castigo consistió en arreglar los preparativos para bañar y pintar a la niña. La mujer se queda en la maloca terminando los elementos que va utilizar durante en baño. Mientras que los hermanos fueron a buscar *uito*, (e en lengua *tikuna*). *Ípi* ascendió a la mata para coger los frutos verdes. Desde la copa del *uito* observó por primera vez la existencia del río amazonas y cómo sobre sus aguas remaban los *awanegüi*<sup>9</sup> en canoas poca talladas.

Estando en la maloca y mientras *Ípi* va en busca de la raíz de la *pona* para rayar el *uiro*, *Yoí* manda a la mujer confeccionar unos cuencos de bastado de *pona*. Están todos los elementos necesarios. *Ípi* se dispuso a rallar el *uito*, hasta tal punto que acabó mezclado en su masa. *Yoí* aprovechó tal circunstancia para exprimir el zumo de *uito*, en tanto que el afrecho lo arrojo a la quebrada *Yitaküchiü*.

El afrecho, que alcanza al mismísimo río Amazonas, contiene la esencia de *Ípi*. Desprendido de los cuerpos de las mujeres de *Kòu* y la de *Yoí*, el semen de *Ípi* se extiende por las aguas *Yitaküchiü*, a las que, posteriormente, va a unirse su carne rallada con el *uito*. Fruto de esta transformación surgen los peces, como seres poseedores del conocimiento y del pensamiento de *Ngutapa* y de *Ípi*.

La propia hija de *Ípi*, al ser untada con el zumo de *uito* y bañada en las aguas de *Yitaküchiü*, recibe la vida, la esencia, la fortaleza, el conocimiento y el pensamiento. Esta es la razón de que hoy en día los recién nacidos se bañen y se pinten con *uito*, a fin de protegerlo de las enfermedades y de los demás males de la naturaleza, a la vez que aprende los ejes de la sabiduría *tikuna*.

Al cabo de un ciclo lunar, *Yoí* espera que llueva y crezca la quebrada. En aquel momento, debido al afrecho de *Uito*, el agua no es cristalina y aceitosa sino que adquiere un color oscuro. Desde entonces, la quebrada es conocida con el nombre de *Eware*, que significa quebrada *Uito* (agua *Uito*). Llueve y crecen las aguas de la quebrada, los peces suben hasta la cabecera de *Eware*. Al pasar por donde estaba *Yoí*, él empieza a pescar, inicialmente pesca con coquillos; con esta carnada pescó a los animales como el pecarí, guangana y otros. Fue ensayando con varias carnadas.

Los *tikuna* fueron pescados con yuca. Allí estaba *Ípi*, era diferente a los demás peces, él tenía la frente brillante. *Yoí* lo quiso pescar pero no quería, entonces le dijo a la mujer que lo pescará, fue cuando ella lo sacó del agua. En tierra, *Ípi* le confesó a su hermano que también quería pescar su propia gente. Así lo hizo. Pescó a los demás seres que conforman las otras naciones el mundo, los que los *tikunas* conocen como la *gente blanca*.

<sup>8</sup> En la región conocido como *pona barriguda*. Es una especie de palma.

<sup>9</sup> Grupo étnico conocido como los *Omaguas*.

Todas estas acciones de *Yoí* estaban premeditadas, ya lo tenía pensado, sólo así podría crear gente, una sociedad de seres mortales. En adelante podrían crecer y formar una nueva cultura. Los *tikunas* pescados son creados con la esencia del semen y la carne de *Ngutapa* e *Ipi* esparcida en el agua. Fecundado el afrecho de *uito*, la vida humana emergió. Del agua surge la vida, del agua surgen los hombres *tikuna*. Su esencia permanece en el cuerpo y en el pensamiento del ser *tikuna* actualmente, guiando su comportamiento y su manera de pensar. Hay algo, en definitiva, de *Ipi* y de *Ngutapa* en nuestra personalidad. Esa es la esencia que se adquirió de estos seres inmortales.

*“Del agua surge la vida, del agua surgen los hombres tikuna”*

*Abel Santos*

## BIBLIOGRAFÍA

- Montes, M. E. 1995. *Fonología de la lengua ticuna*. COLCIENCIA – Universidad de los Andes. CCELA. Bogotá.
- Montes, M. E. 2003. *Libro guía del maestro, materiales de lengua y cultura tikuna*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Murillo, J. C. 2001. *Participación Indígena y Territorio: Ordenamiento Territorial en Leticia*. Leticia-Amazonas: Universidad Nacional de Colombia.
- Nimuendajú, C. 1952. *The Tikuna*. Berkeley & Los Ángeles: University of California Press.
- Riaño, E. 2003. *Organizando su espacio construyendo territorio*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ruiz, J. H. 1997. *Pautas de crianza y procesos de socialización en los tikuna del trapecio amazónico colombiano*. Leticia-Amazonas: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.



# Agua en la cultura ribereña y mujeres amazónicas<sup>1</sup>

*Ligia T. Lopes Simonian*

## Abstract

The purpose of this essay is to analyze in detail the cultural reality of women in those territories near Amazon River. From this point of view, is necessary to lay especial emphasis on the trends and experiences of women who live in Amazonia, both in Small Towns and Cities, above all, in the case of all those aspects associated with their everyday live and their relationship with water.

**Keywords:** Women, Culture, Amazonia, Water.

La Amazonía está marcada por el agua, proveniente de los ríos, de los lagos, de los arroyos, de las lluvias, de las marismas, etc., algo que se refleja en el multiculturalismo regional y, claramente, en la vida cotidiana de las mujeres. Esto ocurre en esa región, que alberga no solo al río más largo del mundo,<sup>1</sup> sino también a la cuenca hidrográfica de mayores dimensiones y volúmenes de agua, siendo una pequeña parte de ésta, al nordeste, bañada por aguas oceánicas del Atlántico. En este *paper*, se discuten las tendencias en cuanto a las experiencias de las mujeres que allí viven, tanto en el medio rural como en las ciudades,<sup>2</sup> dando importancia a los aspectos de sus culturas y de su día a día en relación con el agua.

A respecto de este asunto, muchos son límites y contradicciones que se dan cuando se discute la relación entre las mujeres y el agua. Como lo señala Nórcio (2007), se sabe que este recurso es limitado, sin embargo, poco se ha hecho en el sentido de garantizarlo a las generaciones futuras. De hecho, aguas dulces de cuencas hidrográficas y de áreas de lagos se encuentran contaminadas debido a la presencia de residuos de combustibles, mercurio y medicamentos, entre otros contaminantes (Água, 2008; Doenças, 2008). Y es en las vicisitudes del día a día doméstico que esa realidad se hace sentir más, en especial con respecto al uso de ciertos alimentos, a la preparación de éstos, en el contacto directo con la higiene doméstica personal, la navegación en embarcaciones pequeñas, etc. Actualmente, no solo son las mujeres las que están al frente de estos procesos – y las que en general acaban enfermándose<sup>3</sup> –, sino que también son ellas las responsables más directas en lo concerniente al bienestar de sus familias. Acerca del tema en discusión, existe una producción investigadora significativa, en cuanto a los hacedores así como a su actividad

<sup>1</sup> De acuerdo con la medición reciente realizada en 2007 por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE), con base en imágenes de satélite y en mediciones hechas en el campo, esto durante la 1<sup>a</sup> Expedición Científica Brasil-Perú al Nacimiento del Río Amazonas; se dice que tiene 6.992,06 km de extensión (Amazonas, 2008).

<sup>2</sup> Principalmente, en las ciudades pequeñas, todavía muchas mujeres que habitan las ciudades también hacen uso de las aguas junto a las orillas y los igarapés etc.

<sup>3</sup> Por ejemplo, enfermedades de la piel, malaria, hepatitis, diarreas.

productiva, al beneficio, al autoconsumo y a la comercialización de recursos pesqueros que incluyen mariscos y crustáceos entre otros. En estos términos, muchas investigaciones sobre la Amazonía han estado siendo enfocadas en cuanto a la participación de las mujeres en la pesca y en la captura de otros recursos fluviales, costeros, de los lagos y de los manglares<sup>4</sup> (Alencar, 2004; Cardoso, 2001; Maneschy, 1994; Simonian, 2006a, 2004; Simonian y Cardoso, 2008). Tal como se desprende en la obra de Orcés (1999), existen investigaciones y análisis similares acerca de otras regiones o localidades, como la que éste hiciera sobre las limpiadoras de mariscos en los manglares de la costa ecuatoriana.

Las muestras consideradas en este *paper* son el producto de diversos proyectos relativos a la implicación de las mujeres amazónicas en los procesos de desarrollo de la región. Su producción ha involucrado la interdisciplinariedad, empleando principalmente investigaciones documentales, fotográficas y de campo, ésta última en el sentido antropológico (Oliveira, 1996; Simonian, 2007; Teixeira, 2004). Los datos disponibles revelan que esas mujeres se desenvuelven en una realidad cotidiana adversa y simultáneamente generosa, lo que las impulsa en la búsqueda de días mejores.

La problemática de la mitología surge como una realidad emocionante y vincula al agua y a las mujeres de la Pan-Amazonia. La primera es considerada como madre de la tierra y del bosque, como lo son las cascadas que nacen del Monte Roraima, en la frontera del Brasil con Venezuela y con Guyana (Figura 1) (Simonian, 2005). O son las doncellas o las mujeres que los botos tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) y rojo (*Inia geoffrensis*), ambos de esa región, encantan y someten después de salir de las profundidades de las aguas, como lo manifiesta Bates ([1863] 1873), Gama (2004) y Simonian (2003) (Figura 2). Muchos otros aspectos del mundo de las aguas y de la mitología, fueron y/o son vividos por las mujeres pan-amazónicas a lo largo del tiempo y en la misma contemporaneidad.



Figura 1: La artista Carmézia Macuxi mostrando las aguas de ese Monte, las cuales son consideradas la madre de la tierra y de la floresta. Fuente: Simonian, 2005.

<sup>4</sup> Estas son áreas cubiertas de árboles de las especies de manglares (*Rhizophora mangle*; *Laguncularia racemosa*; gen. *Avicennia*), entre otras.

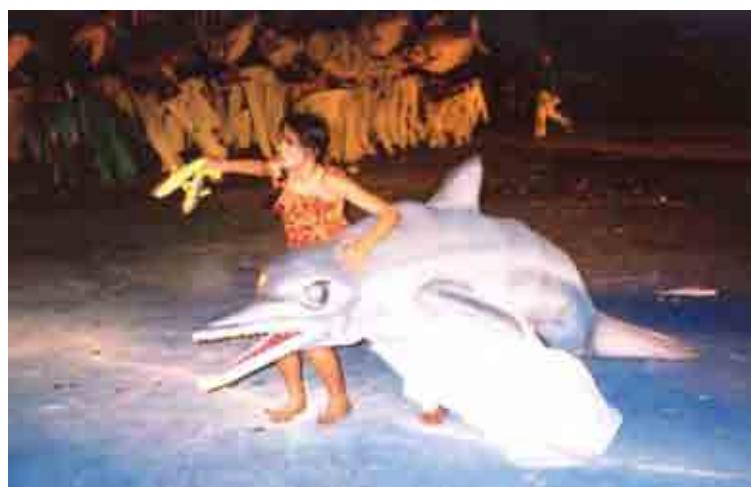


Figura 2: Escena de la relación boto tucuxi x mujer en el Festival del Çairé.  
Fuente: Simonian, [2002] 2008b.

Al considerar la historia de la presencia de las mujeres en la Pan-Amazonía, existen relatos e imágenes enfatizando la relación de las indígenas con el agua, muchos de las cuales se asemejan más a los mitos que al mundo de la cultura. Este es el caso de las Amazonas, que vivían lideradas por la reina Conori (Carvajal, [1540-1542] 1941). Según el mismo autor, estas mujeres no guerreaban contra los Españoles, sino que se sumergían en las aguas *tapajônicas* para capturar *muiraquitãs* y entregarlas como presentes a los hombres con los que luego se apareaban de tiempo en tiempo. Desde entonces, se ha revelado bastante acerca de los quehaceres de las mujeres, – tanto por medio de textos como de imágenes –, en las que en ocasiones aparecen asociadas al agua, como su trabajo en la pesca, que se ve en la Figura 3.



Figura 3: Mujer indígena pescando en el río Madeira; diseño del siglo. XVIII. Fuente: Keller-Leuzinger (1874, p. 34).

Ciertamente, la relación entre las mujeres amazónicas y el agua es tan fuerte que, desde que amanece hasta cuando se van a dormir dependen de ese recurso, utilizándolo claramente para el uso doméstico, la búsqueda y la preparación de los alimentos y de infusiones, las actividades productivas ligadas al mercado y/o para transportarse, etc. En el río Aripuanã (Estado de Amazonas), hace un tiempo atrás, una de ellas se auto identificaba como “mujer de las aguas” – Figura 4 –. Ella circulaba por ríos, arroyos y lagos, en la búsqueda de una parte del sustento de la familia (Simonian, 2008a)<sup>5</sup>. En la isla Trambiocá (Estado de Para), conforme Simonian ([2001] 2004), otra mujer se presentaba como la “guardián de la fuente” – Figura 5 –, de la que su familia y vecindad suplían sus necesidades de agua para beber y preparar los alimentos.



Figura 4: La “mujer de las aguas”, al amanecer (en el centro) y saliendo para la pesca con dos hijos.  
Fuente: Simonian, [1999] 2008a.



Figura 5: La “guardián de la fuente” del agua<sup>6</sup>. Fuente: Simonian, [2001] 2004, p. 154.

<sup>5</sup> En estos términos, quiere la búsqueda del pez, quiere la tierra arcillosa y mojada a partir de la cual ella hace utensilios de cerámica para comercializar junto a la población local o de la ciudad de Nuevo Aripuanã; esa mujer es designada por los reyes. En la época de la investigación a la que corresponde la foto, Ella vivía en las orillas del río Juma, un afluente del río Aripuanã, mas en 2005, ya había emigrado para la ciudad de Nuevo Aripuanã (Simonian, id.).

<sup>6</sup> Esa señora es Agostinha Tavares da Silva Magalhães, de 71 años. La fuente se encuentra en la localidad de Guariju (Simonian, 2004).

Durante varias investigaciones realizadas en esa región, se encontraron mujeres desarrollando actividades diversas a partir del uso del agua. Tanto en la casa como en el patio, fue posible argumentar que las mujeres tienen un predominio permanente en las áreas de sus viviendas. De ahí que sean ellas las que se vean obligadas a buscar agua para el consumo de la familia (Figura 6) – en algunas ocasiones son ayudadas por sus hijos y eventualmente por sus esposos –, siendo éste uno de los trabajos más arduos, pues frecuentemente necesitan subir barrancos altos, principalmente, en el período de sequía de los ríos. Cuando el agua es para el uso potable, ésta es acondicionada en vasijas de cerámica como la de la Figura 7, para la preparación de alimentos (Figura 8), de infusiones de plantas medicinales y/o para el aseo matutino.



Figura 6: Indígena Tembé de la aldea Tekohow cargando agua<sup>7</sup>. Foto: Simonian, 2002.



Figura 7: Vasija de agua en bancada tipo pía de cocina del río Paru. Foto: Simonian, 2001.

<sup>7</sup> Esta aldea se localiza en la Tierra Indígena (TI) Alto Guama, en el estado de Para.



Figura 8: Mandioca (*Manihot utilissima*) remando en canoa por las aguas, en el río Aripuanã. Foto: Simonian, 1999.

Tanto en los puertos domésticos como en los públicos las mujeres preparan los alimentos, lavan los utensilios de la cocina, la ropa, se bañan junto a los niños, etc. En la Figura 9, se observa la realización de algunas de estas actividades por las mujeres en el río Araguaia (Estado do Para). Nótese el uso de una especie de mesas construidas dentro del río, las cuales sirven de apoyo para estos trabajos. Al respecto, todavía se puede observar a una mujer del río Aripuanã, limpiando un pescado en el puerto de su casa (Figura 10). También, tenemos en la Figura 11, a una señora con deficiencia mental y que vive en las calles de Belem, la capital del Para, usando las aguas de la bahía de Guajará para bañarse y lavar su ropa.



Figura 9: Mujeres trabajando dentro del río Araguaia. Fuente: Simonian, 2004



Figura 10: María de la Concepción, limpiando un pescado<sup>8</sup>.Fuente: Simonian, 1999.



Figura 11: Mujer bañándose y lavando ropa en el puerto de Ver-o-Peso, en Belem de Para. Fuente: Simonia, 2007.

Pese a que no existe un censo preciso sobre el total de mujeres pescadoras o marisqueras en la Amazonía, principalmente porque no todas ellas están asociadas a las Colonias de Pesca (CP),<sup>9</sup> para algunas áreas se tienen datos fidedignos que sumados,

<sup>8</sup> O simplemente Conça (con 54 años en el tiempo de la foto) como la conocen en el río Aripuanã; ella es moradora de la localidad Prainha Nova (Simonian, 2008a).

<sup>9</sup> El costo alto de transporte fluvial en la Amazonía brasileña dificulta los desplazamientos para las ciudades y en la mayoría de las localidades ribereñas no existe “Capatazaz” o sección de la CP; también, muchas indígenas son pescadoras, mas no son afiliadas a esa organización. Además, sus directorios gastan su tiempo con la preparación de la documentación de los trabajadores de la pesca, no restándoles tiempo para movilizar a las mujeres pescadoras en el sentido de afiliación de las mujeres a la CP.

resultan representativos. De hecho, son muchas las pescadoras, las recolectoras de camarón, de mariscos y las extractoras de masa de cangrejo<sup>10</sup>. Como ejemplo, en la parte occidental de la isla Trambiocá,<sup>11</sup> existen al rededor de 200 mujeres que trabajan con la pesca o captura de camarón (Figura 12) (Simonian, 2006a, 2004); y, conforme Simonian, Cardoso (2008), en la Reserva Extractivista (RESEX) Marina Madre Grande de Curuçá,<sup>12</sup> solo en el manglar junto al Barrio Alto, son cerca de 150 mujeres que trabajan en la captura de mariscos (Figura 13).



Figura 12: El retorno al porto después de la retirada del camarón de los matapis<sup>13</sup>. Fuente: Simonian, 1991.



Figura 13: Grupo de mujeres marisqueras de la RESEX. Marina Madre Grande, em reunión. Fuente: Simonian, 2008 (apud Simonian e Cardoso, 2008).

<sup>10</sup> Respectivamente, el *Macrobrachium amazonicum*, el *Ucides cordatus*, el *Erodona mactroides* Dand., entre otros.

<sup>11</sup> Precisamente, en los ríos Guajará y Pau Grande.

<sup>12</sup> En Portugués: Reserva Extractivista (RESEX) Marinha Mão Grande de Curuçá, una unidad de conservación de uso sostenible.

<sup>13</sup> Estos son una modalidad de cestos usados para capturar el camarón.

Los locales de explotación de oro o de diamantes de la Amazonía – que tienen al agua como uno de los elementos centrales del proceso de extracción – son buscados por las mujeres como posibilidades de producción de renta, lo que viene ocurriendo desde hace más de un siglo. A ellas se refieren como participantes de esta actividad desde los principios de los años 1940 y 1950 en los garimpos de aluvión en los Estados de Amapa y en el Para<sup>14</sup>. Hace poco, otras mujeres se vieron obligadas a demandar en juicio el derecho de trabajar en áreas de explotación mineral, como en Sierra Pelada (Mourão, 1988, apud Simonian, 2001). También existen las que emigran ilegalmente, como la de la Figura 14, emigrante del Brasil para las áreas auríferas del planalto guayanés, para trabajar en el *métier* (Simonian, 2002). Actualmente, las Djuka del Suriname y mujeres de Roraima explotan tales recursos<sup>15</sup>.



Figura 14: Garimpera explotando diamante en el interior de Santa Elena de Uiarén, en Venezuela<sup>16</sup>. Fuente: Simonian, 2006.

También, las mujeres ribereñas se involucran directamente en la navegación amazónica, principalmente cuando los intereses de las familias están en cuestión. Para ellas, lo que les interesa es únicamente obtener el recurso de cualquier río o lago de esta región. Es así como, en viajes por la región, es frecuente encontrarse mujeres navegando. Cuando usan embarcaciones de tipo artesanal puede tratarse de su propia movilidad, la de sus

<sup>14</sup> Muchas de ellas – principalmente mujeres criollas de la Guyana Francesa o las granadenses del Caribe – se tornaron dueñas de garimpos y eran muy respetadas entre los garimperos y poblaciones de los ríos Jari, Araguari y Tapajós (Simonian, 2002).

<sup>15</sup> Heemskerk (1999) aborda en detalle el trabajo de las garimperas surinamesas de origen afro y la cuestión de género; y Simonian (2002) hizo pesquisa en Roraima sobre la participación de las mujeres en ese trabajo, especialmente como dueñas de máquinas de garimpo.

<sup>16</sup> La misma – una brasileña proveniente del estado de Maraño, Brasil – solicitó que su cara no fuese fotografiada ni su nombre publicado, porque vivía ilegalmente en ese país.

familiares, o la del transporte de productos agrícolas, como se observa en la Figura 15. Eventualmente, se observa mujeres pilotando barcos de tipo pô-pô-pô, en las que venden pulpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) en la parte baja del río Paru.



Figura 15: Mujeres del río Maraca, estado de Amapá, retornando de viaje hecho en el propio río. Fuente: Simonian, 1994.

Estas tendencias son recurrentes en la Amazonía, lo que incide en el territorio brasileño, aunque no se trate de la Pan-Amazonía. De lo que se expone y se ha discutido hasta aquí, se perciben limitaciones de fondo en cuanto a las políticas públicas ligadas a cuestiones del agua, lo que incluye aquello a lo que las mujeres se ven forzadas a enfrentarse en general en relación al agua, su disponibilidad, usos, peligros etc. Aunque no se ha discutido el desarrollo de los movimientos de las mujeres en esta cuestión, se sabe que es muy poco lo que se ha conseguido avanzar en dicha perspectiva.

Tanto es así, que existen llamadas constantes de los especialistas, señalando la importancia de las políticas públicas al respecto. También se demanda que ellas sean definidas e implementadas con urgencia y así evitar muchas más perdidas de vidas humanas de las que ya se viene teniendo debido a la presencia de aguas contaminadas o a su escasez, algo que está afectando a todo el mundo. Además, independientemente de esta situación, quien más sufre las consecuencias son las poblaciones socioeconómicamente excluidas de la riqueza generada, y que a su vez tiene en las mujeres a más del 50% de los cabezas de familia de la región.

## BIBLIOGRAFÍA

Água contaminada por remédios. (2008).  
Disponível em: <http://millebolleblu.com.br/blog/?p=103>.

Alencar, E. F. 2004. Por que um movimento de mulheres pescadoras? Notas sobre o processo de organização das trabalhadoras na pesca, in: Magalhães, S. B. &

- Silveira, I. M., *A presença de Galvão na antropologia brasileira*, Museu Paraense Emílio Goeldi / MCT, Belém.
- AMAZONAS é o mais extensor rio do mundo. (2008). *O Liberal*, Atualidades, Belém, p. 4, (03 de jul).
- Bates, H. W. 1873. *The naturalist on the River Amazons*. New York.
- Cardoso, D. M. 2001. *Catadoras de caranguejo do Guarajubal (Marapanim-PA): relações de gênero e ambiente*. Belém, 2000. 204 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Universidade Federal do Pará.
- Carvajal, G. DE. 1941. Descobrimento do rio Orellana. In: \_\_\_\_\_. Descobrimentos do rio das Amazonas. São Paulo: Cia. Editora Nacional. p. 11-79. Tradução e notas de C. de Melo Leitão. (Período da viagem: 1540-1542).
- DOENÇAS ameaçam a infância ribeirinha: contaminação dos rios abala a saúde das crianças da ilha do Combu. (2008). *O Liberal*, Belém, Atualidades, p. 9, (07 jul).
- Gama, J. R. 2004. *Os cetáceos (botos) em Santarém (Pará): o conhecimento popular e o científico*. Belém, Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Ciências Sociais – Habilitação em Antropologia); Universidade Federal do Pará – UFPA.
- Heemskerk, M. 1999. *Economics gains, social costs: gender and gold mining among maroons in Surinam*. Paper presented in the Conference on Women and Development held in Belem, Brazil, and organized by the Nucleous of Amazonian High Studies / Federal University of Para. 20 p.
- Maneschy, M. C. 1994. Uma presença discreta: a mulher na pesca, in: D'incao, M. N. & Silveira, I. M. *A Amazônia e a crise da modernização*, MPEG, Belém, p. 251-258.
- Nórcio, L. 2007. *Falta de água potável no mundo aparece relacionada a 80% das mortes e doenças*. Agência Brasil. Disponível em:  
<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/03/22/materia.2007-03-22.6414269867/view>.
- Oliveira, R. C. 1996. O trabalho do antropólogo: olhar, ouvir, escrever. *Revista de Antropologia*, São Paulo, USP, v. 39, n. 1, p. 13-37.
- Orcés, V. M. 1999. *Género, manglar y subsistencia*. Abya-yala, Quito.
- Simonian, L. T. L. 2008a. *Mulheres seringueiras do rio Aripuanã, estado do Amazonas: memórias, experiências atuais e perspectivas*. SECULT-AM, Manaus.
- \_\_\_\_\_. (2008b). *Memória, arte e criatividade na fotografia do santareno Apollonio Fona – 1897-1938*. UFPA-NAEA/SUDAM, Belém.
- \_\_\_\_\_. 2007. Uma relação que se amplia: fotografia e ciência sobre e na Amazônia, in: Kawhage, C. & Ruggeri, S. *Imagens e pesquisa: ferramentas de compreensão da realidade amazônica*. Editora do NAEA, Belém.
- \_\_\_\_\_. Pescadoras de camarão: gênero, mobilização e sustentabilidade na ilha Trambioca, Barcarena, Pará. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Série Ciências Humanas, Belém, v. 1, n. 2, p. 35-52, 2006a.
- \_\_\_\_\_. 2006b. *Paracuri 3: área do distrito de Icoaraci, Belém do Pará; dossiê sobre pesquisa exploratória*. PLADES/NAEA-UFPA, Belém.

- \_\_\_\_\_ 2004. *Gestão da ilha de muitos recursos, história e habitantes: experiências na Trambioca (Barcarena-PA)*. NAEA/FFORD, Belém.
- \_\_\_\_\_ (2003). Reflexiones sobre la familia en la frontera amazónica: idealizaciones y tendencias actuales, in: Rojas, P. T. *Familia, género y antropología: desafíos transformaciones*. INHA, Bogotá.
- \_\_\_\_\_ (2002). *Anotações sobre mulheres garimpeiras nos rios Jarí, Trombetas e em Roraima*. Belém: Arquivo pessoal.
- \_\_\_\_\_ 2001. Mulheres, gênero e desenvolvimento na Amazônia brasileira: resistências, contradições e avanços, in In: *Mulheres da floresta amazônica: entre o trabalho e a cultura*. Editora do NAEA, Belém.
- Simonian, L. T. L & Cardoso, D. M. 2008. *Mulheres marisqueiras da RESEX Marinha Mãe Grande (Curuçá): tradição, potencial e insustentabilidades organizativas*. Seminário políticas públicas e sustentabilidade na Resex marinha mãe grande de Curuçá, Pará, organizado pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) / Universidade Federal do Pará (UFPA) e com o apoio da Associação dos Usuários da RESEX Marinha Mãe Grande de Curuçá (AUREMAG) e realizado na Casa do Pescador de Curuçá, em 21 de junho.
- Teixeira, O. A. 2004. Interdisciplinaridade: problemas e desafios. *Rev. Bras. de Pós-Grad*, n. 1, p. 37-69, jul.

# **Etnobotánica de las palmas útiles de bosques inundables y zonas dedicadas al cultivo chagras en la elaboración de artesanías de la comunidad indígena *Monifue Amena* (Amazonas, Colombia)**

*Camilo Esteban Cadena Vargas*

## **Abstract**

Palm is one of the groups of plants used by men in different fields. For indigenous communities these plants are a clear source of funds, in addition to being a key pillar in their cosmogony. The results of the study on the palm are based on a certain number of interviews with indigenous and non-indigenous members. It were recognized 13 species of palms useful in the development of crafts, of which the *chambira* (*Astrocaryum aculeatum*) is considered the most used. Most species are collected from flooded forests and areas used to grow. It is important to underline that species can be used from an unsustainable way use due to the need to satisfy the current requirements faced by indigenous people in the region.

**Keywords:** Amazon, crafts, indigenous, *Monifue Amena*.

## **1. Introducción**

Las palmas constituyen uno de los grupos de plantas de mayor relevancia para el hombre; éstas, además de contribuir a la diversidad, estructura y dinámica de los ecosistemas, suponen una fuente de productos para comunidades urbanas, rurales e indígenas. Entre los usos de mayor popularidad entre los indígenas están los relacionados con aspectos culturales como los mitológicos y los ceremoniales; también se encuentran los vinculados con su subsistencia como los alimenticios, y, finalmente, los asociados con la percepción del territorio como parte de la ecología que han desarrollado estas comunidades (Henderson *et al.*, 1995; Vormisto, 2002a; 2002b; Byg *et al.*, 2006).

A pesar de la diversidad de especies de plantas y su amplio espectro de uso, los procesos antrópicos han provocado una disminución de ecosistemas, de grupos humanos ancestrales y de su saber tradicional (Davis, 1999).

En relación con las plantas útiles para la elaboración de artesanías, se ha descubierto un vacío de conocimiento en la identificación adecuada de las especies y la pérdida de la transmisión del conocimiento y la expresión cultural autóctona en las comunidades (Linares, 1994; Cadena *et al.*, 2007). De acuerdo con lo anterior, el propósito de este trabajo fue recopilar y divulgar los conocimientos en torno al valor de la biodiversidad, la distribución y todos aquellos aspectos sobre el uso y manejo las palmas útiles en la elaboración de artesanías en la comunidad indígena *Monifue Amena*.

## **2. Métodos y técnicas**

A 13 km de la ciudad de Leticia (Amazonas, Colombia), en la vía que conduce a Tarapacá, se encuentra la comunidad indígena *Monifue Amena*, integrada por indígenas de las etnias *Huitoto*, *Ticuna*, *Yagua*, *Cocama*, *Matapé*, *Yucuna* y algunos mestizos (Fig. 1).

Para este trabajo fue considerada la definición de *artesanía indígena* propuesta por Herrera (1996), la cual comprende “*los bienes integralmente útiles, rituales y estéticos, condicionados directamente por el medio ambiente físico y social, que constituyen la expresión material de la cultura de comunidades con unidad étnica y relativamente cerradas con un determinado nivel de desarrollo y carácter sociocultural*”. Se establecieron ocho categorías de uso con base en los trabajos de Prance *et al.* (1987), Phillips *et al.* (1994), Galeano (2000) y Sánchez *et al.* (2001); estas categorías fueron finalmente desarrolladas por Cadena *et al.* (2007):

- Instrumentos musicales
- Objetos para almacenar, transportar y procesar alimentos
- Objetos para actividades agrícolas, caza y pesca
- Atuendos y accesorios corporales
- Objetos de uso ceremonial
- Colorantes
- Objetos de uso doméstico
- Construcciones

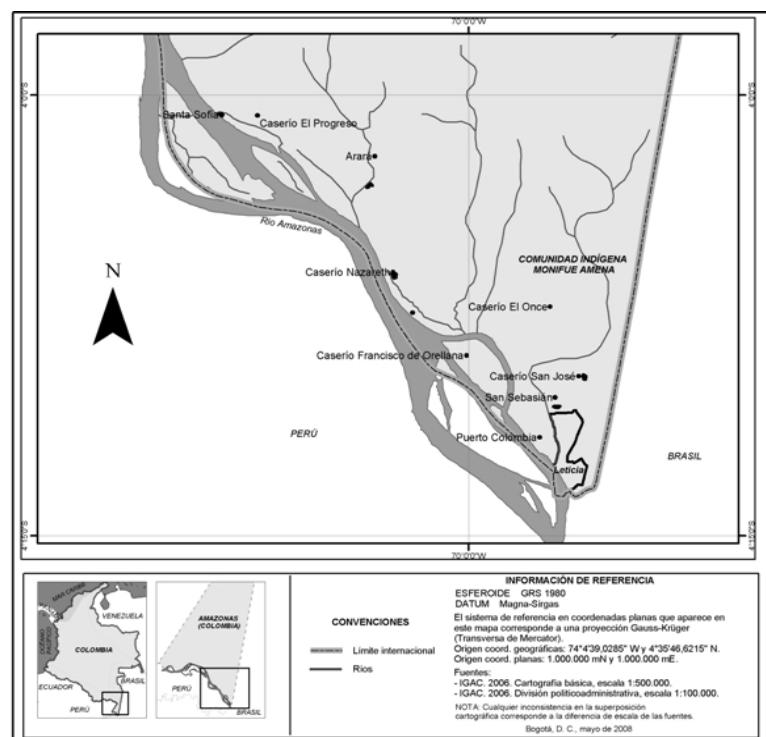


Fig. 1. Mapa de la ubicación de la comunidad indígena Monifue Amena (Amazonas – Colombia).

Se realizó una estadía de convivencia concertada con la comunidad por espacio de cuatro meses, en la cual se aplicaron entrevistas *semiestructuradas* a 24 personas de las etnias *Huitoto* (15 personas), *Ocaina* (2), *Ticuna* (2), *Yucuna* (2) y mestizos (3), las cuales fueron seleccionadas por la máxima autoridad, el capitán de la comunidad Absalón Arango. Con cada uno de ellos se procedió a realizar las entrevistas en el hogar y en el sitio de extracción, en donde se realizaron las colectas del material botánico para su preservación.

En la toma de datos se realizó una consulta denominada *entrevista mixta en tres momentos*, en la cual las preguntas se realizaban en tres tiempos y lugares diferentes (1. En el hogar: conocimiento de objeto a plantas usadas; 2. En el sitio de extracción: conocimiento de la planta y de los objetos que se pueden elaborar con ésta; y 3. En el hogar nuevamente: conocimiento de la planta y de los objetos que se pueden elaborar con ésta). Esto maximizó la cantidad de reportes, y permitió la depuración de los mismos (Fig. 2).

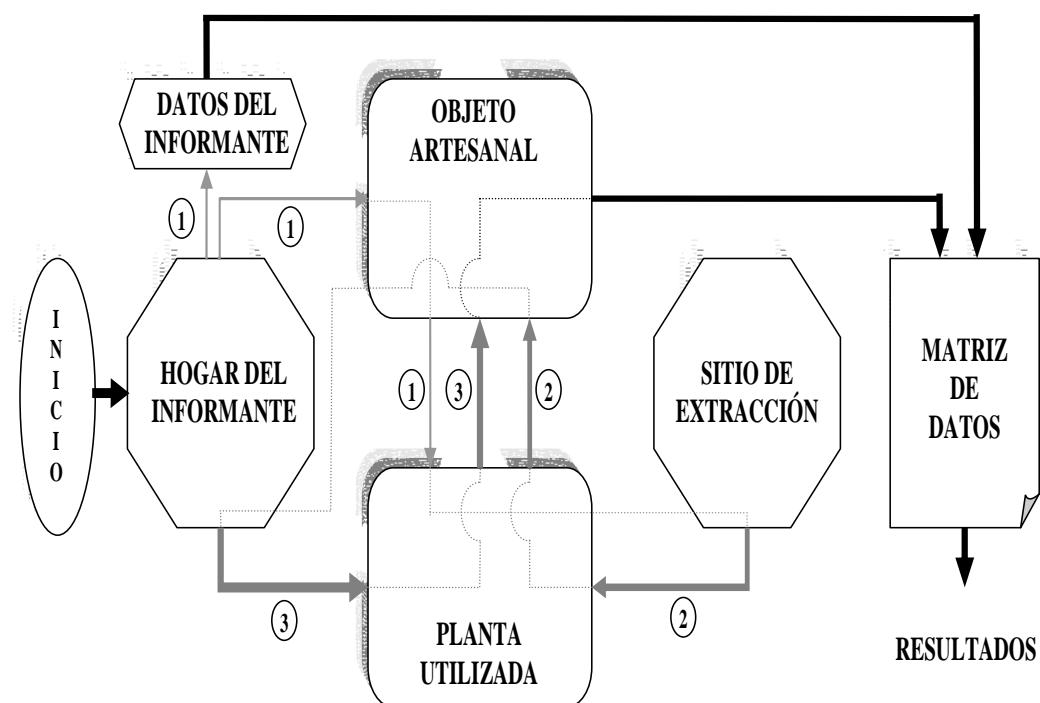


Fig. 2. Esquema del método de “entrevista mixta en tres momentos. Los números aluden al orden de los momentos en el proceso de la entrevista. Tomado de Cadena et al. (2007).

### 3. Resultados

A partir de 455 reportes procedentes de 24 integrantes de la comunidad, se identificaron 13 especies de palmas presentes en ocho categorías de uso y utilizadas en la elaboración de 31 objetos artesanales. Las especies con mayor número de registros son

*Astrocaryum aculeatum* (226 registros), *Bactris* cf. *fissifrons* (60), *Bactris gasipaes* (41) y *Socratea exorrhiza* (33) (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de palmas utilizadas en la elaboración de artesanías por la comunidad indígena Monifue Amena (Leticia, Amazonas).

Especie	Nombre común	Nombre	Categorías de uso artesanal (*)	Nº de reporte	Nº de objeto
		<b>huitoto</b>		<b>s</b>	<b>S</b>
<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.	Chambira	ñequ+ro	Agri., Alim., Corp., Cer., Mus., Dom.	226	14
<i>Attalea racemosa</i> Spruce	Chapaja	yaruna	Agri., Corp.	12	2
<i>Bactris</i> cf. <i>fissifrons</i> Mart.	Chontilla / coquillo		Agri., Alim., Corp., Cons.	60	9
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Chontaduro	jimena	Agri., Alim., Col.	41	6
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	Rabo de zorro		Alim.	1	1
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Asaí	needa	Corp., Cons.	9	2
<i>Geonoma</i> cf. <i>acaulis</i> Mart.	Caraná de paloma		Cons.	1	1
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona barrigona	fegona	Agri., Alim., Corp., Cons.	25	5
<i>Lepidocaryum tenue</i> Mart.	Caraná	erere	Cons. Dom.	26	2
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Canangucho	ñeefuna	Alim., Corp., Cons., Dom.	11	6
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	guruda	Alim.	2	1
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Mil pesos	koma+ñ a	Agri.	8	3
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Pona zancona	dor+na	Agri., Alim., Corp., Cons.	33	6

(\*)Agri.: Objetos para actividades agrícolas, caza y pesca; Alim.: Objetos para almacenar, transportar y procesar alimentos; Corp.: Atuendos y accesorios corporales; Cer.: Ceremoniales; Col.: Colorantes; Cons.: Construcciones; Mus.: Instrumentos musicales; Dom. Objetos para uso domésticos.

Las artesanías se encuentran en las ocho categorías de uso propuestas, de las cuales la que más registros presentan son atuendos y accesorios (137), objetos para actividades agrícolas, caza y pesca (124) y objetos para almacenar, transportar y procesar alimentos (59) (Tabla 2). La várzea o bosque inundable es el sitio de donde se extraen el 62% de las especies registradas, seguido por la chagra 31% y el bosque de tierra firme 8%; según los informantes solo tres palmas son cultivadas constantemente (*Bactris gasipaes*, *Euterpe precatoria* y *Oenocarpus bacaba*).

Tabla 2. Número de especies, reportes y objetos por categoría.

Categoría	Nº de especies	Nº de reportes	Nº de objetos
Objetos para actividades agrícolas, caza y pesca	7	124	8
Objetos para almacenar, transportar y procesar alimentos	8	59	9
Atuendos y accesorios corporales	7	137	6
Ceremoniales	1	14	1
Colorantes	1	12	1
Construcciones	7	51	3
Instrumentos musicales	1	13	1
Objetos para uso domésticos	3	45	2
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>455</b>	<b>31</b>

Este conjunto de plantas muestra un gran significado, no solo en la elaboración de artesanías, sino además en aspectos como la alimentación, la medicina tradicional y en la mitología de los diferentes grupos, en especial los *huitotos*.

#### 4. Discusión

Tal como lo documenta este trabajo, las palmas juegan un papel relevante entre las culturas indígenas amazónicas. Otras investigaciones así lo reportan (Vormisto 2002a; 2002b), de igual forma para los indígenas *Ka'apor*, *Tembé*, *Panare* y *Chacobo* (Prance *et al.*, 1987). En Colombia, Cárdenas y López (2000) la consideran una de las familias más representativas en el Amazonas. Diazgranados (2006) la reporta como la segunda familia más rica en especies en la comunidad. Sin embargo, las palmas también son consideradas importantes para grupos no indígenas como los mestizos de *Tambopata* (Phillips *et al.*, 1994) y los afrocolombianos (Galeano, 2000). Esto se debe en parte por la considerable diversidad de especies y una amplia variedad de formas de uso, ya que la mayoría de sus partes son de utilidad en la elaboración de diferentes elementos y sustancias (Byg *et al.*, 2006; Paniagua *et al.*, 2007).

Un valor adicional de los productos elaborados a partir de las palmas es que presentan utilidades forestales no maderables, lo cual facilita la gestión del bosque que abarca este territorio. González (2003) considera que los productos forestales no maderables (PFNM) pueden ser una oportunidad para el aprovechamiento de los sistemas boscosos, de forma tal que la explotación de algunos de estos bienes no afecten significativamente a la estructura y composición de estos ecosistemas.

Considerando que las comunidades indígenas en su histórica estadía en la selva han conocido y practicado las formas de acceder al bosque provocando impactos mí nimos, las nuevas necesidades y costumbres han fomentado una serie de dificultades que en la actualidad afectan directamente a su propia cultura, estructura social, territorio y medio

ambiente. En el largo proceso de aprovechamiento insostenible del bosque amazónico, la promoción del beneficio de los productos forestales no maderables permitiría una mitigación parcial a esta problemática.

López y Cavelier (2007) consideran este plano económico de considerable magnitud, en la medida en que contribuye favorablemente, dado el progresivo incremento de su explotación, en el flujo de exportaciones de Colombia. De esta manera, el uso de esta especies de palmas no solo incide en un mayor beneficio ecológico, sino que supone un actividad lucrativa para la comunidad.

No obstante, tal como comenta Linares (1994), en Colombia no existe un desarrollo de técnicas de cultivo y manejo sostenible para las plantas de uso artesanal. En este sentido, la política exclusiva de promover los PFNM no es garantía de un acceso sostenible. Así lo confirma, por ejemplo, el caso de una de las especies más sobresalientes, la *Astrocaryum aculeatum*, de escasa presencia a saber de los indígenas. Ante esta situación, resulta necesario formular estudios poblacionales, estrategias de control de plantas útiles como la propuestas por López y Cavelier (2007) y elaborar protocolos de manejo como los presentados por Cruz (2004) para otras especies útiles en la elaboración de artesanías.

De igual forma, es relevante registrar la posible sobreexplotación del bosque inundable, dado que la mayoría de informes señalan a este ecosistema como la principal fuente de plantas útiles, además representa la mayor parte del área de la comunidad *Monifue Amena* y allí se ubica la mayoría de los hogares.

En cuanto a las categorías de usos, el hecho de que la categoría de atuendos y accesorios sea contemplada en un mayor número de informes conlleva a pensar que la actividad artesanal, en la actualidad, está más enfocada a la producción y comercialización de estos objetos. Por otro lado, la elaboración de elementos relacionados con objetos de subsistencia presentan una baja producción debido a su reemplazo por elementos de origen occidental.

En el aspecto cultural, cabe mencionar que a pesar del alto valor de las palmas en la mitología para algunos integrantes de la comunidad, es un saber en constante deterioro debido a la pérdida de prácticas que fortalecen la transmisión del conocimiento, como las charlas comunales en el *mambeadero* y la falta de un medio etno-educativo efectivo.

## 5. Conclusiones

Se identificaron 13 especies de palmas útiles en la elaboración de 31 objetos artesanales. Se destacan por su número de reportes las siguientes especies *Astrocaryum aculeatum*, *Bactris cf. fissifrons*, *Bactris gasipaes* y *Socratea exorrhiza*.

La várzea es la cobertura sobre la mayoría de las especies y, considerando su extensión, se debe promover el uso sostenible de la misma y admitirse como área prioritaria de estudio y conservación.

Las artesanías, como productos forestales no maderables, pueden ser consideradas como una alternativa para el aprovechamiento sostenible del bosque. No obstante, es

necesario fomentar estudios acerca del estado poblacional de las especies y protocolos para el uso y manejo de las mismas.

### Agradecimientos

Deseamos expresar nuestra gratitud a todos los integrantes de la comunidad indígena *Monifue Amena*, a quienes pertenece toda la información expuesta. Al profesor Mauricio Diazgranados, quien participó activamente en el desarrollo de la investigación. Al personal de los herbarios Amazónico Colombiano (COAH) y de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ).

### BIBLIOGRAFÍA

- Byg A., Vormisto J., y Balslev H. 2006, 'Using the useful: characteristics of used palms', in south-eastern Ecuador. *Environment, Development and Sustainability*, 8: 495–506.
- Cadena, C., M. Diazgranados-Cadelo y H.Y. Bernal-Malagón. 2007. 'Plantas útiles para la elaboración de artesanías de la Comunidad Indígena Monifue Amena (Amazonas, Colombia)', *Universitas Scientiarum*, Edición especial. Vol: 12: 97-116.
- Cárdenas, D. y López, R. 2000. *Plantas útiles de la Amazonia colombiana. Departamento del Amazonas*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
- Cruz, D. 2004. *Protocolos para el manejo sostenible de especies productoras de semillas utilizadas en artesanías aprovechadas bajo condiciones in situ en el Valle del Sibundoy, alto Putumayo*. Bogotá: Alexander von Humboldt.
- Davis, W. 1999. 'Culturas en Extinción', en *National Geographic*, 5 (2): 62 – 89.
- Galeano, G. 2000. 'Forest Use at the Pacific Coast of Chocó, Colombia: A Quantitative Approach', in *Economic Botany* 54 (3): 358-376.
- González, D.V. 2003. *Los Productos Naturales No Maderables (PNNM): Estado del arte de la investigación y otros aspectos. Biocomercio Sostenible*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".
- Henderson, A.; Galeano, G. y Bernal, R. 1995. *Field Guide to the Palms of the Americas*. Princeton: Princeton University Press.
- Herrera, N. 1996. *Listado general de oficios artesanales*. Centro de Investigación y Documentación. Bogotá: CENDAR.
- Linares, E. 1994. 'Inventario Preliminar de las Plantas Utilizadas para Elaborar Artesanías en Colombia'. *Universitas Scientiarum*. 2 (1) 7 – 43.
- Paniagua Zambrana, N. Y., A. BYG, J.-C. Svenning, M. Moraes R., C. Grandez & H. Balslev. 2007, 'Diversity of palm uses in the western Amazon'. *Biodiversity & Conservation* 16: 2771-2787.
- Phillips, O.; Gentry, A.; Reynel, C.; Wilkin, P. y Gálvez-Durand, C. 1994, 'Quantitative Ethnobotany and Amazonian Conservation', *Conservation Biology* 8 (1): 225-248.

- Prance, G.T.; Balee, W.; Boom, B.M. y Carneiro, R.L. 1987, 'Quantitative Ethnobotany and the Case for Conservation in Amazonia', *Conservation Biology* 1 (4): 296-310.
- Sanchez, M.; Duque, A.; Miraña, P.; Miraña, E. y Miraña, J. 2001. 'Valoración del uso no comercial del bosque – Métodos en etnobotánica cuantitativa', en Duivenvoorden, J. (ed.). *Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental*. Ámsterdam: IBED.
- UNESCO. 1999. 'Quantitative Ethnobotany. Applications of multivariate and statistical analyses in ethnobotany', *People and Plants*, 6:1-50.
- Vormisto, J. 2002a. 'Making and Marketing Chambira Hammocks and Bags in the Village of Brillo Nuevo, Northeastern Peru', *Economic Botany* 56 (1): 27 – 40.
- , J. 2002b. 'Palms as rainforest resources: how evenly are they distributed in Peruvian Amazonia?', *Biodiversity and Conservation* 11: 1025–1045.

# **El trasfondo socio-antropológico de la *praxis* médica tradicional. Una mirada a la medicina chamánica amazónica**

*Carlos Hugo Sierra*

## **Abstract**

The primary purpose of this article is to provide a panoramic view on shamanism, bearing in mind that is not only a fundamental reference to set the limits, resistors or harmonies of the Western positivist epistemology, but also, a living reality that is still present in many areas of the globe. The person in whom is synthesized the medical knowledge in each indigenous community (either, with their differences and nuances, indigenous sorcerer, healer, shaman ...) comes to provide and manage the meaning of the values which are the essential structure of the cosmos, by generating of new habitats and routes of adaptation of the individual through understanding and the operational and ritualized activity of mental imagery.

**Keywords:** *Shamanism, Traditional Medicines, Integrative Medicine.*

## **1. Introducción**

La paulatina implantación de las denominadas *medicinas tradicionales* y del *neochamanismo* en Occidente supone un novedoso fenómeno de re-apropiación de valores desde los cabe organizar formas inéditas de socialidad y, más aún, poner freno al proceso de *de-simbolización* que vivencia el individuo en su relación con el mundo. Algo de ello ya apuntaba D. Le Breton en su *Anthropologie du corps et modernité* cuando nos recordaba que las *medicinas complementarias* venían a movilizar los contenidos del imaginario colectivo en aras de dotar a la enfermedad de un *suplemento simbólico* que trastocase, en definitiva, los parámetros onto-epistemológicos de la medicina convencional (Le Breton, 1995). Aun cuando resulta complicado (tal vez imposible) transferir el sentido genuino de estos sistemas terapéuticos tradicionales desde los territorios indígenas (como por ejemplo los que disponen las tribus de la Sierra Madre occidental- Huicholes, Coras -, los situados en determinadas zonas de la amazonía -Yaguas, Cocamas, Witotos, Tikunas...-, o en Eurasia -pueblos Tungus, Manchúes...-) a las zonas urbanas de Occidente, es posible, no obstante, reconocer en ellos la capacidad de propiciar una suerte de *sutura* en la conciencia desgarrada (G. Durand), en esa fractura epistemológica (G. Bachelard) desde la que se proyecta un modelo de objetividad médica erigido sobre la fragmentación orgánica y la especificidad sintomatológica (Galimberti, 1996).

## **2. Fundamentos de una experiencia médica divergente**

A pesar de que, desde un punto de vista antropológico, el modo de intervención simbólico-espiritual chamánica responde a cierto pluralismo interno, el recorrido mental en estado de trance a través de los diversos ecosistemas existenciales (aspecto éste identificado por Mircea Eliade como un prerequisito para ser reconocido como chamán), marca, en términos generales, una experiencia curativa refractaria a las metriedades convencionales y a la causalidad objetiva. No en balde, el tratamiento curativo cultivado por el chamán remite a una red vinculativa o *empiria* simpática, en tanto que sus esfuerzos se centran fundamentalmente en reinstaurar la arquitectura existencial del enfermo mediante la profundización del hábito ritualístico homológico de descubrimiento, propiciación, curación o salvación (Rodríguez, 1988). Al hilo de ello, convendría recordar desde un principio que la semejanza constituye un eje rector dentro de la práctica médica tradicional puesto que, además de estructurar una fenomenología isopática de correspondencias, regula subrepticiamente los vínculos entre el microcosmos humano y el macrocosmos natural. En consecuencia, es posible sostener que esta ontología vinculativa palpita ya tras aquella temporalidad primigenia y antropogónica activada por el médico chamán / curandero, mediador entre *el mundo luminoso del mito* y *la realidad corriente*, cuando trata de restaurar al hombre en el orden cósmico, espiritual y sociocultural apropiado. El chamán, esto es, la figura en quien se sintetiza toda la experiencia terapéutica del orden sociocultural perteneciente a cada colectividad indígena (ya sea con sus diferencias y matizaciones, brujo, curandero, chamán, yerbatero...), viene a aportar y administrar eficazmente el sentido con el que se estructura el cosmos natural y sobrenatural, generando, de modo simultáneo, nuevos espacios vitales y vías de adaptación del individuo a través de una actividad operativa y ritualizada en el imaginario mental. En el fondo, éste opta, a la hora de suscitar conciencias alternativas o disociadas con aplicación real en la dimensión física de la experiencia humana, por recorrer sendas alternativas a los esquemas metodológicos de la racionalidad científica contemporánea. Lejos de la tradicional fractura entre orden y desorden, los esquemas dialógicos sobre los que se fundan los sistemas culturales indígenas permiten organizar la complejidad de lo real y fundar una geografía específica. Con ello, el horizonte cognitivo sustentado por el curandero posibilita la conversación y el uso de metáforas que integren la dimensión mágica, onírica o alternativa en el mundo físico cotidiano. Dicho de otro modo, la intervención del chamán en el plano simbólico implica resolver el problema físico de la enfermedad.

Todo ello nos retrotrae a los mundos arcaicos / míticos que yacen en las capas profundas del “inconsciente colectivo” de una comunidad (C. G. Jung), desde donde se extrae el contenido sapiencial y salvífico necesario para afrontar las fracturas del individuo y de la colectividad. Por lo tanto, inmergirse en las profundidades de la realidad unitaria pre-consciente supone acceder a los planos primarios del ser que todavía no se encuentran divididos por los esquemas de conocimiento racional. Es decir, la destreza operativa del curandero, con su carga emotiva y su capacidad de producir sentido, constituye un hecho primario y sintético, en la medida en que la dimensión simbólica del acto curativo proyecta una imagen holística de una parte de ese mundo unitario mítico. Inexplicablemente, el

cuero se comunica con el entorno a través del remedio chamánico (ya sea a través de mezclas herbales, actuación intersubjetiva, uso de placebos, interpretación de la realidad onírica, movilización y canalización energética), ya que éste logra aglutinar los rasgos expresivos del cuerpo ante cualquier estado alterado y, al mismo tiempo, impulsa una superación, mediante una identificación simpática, de las reacciones patógenas del cuerpo y del espíritu que perturbaron la integridad del mundo de sentido en que se instala la comunidad. No es casual, pues, que J. M<sup>a</sup> Fericglia se refiera a la práctica inmersiva chamánica como un procedimiento *adaptógeno* puesto que tiene que ver con procesos de decodificación y reorganización de la realidad ordinaria, ya sea mediante dinámicas de resolución ritual o mediante el consumo de substancias enteógenas. A primera vista, la enfermedad, desde esta perspectiva, presenta características particularmente interesantes en tanto que, indirectamente, rememora el ámbito de fuerzas trascendentes, ocultas y divinas, y re-actualiza el origen cosmogónico desde el que se cohesionan, por un lado, la historia vivencial del hombre y de la comunidad indígena y, por otro, el entorno organizado y estructurado de fuerzas naturales divinizadas. Es más, la enfermedad, en la medida en que supone una des-estructuración transitoria de la urdimbre que entrelaza los polos hombre-cosmos, quebranta el espacio / tiempo hierofánico en que se organizaba la colectividad. De acuerdo con ello, y a diferencia del esquema desarrollado en la medicina alopática moderna, la recomposición simbólica de la textura del ser se vuelve una necesidad imperiosa. Sólo así se logrará impulsar la capacidad autorregulativa del individuo tanto en el plano orgánico como en el psíquico-espiritual, y, a la vez, activar una transformación, inducida por la colectividad que lo socializa, de una profunda eficacia regeneradora. No resulta en modo alguno extraño encontrar en la base de tales procesos una concepción *hologramática* (E. Morin) desde la que es posible descubrir los rastros de cada parte en el todo y las huellas de la totalidad en cada fragmento (me refiero a M. Wolf, quien ha establecido una relación analógica entre la holografía y el modelo visionario chamánico (Wolf, 1990)). De lo dicho hasta ahora es posible inferir que los sistemas terapéuticos integrados en las medicinas tradicionales asumen e incitan el contacto con lo *númico* (R. Otto), con ese universo paralelo, invisible, de energías y espíritus, a fin de redimensionar el horizonte de sentido del entorno cultural en el que se produce el hecho patológico. La cosmovisión resultante, pues, se asienta sobre un difuso vínculo entre la realidad material e inmaterial (personas, animales, vegetales, piedras y montañas, espíritus...) o, dicho de otra manera, sobre un fondo fenomenológico caracterizado por la interrelacionalidad y la interdependencia. Es por ello que la enfermedad alcanza un grado de complejidad no existente en la medicina occidental ya que en estos pueblos las dolencias somáticas y psíquicas o del alma constituyen una realidad inseparable. Frente a aquel cuerpo convertido en un "vasto ensamblaje de aparatos de inscripción orgánica y tecnológica" (D. Haraway), transformado en un territorio informacional desvinculado de su capacidad de iniciativa y defensa propias (cuyo destino e integridad se une al poder resolutivo de la infraestructura tecno-médica), nos encontramos, por el contrario, con unos procedimientos que fomentan la soberanía del individuo sobre su propia realidad orgánica con el fin último de lograr el

equilibrio intra-psíquico y ciertos hábitos de interacción social que lo unan armónicamente con su mundo de sentido.

### 3. Marcos expresivos del cuerpo enfermo en la medicina chamánica

El horizonte de signos y señales que anuncian lo patológico desde la *anamnesis* chamánica, en tanto que muestra un ámbito vedado a la predicción, un residuo misterioso e incognoscible que extiende su sombra enigmática sobre la superficie y la espesura del cuerpo enfermo, desafía la certidumbre del diagnóstico convencional occidental. Así, la fascinante *participation mystique* (Lévy-Bruhl) del chamán en la vida dinámica del entorno provoca un efecto de *endopatía* con ese estado pre-lógico cargado de materia o fuerza anímicas en el que se ve envuelto. Y, como consecuencia, se hace necesario revisar y actualizar la interpretación de la totalidad de intermediaciones que desembocan en un estado patogénico puesto que la red de relaciones que desembocan en un caso de enfermedad es irrepetible (aún cuando subsiste cierto canon estandarizado desde el que es posible una experiencia médica acumulativa). Es decir, el complejo de tal haz mediacional es único y singular en su configuración sintomatológica. La sintomatología chamánica incrementa la complejidad cuantitativa y cualitativa de la enfermedad en cuanto símbolo encarnado y, por ello, logra rebasar los cuadros de significación y expresión tradicionales por los que se canaliza el fenómeno patológico, o sea, los marcos sintomatológicos alopáticos. Hasta cierto punto, se trata de un cuadro organizado de síntomas que no se encuentra fijado en una estructura predeterminada y estática, sino que más bien constituye una realidad flexible, huidiza y dinámica ajustada a las trayectorias personales de cada experiencia vital dentro del ecosistema propio. Es por ello que, en el planteamiento médico tradicional el signo, el síntoma es descubierto y explorado, perseguido y apresado, sentido y meditado porque se trata de una entidad viva integrada. En el vuelo chamánico hacia el reino de lo *mitogénico* no basta con una extracción de datos logificada y abstracta sino que la enfermedad se retoma desde una mirada nueva, desde una comprensión profunda del significado de la dolencia para la vida del paciente. Se trata de alumbrar la “verdadera” patología, la forma precisa de actuar del mecanismo de defensa, y por lo tanto, el remedio más apropiado que pueda conducir a la curación. Ha aquí el sentido profundo del chamán como técnico de lo sagrado, como inductor, a través de determinadas ceremonias, de la curación individual y colectiva.

Ahora bien, el centro de gravedad simbólico que cerca la enfermedad no es sino la expresión del cruce entre la estructura jerárquica de planos en los que se organiza la vida humana (desde el plano mental, donde se desencadenan cambios de la comprensión o de la conciencia, pasando por el plano emocional, hasta el plano físico de la existencia), y la atribución de sentido originado por el pormenorizado registro de la totalidad de signos / síntomas que se circunscriben a cada plano. En todo caso, la cosmovisión construida a través del ritual reparador chamánico parte de la sólida presunción de que el cuerpo

humano en nada se asemeja a una entidad aislada y que la auto-constitución y la emergencia de los mecanismos de autodefensa que le caracterizan se estructuran en torno a un complejo de intermediaciones armónicas con el universo o con el entorno. Siendo así, las fronteras que determinan lo real no son consideradas como barreras impermeables y separantes, que escinden los ámbitos de la existencia y producen dominios ontológicos distintos. Más bien, como queda expresado por Comaroff (1985)<sup>1</sup>, equivalen a espacios integradores del medio ambiente en el cuerpo y enlaces mediadores con el mundo. No hemos de encontrar, entonces, sino un *continuum* fluido y dinámico que comunica todos los sectores de la vida ya que, desde la óptica chamánica, las leyes que rigen el universo no son distintas de las que gobiernan las funciones de los organismos vivos. La piel, considerada como la frontera limitante más manifiesta y exteriorizada, canaliza los niveles de armonía y compatibilidad con el medio partiendo de un originario estado de equilibrio dinámico y de afectación mutua. No hallaremos, en definitiva, las causas de la enfermedad estrictamente en la agresión o en el derrumbamiento de las supuestas barreras protectoras garantes de la salud, sino precisamente en la ruptura de ese precario estado de equilibrio en los flujos de influencia. El cuerpo enfermo más se asemeja a una realidad especular que refracta hacia los territorios exteriores las imágenes de los movimientos, desplazamientos e interacciones internas, dispuestas ya a la función re-interpretativa y de reubicación auspiciada por la exploración chamánica (Godelier, 1986: 87)<sup>2</sup>. De esta manera, se apuntala otra propiedad que se deja entrever bajo ese eje gnoseológico, es decir, la capacidad del cuerpo humano de generar un contexto simbólico / expresivo que resuelva sus relaciones dinámicas con el entorno (ya sea externo o interno). En tanto que la indagación cuidadosa del médico-chamán se sitúa tanto en el ámbito exterior como en el interior de la corporalidad, la medicina tradicional se asienta sobre la profunda y constante fuente de producción de sentido que despliega el cuerpo (en el plano físico, el plano mental y emocional). A fin de que toda aquella riqueza simbólica obtenga una expresión encarnada, la medicina chamánica opta por reconsiderar la fronteras corpóreas, no ya como meros parapetos protectores de la opacidad o murallas obstaculizadoras de cualquier relación que intente traspasarlas sino como campos transparentes y porosos, abiertos a cualquier tipo de vínculo, transformación, conflicto o influencia. Tal es así que entre los regímenes de expresión corpórea y la morfología de las propiedades del componente terapéutico (ámbito vegetal, mineral, animal) existen muy estrechos vasos comunicantes. Hasta el extremo de que el remedio abre un campo fenoménico co-implicado que ajusta la propiedad suturante y re-ordenadora del acto curativo con la capacidad reactiva del cuerpo ante algo ajeno pero que, de alguna extraña manera, le es común. Entendido de este modo, el desorden patológico es una descomposición del régimen armónico de relaciones entre lo corpóreo y el medio

<sup>1</sup> “El cuerpo interviene en toda acción emprendida en el mundo y al mismo tiempo es el ser y el universo de relaciones sociales y naturales de que forma parte. Aunque el proceso no se refleja, la lógica de ese universo está escrita en los símbolos “naturales” que el cuerpo proporciona”.

<sup>2</sup> “Es en el propio cuerpo, más que en el pensamiento que argumenta conscientemente, donde se lleva a cabo la “íntima convicción” que remata la demostración que busca la conciencia”.

ambiente. Esa situación habría que considerarla un paso previo, una causa que puede desencadenar lo que realmente produce la enfermedad que es, en última instancia, la incapacidad del organismo para metabolizar, para afrontar las influencias externas e internas. Se trata, pues, de la lucha por atraer lo indiferenciado a lo diferenciado, de devolver el sinsentido a un estado de sentido, de ordenar las dinámicas tensas causadas por el desorden, o sea, de establecer de nuevo *límites, fronteras* que reconduzcan y canalicen las relaciones e influjos hasta niveles óptimos de equilibrio y armonía. El *limes* de lo corpóreo gestiona la interiorización de la influencia ambiental para conservar su equilibrio dinámico con un mínimo de alteraciones, dado que el mecanismo de defensa trata constantemente de crear y mantener ese equilibrio.

En el fondo, el problema de lo patológico en la práctica médica tradicional se mueve en torno a las dificultades para construir un marco de sentido que se acomode a las condiciones cambiantes del entorno. En ese sentido, la enfermedad aparece cuando se da una quiebra en la intermediación ontológica entre lo corpóreo y el medio ambiente. Dicho de otra forma, subsiste en el *corpus epistemológico* de la medicina tradicional acerca de lo patológico la idea de que el ser-cuerpo, en el momento mismo de la dolencia, es incapaz de administrar los flujos de transmisión y de control de los marcos de ordenamiento de sentido, o sea, se muestra incapaz, sin la ayuda inductora del chamán, de superar de modo aislado la fase transitoria que le conectaría con un nuevo orden de complejidad.

En suma, la vía de articulación de la experiencia vital desde el encaje imaginal con el mundo que desarrolla la visión chamánica ofrece una perspectiva integral del ser humano dentro de una realidad numinosa. Acomete el desvelamiento de una ontología implicativa (*ecopática*), más allá de toda explicación racional (*abstracta*) de la enfermedad, desde la que cabe escrutar en toda su complejidad la lógica relacional del ser. Con esta toma de posición, una perspectiva transcultural de la medicina tradicional nos impele a ser conscientes de la urdimbre misteriosa que vertebría el acontecer humano, a reestablecer los nexos entre los diversos planos de lo vital frente al hiato abierto por la ciencia médica reduccionista. Supone, además, elevar a la superficie una cosmovisión que en occidente había quedado oculta, aunque persistiese la íntima intuición de que, en realidad, siempre ha formado parte inherente de nuestro propio *humus*.

En definitiva, si bien resulta harto complicado por su *in-equivalencia* (como nos lo recuerda J. Bucher a la hora de estudiar la psicología clínica desde una perspectiva transcultural) lograr analizar con precisión las diferencias de fondo de los sistemas terapéuticos correspondientes a cada universo cultural, parece evidente que las corrientes médicas tradicionales resolverían con acierto la religación simbólica de aquellos *reversos del ser* de los que habla Ortiz-Osés (1995)<sup>3</sup>, es decir, asumirían la toma en consideración de

<sup>3</sup> “Pero el acceso a esta relación de los contrarios exige un proceso casi ritual de iniciación en la otredad, capaz de asumir imaginalmente lo que nos excede; para lo cual se precisa el simbolismo no sólo como pensamiento proyectivo (prospectivo), sino como “rito de paso” que nos conduce al límite: los reversos del ser, la ausencia y lo inconsciente. Pues todo símbolo excede la realidad dad y su razón escueta en dirección hacia su relación amplificada: en la cual el referente-la referencia-obtiene su aferencia, religación o sentido”.

la magnitud inconsciente y de otros planos de sentido como elementos consubstanciales en una definición multidimensional de la enfermedad y como factores condicionantes del sí-mismo. Algo que en el contexto occidental, y salvo afortunadas excepciones, ha sido tradicionalmente inadvertido e ignorado, bajo la creencia de constituir un mero epifenómeno irracional, por la avasalladora luminosidad de la razón ilustrada. Quedaba, en resumidas cuentas, destinado a permanecer en las sombras de nuestra herencia cultural dominante.

#### 4. Prognosis del escenario médico. Hacia una *Medicina Integrativa*

Es cierto que los valores-raíz de las culturas indígenas y sus sistematizaciones epistemológicas relativas al campo de la medicina chamánica son contemplados desde occidente, en general, como un desafío radical a sus bases gnoseológicas y a la propia organización médica. Este fenómeno viene a descubrir, por otra parte, el alcance de la *praxis* médica occidental para movilizar resistencias en el plano científico, político, comunicativo, institucional, legislativo, etc. Desde ese punto de vista, las confrontaciones entre los planos de legitimidad médica impulsan un espacio desestructurado, tanto en los contextos originales de la cultura indígena como en aquellos colectivos receptivos a esta sabiduría medicinal situados en Europa o Norteamérica, en el que el individuo puede verse carente de criterios para asumir la iniciativa curativa. Aunque algunos autores ya han apuntado al ambulatorio como el contexto en el que las Medicinas Alternativas y Complementarias y la medicina Convencional deben coexistir, parece que todavía constituye un paso germinal. Mucho más lejano parece el hecho de que los esquemas médicos de las comunidades indígenas puedan ser aceptados e incorporados a tales espacios de institucionalidad médica. Sin embargo, no es posible sustraerse a la convicción de que las instituciones de salud pública futuras se asentarán en espacios sociales ideológicamente heterogéneos y, por tanto, deberán responder a las bases culturales y a los puntos de vista personal de cada paciente. El principio de libertad de terapia puede ser, pues, la clave para la conservación de las tradiciones médicas chamánicas, en la medida en que la enfermedad pasa a ser una amenaza existencial, es decir, un acontecimiento vital condicionado por la experiencia personal y el mundo de vida del individuo afectado. Al respecto, ya comienzan a haber autores (P. Unschuld) que contemplan el sistema médico por venir estructurado por una *medicina núcleo o nuclear* (centrada en el paradigma asumido universalmente de las ciencias naturales y la tecnología) y por *satélites medicinales o de sabidurías de curación* (basados en paradigmas médicos complementarios a los que sólo recurren determinados grupos sociales). La tradición médica chamánica, así, podría tener cabida como un complemento médico ajustado a los parámetros de una *Medicina Integrativa*, en la que se compaginasen el interés de los pacientes por los cuidados alternativos y los procedimientos y prácticas de la medicina alopática. De esta manera, la *Medicina Integrativa* abriría un horizonte de armonización médica en la que definitivamente pudiera restaurarse la capacidad del paciente de decidir entre diversas posibilidades (Katz, 2003:5).

Así las cosas, todo parece indicar que la organización terapéutica del sistema médico posee una resolución cultural. En tanto que los procesos de conformación de la experiencia somática responden a los deslizamientos culturales, no sólo la significación de lo patológico, sino también el efecto curativo presenta una dimensión particular y contingente. La memoria colectiva generada por los grupos amazónicos acerca de los micro-hábitats (espacios, transacciones, intercambios...) en los que se asientan produce un universo representacional y unas prácticas curativas desde las que se desprende una particular visión del mundo (*ethos*) y un tipo de solidaridad grupal determinada. No es de extrañar, por consiguiente, que los modelos corporales engendrados en el substrato moviente de cada cultura condicionen, de modo más decisivo que la instrumentalidad y verificación objetivas, las estructuras básicas de la acción terapéutica (algo defendido por autores como M. Foucault. A. Kleinman o P. Unschuld). En definitiva, quizá sea conveniente recordar que la historia de la medicina revela que la elección por parte de una comunidad de un conjunto de sistemas terapéuticos no se sustenta en la efectividad de las mismas, sino en el universo de valores e ideas que se encuentran contenidas en ellas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atkinson, J. M. 1992. 'Shamanisms today', en *Annual Review of Anthropology*.
- Comaroff, J. 1985. *Body of power, spirit and resistance: the culture and history of a south african people*, University of Chicago Press, Chicago.
- Durkheim, E. 1992. *Las formas elementales de la vida religiosa*. Akal, Madrid.
- Eliade, M. 1964. *Shamanism: archaic techniques of ecstasy*. Routledge, London.
- Fericgla, J. M.. 1993. '¿Alucinógenos o adaptógenos inespecíficos?'. Propuesta teórica para una innovación del estudio de los mecanismos cognitivos de adaptación cultural', en *Revista de Antropología Social*, Universidad Complutense de Madrid, nº 2.
- Galimberti, U. 1996. 'La enfermedad, entre el cuerpo y el organismo', en *Archipiélago*, nº 25.
- Gluckman, M. 1976. 'La lógica de la ciencia y de la brujería africanas', en VV. AA., *Ciencia y Brujería*, Anagrama, Barcelona.
- Godelier, M. 1986. *La producción de grandes hombres*. Akal, Madrid.
- Holmberg, D. 1983. 'Shamanic soundings: femaleness in the tamang ritual structure', en *Signs: Journal of Women, Culture, and Society*, 9 (1).
- Hultkrantz, A. 1988. 'El chamanismo: ¿un fenómeno religioso?', en VV.AA . *El viaje del chamán*, Kairós, Barcelona.
- Jung, C. G. 2000. *Tipos psicológicos*. Editorial sudamericana, Buenos Aires.
- Katz, D. L. 2003. 'La Integración de la Medicina Convencional y No Convencional: Tendiendo un puente sobre las turbulentas aguas del cuidado de la salud', en *Humanitas, Humanidades médicas*, Volumen 1, N° 2.

- Larsen, S. 2000. *La puerta del chamán*, Martínez Roca, Barcelona.
- Le Breton, D 1995. *Anthropologie du corps et modernité*. Presses Universitaires de France, Paris.
- Lévi-Strauss, C.1968. *Lo crudo y lo cocido*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Naranjo, C. 1974. *The Healing Journey*, Pantheon Books, Nueva York.
- Ortiz-Osés, A. 1995. *Visiones del mundo. Interpretaciones del sentido*. Universidad de Deusto, Bilbao.
- Reichel-Dolmatoff, G. 1975. *The Shaman and the Jaguar Temple*. Temple University Press, Filadelfia.
- Rodríguez de Areia, M. L. 1988. 'Malades et bien-portants: une symbolique pour l'étude de la production sociale de la maladie', en *Antropología Cultural, II Congreso Mundial Vasco*, Eusko Ikaskuntza.
- Villoro, L. 1984. *Creer, Saber, Conocer*. Siglo XXI, México.
- VV. AA. 1997. *Chamanismo. El arte de Curar*. Temas de hoy, Madrid.
- Wolf, M. 1990. 'The woman who didn't become a Shaman', en *American Ethnologist*, Universidad de Iowa, vol. 17(3).



# **Saúde e cultura indígena no alto Rio Negro**

*Claudia Soares Martins*

## **Abstract**

Indigenous peoples around the Upper Black River have lived in prolonged contact with western society, suffering cultural and environmental impacts. The intense population regional movements, derived mainly from education and the increase of trips to the city with the purpose of visiting relatives are important factors which contribute to provoke outbreaks and epidemics. These movements will make the situation of population health worse, particularly with regard to diseases. One of the challenges for the Indians who live in the Upper Black River was ensure their traditional food sources regularly, a problem caused by population growth, the imbalance of the environment and the contact with non-indigenous societies.

**Keywords:** *Health and indigenous culture on the Black River, State of Amazonas, Brazil.*

## **1. Introdução**

Neste trabalho abordamos questões relacionadas ao tema da saúde indígena, de modo articulado com a questão ambiental, apresentando dados etnográficos que contribuem para um melhor entendimento e conhecimento sobre saúde indígena em seu ambiente natural, com a intenção de mostrar a importância da valorização do seu espaço. Portanto, este trabalho se insere num contexto em que a medicina indígena sofre mudanças significativas a partir do contato com não-índios. Assim, o conhecimento vai se transformando e sendo reelaborado na medida em que se introduzem elementos novos dentro de um espaço social, onde as relações são mais intensas. Especificamente no contexto do Alto Rio Negro, esta reelaboração dos povos indígenas no contexto social é intensa e significativa. As questões levantadas e os elementos aqui apresentados reafirmam que todo o conhecimento relacionado ao corpo, à saúde e a doenças é construído culturalmente, elaborado num processo dinâmico através do tempo (na mitologia) e do espaço social (território e contexto ecológico).

É importante salientar que a região conhecida como Alto Rio Negro vem passando por um processo de perdas e transformações culturais. Os povos indígenas envolvidos neste processo fazem parte dos grupos lingüísticos *Maku*, *Tukano* e *Arawak*. Esse processo fez com que as populações indígenas dessa região buscassem interagir e procurar, por meio de suas mitologias, memórias e tradições orais, introduzir elementos que justificam sua

presença nesse território como povos distintos, reafirmando suas identidades étnicas e, ao mesmo tempo, integrando-os ao contexto social e ecológico da região.

Estas populações estão em contato com as frentes de colonização desde o século XVII e têm-se notícias que ocorreram inúmeras epidemias de sarampo, varíola e gripes que dizimaram grande parte da população. Desde a chegada dos atuais missionários na região, por volta de 1916, foram introduzidas enormes mudanças no sistema econômico-político-cultural-social dos povos indígenas (ISA, 2000).

A maneira como foram feitas essas mudanças afetou consequentemente o equilíbrio existente na região e nas culturas dos povos indígenas que foram obrigados a reelaborar as suas concepções de saúde e doença. Não se quer dizer, aqui, que os novos conceitos ou concepções de saúde e doença, introduzidos pelos não-índios e baseados num discurso eminentemente higienista discriminador, foram aceitos pacificamente pelos índios. Esta nova concepção, trazida pelos missionários, pôs fim a um número significativo de práticas xamânticas, consideradas como “coisas do diabo”. Muitos pajés tiveram que se esconder e aceitar a proibição de não praticar pajelança.

## 2. Desenvolvimento

A percepção da população do Rio Negro em relação à saúde está ligada à boa alimentação, à felicidade e à alegria, a permanecer na comunidade, a ser benzido pelos pajés e a ter disposição para o trabalho. Em relação às doenças, as percepções remetiam a “um sentimento que a pessoa tem no corpo”, à tristeza, indisposição para o trabalho, à falta de vontade de conversar e de restrições alimentares (Argentino, 2005).

### • Medicina Tradicional

Para pensar em Medicina Tradicional entre os povos indígenas do Rio Negro há que se levar em consideração a memória coletiva e a especificidade de cada grupo étnico quanto à sua posição dentro desse contexto étnico e cultural. Cada grupo indígena da região tem seus Pajés, Kumus e Baiás (benzedores), os quais possuem suas próprias práticas de preparação para a vida de seus pares de acordo com as tradições míticas de seus povos. Tal prática, segundo os próprios índios, distingue-se pela posição hierárquica existente na estrutura social vigente entre os grupos étnicos do Rio Negro, na qual, de acordo com essa posição, recebem nomes próprios tradicionais, indicando os níveis hierárquicos na estrutura de cada grupo. Esta característica não elimina a possibilidade de um Kumu preparar, prevenir e curar uma pessoa que não pertença a seu grupo étnico de origem.

Preparar o corpo para a vida significa determinar o que o indivíduo vai ser para o grupo e seu clã, que as “trilhas da vida” estão abertas para ele exercer o seu papel social ou simplesmente viver sua existência. Entre os povos indígenas do Rio Negro, o indivíduo é preparado/benzido, seguindo-se a um conjunto de práticas apropriadas, antes mesmo de

nascer. Após o nascimento, durante a vida e até a morte são proferidos benzimentos para que possa se viver bem neste mundo. Esses benzimentos são realizados pelo Kumu, por meio de narrativas mitológicas relacionadas aos conhecimentos terapêuticos e de proteção, para prevenção e proteção contra forças externas que provocam o desequilíbrio, possibilitando a entrada de doenças no corpo.

De acordo com Athias (2002), citado por Cavalcante, Athias e Paula (2002), *Doenças e mortes entre os índios do Rio Negro têm como causa principal a redução das práticas e crenças e da transmissão de saberes tradicionais entre eles, bem como o devido equilíbrio da natureza promovido pelos “agentes da sociedade envolvente”*. Esse fato evidencia que determinadas mortes e doenças podem ser resultado de fatores de ordem interna a eles, ou externa. A diminuição do uso dessas práticas e da transmissão dos saberes tradicionais acarreta como resultado de fatores internos, que por muitos anos, foram coibidos do exercício desses saberes e consequentemente de sua transmissão, que levaram os profissionais de saúde, em nome da Biomedicina, a não valorizarem os saberes tradicionais fazendo com que se reduza ainda mais, as práticas terapêuticas tradicionais, lhes faltando, por conseguinte um princípio básico da ação humana: o de respeito à alteridade. Quanto aos fatores de ordem externa, concentra-se na ação predadora dos “brancos” com a natureza, extraíndo desordenadamente recursos naturais e devastando a floresta; isto traz descontentamento aos “protetores da natureza” que agem promovendo doenças infecciosas na região, significando castigo para os índios.

A medicina tradicional entre os índios do Rio Negro dá pistas de que tem que ser repensada a prática dos profissionais de saúde local, demonstrando sensibilidade, possibilitando escutar os problemas de cada comunidade ao visitá-las. Características que apontam um caminho no qual se possa aliar saberes tradicionais a medicina ocidental, sabedoria dos índios com os remédios dos “brancos”.

### •Impacto Ambiental

A diversidade de paisagens naturais no Alto Rio Negro tem uma relação direta com a distribuição e disponibilidade dos recursos naturais importantes para a vida das populações da região (caça, pesca, fibras e palhas para a construção e utensílios, terras férteis para a agricultura e assim por diante). Vê-se assim que as populações indígenas dessa região exploram um vasto território na busca dos recursos alimentares, medicinais e outros imprescindíveis para sua sobrevivência física e social. Dentre esses recursos pode-se mencionar: folhas de palmeiras utilizadas para cobertura das casas; madeira ou casca de árvore empregadas em paredes das casas; tucum e tucumã para feitura de cestas, cordas e fios; venenos para pesca e caça, dentre outros.

Estas limitações e potencialidades dos ecossistemas do Alto Rio Negro orientam e determinam, de maneira evidente, os padrões de assentamento, a densidade populacional, bem como a procura de produtos alimentícios e as modalidades de relacionamento e intercâmbio econômico entre os diversos povos dessa região. De acordo com Moran (1990), “as populações indígenas devem recorrer a ‘estratégias de diversificação’ de modo a melhor explorar os recursos naturais distribuídos em seu território”. Tais estratégias empregadas pelas populações indígenas foram desenvolvidas ao longo dos séculos de ocupação e experiência nesta região e tem lhes possibilitado lidar com as limitações de seu ecossistema, sem degradá-lo e empobrecê-lo, assegurando o equilíbrio ecológico e o bem-estar no Alto Rio Negro.

O Rio Negro sempre foi cobiçado devido às riquezas localizadas nas florestas e no fundo dos rios... A Biodiversidade! Foi assim desde o ano de 1500. Onde está o ouro? Onde está o Pau-Brasil? Tudo “garimpado” para a Europa, para as terras além do mar...

Segundo Athias (2002), na década de 1980,

*Surgiu o garimpo... Centenas de pessoas garimpando. Como o resultado foi insignificante o garimpo desapareceu. Ficaram apenas buracos, então veio o período da cheia do rio e a mãe natureza reconstituiu tudo, desaparecendo os vestígios. Mas em 1983, foi descoberto ouro numa serra de uma comunidade indígena tukano. A febre do ouro se alastrou por toda a região atraindo índios e brancos.*

Posteriormente, vieram mineradoras que violaram comunidades, culturas, rios, cachoeiras e florestas. Foi um período de violência e morte, de prostituição e de alto custo de vida, porque a moeda corrente era o ouro. O governo deixou os garimpos se organizarem e invadirem as terras indígenas. Hoje é preciso repensar o garimpo como forma de sobrevivência, considerando que é uma atividade desenvolvida em pequena escala por integrantes dos povos indígenas. Como montar uma garimpagem racionalizada que respeite o meio ambiente em que o índio seja protagonista?

### **3. Considerações Finais**

As considerações a seguir foram sistematizadas no sentido de orientar discussões que são efetuadas nos diversos fóruns, como, por exemplo, conselhos locais de saúde e assembléias indígenas, que acontecem nas diversas áreas da região.

- Que sejam incluídos nos currículos escolares nas diversas áreas, conteúdos específicos que resultem em aulas para as crianças sobre a medicina tradicional, destacando a sua valorização;
- Que seja garantida a participação e o acompanhamento aos hospitais e centros de referência de agentes de cura tradicional ou pajés, quando a família do paciente assim o desejar.

- Que sejam discutidas questões sobre gestão ambiental da terra indígena e, a partir delas, definir atividades econômicas sustentáveis que possam ser desenvolvidas de forma planejada.
- Capacitação de profissionais da saúde da região com objetivo de instrumentalizá-los para trabalhar de acordo com a realidade das populações locais.

Sem dúvida, deverão existir outras sugestões no sentido de revitalizar a prática tradicional de cura que durante muitos anos foi reprimida pela ação missionária. Espero que esse seja apenas um início de um debate que atualmente está acontecendo na região do Rio Negro.

Vale a pena lembrar que a valorização da medicina tradicional no Rio Negro é crucial para um bom atendimento de saúde que permita revitalizar os valores culturais indígenas.

### **Agradecimientos**

Agradecemos à FUNAI, à Universidade de Brasília, a técnica Maria Eliza R. R. Leite (FUNAI), a Paulo Roberto (Fiocruz) ao Prof. Gerson S. Mól (UnB).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Argentino, S. 2005. Rio Negro, in Bitencourt, Maria (Org). *Acre, Rio Negro e Xingu: a formação indígena para o trabalho em saúde*. São Paulo: Saúde Sem Limites.
- Cavalcante, A. 2002. Athias, Renato, Brandão, Maria do Carmo, Paula, Nilton César de (Org). *Saúde Indígena em São Gabriel da Cachoeira (AM): uma abordagem antropológica*. Recife – PE: Líder gráfica e Editora Ltda.
- INSTITUTO SOCIO-AMBIENTAL (ISA). 2000. Mapa Livro *Povos Indígenas do Alto Rio Negro*. FOIRN – Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro.
- Morán, E. 1990. *A Ecologia Humana das Populações da Amazônia*. Petrópolis: Editora Vozes.



# **Los entierros de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), entre el pueblo Tikuna, una tecnología plenamente sostenible con el recurso hídrico e hidrobiológico en la Amazonía**

*Luis Eduardo Acosta Muñoz*

## **Abstract**

Amazonia, bearing in mind its highly cultural and biological diversity, has prompted the development of multiple relationships between man and nature. The use of the natural resources by the native communities leads them to construct their own technologies in order to reach a sustainable use of the food from the jungle. By means of the knowledge of the cycle of yuca production (*Manihot esculenta* Crantz) and of the ecosystem, natives have controlled the yuca production with the purpose of obtaining a offer diversification and a technological improve. The research carried out with native communities known as Tikuna, has contributed to document the use and management of successful traditional technologies related to food security, traditionally implemented by native and not native communities in the Colombian Amazonia.

**Keywords:** *Traditional knowledge, Clean technology, Tikuna, Colombian Amazonia, Yuka.*

## **1. Introducción**

Abordar aspectos de la producción en la Amazonía, en el marco de los sistemas de cultivo indígenas y dentro del mosaico cultural, ambiental y de contacto, es un asunto complejo, toda vez que esta temática articula diversos modos de apropiación espacial del medio amazónico, aspectos de un sistema simbólico y cultural en el manejo en la selva húmeda tropical en el que se integran la caza, la pesca y la recolección; y en el cual los pueblos indígenas han dado respuestas diversas en cuanto al uso y manejo en los hábitat de la Amazonía.

Las prácticas indígenas empleadas en la administración de los espacios de cultivo y la manipulación de la selva han transformado el medio ambiente. Éstas han ayudado a la biodiversidad, desarrollado formas de manejo del medio, que se han adecuado a los diversos paisajes, y que se basan en un tipo especial de relaciones entre estas sociedades y el medio ambiente. No obstante la producción tradicional efectuada por los pobladores de la Amazonía, como resultado del poblamiento reciente del bosque húmedo tropical, está conllevando serios impactos ambientales y un decrecimiento acelerado en las condiciones de vida de los habitantes de la región.

En este sentido, los resultados de la investigación aportan elementos para estimular experiencias culturales para la conservación de alimentos, socialmente aceptadas y ambientalmente limpias, que promuevan un uso intensivo de los suelos en las zonas

inundables como alternativa productiva viable, competitiva, de bajo impacto ambiental para la región y que disminuya la presión sobre el bosque.

## 2. Biodiversidad y seguridad alimentaria

Entre los Tikuna<sup>1</sup> la base alimentaria es la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), la cual cultivan tanto en suelos inundables y/o várzea como en zonas altas del río Amazonas. En el Trapecio Amazónico colombiano la várzea representa el 2% y se caracteriza por presentar suelos fértiles, pero sufren una inundación anual que limita su uso. El periodo de cosecha en que se realiza en la várzea está limitado por el aumento del nivel freático del río Amazonas. Especialmente, la cosecha de la yuca se ve presionada por la baja resistencia de la especie al encharcamiento. Este hecho ha motivado a los Tikuna a desarrollar tecnologías efectivas y eficientes de conservación de la especie.

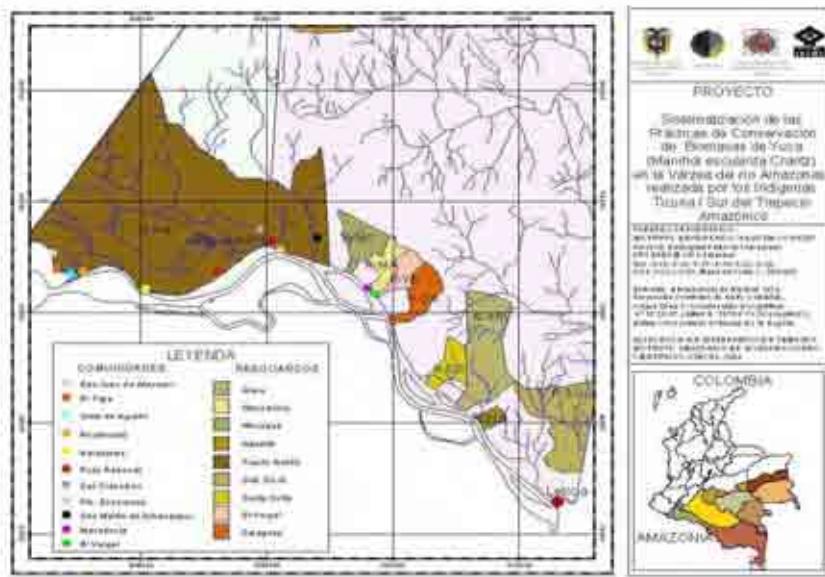
## 3. Localización de los indígenas Tikuna en Colombia

Los Tikuna cultivan en la actualidad yucas de las denominadas variedades dulces y amargas. Se sabe que el cultivo de yuca brava y el conocimiento tecnológico asociado a su transformación y eliminación del cianuro, fue adoptado por los Tikuna a partir de grupos de habla tupí con los que sostuvieron un importante y rico intercambio cultural.

Respecto a los cultivos de várzea entre los Tikuna, se destaca la articulación de los procesos ecológicos relacionados con los ciclos de inundación periódica del río Amazonas; el desarrollo de variedades de ciclo vegetativo corto (entre 4 y 7 meses) con importantes rendimientos, y el desarrollo de técnicas de conservación de biomasas de yuca mediante fermentación anaeróbica por enterramiento bajo tierra. La yuca es el cultivo mas importante en la Amazonía, estrechamente asociado a las mujeres; es, sin duda, el de mayor importancia para el pueblo indígena Tikuna dada la domesticación, uso y manejo de 21 variedades de yucas dulces y 17 de yucas amargas, que aportan un volumen significativo dentro de la producción alimentaria.

---

<sup>1</sup> El pueblo Ticuna en el Trapecio Amazónico vive en aldeas sobre la ribera del río Amazonas a lo largo de 116 Km.. Su vida cotidiana gira en torno a los cultivos de diferentes productos agrícolas, especialmente yuca (*Manihot esculenta* Crantz), con la cual elaboran la fariná para el autoconsumo y para vender en los mercados de Leticia y Puerto Nariño principalmente. También son pescadores, cazadores y recolectores de productos de la selva. En relación con la cultura material conservan la elaboración de hamacas, bolsos y otros productos artesanales con fibras vegetales, fabrican flechas, remos, canoas, entre otros. Su territorio ancestral está fraccionado por las soberanías de: Brasil, Colombia y Perú. Entre los Ticuna existe redes de alianzas, parentesco e intercambio matrimoniales entre asentamientos de ambas partes de la frontera. Lo anterior provoca una alta movilidad socio-espacial interfronteriza dada las condiciones socioeconómicas en los diferentes Estados nacionales.



Entre los Tikuna, la yuca constituye la base de la alimentación, significa entre el 70 y el 80% de la ingesta diaria familiar. La importancia cultural de la yuca se refleja en la variedad de preparaciones en la que se consume y su diversidad culinaria. El aprovechamiento de las diversas variedades de yuca está relacionado con una rica culinaria de consumo en la Amazonía y entre las que se destacan diversas preparaciones como la *fariña* en la que se prefieren yucas amarillas, el *casabe* de yucas blancas, el *masato* de yucas suaves, el *tucupi* preparado del extracto de yuca brava, la *manicuara* preparado con hojas tiernas de yucas blancas, la *tapioca* de almidón, entre otros. Las diversas preparaciones ofrecen una variedad alimentaria donde se aprovechan las propiedades nutricionales de la yuca; así por ejemplo, las fariñas de yucas amarillas fermentadas en agua favorecen la absorción de carotenos; la preparación de sopas con hojas de yuca, aprovecha el contenido proteico presente en las hojas tiernas, etc.

#### 4. Conservación de biomasas de yuca

Los Tikuna, al igual que otros pueblos indígenas de la Amazonía, han desarrollado una tecnología de transformación de la biomasa de yuca en fariña que posibilita la conservación de un producto perecedero a bajo costo. El proceso fue aprendido por los Tikuna de los Omagua, una de las sociedades indígenas más desarrolladas que existieron en la Amazonía. Los Omaguas, quienes generalmente ubicaban sus plantaciones en las islas, acostumbraban a recolectar sus cosechas en enero y febrero con el objeto de atenuar la escasez de alimentos en la estación en la que los suelos se inundan (marzo a junio). Los tubérculos de yuca dulce y amarga se cosechaban antes de las inundaciones y se enterraban en agujeros en la várzea, donde permanecían hasta que bajaba el nivel de las aguas. Los Omagua y los Tikuna mantuvieron una permanente rivalidad por las zonas de várzea, por

su potencial agrícola y pesquero. Luego de la extinción de los Omagua, los Tikuna toman el dominio absoluto sobre las zonas de várzea.

En la tecnología de conservación de biomasas de yuca, la fase de desenterramiento es la más importante, ya que de su manejo depende la calidad de la fariña. Como se sabe, las yucas enterradas son previamente fermentadas, proceso que termina con la acidificación y ablandamiento de la yuca. Esta fermentación es diferente a la usada para obtener los masatos y chichas tradicionales. Como la mayoría de los microorganismos no pueden vivir en alimentos ácidos, la yuca ácida ablandada no se contamina fácilmente, pudiendo permanecer más tiempo sin dañarse. Ese manejo implica, del mismo modo, que el almidón, los nutrientes y vitaminas que hasta ese momento se conservaban, se pierdan y que, por ende, el valor nutricional de la fariña disminuya.

La fariña que producen las familias indígenas Tikuna es un alimento esencial que, junto con el pescado, conforman su alimentación básica. Exige un gran nivel de mano de obra en todo el proceso y es quizás la única producción existente que genera un valor agregado real a la agricultura. Su valoración económica se expresa en la sostenibilidad del patrón alimentario, el esfuerzo del trabajo aplicado por las familias indígenas, en las diferentes actividades de su sistema de producción pluralista (agrícola, recolección especies no maderables, pesca, cacería, transformación), cuyos productos obtenidos no pasan por las redes de distribución de productos de consumo final de la economía de mercado.

Los procesos de conservación de alimentos perecederos eficientes y de bajo costo, como es el caso de la deshidratación o secado de biomasas de yuca, son utilizados generalmente en sociedades tradicionales. Estos procedimientos reducen la carga microbiana del alimento, lo cual alarga su vida útil de forma segura. La maduración es bioquímicamente un tipo de fermentación denominada heteroláctica, la cual se caracteriza por producir oxidaciones incompletas de los azúcares liberados, sin producción de gas. Esta fermentación es diferente a la fermentación alcohólica realizada para obtener los masatos y chichas tradicionales.

La fariña, aún cuando es un producto obtenido a partir de una técnica artesanal por algunas etnias indígenas del Amazonas, se produce en volúmenes grandes, comparables a productos obtenidos por la pequeña y mediana agroindustria. La fariña es un alimento de primera necesidad que tiene a la vez una demanda en el mercado local. La conservación y procesamiento de la yuca en fariña, es un proceso extensivo en el tiempo que manifiesta, en las fases que lo constituyen, la aplicación de un esfuerzo diferencial por las familias en el conjunto de asentamientos: 1) se abren regularmente huecos alrededor de 0.5 a 1.0 mts<sup>3</sup>, que no corresponden totalmente con el volumen de masas enterradas ni con el tiempo invertido; 2) se emplean en promedio de 7 a 11 jornales aplicados entre 1.5 a 2.5 días (cosecha, apertura hueco y enterramiento), utilizándose 2.5 días en la maduración de las yucas; 3) en el desenterramiento se gastan 2 a 3 jornales aplicados en un día, con exposición de las yucas embultadas en prensas durante otro día, observándose una disminución respecto del peso enterrado inicialmente que significa un valor promedio de un 35.3% del total y 4) en el procesamiento se emplean 2 jornales en un día de trabajo,

dedicados a la deshidratación de masas entre 70 y 100 Kg, obteniéndose aproximadamente un 46% de ese peso en fariña.

En general, la práctica de conservación de biomasas de yuca se realiza a partir de un trabajo familiar, con el apoyo comunitario especialmente en la fase de la cosecha. Se distinguen dos actividades fundamentales relacionadas con el enterramiento y que son determinantes en la calidad de las masas a enterrar y en la obtención de fariña: 1) la maduración de la yuca sumergiéndose en agua, por periodos hasta de tres días; permite el ablandamiento de los tubérculos convirtiéndola en una masa plástica, compacta, que impide la acumulación de oxígeno; 2) la adecuada disposición de las hojas del bijao para el recubrimiento del hueco; garantiza el aislamiento de las masas respecto a los limos que vienen con la inundación, habiendo un particular cuidado en el cierre de los bordes y el piso. En estas actividades las personas de edad demostraron mayor capacidad de trabajo y organización frente a las realizadas por los jóvenes.

El esfuerzo aplicado en el proceso de conservación y transformación de las masas muestra una participación de la mano de obra de la mujer que representa el 35% del tiempo empleado. Se corrobora, que en el sistema de producción pluralista indígena, la organización del trabajo por parte de la unidad de producción familiar indígena (UPFI), existe una división en ciertas actividades, donde la participación de la mujer en actividades que demandan un esfuerzo físico es bien determinante.

En las comunidades indígenas Tikunas asentadas en la ribera colombiana sobre el río Amazonas, no todas tienen tradición en el procesamiento de la fariña con destino a la comercialización ya que disponen de infraestructuras precarias en la obtención de fariñas para el consumo. La obtención de fariña tiene un doble propósito: 1) constituye un producto básico y complementario del sistema de autosuficiencia alimentaria, que forma parte del conjunto de productos cultivados en las chagras y de aquellos derivados de las labores de recolección de especies del bosque y de la extracción de especies ícticas; 2) es un generador complementario de los ingresos que la UPFI obtiene, dada su mayor vinculación a las redes de mercado.

## 5. **Tecnología en proceso de recomposición social**

La tecnología de conservación de biomasas de yuca es una práctica tradicional durante el proceso de *consolidación*, o sea, no existe un único patrón de manejo en las etapas de enterramiento y desenterramiento de las biomasas de yuca. Debido a lo anterior, si se tiene en cuenta que el promedio de edad registrada por las familias indígenas Tikuna es menor a 22 años, se trata de una práctica que impulsa un proceso de recomposición social y cultural dada la diversidad de formas y medidas observadas. Se podría afirmar que es una costumbre ordinaria sin aparente relación ritual, no ligada con los sistemas simbólicos Tikuna.

Los enterramientos de biomasas de yuca se retoman con la gran inundación de 1972. Esta situación refuerza el argumento planteado, en el sentido que la práctica de los

enterramientos corresponde a un proceso de apropiación tecnológica efectuado por los Tikuna en tiempos tardíos por contacto interétnico con poblaciones Tupí. Al parecer, la práctica no fue aplicada en forma intensiva por los Tikuna, dado su patrón de poblamiento disperso y mono-nuclear, pero paulatinamente su uso se incrementó, en parte por la conformación de los diversos asentamientos ribereños y por las inusitadas crecidas del río Amazonas durante el último siglo.

Es una tecnología que involucra tanto instrumentos propios de la cultura material indígena (palo, cernidor, batidor) como elementos modernos provenientes de industrias manufactureras o adquiridos en el mercado local (machetes, palas, máquina ralladora, horno para tostar fariña). Asimismo, debido a su vínculo con el mercado de las sociedades indígenas, esta tecnología ha provocado el progresivo abandono de ciertas herramientas de su cultura material como el *Rallador*, el *Matafrío* y/o *Tipití*, que se han visto sustituidas por utensilios que permiten mayor capacidad de rallado y secado de biomassas de yuca, como es el caso del empleo de las máquinas ralladoras de yuca y las grandes prensas compuestas por palos, sogas y costales de fibra plástica. Es una tecnología apropiada al medio ambiente, su impacto sobre medios utilizados como hojas es casi insignificante en los manchales, no se presentan impactos ambientales negativos sobre las fuentes hídricas por el manejo de las masas. Además, esta tecnología tradicional que se basa en un principio de fermentación no alcohólica, contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de las familias indígenas Tikuna.

La fermentación es una de las biotecnologías aplicadas más antiguas, que se ha utilizado para conservar alimentos durante más de seis mil años. Es una técnica de conservación de alimentos barata y fácil, y muy adecuada en aquellos territorios donde otros métodos son inaccesibles o no existen, como las conservas y la congelación. La fermentación es un proceso que ocupa mucha mano de obra y requiere una infraestructura mínima y poca energía, además de que se integra bien en la vida de las aldeas de las zonas rurales de muchos países en desarrollo (FAO, 2003).

Sin embargo, la vinculación cada vez mas estrecha de las sociedades tradicionales - en particular los indígenas Tikuna -, con las complejas relaciones sociales estructuradas por las economías de mercado, tiende a desplazar esta importante técnica, en la medida en que se trata de un método de fermentación de biomassas de yuca que contribuye significativamente a generar un valor agregado a la especie.

El enterramiento de masas de yuca es un proceso que puede afectar negativamente la calidad de la fariña en cuanto a su valor nutricional y características bromatológicas, a pesar de ser un gran recurso para almacenar y preservar volúmenes considerables de yuca. Así, La fermentación es el proceso decisivo en la obtención de una buena fariña. Por ello, es necesario proveer condiciones favorables para un buen almacenamiento bajo tierra y un posterior manejo adecuado de las masas desenterradas que preserven la calidad obtenida con la fermentación.

El manejo posterior al desenterramiento de las masas es el principal causante de una fariña de baja calidad nutricional y del aspecto o sabor desagradable. Prácticas tales como

lavar excesivamente las masas desenterradas para limpiarlas, dejar un día en reposo las masas o hacer mezclas incorrectas de yucas frescas y desenterradas, afectan de forma significativa la calidad de la fariña. El producto final bien hecho posee características que le permiten ser almacenado por un largo tiempo sin deteriorarse, por acción de microorganismos, o ver modificadas sus condiciones bromatológicas de forma significativa, siendo un producto de gran calidad que debe ser promovido en la región para su consumo como un alimento con valor nutricional y cultural.

## 6. Conocimiento tradicional

Existe una preocupación internacional en relación con las condiciones de vida en los pueblos indígenas, con procesos de transformación que implican alteraciones en el conocimiento colectivo milenario de la cosmogonía y de la propia concepción del mundo que tienen dichas comunidades. Por eso, resulta de suma importancia articular procesos de generación del saber tradicional ligados a las diferentes formas de vida en las poblaciones indígenas, a partir de diversas iniciativas interinstitucionales, que lleven a delinear propuestas de revaloración del conocimiento tradicional, de sus técnicas productivas y de gestión sostenible del medio ambiente. En suma, políticas que contribuyan al logro de un bienestar fundado en valores culturales e identidades propias (Ministerio de Medio Ambiente; PNUMA; Consejo de la Tierra; PNUD; CEPAL; Banco Mundial, 2002).

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. E. 2001. Los sistemas de producción de la etnia Tikuna del Resguardo de Puerto Nariño, sur del Trapecio Amazónico: una aproximación socio-económica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, Bogotá, 46, 101-132.
- Acosta, L. E. & Mazorra, A. 2004. *Enterramientos de masas de yuca del pueblo Tikuna: Tecnología tradicional en la várzea del Amazonas colombiano*. Luis Eduardo Acosta Muñoz, Augusto Mazorra Valderrama (Ed.). Leticia, Colombia.
- Alburquerque, E, M . 1983. Utilização da mandioca na Amazonia. *EMBRAPA-CPATU. Documentos*, 25. Belém.
- Camacho, H. 2004. Impacto del poblamiento sobre los grupos indígenas del Trapecio Amazónico Colombiano, en *Control social y coordinación: Un camino hacia la sostenibilidad amazónica. Caso maderas del Trapecio Amazónico*. Defensoría del Pueblo. Universidad Nacional de Colombia. Corpoamazonia. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá.
- Doufor, D. 1989. Effectiveness of cassava detoxification techniques used by indigenous peoples in Northwest Amazonia, en *Interciencia* 14(2), 86 - 91.
- . 1993. Uso de la selva tropical por los indígenas del Vaupés, en Correa, F. *La Selva Humanizada, Ecología alternativa en el trópico húmedo colombiano*, Instituto

- Colombiano de Antropología, Fondo FEN Colombia, Fondo Editorial CERAC. Bogotá.
- Emperaire, L. 2001. Elementos de discussão sobre a conservação da agrobiodiversidade: O exemplo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Amazonia Brasilera, en J. Ribeiro (Ed.). *Biodiversidade na Amazonia Brasilera: Avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 1998. Revista Enfoques. Fermentación en pequeña escala. Roma. [www.fao.org/ag/esp/revista/9812sp3.htm](http://www.fao.org/ag/esp/revista/9812sp3.htm).
- Fernandes, E. & Lira, M. B. 1962. Bromatología das farinhas de mandioca produzidas no Amazonas. *Arquivos Brasileiros de Nutrição* 18(1/2), 87-94.
- Ingás, S. H. & J. López, P. 2001. Diversidad de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en Jenaro Herrera, Loreto, Perú. Documento Técnico No. 28. IIAP, Iquitos.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1996. Seminario Internacional Política y Legislación Sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Protección de Los Derechos de las Comunidades Indígenas y Locales. Bogotá.
- ; PNUMA; El Consejo De La Tierra; PNUD; CEPAL; Banco Mundial. 2002. Simposio sobre Ética Ambiental y Desarrollo Sustentable. Manifiesto por la Vida. Por una Ética para la Sustentabilidad. Bogotá.
- Porro, A. 1992. História Indígena do Alto e Médio Amazonas, Séculos XVI a XVIII, en Carreiro, M. (Ed.). *Historia de los indios no Brasil*. São Paulo, Schwarez Ltda, 175-195.

# **Indios, saúde e ambiente na “Amazônia legal” brasileira**

*Paulo Roberto de Abreu Bruno*

## **Abstract**

In this paper, we discuss the health situation of indigenous peoples and environments of the Amazon, from the analysis of the historical formation of the Amazon, to examine the capitalist expansion in the region and their impacts on it.

**Keywords:** *Amazon, health, indigenous peoples.*

## **1. Introdução**

Na pauta dos debates contemporâneos sobre a questão ambiental a Amazônia aparece em posição de destaque, em função do progressivo desmatamento no seu território e dos consequentes danos que este tem causado à biodiversidade e à saúde humana. Todavia, os aspectos históricos, econômicos e políticos destes problemas não têm sido considerados adequadamente. Partindo desta constatação, o presente artigo aborda tais aspectos de forma panorâmica, com o objetivo de chamar a atenção para a estreita relação que mantém com a “questão amazônica”.

Amazônia é a região compreendida pela bacia do rio Amazonas, que é formada por 25.000 km de rios navegáveis, distribuídos em cerca de 6.900.000 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 3.800.000 km<sup>2</sup> estão no Brasil. No século passado criou-se no Brasil, através de dispositivos administrativos e legislativos governamentais, o território da “Amazônia Legal”, com o objetivo de formar-se uma base territorial para o desenvolvimento de uma produção industrial, visando a sua integração da região à economia nacional.

Assim, esta região foi estabelecida em 1966, com aproximadamente 5,2 milhões de km<sup>2</sup> – o equivalente a 59% do território nacional – abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, (parte do) Maranhão, além de cinco municípios de Goiás. Subdividida em 775 municípios, comprehende uma população de 20,3 milhões de pessoas, correspondente a 12,32% da população nacional (IBGE, 2008).

Em meio à população amazônica há um contingente de aproximadamente 205 mil indivíduos pertencentes a 180 grupos étnicos, equivalente a 55% da população indígena do país. De acordo com a FUNAI (2008) há 68 referências a grupos indígenas sem contato com a sociedade nacional relativas ao território da Amazônia Legal.

Nos últimos cinqüenta anos o Brasil foi governado diferentes grupos políticos que, no entanto, compartilharam da idéia que considerava a “natureza” como fonte inesgotável de “recursos”. Nesta perspectiva, questões relacionadas à sobrevivência dos grupos

indígenas, à preservação e à sustentabilidade ambiental, mantiveram-se subordinadas aos interesses “desenvolvimentistas” capitalistas.

Através da análise de processos históricos e sociais ocorridos nesse período é possível construir hipóteses explicativas para alguns dos problemas sociais e ambientais contemporâneos que incidem sobre a Amazônia Legal.

## **2. Pressupostos históricos e institucionais relacionados à criação da Amazônia Legal**

No começo da década de 1950 a maior parte da produção amazônica destinada aos mercados regionais e internacionais derivava de atividades extrativistas, que variavam entre as práticas de aniquilamento / depredação ambiental (extração de madeiras, caça, etc.) e de coleta (castanha, látex, etc.) (Homma, 1993). Neste cenário, por iniciativa do governo do presidente Vargas, em 1953 foi criada a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), que se constituiu num importante fator relacionado à configuração territorial e demográfica da Amazônia Legal.

Influenciado pelas expectativas decorrentes da existência de um mercado remanescente dos negócios relacionados à II Guerra Mundial, que estimulava a produção do látex em larga escala, o governo Vargas, com a SPVEA, fomentou investimentos nesse setor da economia. Além disso, incrementou outros setores importantes para o desenvolvimento econômico e social da região amazônica, obedecendo à estratégia que visava promover a sua integração à economia nacional.

Posteriormente, no governo de Kubitscheck, a construção da cidade de Brasília destacou-se como episódio de grande importância para a articulação da região norte com os principais eixos do desenvolvimento capitalista no país. A construção das rodovias Belém-Brasília e Cuiabá-Santarém fez parte do Plano de Metas desse governo e também buscou promover a integração da Amazônia. Constituiu-se, dessa forma, num dos principais fatores que contribuíram para a transformação da situação econômica e demográfica da região (SUDAM/PNUD, [a] 2001).

Em 1966 o governo militar criou o Banco da Amazônia S. A. a partir do já existente Banco de Crédito da Amazônia e, através desta operação, possibilitou o financiamento de iniciativas capitalistas de indivíduos e grupos da própria Amazônia Legal, assim como daqueles que provinham das regiões sul e sudeste. Além disso, extinguiu a SPVEA, substituindo-a pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), reformulando e ampliando a política de incentivos fiscais para a região<sup>1</sup>. Tais medidas foram complementadas com a criação da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), fato que inscreveu de forma definitiva a Amazônia Legal no curso do

<sup>1</sup> Em 1966, pela Lei 5.173 de 27.10.1966 (extinção da SPVEA e criação da SUDAM) o conceito de Amazônia Legal foi reinventado para fins de planejamento. Assim, pelo artigo 45 da Lei complementar nº 31, de 11.10.1977, a Amazônia Legal teve seus limites ainda mais estendidos. (ADA, 2007).

desenvolvimento do capitalismo brasileiro na sua etapa industrial (SUDAM/PNUD [a], 2001).

Situada no encontro de dois importantes rios amazônicos (Negro e Solimões / Amazonas), a Zona Franca de Manaus consolidou-se numa área de livre comércio, cuja isenção de impostos atraiu dezenas de montadoras de corporações transnacionais dos setores eletro-eletrônicos, informática, entre outras empresas que nela se instalaram.

Nos primeiros anos da década de 1970 o governo militar estimulou o processo de ocupação da Amazônia Legal, através da construção de grandes rodovias como a Cuiabá-Santarém e a Transamazônica incentivando a ocupação humana dos seus “espaços vazios” e contribuindo, dessa maneira, para o surgimento de diversos problemas sócio-ambientais contemporâneos.

Com a superação da ditadura militar e num contexto de expansão de políticas econômicas neoliberais na América Latina, o segundo governo de Cardoso (1998-2002) substituiu SUDAM pela Agência de Desenvolvimento da Amazônia, aderindo às “novas” concepções neoliberais das “agências reguladoras”. Porém, em 2003, apesar das críticas ao modelo institucional da SUDAM e às práticas político-administrativas que o caracterizavam, em consequência dos acordos político-partidários feitos para se viabilizar o governo Lula, este órgão foi recriado, somando-se ao conjunto de instituições governamentais cujas políticas dizem respeito à região.

### **3. Estruturas de poder político e as políticas de saúde para os povos indígenas amazônicos**

A recriação da SUDAM pode ser considerada como uma das primeiras medidas do governo Lula orientadas, exclusivamente, para a Amazônia Legal. Posteriormente, no segundo governo Lula foi criado, em 2007, o Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República e em 2008 o ministro conservador Mangabeira Unger do NAE tornou-se o responsável pela elaboração do Plano Amazônia Sustentável (PAS). Tais medidas estão entre as muitas que têm sido desenvolvidas pelo governo federal, com o objetivo de desenvolverem-se políticas relacionadas ao bioma e aos povos indígenas da Amazônia Legal. Contudo, além delas, em cada estado desta região existem secretarias estaduais de educação, saúde, meio ambiente, direitos humanos que, entre outras instâncias de poder político, intervêm de alguma forma nas vidas de grupos sociais e nos seus ambientes. E, ainda, numa escala menos abrangente de poder e de intervenção política e administrativa, atuam as secretarias municipais, que interferem de modo efetivo no desenvolvimento de políticas e / ou de projetos na região.

Considerando-se que estruturas tão complexas de governo não podem ser analisadas adequadamente nos limites do presente artigo, tratarei apenas da atuação de uma instituição federal. Assim, destacarei os aspectos políticos e administrativos relacionados às ações desenvolvidas pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), levando em conta a

distribuição espacial e a representação política deste órgão no território brasileiro e, mais especificamente, na Amazônia Legal.<sup>2</sup>

Em todo território nacional a FUNASA é representada por 26 coordenações regionais (CORE) e 34 distritos sanitários especiais indígenas (DSEI)<sup>3</sup>. Enquanto nos estados que integram a Amazônia Legal conta com 09 CORE e 25 DSEI.<sup>4</sup> O funcionamento dos DSEI e das CORE se dá de acordo com padrões institucionais que privilegiam a centralização e a hierarquização nos seus processos de formulação. Tal situação decorre, de certa forma, do fato de os postos de chefia ou de coordenação neste órgão serem considerados como “cargos de confiança” e, sob esse signo, ocupados por pessoas escolhidas de acordo com critérios políticos e com o nível de relacionamento mantido com o partido político que controla o Ministério da Saúde.<sup>5</sup>

De uma forma geral, os acordos políticos concertados para a indicação do ocupante do principal cargo desse órgão definem os perfis dos candidatos aos “cargos de confiança” dos seus demais “escalões”. Predomina, portanto, a lógica que visa assegurar a continuidade de determinadas práticas e estruturas de poder político-partidário nos diversos níveis de governos. Assim, a presidência da FUNASA, desde 2005, quando o Ministério da Saúde foi entregue ao Partido do Movimento Democrático Brasileiro (PMDB), buscou nomear para as suas coordenações regionais, pessoas vinculadas à estrutura partidária ou a “lideranças” estaduais. Tendência que, muitas vezes, fez com que a estrutura do órgão fosse utilizada em benefício de instâncias partidárias ou indivíduos, em detrimento dos segmentos da população aos quais originalmente se destinavam.

De uma forma intrinsecamente associada à questão política, que ordena a ocupação de cargos públicos na FUNASA, coloca-se, portanto, a questão financeira. Visto que, vigora nessa instituição uma modalidade orçamentária que pode ser considerada como “mista”, na medida em que parte dos recursos provém dos cofres públicos (arrecadação de tributos e impostos), enquanto outra resulta de “parcerias com agências multilaterais”, como o Banco Mundial, por exemplo. Das verbas oriundas dos cofres públicos uma parte considerável é destinada ao atendimento das emendas orçamentárias apresentadas por parlamentares no Congresso Nacional.

Depois referendadas pelo Congresso Nacional tais emendas passam a compor o orçamento da FUNASA (Arouca, s/d), garantindo a destinação de recursos públicos para obras ou investimentos diversos que, por vezes, não atendem às necessidades reconhecidas pelos presumíveis beneficiados, no caso da atenção básica à saúde, os povos indígenas.

<sup>2</sup> De acordo com Teixeira (2007) a FUNASA tem, entre as suas principais atribuições, a responsabilidade pela atenção básica à saúde dos povos indígenas e pela gestão do saneamento básico no país.

<sup>3</sup> Cf. figura 4 (p. 17). Para uma melhor compreensão sobre a estrutura da FUNASA consultar [www.funsasa.gov.br](http://www.funsasa.gov.br).

<sup>4</sup> Tais números, se comparados aos que correspondem à representação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) na Amazônia Legal – 29 administrações regionais (AR) e 14 núcleos de apoio (NA) – indicam a fragilidade da representação deste órgão na região.

<sup>5</sup> Normalmente as indicações para esses cargos são feitas por “lideranças” estaduais do partido, que podem ser mandatários de cargos políticos (governadores, senadores, deputados, etc.) ou, simplesmente, políticos sem cargo, porém com controle sobre a estrutura partidária (diretórios municipais).

Os aspectos acima destacados – a distribuição espacial e a representatividade, além da questão orçamentária da FUNASA – são condicionados, portanto, pela existência de uma articulação político-partidária que sustenta o atual governo Lula. Visto que, decorridos cerca de cinco anos desse governo, o PMDB – que reúne alguns dos mais poderosos latifundiários e empresários do país – é o partido político que maior influência exerce sobre os atos do presidente<sup>6</sup>.

#### **4. Biomas amazônicos e a saúde dos povos indígenas no “neocapitalismo brasileiro”**

O processo de sedentarização vivido pela maioria dos grupos étnicos que ocupam territórios pertencentes à Amazônia Legal – fruto das ações missionárias e colonizadoras, religiosas, militares, comerciais e/ou governamentais – constitui-se num fator determinante na caracterização de comunidades, cujas populações variam entre algumas dezenas e milhares de pessoas. Por outro lado, a ocupação da Amazônia Legal, incrementada com as correntes migratórias provenientes das regiões nordeste e sudeste, teve como resultado o acirramento das disputas pela terra e por seus recursos, tornando as populações indígenas em vítimas potenciais de atos de violência e de adoecimento.

Com a sedentarização da maioria dos grupos indígenas da Amazônia e o crescimento populacional ocorrido em alguns deles, principalmente nas últimas três décadas, observa-se um significativo esgotamento de determinados recursos naturais ou, ainda, o comprometimento da qualidade de outros, como no caso da água que é utilizada para consumo doméstico.<sup>7</sup>

A possibilidade de ocorrência de uma crise energética, relacionada ao mercado mundial de petróleo, tem sido utilizada pelo governo brasileiro como justificativa para o incremento da produção dos agrocombustíveis. Em função disso, na Conferência Internacional de Biocombustíveis, realizada em julho de 2007 em Bruxelas, Lula foi enfático ao afirmar que a produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) não afeta a região Amazônica (Melo, 2007). Da mesma forma, na abertura da Conferência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) em junho de 2008, o presidente brasileiro *“rebateu com ironia as críticas de que, no Brasil, as plantações de cana-de-açúcar para a produção de etanol estariam invadindo a Amazônia. [...] um argumento ‘sem pé nem cabeça’”* (Mazenotti, 2008).

<sup>6</sup> Senadores eleitos por estados da Amazônia Legal como Romero Jucá (Roraima), José Sarney (Amapá), Jader Barbalho (Pará) e Gilberto Mestrinho (Amazonas) compõem o grupo que exerce forte influência nas decisões políticas do PMDB e que, em consequência dos seus interesses econômicos (todos são grandes empresários e latifundiários), interferem de forma significativa no funcionamento das políticas de órgãos sob controle do seu partido, como ocorre no caso específico da FUNASA.

<sup>7</sup> Em 2003, durante uma reunião realizada em Brasília, na qual participavam vários representantes de DSEI o então diretor do Departamento de Saúde Indígena/FUNASA, Ricardo Chagas, anunciava as metas estabelecidas pelo órgão para aquele ano. Entre elas, destacava-se a que previa a implantação de saneamento básico (rede de esgotos e abastecimento de água) em 100% das aldeias indígenas do país, o que, obviamente, não se confirmou até os dias atuais.

Ao defender a produção dos agrocombustíveis brasileiros diante de mercados que se posicionam de forma crítica com relação à devastação dos ambientes amazônicos o dirigente brasileiro não tem considerado os dados Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), órgão do Ministério da Agricultura do próprio governo, que indicam a expansão do plantio da cana em estados amazônicos como o Maranhão, Tocantins, Pará e Amazonas (Conab, 2007).<sup>8</sup>

Nos últimos anos, além do plantio extensivo da cana-de-açúcar, a monocultura da soja (*Glycine max.*) tem se expandido na Amazônia. Embora tal cultivo vise atender, principalmente, a exportação e, em menor escala, a produção de combustíveis, conta com financiamento governamentais, repetindo a lógica que caracterizava as ações do Banco de Desenvolvimento da Amazônia há cerca de cinqüenta anos.

*“A expansão dos grandes plantios de monocultura – principalmente soja e cana – é hoje a principal causa de pressão sobre os territórios indígenas do estado do Mato Grosso e sobre os recursos hídricos utilizados pela população indígena. Há varios territórios indígenas hoje cercados pelo cultivo de soja, como é o caso dos Xavante, [...]. Já se faz sentir o escasseamento ods animais de caça e o ressecamento de cursos d’água que, mesmo no período de seca na região dos cerrados, se mantinham como uma fonte alternativa de água”.* (INESC, 2004)

A monocultura do arroz (*Oryza sativa*) também tem afetado determinados ambientes amazônicos e os seus efeitos ecológicos e políticos com relação à situação dos povos indígenas da Terra Indígena Raposa Serra do Sol (Roraima), por serem nocivos, têm sido denunciados sem que resultados efetivos tenham sido alcançados (Lauriola, s/d).

Outra ameaça à sobrevivência de determinados povos indígenas e ambientes amazônicos diz respeito à mineração, cujos efeitos sobre seres humanos, fauna, flora, rios e igarapés da região, são devastadores. Principalmente, pela contaminação química que provoca e, sobretudo, pelo estímulo à migração de trabalhadores, fato que intensifica a pressão antrópica sobre as terras indígenas amazônicas e a violência contra os seus povos.<sup>9</sup>

Não bastassem tais problemas observa-se, ainda, a expansão da pecuária sobre terras que outrora abrigaram vasta vegetação. Tal prática produtiva tem, inclusive, se expandido entre diversas comunidades indígenas, que passaram a adotá-la em pequena escala, apesar de demonstrar-se inviável economicamente e insustentável ecologicamente, em decorrência do desequilíbrio ambiental e da possibilidade de difusão de doenças.<sup>10</sup>

A situação de saúde no Vale do Javari, no estado do Amazonas tem correspondência com alguns aspectos discutidos nos parágrafos anteriores, na medida em que se verificam

<sup>8</sup> Além desses estados, mesmo no Acre, que não é mencionado no documento da CONAB, a expansão do plantio da cana, destinada à produção de sacarose e do etanol, tem sido denunciada por profissionais da comunicação desvinculados das grandes empresas de notícias.

<sup>9</sup> O estudo criterioso, realizado pelo Instituto Socioambiental (Ricardo, 1999), sobre a situação dos interesses de mineradoras na Amazônia Legal fornece muitas informações sobre a questão.

<sup>10</sup> Cf. Ribeiro (s/d.).

altos índices de mortalidade, ocasionados pela incidência de doenças como a hepatite e a malária e, em contrapartida, constata-se que os recursos destinados à saúde indígena são utilizados de forma irregular pela prefeitura local (La Cal, 2007, CIVAJA, 2004, 2007). Enquanto, no estado de Roraima, a terra indígena Raposa Serra do Sol continua sendo ocupada por rizicultores que, inclusive, ameaçam a integridade física da população indígena local, mesmo depois da área ter sido homologada pelo governo brasileiro (Lauriola, s/d; Câmara dos Deputados, 2003).

Estes dois casos ilustram um cenário no qual o bioma e os povos indígenas amazônicos têm sido desconsiderados nos processos que envolvem as decisões governamentais sobre as políticas públicas relativas à Amazônia Legal. De tal modo que, paralelamente ao processo de degradação ambiental, prevalecem, em várias terras indígenas da região, enfermidades como as infecções respiratórias, diarréias, hepatites, malária, etc.

*"A malária destaca-se entre as moléstias endêmicas da região, que representa 99% dos casos do País, com significativa incidência também de outras, como a dengue, cuja média de incidência (433/100.000) é superior à média nacional (141/100.000). Um outro dado importante é quanto a aids, que, ao contrário do que ocorre em outras regiões do País, vem registrando crescimento substantivo de caos novos. [...] persistem na região as enfermidades decorrentes de precárias condições de vida, do baixo acesso às medidas de prevenção e controle e aos próprios serviços de saúde."* (Brasil, 2003).

## 5. Considerações finais

A utilização do conceito Amazônia Legal com o objetivo de caracterizar-se uma parte considerável do território brasileiro resultou das necessidades governamentais vinculadas ao planejamento de ações para o desenvolvimento econômico da região. Constituindo-se, fundamentalmente, a partir de uma dimensão político-administrativa e atribuindo, com isso, um papel secundário às questões físico-geográfica e social.

Várias são as agências governamentais que estabelecem políticas e/ou desenvolvem projetos nos espaços da Amazônia Legal, situação que tem gerado sobreposição de atribuições, desarticulação entre políticas públicas, desperdício de recursos orçamentários e, sobretudo, reduzido a participação indígena e popular nas instâncias de discussão e de definição dessas iniciativas.

A progressiva expansão de frentes econômicas sobre o território amazônico tem se configurado numa grave ameaça à vida dos povos indígenas e aos ambientes com os quais estes interagem, refletindo-se diretamente sobre as condições de saúde de grande parte das suas comunidades. Por outro lado, as ações governamentais não têm correspondido à necessidade de avaliação e de medidas que visem o controle de investimentos econômicos, que têm se mostrado nocivos à preservação ambiental e da vida na Amazônia.

Algumas organizações indígenas da Amazônia<sup>11</sup> têm encontrado na mobilização das suas bases de apoio o caminho possível na busca da superação de alguns dos problemas aqui mencionados. Mas, tais problemas, por estarem relacionados a processos políticos e partidários que definem as prioridades governamentais, permanecem distantes das suas possíveis soluções.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRASIL. 2003. MS. ‘Saúde Amazônia: relato do processo, pressupostos, diretrizes e perspectivas de trabalho para 2004’. MS, SE, DAD. Brasília: Ministério da Saúde.
- Celentano D; Veríssimo A. 2007 [a]. *A Amazônia e os Objetivos do Milênio*. Belém: Iamazon.
- Celentano D; Vesíssimo A. 2007. 2007 [b]. ‘O avanço da fronteira na Amazônia: do Boom ao colapso’, Belém, PA: *Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia*,. Disponível em <http://www.amazonia.org.br/arquivos/250986.pdf>.
- Conab. 2007. ‘Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar. Safra 2007-2008, primeiro levantamento, maio/2007’, *Companhia Nacional de Abastecimento*. Conab, Brasília.
- Homma A. 1993. *Extrativismo vegetal na Amazônia. Limites e oportunidades*. Brasilia: Embrapa.
- INESC. 2008. ‘Poucos recursos, resultados insuficientes: matas, florestas e desmatamento no PPA 2004/2007’.
- INESC, NT 141, maio. Disponível em <http://www.amazonia.org.br/arquivos/269897.pdf>.
- Lauriola V et al. s/d. O avanço de monoculturas na TI Raposa Serra do Sol, Roraima. Uma análise histórico-espacial por sensoriamento remoto.
- Ricrando F. org. 1999. *Interesses minerários em terras indígena na Amazônia Legal brasileira*. São Paulo: ISA/DNUP.
- SUDAM/PNUD. 2000 Diagnóstico e Cenarização Macrossocial da Amazônia Legal. Condições Sócio Econômicas da Amazônia Legal. Belém.
- SUDAM/PNUD. 2001 [a] Cenários sociais para a Amazônia Legal – 2000/2010. Belém.
- SUDAM/PNUD. 2001b] Diagnóstico e Cenarização Macrossocial da Amazônia Legal. Tendências Demográficas Recentes da Região Amazônica. Belém.
- Thery H. 1999. Configurações Territoriais na Amazônia. Cad. NAPIAm, n. 3, MMA, SCA, PPPFTB – PPG-7, Brasília. Disponível em <http://www.amazonia.org.br/arquivos/41297.doc>.

### b) Artigos

<sup>11</sup> P. ex. Conselho Indígena de Roraima (CIR), Federação das Organizações Indígenas do Alto Rio Negro (FOIRN).

- ADITAL. 2006. 'Soja destrói Amazônia', *Adital*, Brasil, 19-mai-06. Disponível em <http://www.infoalternativa.org/ecologia/ecologia038.htm>.
- AGÊNCIA BRASIL. 2007. 'Biocombustível terá certificado, diz Lula em Bruxelas'. Por Carolina Monteiro, TV Nacional. 05-jul-2007. <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/07/05/materia.2007-07-05.2234833076/view>.
- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. 2007. Disponível em [http://www.ada.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=114&Itemid=83](http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=114&Itemid=83).
- Braga A WSM; Brasil M; Souza RAB; Castilho MC; Fonseca JC. 2001. 'Ocorrência da infecção pelo vírus da hepatite B (VHB) e delta (VHD) em sete grupos indígenas do estado do amazonas', *Brasileira de Medicina Tropical*, 34 (4).
- CAL JC. 2007. 'La hepatitis extermina en un Amazonas caótico', <http://www.elmundo.es/suplementos/cronica/2007/615/1186264801.html>.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. 2007. Relatório das visitas a terras indígenas e audiências públicas realizadas nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Roraima, Pernambuco, Bahia e Santa Catarina. Brasília: Câmara dos Deputados/Comissão de Direitos Humanos. VIII Caravana de Direitos Humanos. 07 a 17 de outubro de 2003. In <http://www.camara.gov.br/cdh>.
- EMBRAPA. 2007. 'Criação de búfalos causa problemas ambientais no Amapá', in [http://www.embrapa.br/noticias/banco\\_de\\_noticias/2007/julho2/foldernoticia.2007-07-24.8599064835/noticia.2007-07-27.8988812628/mostra\\_noticia](http://www.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2007/julho2/foldernoticia.2007-07-24.8599064835/noticia.2007-07-27.8988812628/mostra_noticia).
- ESTADÃO. 2007. 'Brasil desenvolve soja transgênica para exploração comercial', Disponível em [www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br).
- FUNAI. 2008. 'Funai fotografa índios isolados na fronteira do Brasil com o Peru', Disponível em [www.funai.gov.br](http://www.funai.gov.br).
- INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRÁFICO E ESTATÍSTICO (IBGE). [2008]. [http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=799&id\\_pagina=1](http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=799&id_pagina=1).
- INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (INESC). 2004. 'As águas nas terras indígenas', *INESC*, Ano III, nº 9, p. 12.
- La CAL JC. 2007. 'La hepatitis extermina en un Amazonas caótico', Disponível em <http://www.elmundo.es/suplementos/cronica/2007/615/1186264801.html>.
- Machado A. 2007. 'Acre deve ampliar cultivo de cana para produzir etanol, Agência Amazônia, Rio Branco/AC', in *Blog do Altino*, Disponível em <http://altino.blogspot.com/>.
- Mazenotti P. 2008. 'Para Lula, alegação de que cana estaria invadindo Amazônia, é "sem pé nem cabeça"', Disponível em <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/06/03/materia.2008-06-03.2274646295/view>.

- Melo L. 2007. 'Risco Verde: Etanol na floresta' /'Ministro nega evidências e insiste que cana não chegou à Amazônia' / 'No exterior, etanol tem imagem comprometida' / 'Paulo Adálio: 'Proibir é fácil, difícil é fiscalizar'. RJ: O Globo. Economia. p. 39-40.
- MPEG. 2003. 'A Geopolítica da Soja na Amazônia', Documento final do Seminário A Geopolítica da soja na Amazônia. Belém/PA: Museu Paraense Emílio Goeldi/Embrapa/Amigos da Terra - Amazônia Brasileira.
- Osava M. 2004. 'Alerta sobre ameaça da soja na Amazônia', in <http://www.tierramerica.net/2004/1009/particulo.shtml>
- Porantim. 2006. "Malária e hepatite ameaçam povos do Vale do Javari." Ano XXVII, nº 289, Brasília DF.
- Ribero CFA et al.[s/d]. 'Expansão da pecuária de bovinos e desafios de sustentabilidade da atividade na Amazônia Legal', II Workshop Brasil-Japão em energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- Teixeira CC. 2007. 'O Museu da FUNASA e a Saúde Indígena', *Série Antropologia* 409, UNB, Brasília.

# **La televisión comunitaria y recursos naturales: el agua en la agenda de los movimientos sociales**

*Sandro Angulo Rincón*

## **Abstract**

This article proposes the possibility that communitarian television – according to its participative character and its link with social necessities – establishes processes oriented towards the conservation of water and, besides, to the installation of an adequate environmental health system, by means of a community journalism which treats as a priority this issue both in governmental and no-governmental agendas and, of course, considers necessary to create a program with cultural and educational sensibility which reinforces local activities in favour of environment, without forgetting the sustainable and endogenous human development. In order to achieve this, is necessary to bear in mind the “Community Television Model”, elaborated by the author of this paper, which focuses on five components interrelate between themselves: participation, programming, strategic alliances, projection and human development.

**Keywords:** *Television models, Community journalism, Human development, Endogenous and Sustainable, Water, Environmental Sanitation, The Amazons.*

## **1. Introducción**

En este artículo se reflexiona sobre la posibilidad que hoy tienen los periodistas y la televisión comunitaria de liderar procesos que contribuyan a la conservación y preservación del agua, al mejoramiento del saneamiento ambiental y a la inclusión de estos temas en las agendas de los movimientos sociales.

El planteamiento original consiste en que la televisión comunitaria, dado su carácter participativo y orientado a la consecución de metas colectivas legítimas, es la llamada a participar en la construcción de un discurso que sensibilice, informe y estimule acciones ciudadanas para la protección del recurso natural. Es *participativa* porque existe una relación dialógica, un intercambio real, efectivo y equitativo entre los que intervienen en el proceso de la comunicación: el emisor y el receptor (interlocutores) y, por tanto, la comunidad tiene el derecho de implicarse en todo el proceso de producción. Y *contribuye a la consecución de metas sociales*, porque sus contenidos son locales y muy comprometidos con temas educativos y culturales.

## **2. Modelos de TV, movimientos sociales e información sobre agua y saneamiento ambiental**

La televisión comercial está más enfocada a conseguir amplias audiencias, mediante una programación más orientada hacia el entretenimiento y el consumo que a formar

televidentes autónomos y críticos frente a su entorno inmediato (Chaparro, 2002). Los temas ambientales, las repercusiones sobre la escasez o las políticas inadecuadas en el manejo del agua son prácticamente inexistentes en aquel modelo televisivo.

Esta afirmación se corrobora en los resultados que obtuvimos tras el análisis de la programación de la televisión privada de cobertura nacional en Colombia. En ella los *espacios culturales*, donde se incluyen los contenidos ambientales de tipo educativo y científico, se producen con poca frecuencia pues sólo representan el (1,9%) de los programas. Y en los noticieros de estas mismas cadenas, situaciones como la escasez del agua o el mal manejo que se hace de ella, se presentan de forma calamitosa y, en ningún caso, planteando soluciones. De hecho, en el 17,7% de los segmentos del informativo predomina el contravalor de desarrollo humano de la *destrucción*, en el que los temas ambientales y los valores sociales se examinan de forma catastrófica sin presentar alternativas de resolución<sup>1</sup>. El periodismo utilizado, por tanto, apela algunas veces a imágenes sensacionalistas, sin mostrar interés en descubrir las causas y responsables, sin educar, incentivar la crítica o destacar las acciones comunitarias de valor para encarar el problema.

La televisión pública intenta elaborar contenidos ecológicos, pero la escasa audiencia, su carácter centralista y poco participativo, y su tendencia a encubrir las deficientes políticas estatales en los ámbitos económicos, políticos y ambientales (Gumucio, 2002), le resta legitimidad ante los telespectadores.

Sin embargo, el tema del agua no interesa sólo a los medios de comunicación sino también a los movimientos sociales. Hoy, por ejemplo, encontramos asociaciones y ONG que realizan un reconocido activismo a favor del pacifismo, la superación de la pobreza, la igualdad de género y la conservación del medio natural en forma genérica, pero es prácticamente nula la preocupación que manifiestan por las condiciones de pobreza y marginalidad que se derivan del ausente o inadecuado saneamiento ambiental y de las dificultades que tienen las personas para conseguir agua de buena calidad para el consumo humano y las actividades productivas. El informe de desarrollo humano del PNUD (2006) lo advierte con estas palabras: “la comunidad internacional no ha logrado que la cuestión del agua y el saneamiento sea una prioridad por parte de las asociaciones para el desarrollo que han ido formándose en torno a los Objetivos de Desarrollo del Milenio”.

Por el lado de algunos gobiernos la situación no es mejor. Muchos de ellos no incorporan el presupuesto suficiente para convertir los temas del tratamiento del recurso y su disponibilidad a toda la población, como una prioridad política. Lo que se puede deducir es que la población pobre y, entre ella, las mujeres, no tienen voz política para reivindicar el derecho sobre el agua y el saneamiento ambiental.

---

<sup>1</sup> Los datos son el resultado de nuestra investigación sobre la televisión comunitaria de Colombia, del que presentamos un modelo para el funcionamiento de este tipo de televisión en los momentos actuales y tres propuestas adicionales: los fundamentos del periodista comunitario, una programación orientada hacia el desarrollo humano de Colombia y un programa didáctico para la formación de periodistas.

Los datos en este sentido son esclarecedores: aproximadamente 1.800 millones de muertes infantiles anuales a causa de la diarrea; la pérdida de 443 millones de días escolares al año a causa de enfermedades relacionadas con el agua; millones de mujeres emplean varias horas al día en ir en busca del líquido elemento e importantes desventajas en el ciclo de la vida que afectan a millones de personas, con enfermedades y pérdida de oportunidades educativas en la infancia que conducen a la pobreza en la edad adulta (PNUD, 2006). Además, son visibles las tensiones que se producen entre regiones y países por el usufructo compartido de los caudales de los ríos y lagos.

Como se puede observar, una crisis de esta naturaleza atraviesa la perspectiva de género, el pacifismo y la superación de la pobreza, cuestiones que las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales no suelen relacionar con un deficiente suministro del agua.

### **3. Modelo de televisión comunitaria para la información sobre el agua y el saneamiento ambiental**

La perspectiva teórica que se asume aquí es que si bien existe escasez del recurso natural en unas zonas por diferentes razones, entre ellas por el calentamiento global, la razón por la que la mayoría de las personas no tienen el servicio tiene que ver con la falta de voluntad política para la inversión en infraestructura que beneficie a los 1.000 millones de personas que no tienen agua limpia y a los 2.600 millones que no disponen de saneamiento ambiental (PNUD, 2006).

Unos actores que pueden motivar una mayor conciencia sobre el problema y estimular acciones para que éste disminuya y, de paso, contribuir al desarrollo humano son los movimientos sociales, la ciudadanía y los medios de comunicación. Hemos seleccionado la televisión comunitaria porque, como ya lo hemos señalado, la audiencia puede participar en la elaboración de programas con un enfoque educativo y cultural para la consecución de objetivos sociales legítimos, así como en la gestión y control del canal de comunicación.

Vale la pena tener en cuenta que en Latinoamérica existen tres modelos de esta TV bastante desarrollados: los de Colombia, Brasil y Venezuela, países que comparten la mayor parte de la Amazonía y que deben tener el compromiso de conservar y preservar sus fuentes hídricas. Aunque los tres modelos tienen sus aspectos singulares, todos ellos –de acuerdo con la legislación que los ampara<sup>2</sup>– buscan el desarrollo comunitario. Entendemos el desarrollo comunitario como “aquellos procesos de transformación social que buscan mejorar las condiciones de vida de las personas pertenecientes a una determinada

---

<sup>2</sup> La televisión comunitaria del Brasil está amparada por la Ley 8.977 del 6 de enero de 1995, luego reglamentada por el Decreto-Ley 2.206 del 14 de abril de 1997 (Peruzzo, 2003), la venezolana por medio del Decreto 1.521 del 3 de noviembre de 2001 (CONATEL, 2001), y la colombiana por el Acuerdo 09 de 2006 (CNTV, 2006).

comunidad, vinculada a un territorio concreto, a través de la acción colectiva y la participación activa de los miembros de esa comunidad” (Rubio, 2008) y, en el caso que nos ocupa, como la oportunidad para que, a través de los contenidos y la gestión el medio comunitario, los habitantes de la región valoren los recursos que allí se encuentran, se conciencien de las consecuencias negativas de un mal manejo de las aguas, de su contaminación y de su extracción ilegal.

La televisión y los periodistas comunitarios tienen la misión de informar sobre los aspectos ambientales con criterio profesional y teniendo como orientaciones fundamentales el bienestar social y el enfoque del desarrollo sostenible, esto es, que haya un consumo racional que no ponga en peligro la supervivencia de las futuras generaciones (Servaes, 2002). Este planteamiento es congruente con los criterios informativos que expone Pilar Cisneros (2008). Para esta investigadora, formar o sensibilizar en valores medioambientales requiere (1) que los medios hagan de portavoces de estos principios; (2) que los nuevos valores hayan sido consensuados y (3) que éstos hayan sido avalados por la ciencia.

No obstante, en este artículo se propone un modelo de televisión comunitaria que tenga en cuenta cinco componentes, la *participación*, la *programación*, las *alianzas estratégicas*, la *proyección* y el *desarrollo humano*, para que el medio no se limite sólo al registro de la crisis del agua y el saneamiento, sino a intervenir en esta realidad para transformarla positivamente. Un argumento que explica esta posición estriba en que el periodismo de hoy no puede mantener una actitud “neutral” y “objetiva” frente los problemas globales (destrucción de ecosistemas, carrera armamentista, violencia), como lo sugiere la filosofía liberal, sino implicarse en el cambio social como un actor más (Miralles, 2002).

El modelo parte del estudio que el autor hizo recientemente sobre la televisión comunitaria de Colombia. La figura 1 ilustra la interacción de los cinco componentes.

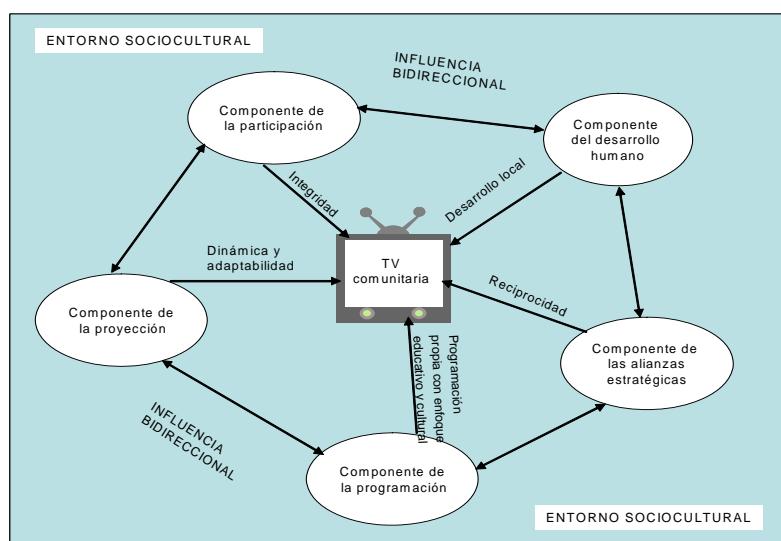


Fig. 1. *Modelo de televisión comunitaria para la información sobre agua y saneamiento ambiental*. Fuente: elaboración propia.

Los componentes interactúan de manera armónica y se influyen mutuamente en el entorno sociocultural.

### **El componente de la participación**

La participación es un componente esencial para informar sobre agua. Supone abrir espacios en el canal comunitario para que organizaciones gubernamentales y no gubernamentales o asociaciones de vecinos puedan acceder de forma libre y espontánea a los recursos mediáticos para dar a conocer sus demandas y proyectos alrededor del agua y del saneamiento básico ambiental. En otras palabras, pueden intervenir en los programas, bien sea haciendo declaraciones o elaborando sus propios contenidos.

Los productores de la televisión, por su parte, deben propiciar un ambiente en el que haya una permanente interacción con los representantes de las organizaciones y asociaciones de todo nivel interesadas en el tema, para definir el enfoque y los objetivos de los contenidos (Berrigan, 1981). Además, sobra decirlo, los productores tienen el compromiso ético de informar sobre la crisis del agua, por ejemplo, ofreciendo datos que permitan conocer los intereses políticos y económicos que hay en torno a dicho recurso.

### **El componente de la programación.**

Es importante destacar que la programación debe hacer énfasis en contenidos locales sobre el agua, muy ligados a las demandas y el trabajo comunitario. Eso no implica perder el contexto global del problema, sino priorizar las dificultades y fortalezas locales para diagnosticar las problemática y emprender acciones colectivas para la solución.

La programación así concebida debe tener un enfoque educativo y cultural. El enfoque educativo se expresa como la posibilidad de que se formen personas autónomas, críticas y propositivas frente a la crisis del agua y del saneamiento ambiental y de todas las aristas que se derivan de ella: igualdad de género, conflicto, pobreza y repercusiones ambientales en general. El enfoque cultural supone crear espacios para que las personas conozcan los mecanismos de participación institucionales, que les permitan influir en las políticas nacionales sobre el agua.

En última instancia, lo que se pretende es que se alcance la *rentabilidad social*, en el sentido de que los contenidos sirvan para concienciar a las personas y a los movimientos sociales sobre esta problemática, de tal modo que les lleve a asumir un compromiso serio para transformar la realidad positivamente.

### **El componente de las alianzas estratégicas**

Para incidir en la realidad y gestionar el cambio social es necesario que la televisión comunitaria establezca alianzas con otras instituciones, de modo que las acciones emprendidas entre todos los actores tengan un impacto mayor. La crisis del agua y del saneamiento ambiental requiere medidas integrales y esfuerzos conjuntos entre las instituciones, y el canal comunitario tiene que ser un actor más comprometido con el diagnóstico y solución de la problemática ambiental, y no limitarse a llevar el registro de los hechos referentes al tema. Lo que queremos resaltar es, entonces, que los esfuerzos aislados no suelen tener los efectos esperados, si no se combinan con el trabajo de las entidades y asociaciones gubernamentales y no gubernamentales (Alfaro, 2000). Sin embargo, el trabajo conjunto debe basarse en relaciones de cooperación y no de imposición, estimulando el compromiso en la planificación, las acciones y los resultados.

### **El componente del desarrollo humano**

El desarrollo humano lleva implícito el enfoque del desarrollo endógeno y sostenible. Cuando se va a informar sobre el agua y del saneamiento básico es necesario que se relacione con el desarrollo humano. ¿En qué sentido? En dar a conocer en qué medida dicha problemática afecta a la consecución de mejores estándares de vida. Para lograrlo se puede consultar las fuentes especializadas como la del PNUD (2006) y apelar a la sabiduría tradicional y al sentido común. La participación de la gente en la programación supone que se estimule en ella las capacidades comunicativas y expresivas, y que los contenidos posibiliten la transformación positiva de la realidad.

### **El componente de la proyección**

La información sobre el agua y el saneamiento ambiental debe proyectarse a otras latitudes y no quedarse sólo en el ámbito local de la televisión comunitaria. Para ello se puede optar por la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en especial internet, para que se amplíen los canales de difusión y se puedan establecer alianzas con diversas instituciones. Un ejemplo de una campaña a favor del agua como recurso de vida es la realizada por *Ecofondo* en Colombia. A través de su página electrónica *ecofondo.org* (2008) realiza una campaña en defensa del recurso hídrico, motivada por la crisis del agua en el país y por el peligro de que su proceso de privatización avance. Esta herramienta ha permitido que universidades y los medios de comunicación locales se hagan eco de la campaña y que su impacto, desde luego, sea mayor.

El componente de la proyección también implica que los programas ambientales de la televisión comunitaria trasciendan el medio físico de transmisión: la antena, el cable o el satélite, para que llegue en forma personalizada en colegios y universidades. Es decir, que los contenidos de los espacios se presenten en centros de educación para estimular la reflexión y el conocimiento profundo de la crisis del agua.

#### 4. **Fundamentos del periodismo comunitario para la información sobre agua y saneamiento ambiental**

El periodismo comunitario conmina al periodista a una labor de campo más estrecha y permanente en las comunidades, y no a una relación distante, lejana o, en algunos casos, sólo mediada por los artefactos tecnológicos (teléfono, páginas electrónicas, etc.). Es decir, el periodista comunitario tiene la función de acercarse a la comunidad en el lugar donde ésta produce hechos culturales, para conocer de primera mano sus inquietudes, necesidades y proyectos. Pero su trabajo no radica sólo en conocer lo que la comunidad demanda o proyecta porque en ese caso el comunicador sólo está cumpliendo con las funciones de recoger información y difundirla, las cuales también corresponden al periodismo estándar.

A nuestro juicio el papel fundamental del periodista comunitario consiste en *promover* la participación significativa de la comunidad en todo el proceso de producción de la televisión comunitaria y *apoyar* cambios estructurales para el beneficio social, valiéndose de múltiples herramientas, entre ellas las de producir información útil y de calidad. Ahora bien, el trabajo de *promoción* y *apoyo* sobre información de agua y saneamiento ambiental se puede desarrollar a partir de actividades como:

- *Estimular* el debate y la deliberación pública sobre la crisis del agua, el saneamiento ambiental y las soluciones que se pueden emprender desde el ámbito local y comunitario o desde los movimientos sociales.
- *Propiciar* un ambiente en el que prime el diálogo y la tolerancia para el diagnóstico de la problemática y la definición de acciones para su solución.
- *Canalizar* las demandas y propuestas comunales sobre el tema (contaminación de las fuentes hidrográficas, ausencia de acueductos y alcantarillados, etc.) hacia las instituciones que pueden atenderlas y responderlas.
- *Realizar el seguimiento de las informaciones que se difunden sobre tema hacia esas instituciones, para verificar su tramitación y respuesta.*

#### 5. **Interpretación como eje de la función informativa sobre agua y saneamiento ambiental**

El periodismo comunitario cuestiona el modelo liberal de la información que data de la Revolución Francesa y que asegura que la información debe estar desprovista de subjetividad. Es decir, para el periodista comunitario los hechos no son asépticos, puros y, por tanto, no se transmiten de manera “objetiva” ni distante, puesto que él debe mantener una vinculación y compromiso estrechos con la comunidad para canalizar y dar solución a las demandas sociales.

En esas condiciones, la labor informativa en el periodismo comunitario sobre agua y saneamiento ambiental no se limita sólo a difundir datos y a mantenerse al margen de ese tipo de hechos, pues con ello estaría distanciándose de la problemática comunitaria y mundial. En su lugar, el periodismo comunitario puede optar por un estilo informativo en el que prevalece *la función interpretativa*, lo que significa que el periodista relaciona unos datos con otros, profundiza en los antecedentes, causas y consecuencias de la crisis, desenmascara los intereses políticos y económicos alrededor del recurso hídrico, y ofrece un marco amplio de análisis de los sucesos, sin extraer su visión personalizada.

#### **6. Información de calidad sobre agua y saneamiento ambiental.**

El hecho de que el periodismo comunitario sea ejercido por los miembros de las comunidades organizadas no implica que sea un periodismo marginal y/o carente de calidad técnica y conceptual. Este tipo de periodismo también aspira a ser de excelencia, y su información sobre agua y saneamiento ambiental debe seguir la misma línea.

Hemos querido establecer tres indicadores que sirvan como una aproximación preliminar al desarrollo de información sobre esta tema con criterios de calidad. Estos son: *más cobertura de fuentes, creación de nuevos recursos expresivos para la transmisión de la información y vinculación a proyectos de desarrollo sostenible en temas de agua y saneamiento ambiental.*

- La mayor cobertura de fuentes incluye (1) aumento de fuentes ambientales consultadas, oficiales y comunitarias; (2) mayor participación cuantitativa y cualitativa de las personas en el proceso de producción de contenidos. De este modo, se permite un mayor nivel de reflexión, contraste y profundidad.
- La creación de nuevos recursos expresivos implica que el periodismo comunitario explore nuevos formatos y géneros televisivos para narrar los acontecimientos sobre la crisis del agua, distintos del enfoque catastrófico con que suelen presentarse en la televisión comercial.
- La vinculación a proyectos de desarrollo sostenible significa que el periodismo comunitario tenga la capacidad de establecer alianzas con instituciones para la formulación y realización de iniciativas ambientales en pro del bienestar social en asuntos de agua y saneamiento ambiental.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Alfaro, R. M. 2000. *Culturas populares y comunicación participativa: en la ruta de las redefiniciones (online).*  
Disponible en <http://www.razonypalabra.org.mx/antiguos/n18/18ralfaro.html>.

- Berrigan, F. J. 1981. La comunicación comunitaria. Cometido de los medios de comunicación comunitaria en el desarrollo. *UNESCO, Estudios y Documentos de Comunicación Social*, nº 90.
- Chaparro, M. 2002. *Sorprendiendo al futuro. Comunicación para el desarrollo e información audiovisual*. Los libros de la frontera (comunicación), Barcelona.
- Cisnero, P. 2008. *El debate del agua en los medios (online)*. Disponible en [http://www-en.us.es/ciberico/archivos\\_acrobat/sevillaponencisneros.pdf](http://www-en.us.es/ciberico/archivos_acrobat/sevillaponencisneros.pdf).
- COMISIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES DE VENEZUELA (CONATEL). 2001. *Reglamento de Radiodifusión Sonora y Televisión Abierta Comunitarias de Servicio Público, sin fines de lucro*. Acceso 26 de mayo de 2006. También disponible en Gaceta oficial N° 37.359 del 8 de enero de 2002.
- COMISIÓN NACIONAL DE TELEVISIÓN DE COLOMBIA (CNTV). 2006. *Operadores del servicio de televisión comunitaria autorizado (online)*. Disponible en [www.cntv.gov.co](http://www.cntv.gov.co). Acceso 26 de septiembre de 2006.
- Peruzzo, C. M. 2006. *Televisión comunitaria en el Brasil: aspectos históricos (online)*. Disponible en [www.eca.usp.br/alaic/boletin8/cicilia.doc](http://www.eca.usp.br/alaic/boletin8/cicilia.doc). Acceso 8 de mayo de 2006.
- ECOFONDO. 2008. *El agua: un bien público. Campaña de puertas abiertas – Colombia (online)*. Disponible en [ecofondo.org](http://ecofondo.org). Acceso 23 de mayo de 2008.
- Gumucio, A. 2002. *La TV Comunitaria: Ni pulpo, ni púlpito: pálpito (online)*. Disponible en [www.geocities.com/agumucio/artTelevisionComunitaria.html](http://www.geocities.com/agumucio/artTelevisionComunitaria.html). Acceso marzo de 2006. Verificado 26 de mayo de 2006.
- Miralles, A. M. 2002. *El periodismo cívico como comunicación política (online)*. Disponible en <http://mail.google.com/mail/?view=att&disp=inline&attid=0.1&th=10a22d8a3bbb5b11>.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). 2006. Informe de Desarrollo Humano: *Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Mundi Prensa Libros, Barcelona.
- Rubio, J. A. 2008. A vueltas con el desarrollo: características, reflexiones, retos... El viejo topo, Madrid.



# **Terra E Água Territorialidades Indivisias Na Vida Ribeirinha e Costeira Tradicional Amazônica**

*Lourdes Gonçalves Furtado*

The purpose of this work is to analyze the Amazonian culture associated with the phenomenon of fishing. In this sense, is necessary to study the peoples who live in the sides of rivers, lakes y beaches and coasts of Brazilian littoral.

**Keywords:** *fishing, Amazonian peoples, Brazilian littoral.*

## **1. Apresentação**

Quando se comemora o *Ano Internacional do Planeta Terra*, focando para a água e o ambiente amazônico, não se poderia esquecer a fronteira terra-água que permeia a vida e a cultura na Amazônia, principalmente dos povos que habitam as margens dos rios, lagos e igarapés das águas interiores e as praias e as bordas do mar ao longo do litoral brasileiro.

O aforismo caboclo *nem tanto ao mar nem tanto à terra* comporta a visão de que para estes povos – daqui da Amazônia ou de outra região que partilhe de condições semelhantes – mesclam seu modo de viver entre a terra e a água, entre o mar e os rios, entre o mar e a floresta, entre a Amazônia Verde e a Amazônia Azul, refletidos na sua tecnologia, nas formas culturais de usar e se apropriar dos recursos e territórios em presença (FIG. 1: Tipos de moradia de pescadores ribeirinhos e marítimos.) E isto é constatado milenarmente por estudos e pesquisas arqueológicas, históricas e antropológicas dos grupos de pesquisa do Museu Goeldi e de outras instituições alhures. Isso significa dizer que seus territórios, ainda que hoje sejam alvo de disputas para diversos fins (comerciais, imobiliários, práticas esportivas, lazer e outras certamente), devem ser preservados em nome da vida desses povos e da biodiversidade que neles contem e que os sustenta.

Aqui vale uma digressão: minha experiência com estes povos me mostra que faz parte da singularidade da região amazônica (em relação às outras regiões brasileiras) a presença contínua de uma categoria de pescadores nativos (dentre o segmento de pescadores regionais) a qual ainda permanecem na condição de pescadores artesanais simples, mas que tem grande expressão na produção comercial pesqueira regional não obstante sua simplicidade tecnológica. Tal categoria, a qual estou me referindo, é constituída de pescadores artesanais com produção mercantil simples (SILVEIRA, 1979; DIÈGUES, 1979; MAESCHY, 1994) de alta relevância na economia pesqueira do estado e da região. Pescam para consumo e comercialização direta ou em geral indiretamente (nos portos, nos mercados, nos supermercados, nas feiras, nos barcos de pescadores comerciais,

nas indústrias de pesca) através de uma extensa cadeia de intermediação, que perdura na história de longa duração da pesca tradicional na região. É esta categoria de trabalhadores da pesca em pequena escala que na região amazônica continua produzindo pescado (dos rios e no mar) para os pequenos, médios e grandes centros metropolitanos da Amazônia, fato semelhante em outras regiões brasileiras, e que faz o Estado do Pará se destacar no *rank* dos produtores de pescado no Brasil.. O quadro seguinte sintetiza essa distribuição a qual insiste em existir no século XXI sem se libertar da densa cadeia de intermediação dos anos passados.

**DISTRIBUIÇÃO DOS PRODUTOS DA PESCA & COLETA  
NO SÉCULO XXI**

CONSUMO	COMERCIALIZAÇÃO DIRETA	COMERCIALIZAÇÃO INDIRETA
Família	barcos	feiras libres
Vizinhança	lancheiros	supermercados
Parentes	marreteiros contratados	bares e restaurantes
Amigos	na casa	catadoras/quebradores
	Feiras locais	caminhões
	Mercados locais	

A digressão aqui feita se justifica por intentar dirimir questões e ilações saídas de outras realidades, as quais em se mantendo, poderão ter reflexos negativos na formatação de políticas públicas para a região, por escamotear ou empanar especificidades sócio-culturais regionais.

Minha experiência com esses povos, particularmente os pescadores e coletores tradicionais que compõem o segmento artesanal ou tradicional do chamado “setor pesqueiro” do Brasil, leva-me a pensar em dois pontos principais que me parecem contemplar o tema deste evento: primeiro, o seu significado como patrimônio sócio-cultural e, segundo, a indivisibilidade de seus territórios de vida - a água e a terra no seu modo de viver o cotidiano.

**2. Significado Como Patrimônio Sócio-Cultural**

Invokei nesta sessão alguns aspectos pertinentes a esses povos, os quais me parecem legitimar a condição de detentores de bens culturais que se inserem na concepção de patrimônio cultural sócio-cultural das populações tradicionais. Por fazer das águas sua base de vida material e imaterial, estas populações, do ponto de vista ecológico são concebidas como haliêuticas, um termo derivado do grego *aleuins* que significa pescador, é largamente usado por pesquisadores das ciências sociais e naturais (BRETON, 1989, GEISTDOERFER, 1984, 1985 e 1990).

Por si e por seus saberes nativos tradicionais, que moldam a construção social, suas instituições e práticas cotidianas, essa população constitui um patrimônio cultural imaterial da humanidade; correspondem à concepção de patrimônio cultural imaterial segundo os termos da *Convenção Para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial* da Organização das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, que entrou em vigor em 20 de Abril de 2006, após 30 meses de sua adoção na 32ª. Conferência Geral da UNESCO no período de 29 de Setembro a 17 de Outubro de 2003, em Paris.(UNESCO, 1995-2006).

Assim, sublinhando os aspectos mais evidentes factíveis entre os povos pescadores da Amazônia (por exemplo): *le patrimoine culturel immateriel se manifeste, entre autres, dans les domaines suivants: les traditions et expression orales, y compris la langue comme vecteur du patrimoine culturel immateriel; les arts du spectacle (comme la musique, la danse et le théâtre traditionnels); les pratiques sociales, rituels et événements festifs; les connaissances et pratiques concernant la nature et l'univers; les savoir-faires liés à l'artisanat traditionnel.* (Op.Cit).

As tradições e expressões orais compreendem a língua como vetor de patrimônio cultural imaterial, como vetor de expressão das relações sociais e das relações com o meio natural, pois expressam sistemas classificatórios de parentesco e de identificação de territórios e status social. Num glossário que ainda está por finalizar, tentarei expressar essas relações. Por isso, longe de ser vista como uma linguagem deturpada ou rústica ou primitiva, o falar desses povos é sim, uma expressão do viver regional, hoje ameaçado pelas formas de expressão, concordância e conjugação de linguajares midiáticos.

As artes - a música, a dança, o teatro tradicional - são inspiradas nessas relações e nos conhecimentos comunitários. A arte de fazer barcos com as sutilezas funcionais estão nos *tilheiros* dos carpinteiros e *calafateiros* navais. A arte de tecer redes e tarrafas, armadilhas de pesca e de caça e coleta, enlaçam as tecedeiras gerando redes sociais relevantes e valorizando as relações de gênero na dinâmica das comunidades pesqueiras. As danças tradicionais (*carimbó, siriá, lundu*) são impregnadas de história, simbolismos e determinações sócio-culturais; vão além do chão ou do terreiro em que dançam; implicam e remontam matrizes culturais, as quais estão a demandar estudos cujos resultados poderiam ser aplicados em ações educativas e em favor da não-violência no campo e na cidade. O teatro itinerante dos *pássaros, bois, cordões de bicho e pastorinhas*, inserem-se nesse contexto.

Os rituais e eventos festivos são manifestações das representações coletivas, marcadores de ritos propiciatórios ou de *ritos de passagem*, de trocas simbólicas entre o homem e suas entidades espirituais, bens imateriais de convivialidade social. Por estas razões penso que devem que dever ser alvo de proteção, registro, e valorização dos conhecimentos que subjazem à sua existência. Dever nosso, (nós da academia), dever do Estado e dever dos segmentos sociais essa proteção, proteger e fazer conhecidos esses rituais e eventos festivos. Criar, inovar e incentivar iniciativas e estratégias de proteção com pesquisas, registros, inventários e divulgação como via para acesso a esses bens culturais. (FIG. 2 – Patrimônio Imaterial – Festa de Santo)

Os conhecimentos e práticas concernentes à natureza e ao universo; os saberes ligados à artesania tradicional, são aspectos desse patrimônio imaterial a que me refiro. Com os conhecimentos tradicionais, transmitidos de geração à geração, e com as tecnologias tradicionais de ascendência milenar que lhes garantiram sustentabilidade, utilizam e administram os recursos naturais disponíveis. (FIG. 3 – Modelo de Triangulação Visual: FURTADO, 1993). Estes conhecimentos e práticas, por seu turno constituem o *patrimônio intangível* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 2007). Infelizmente as pressões sociais (pressão demográfica, pressão imobiliária, pressão do mercado, pressão industrial, *hordas* turísticas) têm comprometido essa sustentabilidade e a sustentabilidade dos patrimônios aquáticos e subaquáticos. Vale a pena lembrar que a UNESCO vem organizando reuniões de peritos governamentais visando estabelecer uma *Convenção de Proteção ao patrimônio Cultural Subaquático*, cujo texto foi aprovado na 31a. Conferência-Geral, realizada em outubro e novembro de 2001. Dentre os objetivos a Convenção visa proteger sítios arqueológicos subaquáticos das pilhagens e do tráfico ilegal de peças submersas nos mares e oceanos pelos “caçadores de tesouros”. Com efeito as plataformas continentais e zonas econômicas exclusivas dos países costeiros são alvo dessa Convenção (Op.Cit.).

Há uma interdependência entre o patrimônio cultural imaterial e o patrimônio natural. As pessoas, em cada lugar, em cada região que se identificam com as expressões que mencionei nos itens anteriores, e sabem distingui-los de uma região para a outra, relevando portanto sinais de identidade e alteridade. Um caso concreto pode vir da distinção que as pessoas fazem entre um ritmo e outro de uma mesma dança conhecida em lugares diferentes. O *carimbó* por exemplo, é uma dança que, tendo sua célula rítmica própria, varia em cadência (pulsação rítmica) e andamento de um lugar ou de uma região para outra. Diz-se que em Marapanim tem uma pulsação diferenciada, um andamento mais lento, mais cadenciado em relação ao carimbó de Curuçá, de Icoaraci e do Marajó. Razões para isso? Certamente que poderemos identificar atentando-se para as dinâmicas sociais intervenientes? Influências de matrizes culturais africanas? Construção musical de seus autores e seus ritmistas? Talvez. Por isso, esse patrimônio (imaterial, intangível) das populações tradicionais, merece especial atenção, sobretudo que na Amazônia sua expressão maior está em populações de pescadores; seus instrumentos musicais estão relacionados à biodiversidade dos manguezais costeiros; e por fim temos no Estado do Pará

uma base de sustentação que são as instituições de ensino da música. Portanto, um bom alvo para pesquisa e registro do patrimônio imaterial do Estado.

As tecnologias tradicionais representam a cultura material que corresponde aos engenhos de pesca e coleta, cujos impactos sobre os ambientes aquáticos é sem dúvida bem menor em relação a outros da pesca em escala industrial.

Não obstante, esses engenhos de pesca têm sido julgados como “danosos ao meio ambiente”. A propósito disso, proponho que se avalie cientificamente o nível de predadoriedade que lhes é atribuída e de eficácia desses engenhos, os quais continuam a prestar serviços aos produtores da pesca e coleta em todas os territórios de pesca regional. *In vivo* estão nas praias e nas beiradas dos rios (currais, cacuris, estacadas), nas mãos dos pescadores (redes malhadeiras, redes de bubuia, redes de espera, redinhas, arcos e flechas, arpões). *In vitro* estão nas reservas técnicas dos institutos de pesquisa, como a do Museu Paraense Emilio Goeldi – *Reserva Técnica Curt Nimuendaju*). Dois laboratórios para essas análises de impacto sobre o meio ambiente.

É corrente a noção de que os pescadores vivem em *comunidades*: comunidades litorâneas, comunidades costeiras, comunidades ribeirinhas, comunidades lacustres, onde a terra e a água são componentes indispensáveis à vida como recursos primários de produção e consumo. Estas comunidades são de tamanho variável com denominação as mais diversas: *meu lugar, minha localidade, sítio, vila, povoado*. Essa noção entretanto, não deve ser entendida numa perspectiva homogeneizadora, isto é, aquela que pensa esses aglomerados humanos como uma realidade monolítica, substantiva ou contida em si mesma, ou que não contemplam as desigualdades sociais, ou ainda amputadas do sistema social, econômico e político abrangentes. Nesse sentido me parece emblemática a concepção de uma colega que pensa na perspectiva contrária:

“.../ parece igualmente significativo o fato de categorias como ‘companheiro’ e ‘camarada’, que expressam o sentimento de uma sociedade de iguais serem freqüentemente empregadas pelos membros dos grupos de trabalho na pesca. Enquanto representações paradigmáticas das relações sociais que neles se estabelecem, essas categorias têm, sem dúvida, sua própria eficácia política. .../. Desse ponto de vista, o conceito de ‘comunidade’, ao invés de uma entidade sociológica anacrônica, descortina um universo social dinâmico, complexo, diversificado que se decola de contornos estritamente fisiográficos e rejeita uma noção homogeneizadora dos aglomerados humanos” (BRITTO, 1980). As comunidades de pescadores amazônicos estão às margens dos lagos, rios, igarapés, furos, paranás, enseadas, baías, praias, orla marítima, distibuidas não por determinações geográficas mas sobretudo por determinações sociológicas, em espaços pensados socialmente (MAUSS, 1974).

### 3. Indivisibilidade Terra-Água No Mundo Da Pesca

Nessas comunidades a indivisibilidade de seus territórios como recurso primário - a água e a terra - no seu modo de *fazer* o cotidiano é um fato incontestável. Por oportuno

lembro o que o índio Krenac dizia lá atrás, nos anos 1970, quando celebrávamos a Semana do Índio no Museu Emilio Goeldi: “Terra é vida”. Por analogia, eu digo: água é vida para os povos ribeirinhos, lacustres, insulares e costeiros; para os que dela fazem sua “lavra” (pescadores, coletores) terra e água são vida para estes povos. Portanto, devem ser conservados como um dever do Estado e direito dos usuários dos ecossistemas aquáticos, e mais, conhecidos de modo sistemático, conforme preconiza o Código de Conduta da Pesca Responsável, estabelecido pela FAO em 1994 (FAO, 2000 apud PARÁ-SETEPS, 2003), a fim de que a pesca no Brasil e na Amazônia seja praticada de forma responsável, ética e sustentável. Aqui sublinho o valor da pesquisa científica e da proteção dos conhecimentos tradicionais para esse mister. Por sua vez, a sociedade deve estar consciente desse dever de proteger esse patrimônio natural sobre o qual se constrói e se renovam os processos sócio-culturais, e se constrói a territorialidade cujo conceito vai além da materialidade visível, além do tangível, para incorporar o intangível, aquilo que dá sentido e forma aos benes e valores sócio-culturais.

A indivisibilidade desses territórios se manifesta através de diferentes aspectos dos quais destaco apenas três, que (na falta de um termo mais adequado) chamo de indicadores de avaliação dessa indivisibilidade.

Primeiro, a continuidade da vida, expressa na *permanência* de atividades como a pesca, a coleta, a aquicultura, agricultura familiar, que mediatizam as relações interculturais e as relações entre os homens e os ecossistemas envolventes (terrestres, aquáticos e subaquáticos), e ao mesmo tempo anulam uma fictícia dicotomia entre terra e água no mundo dos povos das águas. Essa condição exige que políticas públicas atentem para essa realidade. Esse primeiro aspecto supõe que esse bem natural é de importância crucial para a manutenção da vida animal e humana, não obstante passe por situações que exigem uma nova consciência ética de uso e gestão para sua renovação.

Segundo, habitação e trabalho enleando esses espaços que legitimam o aforismo mencionado no início deste texto – *nem tanto ao mar e nem tanto à terra*. De um lado o *lugar de moradia*, do planejamento, das negociações sobre os resultados do trabalho no mar, nos rios, nos igarapés; de outro o *lugar da lavra*, do trabalho. Entre os dois está o porto, o trapiche que medeia esses dois espaços que marca indivisibilidade entre um e outro.

Terceiro, idéias e práticas sublinhando significados e realizações pessoais e coletivas no sentido durkheimiano, definem identidades e relações de gênero. Espaços onde se forjam representações sociais, orientam o *fazer* cotidiano e ajudam a conservar a biodiversidade tanto em terra quanto na água. Lembro nessa direção, as águas produtora da vida, como a *mãe natureza*, a *mãe-grande*, geradora de alimentos e vida; (manifestada em certos territórios classificados pelos pescadores e coletores amazônicos) (RENAS, 2006); as águas como reino da encantaria (FURTADO, 1993); as águas (do mar e dos rios) como espaço de realizações pessoais e coletivas, definidoras de identidades e condições de gênero.

E considerando-se o processo de transformação acelerada presenciada nas últimas décadas, considerando-se o paradigma de uso e gestão dos recursos aquáticos, considerando-se que estes indicadores (que identificam a indivisibilidade das *territorialidades* dos trabalhadores das águas) estão expostos aos impactos deletérios dessa transformação, indaga-se: que diretrizes seguir? Que modelo de gestão ambiental viria ao encontro dos planos diretores institucionais? Que modelo viria ao encontro das demandas sociais para que povos e ambientes tenham vida de qualidade?

Deixo as respostas à reflexão!

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira De Antropologia. 2007. *Antropologia e patrimônio cultural: diálogos e desafios contemporâneos/* organizadores Manuel Ferreira Lima Filho, Jane Felipe Beltrão, Cornelia Eckert. – Blumenau: Nova Letra.
- Britto, Rosyan Campos de Caldas. 1980. *Comunidade litorâneas na Amazônia e a gestão do espaço público.* Trabalho apresentado ao IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil – Populações Humanas, rios e mares da Amazônia, Organizado por Lourdes Gonçalves Furtado (MPEG) e Antonio Carlos Santana Diègues (USP), com o patrocínio do Museu Paraense Emilio Goeldi, USP, UICN e Fundação Ford.Belém, Junho.
- Diègues, Antonio Carlos Santana Diègues. 1979. *Pescadores, sitiantes e trabalhadores do mar.* USP. Tese de Doutorado. São Paulo.
- FAO. *Code of Conduct for responsible Fisheries.* Disponível em:  
[www.fao.org/fianguem/codedonr/](http://www.fao.org/fianguem/codedonr/).
- Furtado, Lourdes Gonçalves. 1993. *Pescadores do Rio Amazonas: Um estudo antropológico da pesca ribeirinha numa área amazônica.* Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi.
- Geistdoerfer, Aliette. 1984. ‘Ethnologie des activités halieutiques’, *Anthropologie Maritime.* Centre d’Ethno-Tehcnologie en Milieux Aquatiques. Bulletin, Cahiers N. 1. Paris.
- . 1985, ‘Introduction’. *Anthropologie Maritime*, nº 2. Paris, CETMA. Paris, 1985. pp.5-7.
- .1990. *Anthropologie Maritime. Appropriation Technique Sociales, Symbolique des Ressources Aquatiques.* Recherches, Formation, Documentation. Aliette Geistdoerfer (responsible),. Museun National d’Histoire Naturelle. Paris.
- Maneschy, Maria Cristina. *Ajuruteua: Uma comunidade Pesqueira Ameaçada Belém,* Universidade Federal do Pará.
- Mauss, Marcel. ‘Ensaio sobre as variações sazonais das sociedades esquimós’, in *Sociologia e Antropologia*, v.II. São Paulo, Editora da USP.

Projeto Renas. *Diagnóstico Preliminar Etno-Ecológico da Reserva Extrativista Marinha Mãe Grande de Curuçá – Zona do Salgado*. Manuscrito.

Silveira, 1979. ‘Formas de aviamento numk povoado pesqueiro da Amazônia’, *Bol. do Museu Paraense Emilio Goeldi*, Nova Sér. Antropologia, Belém (74): 1-24.

UNESCO, 1995-2006. cap. de Internet <http://www.unesco.org/culture/ich> em 9/8/2006.

## **DIMENSIÓN SOCIPOLÍTICA**



río, espuma; lluvia, niebla;  
nube, fuente, hielo, mar;  
cuídala como cuida ella de ti.

*De la canción titulada "el hombre y el agua",  
del cantautor catalán Joan Manuel Serrat*

El tema del agua se ha incorporado muy parcialmente al debate público y carece, por lo tanto, de una centralidad necesaria en los centros de decisión políticos. Con este libro queremos construir un soporte material que ayude a visibilizar el problema del agua a nivel político, a nivel académico y a nivel social. Se dice que donde no hay agua no hay vida, pero sólo el 1% del agua existente es dulce y de ésta una buena parte no es disponible para el uso humano porque está congelada en los polos y en los glaciares. De la parte disponible la mayor proporción está, además, contaminada.

La lucha por la posesión de este recurso vital se agudiza hoy por la escasez y por las querencias privatizadoras del capitalismo moderno. La privatización asegura el control, la gestión, la posesión y la utilización de este recurso fundamental por parte las minorías pudientes del planeta. Asistimos, en consecuencia, a una gran desigualdad en el acceso al agua potable y a los servicios de saneamiento en nuestro planeta. De hecho, en la actualidad hay más de 1300 millones de personas sin acceso al agua potable y más de 1700 millones malviven sin el más mínimo saneamiento.

Así, la gran cuestión del agua reaparece con su mercantilización, en la medida en que el agua se convierte en un objeto-mercancía que se puede comprar, tratar y vender. En el discurso sobre la privatización del agua resuena insistentemente no sólo el papel de las empresas multinacionales del agua, sino también la funesta subordinación de los poderes públicos a este proceso de privatización-mercantilización. Pues bien, una de las grandes aspiraciones de este libro es reorientar los contenidos de este debate. Se trata, en resumidas cuentas, de configurar el horizonte de desafíos inmediatos que en materia del agua tiene que afrontar el movimiento popular. Para todo ello es vital conocer la situación y experiencias locales, como factor clave en la formulación de las políticas hídricas.

En las páginas siguientes, presentamos un conjunto de análisis e investigaciones que hacen referencia al agua y a la Amazonía en lo que se refiere a su dimensión sociopolítica. Unos artículos hacen hincapié en el tema general del agua y en la problemática de su privatización. Otros textos, sin embargo, se centran en el contexto económico, geográfico, biológico y humano de la gran cuenca hidrográfica del Amazonas. Tampoco faltan trabajos que armonizan ambos espacios de investigación. Éstos ponen el acento en el contexto amazónico, especialmente, en la gestión de los recursos, en la geopolítica y en la ecología política.

Parece evidente que el siglo XXI será un siglo acuciado por los conflictos en torno al agua ya que “el oro azul” se está convirtiendo en uno de los recursos estratégicos más importantes a nivel mundial. Tomando como referencia el mundo amazónico, el libro nos

sumerge en una labor verdaderamente precursora en cuanto al análisis de esta problemática y asume como suya la reivindicación de que el agua es un bien común y su acceso al mismo un derecho humano fundamental.

Los artículos aquí recogidos presentan algunos de estos conflictos, así como algunas de las claves para una gestión sostenible del agua. El de *R. Arteaga* aporta una visión global el agua en la Amazonía, destacando los conflictos entre el valor de este recurso y las luchas por su apropiación. En esta línea, *L. E. Aragón* nos presenta algunas cuestiones candentes en el estudio de la región, resaltando las nuevas formas de cooperación que progresivamente están emergiendo. *Darío Maldonado, Hermanus Keizer, Lima de Alencastro, Martin Fearnside y Suzanne Vitel* abordan uno de los problemas más graves con el que se enfrenta la Amazonía: la desforestación y su impacto importante sobre la fauna y la flora local. Frente a estos efectos negativos, el artículo de *H. Cetrángolo, C. Gelabert, P. Cetrángolo y F. Medan* se centra la política de implantación de bosques para evitar la deforestación. Por su parte, *J. I. Arregui* retoma los conflictos por la apropiación del agua, defendiendo la importancia de reconocer los derechos sobre la tierra y el territorio de los pueblos indígenas como punto de partida para cualquier iniciativa compartida de Desarrollo Sostenible. Los siguientes artículos abordan algunas de las cuestiones clave en la gestión del agua. Así, *S. Teles da Silva* señala los desafíos de una gestión democrática y participativa del agua, poniendo de manifiesto que es necesario considerar las necesidades de las poblaciones humanas e integrar los saberes tradicionales. Siguiendo este debate, *N. Ravena, V. Ravena Cañete, C. Lima de Souza, R. Magalhães de Sousa y W. Monteiro Rocha* analizan el papel de los actores sociales, los marcos reguladores y las escalas. *P. Da Silva* presenta un caso particular de gestión del agua como es el de Guyana, un país en el que el exceso de agua ha llevado a desarrollar un complejo sistema de drenaje e irrigación a través de canales. *V. López Acevedo* analiza algunos de los problemas con los que se encuentra el agua en la Amazonía ecuatoriana, y subraya la necesidad urgente de articular políticas públicas para el aprovechamiento del recurso hídrico. *N. Fenzl* por su parte, señala la importancia de una integración institucional para el manejo sostenible de los recursos hídricos, particularmente cuando éstos son un recurso transfronterizo. Por último, *S. R. Duque, C. Trujillo, A. Huérano, S. López-Casas y F. Trujillo* muestran los detalles de un trabajo conjunto con comunidades indígenas en el manejo sostenible de los humedales que tiene como eje la administración y gobernanza autónomamente de su territorio.

## **Agua y Amazonia**

*Rosalia Arteaga Serrano*

La Amazonía es, sin lugar a dudas, la cuenca hidrográfica más grande del planeta, cuenca compartida entre siete países, (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela) pero un bioma que abarca a ocho países (incluido Suriname) y a un territorio (el de la Guyana Francesa), los investigadores dicen que dicha cuenca contiene el veinte por ciento del agua dulce del planeta, sin embargo, cálculos más conservadores hablan de un 13 al 15% de estos recursos.

En todo caso, si colocamos a los otros seis o siete ríos más grandes del mundo, con sus caudales, todavía el Amazonas desfoga más agua en el Atlántico que esos ríos juntos, lo que evidentemente coloca en un lugar de privilegio y de expectación a los países por cuyos territorios atraviesan esas aguas, sobre todo ahora en que existe una mayor conciencia del valor que tiene el agua, como elemento vital, generador de vida, y de su relativa escasez en el planeta, refiriéndonos claro está al agua apta para consumo humano y animal y para la agricultura, siendo esta última actividad la que porcentualmente ocupa más agua que las otras actividades en las que podríamos pensar e imaginar.

Cada vez más, al mismo tiempo que crece la conciencia sobre el valor del agua, no en todos los sectores desafortunadamente, crece también la codicia por apropiarse de sus fuentes o de los cursos de agua más abundantes y más puros.

La guerra por el agua parecería que ya ha empezado, pueblos que están luchando por la posesión de las fuentes, empresas que compran territorios enormes en los que se sabe que hay acuíferos valiosos, el negocio del agua embotellada, que cada día se hace más lucrativo e involucra a más gente, disputas que parecen pequeñas por canales de regadío, pero que van a ir subiendo de tono cada vez más, conforme pasen los tiempos y se sienta la presión por poseerla, regular su consumo, dosificarla, etc.

Teniendo la Amazonía la cantidad de agua que posee, era admirable que solamente hasta ya empezado este siglo y este milenio, recién pensaran los países condeños de la cuenca, en hacer un trabajo conjunto que condujera a la gestión de los recursos hídricos compartidos, para lo cual, la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), contó primero con un pequeño apoyo del PNUMA a través de la OEA, y ahora con una asignación mayor del GEF, para intentar darle una organicidad a esta temática de tanta importancia, tomando en cuenta no solo la condición estratégica de la Amazonía, sino también la precariedad de muchas poblaciones amazónicas, lo problemático de temas como la contaminación por mercurio causadas por la minería ilegal, temas de erosión de los suelos en las fuentes del agua en la cordillera de los Andes principalmente, la disminución del tamaño de los peces que proveen de buena parte de la proteína a los pobladores de la región, la relación con los glaciares que están siendo las primeras víctimas del

calentamiento global y que primero contribuyen con flujos inusuales de agua a las crecidas que causan destrozos y muerte, y en sequías prolongadas, que, como la del año 2.005 causaron situaciones catastróficas, muerte, aislamiento de pueblos, pérdidas de animales y de biodiversidad, sobre todo en el territorio de la parte baja del delta, es decir, en territorio brasileño.

Es la necesidad de actuar juntos en una cuenca compartida la que hace que los gobiernos de los ocho países miembros de la OTCA hayan acordado una política común, que si bien está en sus inicios, sobre todo a partir de la consolidación de la organización en el año 2.004, de alguna manera está colocando sobre el tapete de la discusión esta temática, partiendo por procesos de fortalecimiento institucional de los organismos encargados del manejo y de la gerencia del agua en cada uno de los países amazónicos, hasta temas más complejos como el intercambio de información, la unificación de sistemas informáticos que provean de datos confiables a los científicos e investigadores, pero también a los habitantes de la región y a los usuarios de lo que produce. Ojalá, gracias a la experiencia Brasileña y a sistemas como el Sivam-Sipam, que se valen del uso de la información provista por los satélites, y a contribuciones de instituciones como el Clirs en el Ecuador, se pueda llegar a una verdadera alianza basada en la información, que provea de las herramientas precisas a sus habitantes y a sus gobiernos, para preservar de debida forma la Amazonía.

La estrecha interrelación entre los Andes y la Amazonía, lo que nos lleva ha hablar de proyectos Andino-Amazónicos, es algo que debe ser estudiado de la debida manera, e internalizado en la conciencia de los tomadores de decisiones, quines deben saber que esa relación y su cuidado, es la que provee de vida a la parte baja de la llanura amazónica, tanto en términos de agua como de biodiversidad, que también, en buena medida, proviene de las alturas andinas.

Es de desear que luego de la conclusión del proyecto de gestión de recursos hídricos compartidos en la cuenca del Amazonas, así como de la información que proyectos como el GeoAmazonía, que lleva también adelante la misma organización, se pueda contar realmente con una base de datos fiable, con mucha información y que realmente cumpla con los objetivos para los que fue proyectada.

La Amazonía, que en estos últimos tiempos aparece como la gran culpable de lo que pasa en otras regiones del planeta, por los procesos de deforestación a los que ha sido sometida, por la extensión de la frontera agrícola, por la apertura de vías alentadas por el proyecto IIRSA que llevan adelante el Banco Interamericano de Desarrollo y la Corporación Andina de Fomento, es en realidad una gran víctima de los abusos que desde diferentes sectores se le han infringido, y también una víctima más del calentamiento global que ya está dando muestras de ser el mayor peligro que se cierne para la supervivencia de la vida en el planeta.

El valor estratégico de la cuenca amazónica, en temas de biodiversidad, al ser la franja tropical más extensa del planeta en cuanto a cobertura vegetal, al ser también depositaria de los extraordinarios conocimientos tradicionales a través de los pueblos originarios que la pueblan, pero sobre todo por esos recursos hídricos que hemos venido

mencionando, es enorme, valor que ya es generalmente reconocido, pero que sus propios gobiernos todavía no han aquilatado en toda su dimensión.

Otro tema que no debería ser soslayado es el de que siendo el Amazonas y sus afluentes un río, el más ancho del mundo y probablemente el más largo, según datos proporcionados últimamente por el INPE y científicos peruanos, es el de la comunicación fluvial, usar lo que tiene para ofrecernos la hidronavegación que use esta arteria como un camino de intercomunicación entre los países que hacen parte de la cuenca.

La Amazonía representa el cuarenta por ciento del total del territorio de la América del Sur, cualquier proceso de integración que olvide esa realidad o que quiera seguir manteniendo la marginalidad a la que ha sido postergada, está llamado al fracaso.



# **Nuevos temas regionales para el estudio de la Amazonía en el actual contexto internacional<sup>1</sup>**

*Luis E. Aragón*

## **Abstract**

The purpose of this paper is to broadly describe some historical, social and economical factors that have contributed to transform the Amazon region. In similar measure, we consider proper to identify new issues that challenge and stimulate researchers and scholars which are helping to better understand the reality we live with the hope of contributing to their transformation. In this sense, there are some new topics about which scholars have to be aware: (1) A new geography, (2) a new context, (3) a new vision, and (4) a new partnership, referring to the Amazon as a whole and not just to the Brazilian Amazon.

**Keywords:** *Amazon region, international context, transformation.*

## **1. Introducción**

En pleno *boom* del caucho, el 05 de Junio de 1888, el Parlamento del Imperio Brasileño era escenario del siguiente acalorado debate sobre los intereses amazónicos (Cf. Mendes, 2001, p. 9).

“El Sr. Mancio Ribeiro: *¿Quién puede mejor representarlos que aquellos ciudadanos que consiguen desbravar aquellos vastos horizontes de la Amazonía?*

El Sr. João Penido: *¿Dónde es esa Amazonía de que el noble diputado tanto tiene hablado?*

El Sr. Mancio Ribeiro: *Estudie geografía, que Su Excelencia debería saber desde niño (risas)*<sup>2</sup>

Ya se pasaron casi 120 años desde ese interesante debate acerca de los intereses que afectaban a la Amazonía y la pregunta parece permanecer sin respuesta satisfactoria. O de

<sup>1</sup> Publicado en portugués en el libro *O urbano e o regional no Brasil contemporâneo: Mutações, tensões, desafios*, organizado por Sarah Feldman y Ana Fernandes, Salvador, Bahia: ANPUR/UFBA, 2007, p. 153-174. Versión en español preparada para la Cátedra Brasil del Centro de Estudios Sociales de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, publicada con autorización de la Fundación Alexandre Gusmão del Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil.

<sup>2</sup>Traducción libre del Portugués arcaico:

“ – O Sr. Mancio Ribeiro: Quem melhor pode represental-os do que esses cidadãos que podem devassar aquelles vastos horizontes da Amazonia?

- O Sr. João Penido: Onde é essa Amazonia, de que o nobre deputado tanto tem fallado?

- O Sr. Mancio Ribeiro: Estude geographia, que V. Ex. devia saber desde menino (Riso)”

otra forma, ¿será que se sabe con certeza “donde está esa Amazonía” de que tanto se habla?; o entonces, ¿“hasta dónde va la Amazonía”?; o en una dimensión mayor, ¿cuál es su realidad actual y cual será su futuro?. Este capítulo trata de discutir temas emergentes que desafían los estudios regionales para responder a esas indagaciones en el actual contexto internacional en que la Amazonía se encuentra.

Y la tarea no es trivial, el mundo se transformó y la Amazonía también, llega hasta argumentarse el fin de la historia y la eliminación de la geografía, y de ser así, como consecuencia, la negación de la Amazonía. Trataremos aquí, por lo tanto, de rescatar un poco de la historia, de la geografía, de los actores, y de los procesos sociales y económicos que transformaron la región, identificando nuevos temas que desafían y estimulan investigadores, estudiosos y curiosos, con los intereses más diversos, los cuales están contribuyendo a entender mejor la realidad en que vivimos con la esperanza de contribuir para su transformación. Los nuevos temas son numerosos y variados; trataremos aquí de cuatro de ellos: (1) Una nueva geografía, (2) un nuevo contexto, (3) una nueva visión, y (4) una nueva cooperación, refiriéndonos a la Amazonía como un todo y no solamente a la Amazonía Brasileña.

## 2. Una nueva geografía

El proceso de globalización, la mundialización de los mercados, el extraordinario avance de las telecomunicaciones, la modernización de los transportes, el fortalecimiento de la sociedad y del mercado del conocimiento, entre otros factores, modificaron profundamente la geografía mundial. En el actual contexto internacional “la estructura de referencia del comportamiento económico se constituye, cada vez más, de un conjunto *variado* (en el espacio) y *variable* (en el tiempo) de recursos, mercados y conocimiento tecnológico y, cada vez menos restricto a las fronteras nacionales y continentales” (Conti, 2005, p. 214). Esto no significa, sin embargo, la negación de la geografía o el fin de la historia, se vive sí una nueva organización de las actividades económicas. Como acertadamente afirma Becker (2004, p. 127), “si los flujos financieros son globales, los acervos de naturaleza están localizados en territorios de Estados o en espacios aún no reglamentados jurídicamente.” Y en esta realidad la Amazonía pasa a desempeñar un papel preponderante por la enorme reserva de capital natural que ella posee.

El conocimiento de esos acervos naturales y de su relación con las actividades económicas desarrolladas en la propia región o fuera de ella, pero que dependen de ellos, urgen una definición más precisa de la región que se generalizó en llamar de Amazonía. Ese nombre, que para algunos representa una de las tres marcas más famosas del mundo después de la Coca-Cola y de Jesucristo (Cf. Mendes, 2001, p. 9), alcanzó los más altos palcos científicos y políticos del globo hasta el punto de que la propia soberanía de Brasil y de los demás países amazónicos es cuestionada en pro del bien común o del equilibrio ambiental del planeta, como bien lo sintetiza la posición de Al Gore, Vice-presidente de Estados Unidos: “Al contrario de lo que piensan los brasileños, la Amazonía no es de ellos,

sino de todos nosotros.” Se suman a esa otras declaraciones de alcance mundial igualmente preocupantes: “El Brasil necesita aceptar una soberanía relativa sobre la Amazonía” (François Mitterrand); “El Brasil debe delegar parte de sus derechos sobre la Amazonía para los organismos internacionales competentes” (Mikhail Gorbachev); “La Amazonía es un patrimonio de la humanidad. La posesión de esa inmensa área por los países [amazónicos] es puramente circunstancial” (Consejo Mundial de Iglesias Cristianas); “Si los países subdesarrollados no consiguen pagar sus deudas externas que vendan sus riquezas, sus territorios y sus fábricas” (Margareth Thatcher) (Cf. Mendes, 2001, p. 23-24).

Es necesario, por lo tanto, desmitificar la Amazonía, que cada uno la defina conforme sus propios intereses, creando muchas veces nuevos mitos para justificar sus acciones. La Amazonía se tornó, quiérase o no, una cuestión nacional y global, pero que aún hoy como antes y a pesar de los múltiples avances falta mucho por conocerse. ¿Quién se atreve por ejemplo a definirla físicamente con precisión; es decir, responder a la aparentemente simple pregunta de hasta donde va la Amazonía? (¿o será Amazonías?). ¿No es esa la esencia de la pregunta del Sr. João Penido cerca de 120 años atrás en el Parlamento Imperial?.

Mas ¿cuál es la importancia de definir regionalmente la Amazonía?: Además de la soberanía nacional, gestores de políticas públicas y de inversiones en la Amazonía necesitan saber con claridad donde localizar tales inversiones; pero tal definición se hace necesaria también para cuantificar con precisión su población, el capital humano, los acervos naturales disponibles en la región y analizar los cambios espaciales ocurridos dentro de ella. Manfred Grasserbauer (2005, p. vii), Director del Instituto de Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Comisión Europea, argumenta acertadamente la necesidad de tener una definición clara de la región:

“la definición de la extensión geográfica de la Amazonía reviste la máxima relevancia para una gran cantidad de temas políticos, comenzando con algo tan simple como indicar la población de la Amazonía y terminando con problemas tan complejos como la estimación del balance de carbono de la cuenca amazónica como un factor clave para el cambio climático mundial. De hecho, la Amazonía es un grupo de ecosistemas con un verdadero impacto global y por ello su desarrollo sostenible es de máxima importancia no sólo para los países implicados, sino para toda la comunidad internacional”.

Diversos esfuerzos han sido realizados para definir regionalmente la Amazonía pero aún no existe consenso. De cierta forma tal definición pasó a depender de lo que se quiere hacer con una determinada definición; es decir, la definición pasó a depender de su utilidad y tal vez nunca se llegue a una definición única.

Es un hecho reconocido que la Amazonía no es solamente brasileña; está compartida con otros países pero su delimitación depende de los criterios utilizados. Gutiérrez, et. al. (2004, p. 21) sintetizan bien el desafío que representa definir la región amazónica:

“Las expresiones Amazonía, Panamazonía, Amazonía Suramericana, Región Amazónica o Gran Amazonía, comprenden diferentes enfoques, discernimientos y representaciones espaciales. En general, estos términos se refieren a la mayor *selva* tropical húmeda del planeta situada al norte de Suramérica, a la cuenca hidrográfica del río Amazonas, a las Naciones que tienen territorio en éstas, a los Estados que promueven, mediante acciones conjuntas el planeamiento del desarrollo sostenible de la Amazonía para preservar el medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, a los límites artificiales de conveniencia político-administrativa para la aplicación de incentivos fiscales en territorios determinados, a los pueblos que la habitan, y a su fauna terrestre y acuática. Estos conceptos tienen la dificultad de que no se pueden traducir fácilmente en una cartografía única, porque se refieren a espacios diferentes, cuyos límites no coinciden necesariamente. La Amazonía, como entidad unificada, sólo puede existir como una amalgama de regiones. De esta manera, se puede afirmar que existen varias amazonías las cuales conforman una gran región, donde cada una tiene una distribución regional diferente.”

La Tabla 1 presenta tres criterios frecuentemente utilizados para definir la Amazonía, conforme diversas fuentes. No son los únicos criterios para definir la región; hay otros que incluyen factores biológicos, culturales, históricos, económicos y hasta geopolíticos.

Fuentes	Criterios		
	Cuenca hidrográfica	Selva tropical húmeda	TCA
CDEA	7.350.621		
Dominguez	6.869.344	5.897.795	7.186.750
Branco	7.000.000		
Braga et. al	7.500.000		
Gutiérrez et. al.	7.352.112	6.885.799	7.590.083
CI		6.683.926	

Tabla 1: Superficie de la Región Amazónica conforme a tres criterios y diversas fuentes ( $km^2$ ). Fuentes: Braga, et. al. 1999; Branco, 1989; CDEA, 1992; CI, 2003; Dominguez, 1987; Gutiérrez, et. al. 2004.

La *cuenca hidrográfica* está constituida por la cuenca del río Amazonas y todos sus más de 1000 ríos que componen el sistema fluvial de la región. Aparentemente sería el criterio más simple para definir la región y el más preciso para calcular su extensión. Sin embargo, como se puede observar, las estimativas varían por casi un millón de kilómetros cuadrados. Existe incluso controversia sobre el lugar exacto del nacimiento del río Amazonas; pero hay consenso por otro lado, de que por ese criterio no formarían parte de la Amazonía ni Surinam ni Guyana Francesa, cuyos ríos desembocan directamente en el Atlántico; y solamente una minúscula parte de Guyana formaría parte de la región,

constituida por la cuenca del río Takutu que desemboca en un tributario del Amazonas (Bernard, 2005). En compensación, grandes extensiones de las sabanas brasileñas (cerrado) y de las altas montañas nevadas de los Andes serían consideradas amazónicas. Restringiéndose la definición de la Amazonía al área cubierta por la *selva tropical húmeda con altas temperaturas*, las partes altas de los Andes y las sabanas brasileñas no formarían parte de la región, extendiéndose en contrapartida por mayores áreas al Norte, incluyendo Guyana, Guyana Francesa, Surinam y una mayor parte de Venezuela; pero al igual que con el criterio de cuenca hidrográfica, su extensión es diferente conforme la fuente utilizada. Además, esta es una extensión que varía con el tiempo a medida que la selva se va deforestando.

Una tercera forma comúnmente utilizada para definir la Amazonía es haciendo uso de criterios *administrativos o legales*. En Venezuela por ejemplo, la Amazonía se refiere para fines de planificación al Estado Amazonas; en el caso de Ecuador la Amazonía se define como el Oriente, constituido por seis provincias: Napo, Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe; y en Brasil tenemos la Amazonía Legal, definida por la Ley 1806 de 1953 que creó la Superintendencia de Valorización Económica de la Amazonía (SPVEA), antecesora de la SUDAM creada en 1966 (hoy ADA). Ese criterio tiende a integrar en su definición los dos criterios anteriores pero ciertamente incluye áreas que nada tienen a ver con ellos. En este criterio se considera la definición de la Amazonía del Tratado de Cooperación Amazónica, que en su Artículo Segundo determina que (MRE, 1978):

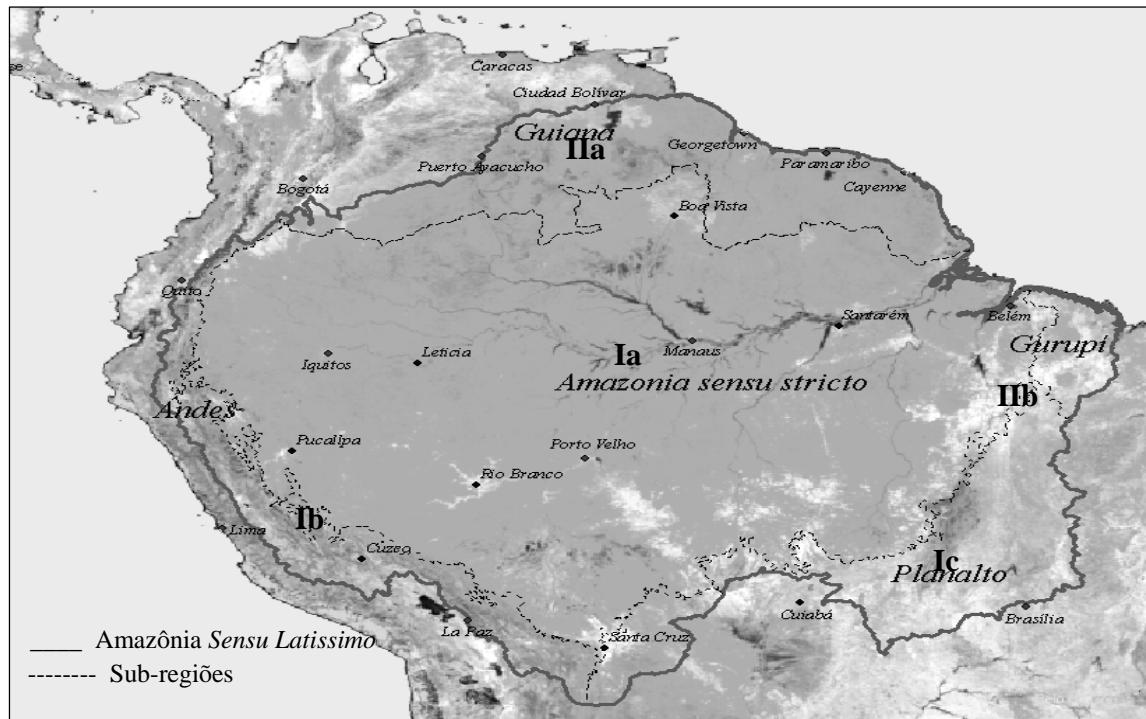
“El presente Tratado se aplicará en los territorios de las Partes Contratantes en la Cuenca Amazónica, así como también en cualquier territorio de una Parte Contratante que, por sus características geográficas, ecológicas o económicas se considere estrechamente vinculado a la misma”.

Como pude notarse la definición de la Amazonía por el Tratado es extremadamente imprecisa. Quedó a criterio de cada país contratante definir su propia Amazonía lo que generó una región *sui-generis* ya que algunos países consideran el criterio de cuenca, otros el de selva, otros los dos criterios y por fin otros consideran definiciones legales (como el Brasil). Además la Guyana Francesa no hace parte de la Amazonía por este criterio ya que ella no es parte contratante. Los países signatarios del Tratado son: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. Pero aún así no hay consenso sobre su extensión. La preocupación de tenerse una definición más precisa sobre la Amazonía aumentó en los últimos años como resultado de la relevancia global que alcanzó la problemática ambiental, del fortalecimiento de los procesos de integración sub-regional frente al proceso de globalización y de la creación y trabajo de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), además de intereses académicos.

El Tratado de Cooperación Amazónica fue firmado por representantes de los gobiernos de los países amazónicos en 1978. Con la ratificación de la Organización del

Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) por los parlamentos de todos los países contratantes en 2002 y la instalación de su Secretaría General permanente en Brasilia en 2003, el Tratado fortalece sus acciones en la región consiguiendo que en 2004 el Consejo de Ministros de Relaciones Exteriores de los países contratantes, Órgano máximo del Tratado, aprobara su Plano Estratégico 2004-2012. La OTCA reconoce la dificultad de no haber una definición precisa de la región y la consecuente falta de una sistematización de datos estadísticos fiables que permitan diagnosticar la realidad demográfica, social y económica de la Gran Amazonía e inventariar sus recursos (Arteaga, 2005). Tratando de superar esas dificultades, la OTCA emprende en cooperación con diversos organismos e instituciones científicas y académicas nacionales e internacionales, una serie de iniciativas que permitan sistematizar, compatibilizar, divulgar y acceder informaciones estadísticas de diversos tipos relativos a la Gran Amazonía<sup>3</sup>. En ese sentido, la Secretaría de la OTCA a finales de 2004 solicitó a la Comisión Europea apoyo científico y técnico para conseguir una “definición de los límites geográficos de la Amazonía” (Eva e Huber, 2005, p. iii). En respuesta, la Comisión Europea encomendó la ejecución del trabajo al Instituto de Medio Ambiente y Sostenibilidad (IMAS), Instituto éste de la Comisión Europea que cuenta con acceso a moderna tecnología e información actualizada del globo y que es responsable entre otras cosas por la elaboración del Mapa Mundial de Vegetación (Proyecto TREES – *Tropical Ecosystem Environment Observation by Satellite*). El IMAS produjo con la participación de científicos mundialmente reconocidos por sus trabajos en estudios amazónicos, una primera propuesta de definición geográfica de la región amazónica. En esta definición fue considerada la combinación de tres criterios básicos: (1) el criterio hidrográfico basado en la extensión total de las cuencas de los ríos Amazonas y Tocantins; (2) el criterio ecológico subdividiendo el resultado de la definición anterior en varias sub-regiones que pertenecen a diferentes eco-regiones; (3) el criterio biogeográfico complementando los anteriores, utilizando como indicador la extensión históricamente conocida del bioma de floresta amazónica del Norte de América del Sur; dividiendo preliminarmente la Gran Región en cinco sub-regiones: (Ia) Amazonía *stricto sensu*, (Ib) Andes, (Ic) Planalto, (IIa) Guyana, (IIb) Gurupí. El área total de la región (*sensu latissimo*) alcanzaría 8.121.313 kilómetros cuadrados, siendo la mayor parte (68,6%) definida como Amazonía *Sensu Stricto*, que incorpora la floresta tropical húmeda de las cuencas hidrográficas del Amazonas y Tocantins (5.569.174 km<sup>2</sup>)(Figura 1, Tabla 2) (Eva y Huber, 2005).

<sup>3</sup> Por ejemplo la formulación de las acciones estratégicas para la Amazonía resultado de una reunión de trabajo realizada en alianza de la OTCA y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), São Paulo, 13-14 de Marzo de 2006, envolviendo instituciones de ciencia y tecnología de países amazónicos y agencias de cooperación internacional.



**UNIDADE I** = Bacia Hidrográfica do Amazonas e Tocantins [“Bacia Total do Amazonas” ou “*Amazônia Hidrológica*”]

**Ia** = Amazônia *sensu stricto* (biota de floresta tropical de planície das bacias do Amazonas e do Tocantins)

**Ib** = Andes (biota da bacia amazônica andina, não de planície, acima da cota de 700 m)

**Ic** = *Planalto* (biota sul da bacia amazônica, não de planície)

**UNIDADE II** = Floresta tropical amazônica de planície fora da Unidade I

## IIa = *Guiana*

## **IIa = Gurana**

**Ia+IIa+IIb** = Domínio completo do bioma da floresta amazônica [“Amazônia sensu lato” ou “*Hylaea*”]

**I+II** = Bacia hidrográfica completa do Amazonas e Tocantins + bioma da floresta amazônica de planície fora da bacia hidrográfica [“Amazônia *sensu latissimo*”]

Fig. 1. Amazonía Sensu Latissimo, sub-regiones y componentes. Fuente: Eva y Huber, 2005, p. ii, 11.

Ocupação do solo	Área das sub-regiões, km <sup>2</sup>						
	Ia	Ib	Ic	IIa	IIb	Total	%
Florestas úmidas	4.586.909	237.013	34.976	805.007	56.418	5.720.323	70,4
Florestas tropicais secas	82.282	58.966	171.263	11.305	1.819	325.635	4,0
Floresta inundável	189.983	244	2.132	37.134	5.017	234.510	2,9
Agricultura	406.995	56.593	352.728	27.129	94.025	937.470	11,5
Pradarias e matos	235.344	196.562	299.629	81.308	3.064	815.907	10,0
Solos com vegetação esparsa ou escassa	97.660	4.826	4.222	8.279	1.120	86.108	1,1
Corpos de água	-	1.360	-	-	-	1.360	0,0
Total	5.569.174	555.564	864.951	970.161	161.463	8.121.313	100,0
%	68,6	6,8	10,7	11,9	2,0	100,0	

Ia: Amazonía sensu stricto Ib: Andes Ic: Planalto, IIa: Guyana, IIb: Gurupí.

Tabla 2: Ocupación del suelo de las sub-regiones de la Amazonía. Fuente: Eva y Huber, 2005, p. 14.

La propuesta realizada por el IMAS incorpora esfuerzos anteriores de definir la región. Por ejemplo el Grupo de Investigación Medio Ambiente, Población y Desarrollo de la Amazonía (MAPAZ) del NAEA intentó definir la Amazonía conforme las definiciones nacionales, con la finalidad de calcular su población y estudiar su dinámica sociodemográfica, llegando a producir un mapa preliminar de la Gran Amazonía con la división municipal para fines estadísticos (Figura 2). Considerando los censos demográficos de cada país realizados alrededor del año 2000 y otros materiales, la extensión y población total de la Gran Amazonía llegaría aproximadamente a 8 millones de km<sup>2</sup> y a 28 millones de personas incluyendo cerca de 1 millón de indígenas. Más de 60% de esa población vive en áreas urbanas y en algunos países ese porcentual es aún mayor (Aragón, 2005a).

Gutiérrez et. al. (2004) por otro lado, analizaron las transformaciones del espacio de la Gran Región, la cual, después de 500 años de historia estaría hoy rodeada por un anillo de poblamiento que avanza hacia su interior (Figura 3). Ese anillo de población no podría más ser considerado como área de frontera como definida tradicionalmente y que existirían aquí actividades económicas estructuradas y no más resultantes esencialmente de la expansión económica y demográfica que caracterizó el proceso de poblamiento de la región. Es lo que Becker (2004, 2005a) llama para el caso brasileño de frontera consolidada o área de poblamiento consolidado comandado por un intenso proceso de urbanización.

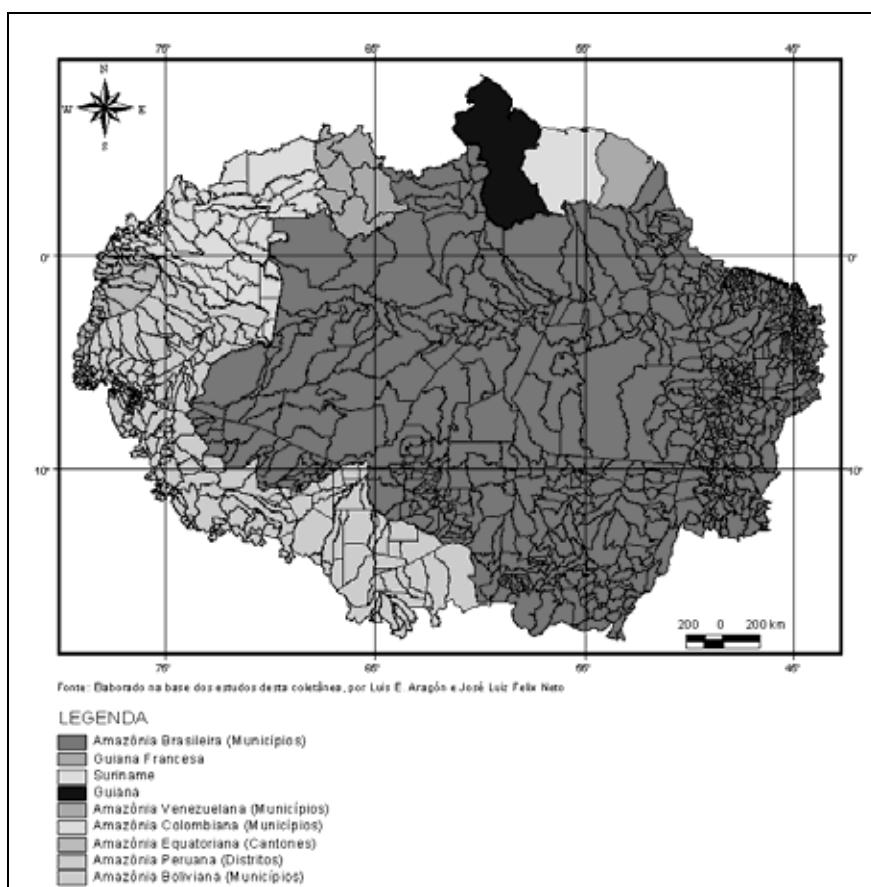


Fig. 2. División político-administrativa de la Gran Amazonía. Fuente: Aragón, 2005a, p.16.

Esa dinámica no estaría por lo tanto, restringida solamente al caso brasileño, sino que sería una característica de todo el anillo de poblamiento de la Gran Región, respetándose las especificidades nacionales. El mapa del anillo de población de la Amazonía permite identificar claramente dos sub-regiones: una de poblamiento consolidado, organizada jerárquicamente en ciudades, pueblos y villas, con activas redes de transporte, comunicaciones y de comercialización y cuya economía se basa fundamentalmente en la producción de mercadurías; y otra que se encuentra rodeada por la primera y que corresponde a la floresta preservada o que ha sufrido poca intervención donde vive una población constituida principalmente de campesinos (caboclos) e indígenas y donde predominan el extractivismo, la agricultura familiar, la caza y pesca de pequeño porte y diversas áreas de protección y conservación ambiental delimitadas. Esta segunda sub-región se encuentra presionada no solamente por el anillo de poblamiento, sino también por la penetración a lo largo de los ríos y carreteras y por la influencia de enclaves urbanos en medio de la floresta como ciudades de grande porte (Manaus, Iquitos), otras capitales estaduales (o departamentales), acampamientos militares y ciudades de pequeño porte (Gutiérrez, et. al., 2004).

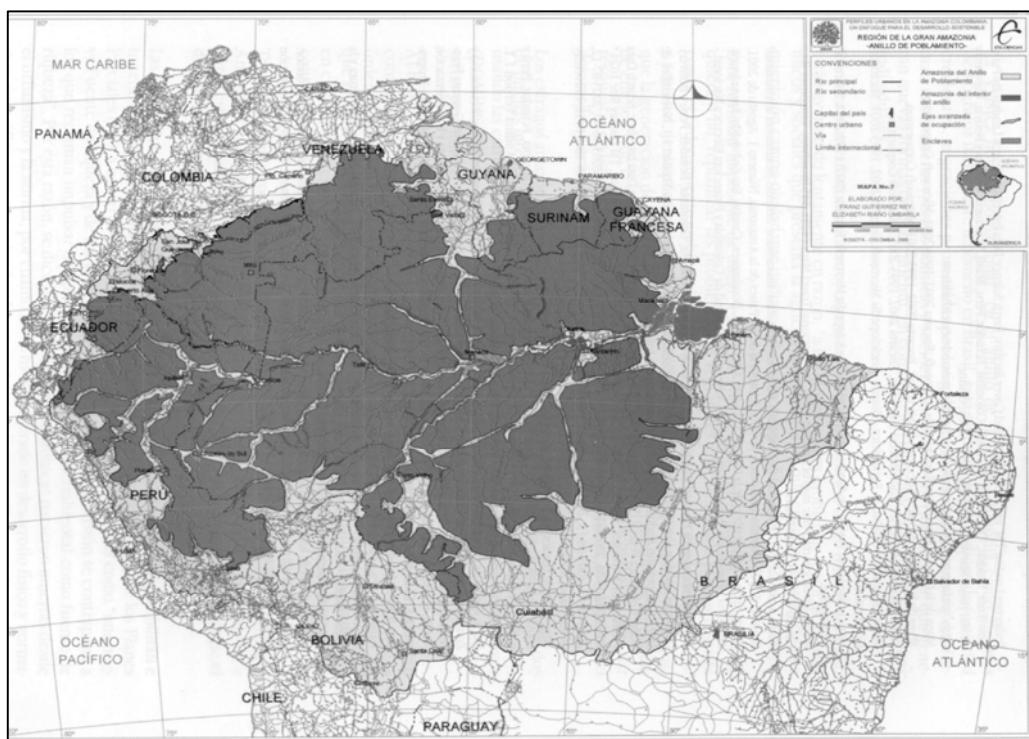


Fig. 3. Anillo de poblamiento de la Gran Amazonía. Fuente: Gutiérrez, et. al., 2004, p. 45.

Esa realidad demanda un replanteamiento de la problemática amazónica a nivel regional y local. No es posible más ignorar que la población de la Amazonía vive hoy mayoritariamente en áreas urbanas, que existe intensa migración intra-regional y que las zonas consolidadas de poblamiento reestructuran la economía regional.

### 3. Un nuevo contexto

Si se pudiera resumir en una frase la razón de tanta atención del mundo sobre la Amazonía actualmente se podría decir que es por la inmensa reserva de capital natural que ella posee. Al final se vive hoy una intensa disputa por el control y exploración de ese capital entre las potencias poseedoras de moderna tecnología, localizadas en los países hegemónicos y países poseedores de las mayores reservas de naturaleza, localizadas principalmente en países periféricos (Becker, 2004). Es ese el nuevo contexto en que la Amazonía se encuentra y este contexto enmarca la formulación de políticas públicas con una nueva visión y el establecimiento de una cooperación en nuevos términos.

Cuando por primera vez en la historia de la humanidad el hombre consigue ver la tierra desde el espacio sideral, agudiza su conciencia colectiva sobre los límites naturales del planeta: “la tierra es azul” expresaba admirado Yuri Gagarin orbitando el planeta por la primera vez en 1961; “un pequeño paso para el hombre pero una grande conquista para la humanidad” decía Neil Armstrong al pisar en la Luna por primera vez en 1969. Desde

entonces, determinados recursos naturales que hasta el momento eran considerados abundantes y de libre acceso se tornaron escasos atribuyéndoseles un valor económico, convirtiéndolos, por lo tanto, en mercancías; *mercancías ficticias* las definiría alguien<sup>4</sup>, por no ser “objetos producidos para venta en el mercado”: el agua, el aire y la biodiversidad, por el momento (Becker, 2004, p. 129). En respuesta el movimiento ambientalista alrededor del mundo se intensificó demandando cambios profundos al actual modelo de desarrollo, tal como se reconoce en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992 que consagró en concepto de desarrollo sostenible.

¿Cómo entra la Amazonía en ese contexto?: a través de las tentativas de reglamentación global del uso o mercado de esos recursos.

El *agua*<sup>5</sup> es uno de los recursos naturales más escasos y peor distribuidos del planeta: 97,5% del agua existente en la Tierra es salada y solamente 1% es agua dulce fácilmente utilizable y la Amazonía concentra por lo menos 15% de esta agua; mientras que existen extensas áreas del mundo con severas limitaciones de agua. Si medidas urgentes no son tomadas, 2/3 de la humanidad tendrán escasez de agua hasta el año de 2025. ¿Qué medidas serían necesarias para solucionar ese problema y cual sería el papel que la Amazonía jugaría en este proceso en la medida que la cuestión del agua está tornándose una de las problemáticas más candentes de nuestro tiempo? ¿Cómo conciliar el valor económico y el carácter vital del agua en una región extremamente abundante de este recurso?

Hasta muy recientemente, los técnicos tenían respuestas rápidas para el problema de la accesibilidad al agua: construir enormes represas, desalinizar el agua del mar, transferir agua por acueductos de áreas húmedas para áreas secas, transponer ríos caudalosos. Actualmente tales soluciones no están siendo fácilmente aceptadas porque ellas son económica y ambientalmente costosas. Se buscan, entonces soluciones para disminuir la demanda, inclusive la privatización de los servicios que sería reglamentados por la Organización Mundial del Comercio (OMC). Hay sugerencias de la creación de un mercado internacional del agua a través del cual países con escasez podrían comprar agua de países con abundancia; o inclusive la creación de un Organización de Países Exportadores de Agua. Mas surge la pregunta: ¿Será que el agua es realmente el “oro azul” de nuestros tiempos con valor estratégico similar al del petróleo en el siglo XX, y podría ella ser mercantilizada en términos semejantes?

El frágil ecosistema amazónico es regulado por la abundancia de agua y su ciclo hidrológico. Alteraciones de este ciclo afectará toda la vida de la región con serias implicaciones en otras partes de América del Sur y otros continentes. Sin embargo, políticas públicas relacionadas con el agua son casi que exclusivamente dirigidas a la solución de problemas en áreas de escasez, dejando de lado problemas en áreas de abundancia.

<sup>4</sup>Polanyi, Karl. *A Grande Transformação: As origens de nossa época*. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1980. Originalmente publicado em 1944.

<sup>5</sup>Ánalisis complementares de este asunto se encuentran en Dias y Aragón (2003) y Aragón (2007).

Gran cantidad de agua dulce, densa floresta tropical y gran diversidad biológica y cultural son características típicas de esta enorme región y su funcionamiento está íntimamente relacionado y depende de cada uno de esos factores. La descarga de agua del río Amazonas en el Océano Atlántico es estimada en 300 mil metros cúbicos por segundo y la de sedimentos en mil millones de toneladas al año, los cuales se dispersan a lo largo de la costa alcanzando el delta del Orinoco en Venezuela.

Esas características podrían llevar a la conclusión rápida de que en la Amazonía no deberían existir problemas relacionados con el agua, pero este es precisamente el problema: asociar la problemática del agua solamente a la escasez, descuidando lo relacionado al acceso del recurso. La vida en la Amazonía depende de gran cantidad de agua y una gestión inadecuada puede generar disturbios ecológicos con serios riscos para el medio ambiente, la salud y la calidad de vida de las poblaciones que habitan la región.

Con el aumento de la deforestación o substitución de la vegetación; el incremento de la población y la urbanización; la construcción de carreteras, represas y complejos de infraestructura; la expansión de la agricultura mecanizada y ganadería; la explotación de petróleo y otros minerales y el fracaso de numerosos planes de desarrollo, las perturbaciones de los ecosistemas amazónicos se han intensificado a nivel local afectando la biodiversidad, los micro-climas y la calidad de los recursos hídricos (Souza, Rocha y Cohen, 2003).

La escasez relativa y la distribución desigual en el globo han transformado el agua en un lucrativo bien económico. Asociadas a ese fenómeno, las brutales disparidades sociales, económicas y regionales en la mayoría de países en vías desarrollo han restringido el derecho universal de agua para todos proclamado por las Naciones Unidas (Costa, 2003). Esa situación conduce a la paradoja de personas que viven en países con poca disponibilidad de agua tener más acceso al agua potable que en muchos países con abundancia de ese recurso.

La demanda por agua tiende a aumentar en el planeta ya que más gente pasa a vivir en ciudades y la competición entre los diferentes usos del recurso se torna más intensa en la medida que aumenta la industrialización y la agricultura, tornando el agua más valorizada económicamente. No hay duda que en ese escenario aquellas regiones y países con grandes reservas de agua dulce presentan ventajas extraordinarias y deberán jugar un importante papel en la geopolítica del agua. Al final de cuentas el punto crítico se refiere a la propiedad del agua y la reglamentación de su uso como mercancía (Castro, 2003). Por otro lado, el debate continúa en el sentido de ver si ese recurso tan raro y vital como es el agua dulce puede ser tratado como un bien público que pertenece a la humanidad, o si ella debe ser sujeta a las reglas del comercio. ¿Cuál es el límite entre ética y economía?

Conforme el Índice de Desarrollo Humano (UNDP, 2004) los países amazónicos se sitúan entre la posición 67 (Surinam) y 114 (Bolivia); el acceso a agua potable varía de 80% de la población en Perú a 94% en Guyana y el acceso a servicios sanitarios de 93% en Surinam a 70% en Bolivia. Esas cifras ser refieren principalmente a las áreas urbanas mas ellas esconden importantes diferencias regionales. En Brasil, por ejemplo, según el censo

de 2000 solamente 63,5% de los domicilios localizados en áreas urbanas de la región Norte tenían agua canalizada y solamente 46,7% tenían instalaciones sanitarias de cualquier tipo. En las áreas rurales esos servicios eran aún más limitados o inexistentes.

En realidad los países amazónicos están entre aquellos que poseen mayor disponibilidad de agua en el mundo. En una escala de 180 países y territorios elaborada por las Naciones Unidas, que va de una disponibilidad de 10.767.857 metros cúbicos anuales de agua dulce por persona en Groenlandia (primera posición) y de 1.563.168 metros cúbicos en Alaska (segunda posición) hasta una disponibilidad de 10 metros cúbicos en Kuwait (última posición), los países amazónicos están entre los primeros 33, variando de 316.689 metros cúbicos en Guyana y 34.163 metros cúbicos en Ecuador (sin contar la Guyana Francesa con 812.121 metros cúbicos) (UN, 2003). Esas cifras permiten reforzar la cuestión del acceso al agua dulce en relación a su disponibilidad. Algunos países con severa escasez (menos de 1000 metros cúbicos anuales por persona) presentan porcentajes más altos o similares de acceso a agua potable y servicios sanitarios que los países amazónicos, entre los cuales se destacan Arabia Saudita con una disponibilidad de 118 metros cúbicos y un acceso de 100% de la población a fuente mejorada de agua y 95% a servicio sanitario mejorado; Jordania con una disponibilidad de 179 metros cúbicos y acceso de 96% de la población a agua y 99% a servicios sanitarios; Egipto con una disponibilidad de 859 metros cúbicos y un acceso de 97% de la población a agua e 98% a servicios sanitarios; para mencionar solamente algunos (Tabla 3).

Queda claro, por lo tanto, que los problemas relacionados con el uso del agua en la Amazonía están relacionados principalmente a la gestión del recurso y a políticas públicas. Es evidente, como destaca Becker (2003) que la problemática del uso del agua en la Amazonía es diferente de la problemática del uso de este recurso a nivel global e inclusive a nivel nacional. Mientras que los problemas globales son básicamente caracterizados por la escasez o poca disponibilidad y el gran consumo de agua, en la Amazonía los problemas se relacionan a la paradoja de abundancia de agua con reducido acceso de la población, debido principalmente a la frágil red de distribución y a la mala calidad de los servicios. En ese sentido son urgentes medidas especiales para atender las necesidades específicas de esta región. Entre otros cuestionamientos se debe considerar como lidiar con problemas relacionados a la abundancia de agua en áreas tropicales como la dispersión de enfermedades de origen hídrico que se propagan muy rápidamente; las inundaciones; las dificultades de transporte; al saneamiento; a las sequías ocasionales extremadamente prolongadas; y al mejoramiento de la calidad del agua para el consumo humano. Y finalmente, ¿cómo lidiar con el proceso de privatización del agua para el consumo doméstico en una región con enorme cantidad de agua como la Amazonía?

En otra dimensión, el reconocimiento del impacto de la acumulación de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en la atmósfera en el calentamiento de la Tierra urge el Protocolo de Kyoto, que determina que los países industrializados, principales responsables por la polución del aire deberán reducir en 5,2% todas las emisiones según los niveles de 1990. Los altos costos para la generación y adopción de tecnologías limpias y los radicales cambios de hábitos de

consumo necesarios en esos países para alcanzar esa meta hacen que surja la propuesta para las industrias de comercializar créditos de carbono en nivel global, resultando un verdadero *mercado del aire* (Becker, 2004) a través del cual países o empresas que consigan reducir sus emisiones de gases causadores del efecto invernadero debajo de sus metas podrán vender la diferencia (crédito) para otro país o empresa que no consiguió alcanzar tal meta. En ese sentido los países amazónicos podrán tomar ventaja de la comercialización internacional de créditos de secuestro de carbono caso se avance significativamente en el uso de fuentes limpias de energía y sobretodo con la posibilidad de usar la absorción de CO<sub>2</sub> en la vegetación (Becker, 2004).

País	Índice de desenvolvimento humano* (2002)		Disponibilidade de água**		%população com acesso sustentável a* (2000)	
	Posição	Índice	Posição	m <sup>3</sup> /p/ano (2000)	Fonte melhorada de água	Serviço sanitário melhorado
<i>Países amazónicos</i>						
Suriname	67	0.780	6	229,566	82	93
Venezuela	68	0.778	23	51,021	83	68
Brasil	72	0.775	25	48,314	87	76
Colômbia	73	0.773	24	50,635	91	86
Peru	85	0.752	17	74,546	80	71
Equador	100	0.735	33	34,161	85	86
Guiana	104	0.719	5	316,689	94	87
Bolívia	114	0.681	16	74,743	83	70
Guiana Fr.	-	-	3	812,121	-	-
<i>Países seleccionados com disponibilidade de menos de 1.000 m<sup>3</sup> de água por pessoa por ano</i>						
Líbia	58	0.794	174	113	72	97
Arábia Saudita	77	0.768	173	118	100	95
Jordânia	90	0.750	170	179	96	99
Tunísia	92	0.745	162	482	80	84
Argélia	108	0.704	163	478	89	92
Egito	120	0.653	156	859	97	98
Marrocos	125	0.620	155	971	80	68

Tabla 3: Disponibilidad de agua dulce y acceso a fuente mejorada de agua dulce y a servicio sanitario mejorado en los países amazónicos y e países seleccionados con severa escasez de agua. Fuentes: \*UNDP, 2004; \*\*UN, 2003.

La comercialización del aire, sin embargo, ha generado fuertes polémicas entre las cuales se destaca como principal la controversia de los países industrializados continuar contaminando al no disminuir en su territorio sus propias emisiones de gases y compensar tales niveles de emisiones con la compra de créditos de países en vías de desarrollo. De cualquier manera la Amazonía está en el centro de la discusión al considerarla como una región de altos niveles de secuestro de carbono, aunque no exista consenso sobre esto.

Otro tema en el orden del día es la cuestión de la *reglamentación del mercado de la biodiversidad*. Se reconoce actualmente que la Amazonía posee la mayor diversidad del planeta. Con la tendencia actual de mercantilización de la naturaleza (Becker, 2004), la biodiversidad se torna una cuestión central para la región. ¿Cómo reglamentar su utilización o mercado?, ¿Cómo incorporar en esa reglamentación el derecho de propiedad de las comunidades que desarrollaron prácticas sociales que redundaron en la preservación o hasta en la ampliación de la propia biodiversidad? (Neves, 1992). ¿Cómo incorporar en ese proceso el saber local?.

Son preguntas que aún no han sido plenamente respondidas mientras que la apropiación de la biodiversidad continúa generando lucros significativos con la biopiratería y patentes extranjeras. Aunque se haya aceptado que la biodiversidad es la mayor riqueza de la región, tal vez sea este el campo más difícil de ejercer la soberanía nacional en la región (Becker, 2004).

#### **4. Una nueva visión**

Independientemente de los procesos particulares que acompañan la historia de la Amazonía en cada país, la Gran Región presenta hoy características que la diferencian de aquella región de mediados del Siglo pasado. Entre los aspectos más expresivos que sucedieron en la región se pueden notar (Mendes y Sachs, 1998, entre otros): (a) un notable crecimiento demográfico, sobretodo de poblaciones urbanas; (b) un no menos notable crecimiento económico; (c) un visible crecimiento de las desigualdades sociales; (d) avanzada depredación de la naturaleza en ciertas áreas; (e) la superación de mitos tenidos como científicos y la creación de otros; (f) importantes avances en términos de descubrimientos científicos; (g) inserción del factor sostenibilidad en los análisis y procesos decisarios; (h) alcance global y en muchos casos nacional de las cuestiones regionales; (i) avance en la superación de conflictos fronterizos; (j) aumento del narcotráfico y de la intervención internacional para su control; (k) avance del movimiento ambientalista internacional relacionado con la Amazonía; (l) construcción de alianzas en los más diferentes niveles; (m) envolvimiento de la Amazonía y de sus actores en múltiples redes locales, nacionales e internacionales.

La visión mítica de la Amazonía como vacío demográfico, infierno verde, o pulmón del mundo fue superada, generando un lento proceso de construcción de una nueva visión de la región. Se reconoce, por lo menos en el discurso que la riqueza mayor de la región es su biodiversidad, su floresta, en fin su capital natural y que las atenciones deben ser volcadas para el desarrollo sostenible de tal forma que atienda las necesidades de las poblaciones que allí viven. En ese sentido, los clichés de “tierra sin hombres para hombres sin tierra” y de “integrar para no entregar” son substituidos por “desarrollar sin destruir”; se esbozan agendas de desarrollo siguiendo el ideario del desarrollo sostenible y se formulan programas ambiciosos de cooperación.

En esa visión y considerando el ámbito internacional en que la Amazonía se encuentra actualmente, los ecosistemas y recursos naturales de la región pasan (o deberían pasar) a ser vistos a nivel de la Gran Región y en el contexto de transformaciones que pasa su territorio. Esa nueva visión exige un modelo de desarrollo capaz de generar riqueza y empleo sin destruir lo que resta de floresta. En ese camino nuevas bases son o deberían ser incorporadas en la formulación de políticas públicas de desarrollo sostenible de la Amazonía, entre las cuales se destacan:

- (1) consideración de los procesos de conservación ambiental y desarrollo como complementares: no habrá desarrollo sin conservación, ni conservación sin desarrollo, lo que significa promover crecimiento económico con inclusión social y conservación ambiental.
- (2) Enfrentar tal desafío, esto es, la demanda, la generación y el uso de modernas tecnologías apropiadas al medio; una verdadera “revolución científico-técnica para la Amazonía” (Becker, 2005b, p. 631) capaz de transformar y valorar el patrimonio natural, tornándolo competitivo en el mercado (local, nacional e internacional) sin destruir la floresta ni la biodiversidad.
- (3) Reconocimiento de que la Amazonía se transformó tornándose una cuestión global y nacional, destacando en la región nuevos actores, nuevas redes, nuevas instituciones, ONGs nacionales e internacionales, aumentando el poder local de las comunidades en la reivindicación de sus intereses las cuales demandan incorporación activa en las propuestas de desarrollo y en la repartición de sus beneficios.
- (4) Reconocimiento de que no será posible encontrar caminos duraderos a esos desafíos sin contar con un robusto sistema de ciencia y tecnología en la región de tal manera que se pueda relacionar de forma equilibrada con aliados nacionales e internacionales (Aragón, 2005b).
- (5) Aceptación del hecho de que la Amazonía no es soberanía de un solo país y que son necesarios acuerdos entre los países que comparten la región sobre una serie de principios básicos que orienten las políticas públicas en nivel nacional de tal forma que se consigan acciones coordinadas, sostenibles y complementares.

## 5. Una nueva cooperación

La concepción actual de la Amazonía como una región compartida se fortalece con la visión global de la Amazonía y el surgimiento de procesos de integración sub-regional. Esos procesos de integración se convierten en estrategias geopolíticas importantes en el mundo frente al proceso de globalización. En América del Sur, por ejemplo, además de los esfuerzos de integración continental, surgen tres bloques sub-regionales: La Comunidad Andina de Naciones, la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica y el MERCOSUR.

Tradicionalmente los mayores esfuerzos de cooperación internacional relacionados con la Amazonía han sido realizados de forma bilateral, sea entre países amazónicos, sea entre países amazónicos individualmente con países no amazónicos, principalmente con Estados Unidos y países europeos, o sea entre países amazónicos también individualmente con bloques de países como la Unión Europea. Entre esos acuerdos se destacan el Proyecto Experimento de Gran Escala de la Biosfera-Atmósfera en la Amazonía (LBA) y el Programa Piloto para la Protección de las Florestas Tropicales de Brasil (PPG-7).

El movimiento ambientalista y el debate internacional sobre la importancia de la Amazonía en la regulación del clima del globo y del enorme acervo de capital natural para la economía del mundo han alertado los países amazónicos sobre su soberanía de la región, fortaleciendo la cooperación amazónica en busca de una mayor integración regional. Se reconoce la negociación en bloque como importante factor geopolítico en las negociaciones con estados y bloques poderosos. La negociación en bloque de los países amazónicos en la reglamentación de los mercados del aire, de la biodiversidad y del agua, por ejemplo, sería ciertamente una fuerza que beneficiaría a todos ellos (Becker, 2004).

Pero la implementación de acciones concretas de cooperación que lleven a una mayor integración de los países amazónicos requiere la superación de enormes desafíos; demanda en realidad una nueva forma de cooperar y una nueva forma de integrarse. En ese contexto son muchas las aristas que tendrán que limarse entre los países amazónicos para poder implementar una cooperación intensa que fortalezca su unión. Hay que reconocerse las diferencias sociales, culturales, políticas, económicas y de desarrollo existentes entre los países. Las prioridades y desafíos enfrentados por cada país son diferentes y la atención dada a la Amazonía es también diferente, sin contar que algunos países aún sufren las consecuencias de enfrentamientos bélicos entre sí (Ecuador y Perú), o dentro de los propios países (Colombia y Perú) y que existe en la región quiérase o no la ingerencia y soberanía de un país europeo (Francia/Guyana Francesa), con quien deberán los demás países relacionarse en la definición de los destinos de la región. La disputa por la hegemonía política en la región es evidente en los últimos días, protagonizada por los discursos y actitudes de los Presidentes de Brasil, Venezuela y Bolivia.

Por otro lado la integración, sea ella física o económica no podrá seguir el modelo tradicional adoptado con mayor o menor intensidad por todos los países (Becker, 2004). Si ese modelo nacional de desarrollo está en discusión actualmente, eso se aplica también para la integración de la región; esta deberá seguir el nuevo contexto y visión en que la Amazonía se encuentra actualmente. Deberá tomarse ventaja del desarrollo de la moderna tecnología de comunicaciones y de transportes, de la existencia de las innumerables redes de todo orden que operan en la Amazonía colocándola en contacto con todas las escalas que se pueda imaginar y sobretodo del uso de modernas tecnologías que valoricen el inmenso capital natural existente en la región sin destruirlo priorizando la participación de la población que habita la región llevando hasta ella los beneficios de ese desarrollo.

El Tratado de Cooperación Amazónica representa en el momento actual el mecanismo necesario para inducir programas de cooperación que conduzcan al

fortalecimiento de la integración amazónica. Con la creación de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) la nueva organización multilateral fortalece el ideario del desarrollo sostenible aprobando un Plan Estratégico de largo plazo, a través del cual podrá fortalecer significativamente la integración entre los países amazónicos. La misión del Plan Estratégico de la OTCA resume la nueva estrategia que debería ser seguida en actual contexto internacional en que la Amazonía se encuentra (OTCA, 2004, p. 19):

“En el marco de los principios consagrados en el Tratado, y en cumplimiento de los mandatos de sus distintas instancias, fortalecer o crear los mecanismos e instrumentos técnicos y financieros, así como las políticas comunes o compatibles, para hacer efectivos los procesos de integración y desarrollo sostenible regional, fomentando la activa participación de los países y de los actores regionales y locales en el diseño y ejecución de los distintos planes, programas y proyectos, así como en la equitativa distribución de los beneficios generados, favoreciendo la construcción de sinergias que potencien la capacidad de negociación del conjunto de los países en los distintos escenarios globales de negociación, frente a los temas de interés regional.”

¡El desafío está en alcanzar tal misión!

## 6. Conclusión

Se puede concluir con cierta seguridad que hoy existe consenso sobre la necesidad de tenerse una visión de la Amazonía como una totalidad para mejor entender su realidad, así como para formular e implementar políticas públicas. Temas relacionados con la reglamentación de los mercados de recursos naturales como el agua, el aire y la biodiversidad; o con el transporte y la integración regional, la preservación y conservación ambiental, el control de la biopiratería y del narcotráfico y muchos otros solamente podrán ser tratados si considerada la Amazonía como un todo.

En ese sentido se torna necesario ver los intereses de la Amazonía en un contexto nuevo, comenzando por el conocimiento de su nueva realidad, sus transformaciones a lo largo de la historia y su papel relevante en la geopolítica ambiental y económica del mundo contemporáneo.

No se puede ignorar más la necesidad de tenerse una definición más precisa de la región y el establecimiento de sistemas de información capaces de almacenar y divulgar informaciones confiables y comparables para el conocimiento de su realidad y la planificación de su desarrollo.

Hay que reconocerse el papel estratégico que juega la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica en el proceso de integración amazónica, en la mediación de posibles conflictos entre los países amazónicos, en la negociación en bloque con países y

bloques poderosos y en la coordinación de acciones macro-regionales para el desarrollo de la región.

Finalmente, enfrentar tales desafíos requiere la implementación de un sistema poderoso y eficiente de ciencia y tecnología en la región capaz de producir conocimiento científico y de contribuir significativamente para el desarrollo sostenible regional volcado para la valoración del capital natural y el bienestar de las poblaciones de la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, Luis E. 'Até onde vai a Amazônia e qual é a sua população?', in Aragón, Luis E. (Org.) *Populações da Pan-Amazônia*. Belém: NAEA, 2005a, p. 13-23.
- Aragón, Luis E. 'Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia', *Parcerias Estratégicas*, No. 20, Parte 2, 2005b, p. 767-794.
- Aragón, Luis E. 'The Amazon Region Case Study', in King, Caroline; Ramkissoon, Jennifer; Clüsener-Godt, Miguel; Adeel, Zafar (Eds.) *Water and ecosystems: Managing water in diverse ecosystems to ensure human well-being*. Hamilton: United Nations University, 2007, p. 53-67.
- Arteaga, Rosalía Serrano. Prefacio. In Eva, H. D. e Huber, O. (Eds.) *Una Propuesta para la definición de los límites geográficos de la Amazonía*. Luxemburgo: Comunidades Europeas, 2005, p. v-vi.
- Becker, Bertha. 'Inserção da Amazônia na geopolítica da água', in Aragón, Luis E. y Clüsener-Godt, Miguel (Orgs.) *Problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém: UNESCO/NAEA, 2003, p. 273-298.
- Becker, Bertha. 'Amazônia: Mudanças estruturais e tendências na passagem do milênio', in Mendes, Armando Dias (Org.) *Amazônia: Terra e civilização*. Belém: Banco da Amazônia, 2004, p. 115-140.
- Becker, Bertha. 'Dinâmica urbana na Amazônia', in Diniz, Clélio Campolina y Lemos, Mauro Borges (Orgs.) *Economia e território*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005a, p. 401-428.
- Becker, Bertha. 'Ciência, tecnologia e informação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia', *Parcerias Estratégicas*, No. 20, Parte 2, 2005b, p. 621-651.
- Bernard, Deryck M. 'Observations on the status of demographic information in Guyana', in Aragón, Luis E. (Org.) *Populações da Pan-Amazônia*. Belém: NAEA, 2004, p. 103-114.
- Braga, B., et. al. 'Sustainable water-resource development of the Amazon basin', in: Biswas, Asit K., et. al. (Eds.) *Management of Latin American river basins: Amazon, Plata and São Francisco*. Tokyo: United Nations University Press, 1999, p. 3-47.
- Branco, Samuel Murgel. *O desafio amazônico*. São Paulo: Editora Moderna, 1989.
- Castro, Edna. 'Geopolítica da água e novos dilemas à propósito da Amazônia e seus recursos naturais', in Aragón, Luis E. y Clüsener-Godt, Miguel (Orgs.)

- Problemática do uso local e global da água da Amazônia.* Belém: UNESCO/NAEA, 2003, p. 321-342.
- CDEA – Commission on Development and Environment for Amazonia. *Amazonia without myths.* Washington, D. C.: IDB/UNDP/ACT, 1992.
- CI – Conservation International. *Áreas silvestres: Las últimas regiones vírgenes del mundo.* México: CEMEX, 2003.
- Conti, Sergio. ‘Espaço global versus espaço local: Perspectiva sistêmica do desenvolvimento local’, in Diniz, Clélio Campolina y Lemos, Mauro Borges (Orgs.) *Economia e território.* Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, p. 210-250.
- Costa, Wanderley Messias. ‘Valorizar a água da Amazônia: Uma estratégia de inserção nacional e internacional’, in Aragón, Luis E. y Clüsener-Godt, Miguel (Orgs.) *Problemática do uso local e global da água da Amazônia.* Belém: UNESCO/NAEA, 2003, p. 299-320.
- Dias, Marco Antonio Rodrigues y Aragón, Luis E. ‘Cooperação amazônica para o conhecimento e o uso sustentável dos recursos hídricos da região’, in Aragón, Luis E. y Clüsener-Godt, Miguel (Orgs.) *Problemática do uso local e global da água da Amazônia.* Belém: UNESCO/NAEA, 2003, p. 453-474.
- Dominguez, Camilo. ‘Colombia y la Pan-Amazonia’, in: Universidad Nacional de Colombia. *Colombia amazónica.* Bogotá, D. E.: FEN Colombia, 1987, p. 33-54.
- Eva, H. D. y Huber, O. (Eds.) *Una Propuesta para la definición de los límites geográficos de la Amazonía.* Luxemburgo: Comunidades Europeas, 2005.
- Grasserbauer, Manfred. ‘Prefácio’, in Eva, H. D. y Huber, O. (Eds.) *Una Propuesta para la definición de los límites geográficos de la Amazonía.* Luxemburgo: Comunidades Europeas, 2005, p. vii.
- Gutiérrez, Franz Rey; Acosta, Luis Eduardo Muñoz; Salazar, Carlos Ariel Cardona. *Perfiles urbanos en la Amazonia Colombiana: Un enfoque para el desarrollo sostenible.* Bogotá: Instituto SINCHI, 2004.
- Mendes, Armando Dias. *Amazônia: Modos de (o)usar.* Manaus: Editora Valer, 2001.
- MRE – Ministério das Relações Exteriores. *Tratado de Cooperação Amazônica.* Brasília: MRE, 1978.
- Neves, Walter. ‘Sociodiversidade e biodiversidade: Dois lados de uma mesma equação’, in Aragón, Luis E. (Org.) *Desenvolvimento sustentável dos Trópicos Úmidos.* Belém: UNAMAZ, 1992, p. 365-397.
- OTCA – Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. *Plan estratégico de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (2004-2012).* Brasília: OTCA, 2004.
- Polanyi, Karl. *A grande transformação: As origens de nossa época.* Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda., 1980.
- Sachs, Ignacy y Mendes, Armando Dias. ‘Relatório Final’, in Aragón, Luis E. (Org.) *Conferência Internacional Amazônia 21: Uma Agenda para um Mundo Sustentável.* Brasília: UNAMAZ/SCA, 1998, p. 245-250.

- Souza, José Ricardo Santos; Rocha, Edson José Paulion; Cohen, Júlia Clarinda Paiva. 'Avaliação dos impactos antropogênicos no ciclo da água na Amazônia', in Aragón, Luis E. y Clüsener-Godt, Miguel (Orgs.) *Problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém: UNESCO/NAEA, 2003, p. 69-94.
- UN – United Nations. *Water for people, water for life: World water development report*. Paris: UNESCO, 2003.
- UNDP – United Nations Development Programme. *Human Development Report-2004*. New York: UNDP, 2004.



# **Previsión temporal de la distribución espacial de la desforestación del interfluvio Purus-Madeira, región central de amazonas, hasta el año 2050**

*Francisco Darío Maldonado*

*Edwin Willem Hermanus Keizer*

*Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça*

*Philip Martin Fearnside*

*Claudia Suzanne Vite*

## **Abstract**

Understanding the future of the central region of the Amazon is crucial because it is the center of a vast water supply network constituted by the rivers Solimões, Purus, Madeira and Black to form the mighty Amazon River. In the near future a wide swath of land deforested produced by construction of a road can divide the Amazon jungle on two areas, by altering and disrupting many of the macro-organic processes. With the idea of halting the advance of deforestation, there are already some measures in order to protect the environment and indigenous lands.

**Keywords:** *deforestation, Amazon River, indigenous lands.*

## **1. Introducción**

La comprensión del futuro de la región central de la Amazonía es crucial porque es el centro de una amplia red hidrológica donde confluyen los Ríos Solimoes, Purus, Negro y Madeira para formar el caudaloso Río Amazonas. En un futuro próximo una ancha faja de terrenos desforestados producidos por el trazado de una ruta puede dividir la selva amazónica en dos bloques, alterando e interrumpiendo muchos de los procesos macroecológicos que la mantienen saludable (Fearnside y Graça, 2006).

El futuro de esta región preocupa a los conservacionistas pues posee condiciones adecuadas para la ganadería y el cultivo de la soja. Este cultivo es apuntado cada vez más como causante de desforestación, porque la actual política de biocombustibles en el sur brasileño, reemplaza grandes superficies de soja con caña de azúcar para alcohol (Fearnside, 2006). Con la idea de frenar el avance de la desforestación, ya hay delimitadas y propuestas algunas áreas de protección ambiental y tierras indígenas (Oliveira, 2005; Fearnside, 2005).

La región en cuestión es el interfluvio entre los ríos Purus y Madeira, este posee una superficie de 15,4 millones de hectáreas, aproximadamente 800 km de largo por 150 km de ancho dispuesto de sudoeste para noreste. Este interfluvio está formado por centenas de pequeños ríos (“igarapes”) afluentes de ambas cuencas. Sus nacientes se encuentran en la

misma área del proyecto en construcción de la Ruta federal BR-319, que comunica la ciudad de Manaos, con más de 2 millones de habitantes, con “Humaitá” y “Porto Velho” situadas en regiones con las más altas tasas de desforestación del Brasil (Fearnside, 2006). Además de éste, existen otros proyectos preocupantes para la región, como la creación del gasoducto Urucu y la construcción de la hidroeléctrica del Río Madeira. Estas obras de infraestructura acompañan el avance de las madereras, soja y ganadería hacia el norte penetrando en el Estado de Amazonas.

El principal motivo para la construcción de esta ruta es la comunicación terrestre de la capital Manaos con el resto del Brasil para el transporte de la producción del polo industrial. En respuesta a la preocupación con el futuro de este área fue creada en 2006 la “Área de Limitación Administrativa Provisoria - ALAP” (Ministerio de Medio Ambiente, 2006), a lo largo del trazado de la ruta BR-319 (Manaos-Porto Velho), de un tamaño aproximado al 10% del Estado de Amazonas, prohibiendo la desforestación e instalación de nuevos emprendimientos de explotación por un periodo de 6 meses.

Desde entonces, la región de influencia de la BR-319 fue el foco de atención para propuestas de creación de nuevas áreas protegidas (Nelson, 2006); tres Parques Nacionales de 2,7 millones de hectáreas con protección integral: Parque Nacional de Coari; Parque Nacional de Umari y Parque Nacional do Jari; y nueve unidades de uso sustentable de 6,7 millones de hectáreas ; Reserva de Uso Sostenible (RDS) de Ipixuna, RDS de Capanã Grande, RDS de Canutama, RDS de Igapó-Açú, Reserva Extrativista (Resex) de Ituxi, Resex de Médio Purus, Floresta Nacional (Flona) de Tapuá, Flona de Iquiri, Floresta Estadual de Beruri, además de la ampliación de la Flona Balata-Tufari.

Con la misma preocupación, el Proyecto GEOMA, creado por el Ministerio de la Ciencia y Tecnología para estudiar la Amazonía, creó el subproyecto Madeira-Purus, orientando estudios de biodiversidad y simulaciones de la desforestación para contribuir con las propuestas de creación de áreas protegidas en esta región. En este proyecto fueron desarrollados tres modelos de desforestación, uno basado en CLUE (Aguiar, 2006) y dos en Dinámica EGO (Environment for Geoprocessing Objects) (Soares-Filho y Cerqueira, 2005; Hermann, 2007). El modelo SimAmazonia basado en Dinámica, presentó resultados de una simulación de la desforestación futura para toda la Amazonía, publicados en la Revista Nature en 2006 por Soares-Filho el al. (2006). En esta simulación aparece la desforestación produciendo marcadamente la formación de dos bloques uno mayor al este y al oeste el bloque más antropizado de la Amazonía Oriental. En este trabajo fue presentado el resultado de dos posibles escenarios para una simulación de la desforestación. Uno es el llamado escenario "*Business As Usual*" (BAU) (Figura 1a) en el cual el gobierno mantendrá las actuales restricciones a la desforestación, y otro llamado de escenario “Governance” (Figura 1b) en el que ocurre la implementación de políticas públicas de preservación, como la creación de áreas protegidas, control de la explotación maderera y del tráfico vial de cargas.

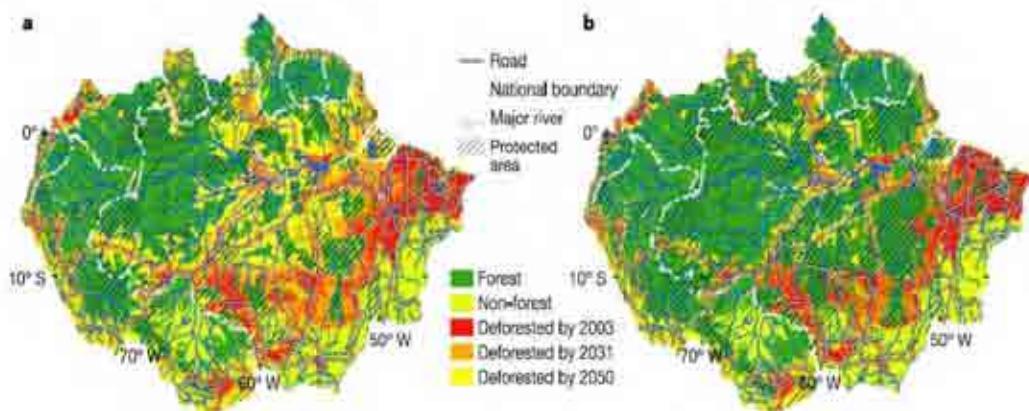


Fig. 1. Simulación de la desforestación hasta 2050, presentada por Soares-Filho et al. (2006). a) escenario BAU y b) escenario con control gubernamental y nuevas áreas protegidas.

Otro de los modelos es el “Agroeco” utilizado en el presente trabajo, cuya última versión posee ajustes basados en la incorporación cronológica de los trazados de rutas y caminos futuros proyectados por planos gubernamentales y la actividad de pequeñas explotaciones. Los resultados de la versión 2007 de este modelo (Fearnside et al., 2007) fueron sobrepuertos con mapas de biomasa para obtener las curvas de emisiones anuales de gases de efecto invernadero, pérdida de biomasa y potenciales impactos a los servicios ambientales (ciclos de carbono, biodiversidad, ciclos hídricos, etc.). Estos resultados fueron presentados por el gobierno del Estado de Amazonas en la reunión de la Conferencia sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas del 3 de Diciembre de 2007 en Bali, Indonesia (Schlamadinger, 2007).

La diferencia principal entre estos modelos de Dinámica EGO con otros es que la expansión de caminos no está limitada por una presunción de un proceso de desforestación puramente “dirigido por la demanda”. Esta suposición impidió que otros modelos de desforestación en Amazonas representaran el efecto de decisiones relativas a la creación de áreas de reserva. El modelado de la desforestación basada en la demanda implica la pérdida de los beneficios de creación de áreas de protección.

El objetivo de este trabajo fue obtener mapas de previsión anual del avance de la desforestación del Interflujo Purus-Madeira hasta el año 2050, a través de la simulación con el modelo espacial AGROECO 2008 en un escenario BAU y posteriormente analizar la distribución de la desforestación en los mapas para estimar las fechas futuras en que algunos de los impactos ambientales más temidos pueden aparecer y recomendar algunas acciones para la conservación.

## 2. Descripción del área

Gran parte del área central de la “Amazonía brasileña” está cruzada de Suroeste a Noreste por el interflujo de los ríos Purus y Madeira. Éste es una faja diagonal de lados

paralelos de aproximadamente 800 km de largo por 150 km de ancho, los ríos que la limitan, el Purus al noroeste y Madeira al sureste, desembocan separadamente al noreste en el Río Amazonas (Figura 2).



Fig. 2. Ubicación del área estudiada, en el centro de la Amazonia brasileña. En naranja los límites de la ALAP – Área de Limitación Administrativa Provisoria.

Este interfluvio se encuentra en áreas de alta pluviometría. En su parte media caen 2500 mm por año, 1500 mm en la parte sur y en la parte norte 2000 mm, con temperaturas medias anuales de 27° y alta humedad. Esta condición hídrica produce una densa red hidrográfica formada por numerosos riachos y lagos de aguas oscuras. La región central del interfluvio está formada por un mosaico de formaciones vegetales que abarcan desde bosques de tierra firme, bosques de inundación, algunas manchas de “cerrado”, “campinas” y vegetación herbácea sobre suelos arenosos.

En dos viajes del Proyecto GEOMA en 2007, fueron encontradas cuatro nuevas especies de aves, tres de mamíferos y algunas decenas de arácnidos desconocidos. Esta biodiversidad es alta y se extiende a lo largo de la región por las características particulares del interfluvio (Silva et al., 1992; Cohn-Haft, 2003). La fauna es diversificada con alta ocurrencia de endemismo. El número de mamíferos llega a 165 especies de las que más de 80 son murciélagos (Cohn-Haft et al. 2007). La avifauna supera las 572 especies incluyendo especies migradoras estacionales como tucanes, grandes loros y papagayos (McGinley, 2007). Esta alta diversidad también es esperada en los ríos y riachos de la región. Aunque menos estudiados, los riachos de aguas negras son criaderos de peces y mantienen alta diversidad de organismos (Figura 3a e 3b).

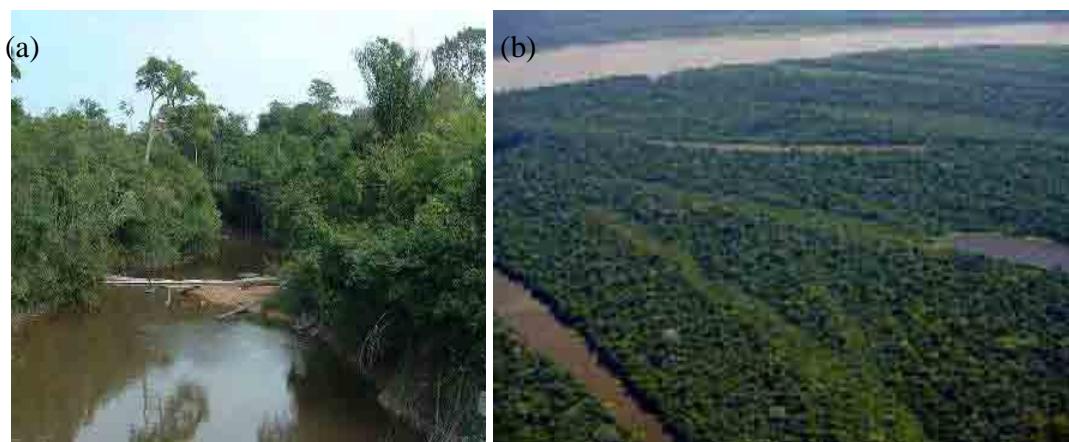


Fig. 3. En (a) uno de los numerosos riachos que atraviesan el trazado medio de la ruta BR-319 y en (b) la “varzea” en la región norte del interfluvio Purus-Madeira.

En la década del 70 fue construida la ruta BR-319 y por efecto del clima caluroso húmedo la carpeta asfáltica se deterioró rápidamente. Por falta de mantenimiento la obra alcanzó la situación actual, donde asfalto y puentes han desaparecido en gran parte del trazado. Estas obras fueron construidas con 877 kilómetros de extensión fruto de la estrategia de ocupación del gobierno militar. El Ministerio dos Transportes, del Gobierno federal, anunció su intención de reconstruir y pavimentar la Ruta BR-319, que está abandonada desde 1988. La situación de abandono y profundo deterioro del sector medio de la ruta ha permitido que la reconstrucción sea tratada como un nuevo proyecto y por lo tanto pudiesen ser exigidos los estudios de impacto ambiental pertinentes (Fearnside, 2006) (Figura 4).



Figura 4. Estado actual del tramo medio de la Ruta BR-319. (a) Destrucción total de la carpeta asfáltica, y en (b) uno de los numerosos riachos que son cruzados en condiciones precarias.

A los planes de reconstrucción de la parte media, se han agregado los planes para comunicar las ciudades de Manicoré en la margen del Río Madeira y Tapauá en la margen del Río Purus. Frente a éste el Gobierno del Estado de Amazonas, y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), del Gobierno federal, tienen planes para crear una serie de áreas protegidas dentro de la ALAP (Nelson et al., 2006). Algunas de estas áreas tienen el objetivo de minimizar los efectos del trazado de la ruta a través de numerosos riachos y nacientes, y de tres ríos interiores que son superados con balsas, algunas de ellas precarias, en los Ríos Tupana, Igapo Açu y Careiro castanho.

A pesar del deterioro de la ruta y de la baja aptitud agrícola de muchas áreas con Alisoles crómicos y Plintosoles hápicos con una capa litólica que dificulta el uso agropecuario de maquinaria, ya existen algunas explotaciones en el centro del área de la ALAP. Las expectativas despertadas por el avance de las obras de infraestructura han acelerado el avance de pequeños desforestamientos en la vera del trazado. Éstos son denominados de “poseros” son pequeños colonos que toman posesión de tierras fiscales y mantienen una actividad agropecuaria mínima en el terreno. Esta actividad garantiza en cierta medida la futura apropiación de las tierras, aunque muchas veces esta actividad es difícil porque depende de la comunicación y transporte de la producción durante todo el año y en esta región los caminos son intransitables durante la estación lluviosa. A pesar de todo las expectativas de nuevas infraestructuras en el área ha aumentado el número de poseros (Figura 5) y “grileros” (grupos que se apropián ilegalmente de grandes extensiones de tierras fraguando las escrituras).



Fig. 5. Pequeños campos de soja y pastizales con ganado bovino próximos a la región central de la región Purus-Madeira.

Con las obras de infraestructura llegará una actividad más intensa con la implantación de pastizales y el cultivo de soja, actividades que se adaptan a suelos pobres y degradados. Esta última es una leguminosa que se adapta bien porque fija su propio nitrógeno y sólo necesita agregado de calcio en la preparación del suelo durante la siembra (Costa, 1982). Los daños ambientales que este cultivo produce están principalmente relacionados con la desforestación inicial, aunque posteriormente la perdida de suelos y el consumo de defensivos agrícolas puede producir daños perdurables en la región.

### 3. Materiales

La información utilizada proviene de una base de datos espaciales multitemática de diferentes orígenes y características recopilada e integrada en un Sistema de Información de Geográfica (SIG). De ésta fueron extraídas para variables de entrada del modelo los siguientes mapas: 1) mapa de desforestación de los años 1998 y 2004 de la región de Porto Velho del sistema de vigilancia de la desforestación del Gobierno brasileño PRODES (INPE); 2) mapa de suelos; 3) mapa de vegetación; 4) mapa de rutas y caminos; 5) mapa de la hidrografía; 6) mapas topográficos; 7) mapa de ciudades y poblados; 8) mapa de ríos navegables; 9) mapa de áreas protegidas (IBGE, 1993) (Figura 6);

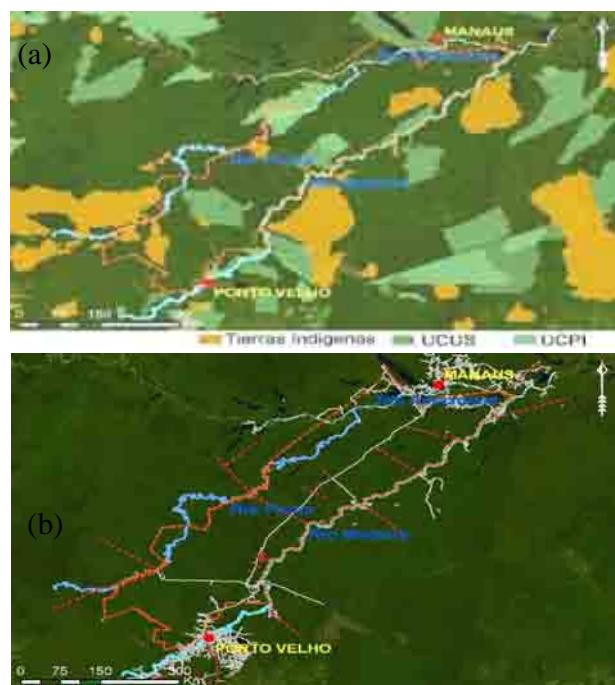


Figura 6. En (a) Mapa das Áreas de protección, Tierras indígenas, Unidades de Conservación Uso Sostenible (UCUS) y Unidades de Conservación Protección Integral (UCPI). En (b) Rutas y caminos proyectados por los Planos Federal y Estatal.

11) Mapa de áreas de protección integral; 12) Mapa de reservas de uso sustentable actualmente delimitadas; 13) Mapas de áreas atractivas para la actividad agropecuaria; 14) Mapa de los proyectos de construcción de caminos de los Planos Federales y Estatales (Fig.6b). E información georreferenciada del levantamiento de campo de septiembre de 2006 y del vuelo sobre el área del Proyecto GEOMA en 2006.

El software de programación de la Universidad Federal de Minas Gerais – UFMG, Dinámica EGO (Environment for Geoprocessing Objects) e Vensim 3.0 (Ventana ,2003) para la construcción del modelo de simulación espacial Agroeco formado por el acoplamiento de un modelo espacial e otro no espacial. Y ArcGis 9.0 para generación de los mapas de entrada del modelado.

#### 4. Método

La simulación utiliza el modelo AGROECO 2008 ejecutado sobre un escenario BAU. Este escenario significa que las actuales medidas de protección ambiental de la región se mantendrán durante toda la simulación.

**Mecanismo de la simulación:** Una primera etapa de la simulación es la llamada de “Calibración y extracción de los pesos de evidencia”. En ésta se obtiene una matriz de tasas de transición donde son obtenidas las tasas de desforestación, “clearing” (la clase floresta en regeneración es cortada para reutilizar el área) y recuperación. Estas son las tasas en que las clases del mapa de uso pasan de floresta y recuperación a no floresta. Esta matriz es obtenida comparando mapas de años pasados en una región que ya sufrió los procesos de desforestación que son esperados en la región de estudio. En este caso la matriz obtenida en la región Porto Velho-Humaitá (Rondonia) es aplicada en la región Purus-Madeira. En la misma región son obtenidos los “Pesos de evidencia”. Estos pesos son una serie de datos expresados como tablas extraídas en base a la superposición de mapas con información ambiental del área. Éstas son procesadas punto a punto utilizando estadística multivariada para obtener las evidencias sobre la importancia de cada una de estas variables ambientales, en la probabilidad de desforestación que tiene cada célula (Garcia, 2004). Por ejemplo, cuál es la importancia del tipo de suelo, pendiente del terreno o distancia a los caminos sobre la probabilidad de desforestación de una célula en particular.

**Módulo de entrada:** El modelo utiliza como entrada un mapa de uso y una serie de mapas de variables ambientales del área modelada (tipo de suelo, vegetación, pendiente, ríos, caminos, entre otros). Además de estas entradas el modelo necesita iniciar con la matriz de transición que en el transcurso de la simulación será modulada por el modelo no espacial acoplado Vensim. La estructura interna del modelo puede ser observada en la Figura 7, donde se presentan esquemáticamente los módulos principales del programa.

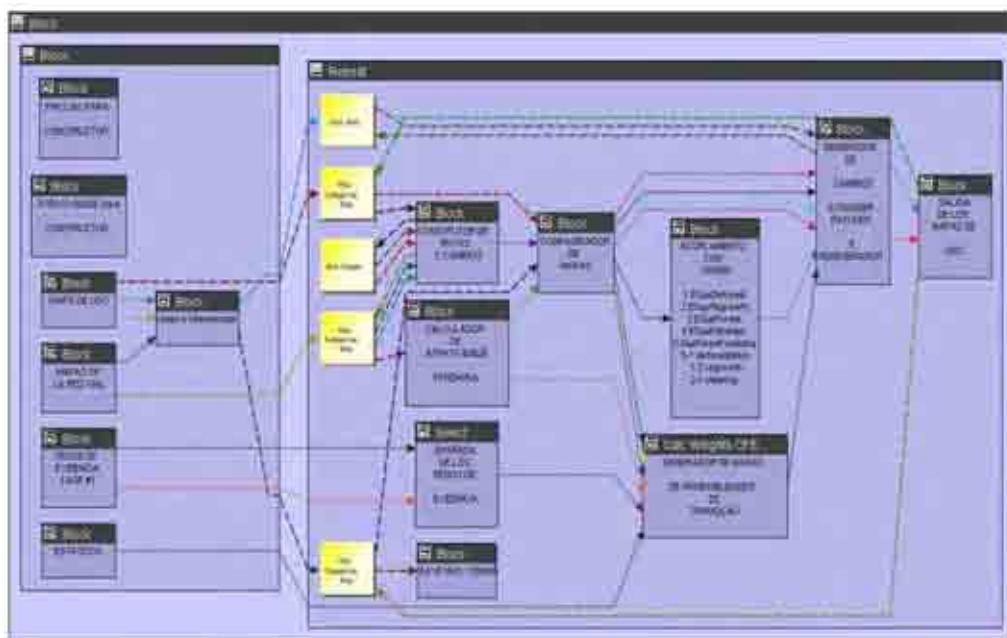


Fig. 7. Vista esquemática del modelo “AGROECO” en la pantalla principal de Dinámica EGO.

Este software es un ambiente de trabajo que permite la combinación de álgebra de mapas y otros operadores dispuestos en diferentes formas para producir el programa de modelado espacial deseado. En este modelo de simulación, los mapas de variables ambientales de entrada son definidos como variables estáticas y participan al final de cada ciclo para el cálculo del mapa de probabilidad. En este mapa cada célula posee una probabilidad de ser desforestada, cortada o recuperada, como resultado de una regresión multivariada de estos estáticos (Soares-Filho, 2003). El modelo posee una rutina de construcción de caminos que son incorporados a los mapas que serán procesados para el cálculo de la probabilidad que tiene cada célula de ser desforestada. De esta forma, el cálculo utiliza además de las variables estáticas, otras como distancia a caminos, distancia a la desforestación y distancia a centros poblados.

En esta operación uno de los mapas que es recalculado en cada ciclo de la simulación es el de caminos. Para esto existe un *Modulo constructor de rutas y caminos* que genera nuevos trazados. Estos son construidos en base a la “atracción” y los “costos” de construcción, cuyos cálculos se basan en la distribución espacial de áreas atractivas, áreas protegidas y otros obstáculos. Para su funcionamiento el “constructor de rutas y caminos” considera muy atractivas las áreas aptas para la agricultura y poco atractivas las protegidas, y para definir su camino utiliza el concepto de costos para la construcción, en base a pendiente de terreno y tipo de protección del área. La actividad del constructor tiene tres fases, una muy activa de penetración (construcción de largas caminos en la floresta); una fase de consolidación de caminos, donde son construidos pequeños caminos en áreas atractivas; y una fase de construcción de caminos y rutas proyectadas (por ejemplo la ruta a

Manicore proyectada para 2014, a Tapaua para 2017, los tramos de la Ruta BR-319 para 2009, entre otros proyectos estatales y federales).

En la medida en que se construyen nuevos caminos, una rutina incorpora nuevas áreas forestales que pueden ser desforestadas a 14 km de los caminos. Conjuntamente, otra rutina genera superficies de áreas fundarías próximas, hasta 2 km de las rutas y caminos, ocupadas principalmente por pequeños productores que desforestan áreas pequeñas. La actividad de estos ocupantes no depende de los vaivenes económicos o políticos considerados en el modelo. Las áreas protegidas son poco atractivas para la construcción porque tienen altos costos, como si tuvieran grandes pendientes. De esta forma las células dentro de áreas protegidas disminuyen todavía más la probabilidad de desforestación. Tierras indígenas, áreas de protección integral y áreas de uso sustentable son resistentes a la desforestación principalmente por la dificultad de construir caminos en ellas.

**Acoplamiento del modelo espacial con Vensim:** Una parte importante es el intercambio de variables con el modelo no espacial Vensim. En este son moduladas las tasas de transición para representar los cambios en la evolución de las áreas. Durante la evolución de cada área existen actores como madereros, ganaderos y agricultores que ocupan y explotan la floresta con diferente intensidad, aquí llamada de presión de desforestación. La presión de cada actor va a depender de la fase en que se encuentra la región y de factores económicos y políticos que oscilan con el tiempo. El modelo espacial simula dos fases para cada región, en la primera predomina la actividad maderera y pecuaria, y en ella algunas variables ambientales, como la pendiente del terreno, no son importantes. En una segunda fase, cuando aumenta la importancia de la ocupación agrícola, la pendiente es fundamental.

El modelado de la desforestación acopla el software Dinámica EGO con Vensim, permite simular las variaciones temporales en las tasas de desforestación, que son aplicadas en cada ciclo por el modelo espacial. Las variaciones temporales en las tasas se calculan como las variaciones en la presión de madereros, ganaderos y agricultores. Estas funciones son coeficientes que afectan la capacidad máxima de devastación que cada actor tiene, definidas por kilómetro de camino. La longitud de caminos sin desforestación es una variable que pasa de Dinámica EGO a Vensim. Con ese valor, el modelo no lineal, calcula la capacidad de devastación con que cada actor actúa en el ciclo. Con estas tasas de transición las rutinas Expansora y Parcheadora de la desforestación generan el mapa correspondiente a cada año. Estas rutinas aumentan la superficie desforestada y producen nuevos puntos de desforestación. También producen la recuperación de células de floresta y desforestación de floresta secundaria (“clearing”). El ajuste de la matriz de transición inicial fue probado, comparando el resultado de los primeros ciclos, en dos áreas menores de la simulación, con una detección de cambios hecha con la técnica RCAN (Maldonado et al., 2007<sup>a</sup>) en San Antonio de Matupi y en Apuí (Graça et al., 2007; Maldonado et al. 2007<sup>b</sup>)

Finalmente los mapas resultantes del modelado fueron analizados visualmente para estimar la evolución temporal de impactos ambientales y la distribución de la

desforestación y recomendar acciones futuras como la localización prioritaria para creación de áreas de protección ambiental.

## 5. Resultados y discusión

El modelo generó 43 mapas de uso, uno para cada año de la simulación. La evolución de las áreas mostró coherencia. En un análisis preliminar del equipo de Agroecología, los resultados fueron similares a los presentados anteriormente al Gobierno del Estado de Amazonas.

El modelo muestra que hasta el año 2050 serán desforestadas 5,4 millones de hectáreas, las que formaran una franja sin floresta de 60 km en promedio, lo que indefectiblemente forma una barrera para la migración de muchos animales y plantas (Cohn-Haft et al, 2007). Ya desde el año 2020 de la simulación la franja desforestada por la actividad antrópica produce un corredor sin floresta de 15 km de ancho en promedio (Figura 8a). En el año 2010 de la simulación habían sido desforestadas 1,7 millones de hectáreas; en 2020 3,0; en 2030 3,9; en 2040 4,7 y en 2050 (final de la simulación) 5,4 millones de hectáreas. En 2050 los caminos a Tapauá y Borba son responsables de gran parte de la desforestación en la región media. La desforestación en el camino a Manicoré es contenida por las áreas protegidas a ambos lados del camino. Una de las áreas protegidas es de uso sostenible, este tipo de áreas han demostrado buena protección contra los “grileros” de tierras.

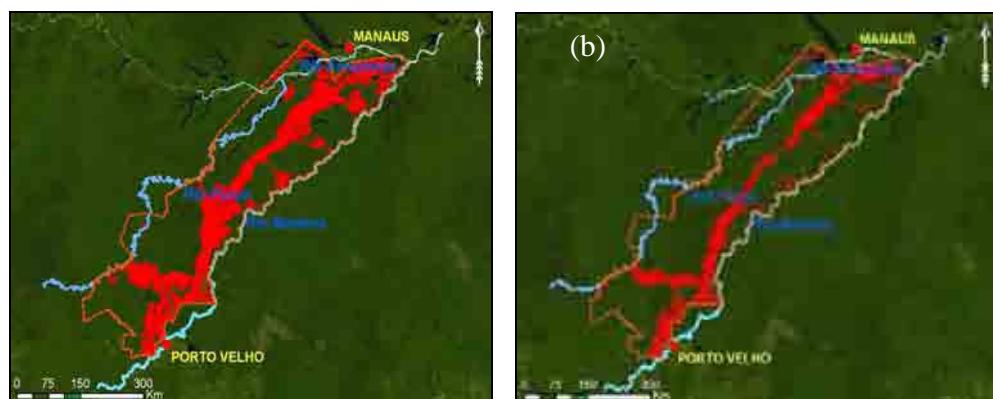


Fig. 8. Resultados de la simulación correspondientes a los años 2020 en (a) y al año 2050 en (b). En naranja los límites de la ALAP y en rojo la superficie desforestada.

Además de la diversidad de animales y plantas, el interfluvio es rico en endemismos y su división longitudinal en dos partes, puede significar una larga lista de extinciones entre la flora y la fauna. En la simulación el tramo sur de la Ruta BR-319 aparece ocupado por una amplia área agropecuaria de soja y ganado bovino, como en la región aledaña de Porto

Velho. En el tramo norte más próximo a Manaos, el futuro más probable es un uso diversificado característico de las áreas próximas a las grandes ciudades, como: producción de pequeños animales, hortalizas, fruta, lacticinios y en este caso criaderos de peces para consumo.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

La construcción de la ruta BR-319 parece inevitable, ya están en construcción el primero y último tramo (Figura 9) por lo que la determinación de áreas protegidas es crucial para la integridad del bloque amazónico. El gobierno tiene una serie de Áreas de preservación propuestas que pueden desacelerar la desforestación. En base a la observación de los resultados puede también recomendarse la creación de pequeñas áreas de protección integral con forma alargada y paralela a la ruta; que como muestra el modelado pueden ser efectivas como barrera para proteger grandes áreas situadas detrás de estas.



*Fig. 9. Maquinaria vial trabajando en el primer tramo de la Ruta BR-319. En a) tramo entre Careiro Castanho e Igapó Açu, casi completamente asfaltado, en b) tramo Igapó Açu – Rio Tupana en consolidación.*

Se espera que a partir del año 2020 el impacto ambiental producido por esta obra sea considerable porque la desforestación ocupará gran cantidad de los nacimientos de los riachuelos del interfluvio Purus-Madeira. Con la retirada del bosque, la agricultura mecanizada y la ganadería, aumentará la perdida de suelos; y la colmatación de los ríos alterará gravemente el ambiente acuático. Para evitar el excesivo ancho de la faja desforestada en un futuro podría definirse áreas de protección ambiental en el lado noroeste del camino en base a una delimitación “fundiária” de 2 km a cada lado de la ruta, así se produciría una faja desforestada de, máximo, 4 km en el área central. También áreas de protección en el norte de la ruta BR-319 puede controlar la forma de la ocupación de lagos y áreas de inundación, como las áreas protegidas propuestas en Igapó Açu. En razón de la presión de ocupación de la ciudad de Manaos, estas áreas deben ser delimitadas cuanto antes para evitar la ocupación por “grileros” y poseros, con las consecuentes dificultades administrativas para la creación de áreas de protección integral.

En una simulación anterior presentada al Gobierno del Estado de Amazonas fue demostrado que en un “escenario de conservación” con la creación de nuevas reservas además de las existentes, la desforestación fue reducida en 1,6 millones de hectáreas o 310 Millones de toneladas de carbono, CO<sub>2</sub> equivalente, en emisiones de gases de efecto invernadero (Fearnside et al., 2007).

El modelo AGROECO, como cualquier otro, depende de una serie de presunciones sobre el comportamiento de los actores que producen la desforestación. Este modelo está muy influenciado por las áreas de pequeños agricultores, futuras mejoras en el modelo pueden representar mejor los roles de los grandes actores (legales e ilegales), estas modificaciones pueden resultar en una desforestación más rápida de las áreas desprotegidas.

### **Agradecimientos:**

Los autores agradecen a la Fundación de Amparo a la Pesquisa do Estado de Amazonas – FAPEAM y CNPq por las bolsas DCR y DTI y Projetos DCR y CNPq/PPG-7, al INPA (INPA: PPI 851 1-1005) suporte financiero. Proyecto Geoma vuelo sobre el área, INPE suministro de imágenes CBERS-2. Agro Paris Tech ENGREF Ministère des Affaires Etrangères, beca de cooperación EGIDE Lavoisier. Y al Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) Instituto de Geociencias, UFMG.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar A.P., 2006. *Modeling Land Use Change in the Brazilian Amazon: Exploring InterRegional heterogeneity*. PHD Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Sao José dos Campos. Brasil.
- Cohn-Haft, M. 2003. ‘Potencial ornitológico do baixo rio Purus’, in Claudia Pereira de Deus, Ronis da Silveira, Lucia H. Rapp Py-Daniel. (Org.). *Piagacu-Purus: Bases*

- científicas para a criação de uma reserva de desenvolvimento sustentável.* Manaus: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Cohn-Haft, M., Pacheco, A.M.F., Bechtoldt, C., Torres, M.F.N., Fernandes, A.M., Sardelli, C.H. , Macedo, I.T. 2007. 'Inventário ornitológico', in Rapp Py-Daniel, L., Deus, C. P., Henriques, A. L., Pimpão, D. M., Ribeiro, O. M.. (Org.). *Biodiversidade do médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação.* Manaus: INPA.
- Costa J. A., Marcchezan E., 1982. *Características dos estádios de desenvolvimento da soja.* Campinas: Fundação Cargill.
- Duke, A., and G. A. BLACK. 1953. 'Phytogeographical notes on the Brazilian Amazon', *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 25: 1- 46.
- Fearnside P. M., 2005. 'Carga Pesada: O custo ambiental de asfaltar um corredor de soja na Amazônia' (Org.) M. Torres. *Amazônia revelada: los descaminhos ao longo da BR-163.* Brasilia: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
- , Graça P.M.L.A., 2006<sup>a</sup>. 'BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia', *Environmental Management*, 38, p. 705-716.
- . 2006<sup>b</sup>. 'O cultivo da soja como ameaça para o meio ambiente na Amazônia brasileira', (Org.) L. Forline, R. Murrieta. *Amazônia 500 Anos. O V Centenário e o Novo Milênio: Lições de História e Reflexões para uma Nova Era.* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- , Graça, P.M.L.A., Keizer, E.W.H., Maldonado, F.D., Barbosa, R.I., Nogueira, E.M. 2007. Desmatamento e Emissões de Carbono projetadas para o sul do Amazonas, Brasil: Resultados de Modelagem do Desmatamento e Emissões no Município de Apuí e na Área da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319) no Período 2007-2050. Relatório para Iniciativa Amazonas (IA), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS), Governo do Estado de Amazonas, Brasil.
- Garcia, R.A., Soares-Filho B.S., Moro S., 2004. 'Modelagem Espacial do Desmatamento Amazônico', *XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, ABEP. Ciudad de Caxambu, Brasil. 20-24 de Septiembre.
- Graça, P.M.L.A., Maldonado, F. D., Fearnside, P.M. 2007. 'Detecção de desmatamento em novas áreas de expansão agropecuária no sul do Amazonas utilizando imagens CBERS-2', in *XIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2007, Florianopolis. Anais. São José dos Campos : INPE, p. 917-924.
- Hermann O.R., Soares-Filho B.S., Souza Costa W.L., 2007. 'Dinâmica EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais', *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)*. Cuidad de Florianópolis. Brasil. 21-26 de Abril. 3089-3096.
- IBGE -FUNDAÇÃO Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. 1993. Mapa de vegetação do Brasil. Map 1:5,000,000. Rio de Janeiro, Brazil.

- Maldonado, F. D. , Santos, J.R., Graça, P.M.L.A. 2007a. 'Change detection technique based on the radiometric rotation controlled by no-change axis, applied on a semi-arid landscape', *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, p.1789-1804.
- , Graça, P.M.L.A., Fearnside, P.M. 2007b, 'Detecção de mudanças na cobertura vegetal da floresta amazônica utilizando a técnica RCEN multiespectral com imagens CBERS-2, região de Apuí-AM', in *XIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2007, Florianópolis. Anais 2007. São José dos Campos : INPE, v. 1. p. 6819-6826.
- Mcginley, M. 2007. 'Purus-Madeira moist forests', in *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [Published in the Encyclopedia of Earth March 21, 2007, Visitado en Febrero, 2008]. [http://www.eoearth.org/article/Purus-Madeira\\_moist\\_forests](http://www.eoearth.org/article/Purus-Madeira_moist_forests).
- Ministerio do Meio Ambiente, 2006. Consultas públicas para criação de unidades de conservação na região de entorno da BR-319 (Manaus- Porto Velho), Área sob Limitação Administrativa Provisória (ALAP). Brasília. Brasil. 12 p.
- Nelson B., Albernaz A.L.M., Soares-Filho, B.S. 2006. *Estratégias de Conservação para o Programa ARPA*, Relatório de Atividades, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria de Áreas Protegidas, Ministério do Meio Ambiente. Cuiabá. Brasil.
- Oliveira A.U., 2005. BR-163 Cuiabá-Santarém. *Geopolítica, grilagem, violência e mundialização. Amazônia revelada: los descaminhos ao longo da BR-163*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Brasília. Brasil.
- Silva, A. L. L., P. L. B. Lisboa, and U. N. MacielL. 1992. 'Diversidade florística e estructura em floresta densa da bacia do Rio Juruá-AM', *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Botânica 8: 203-258.
- Soares-Filho B.S., 2003. 'Modelagem da dinâmica de paisagem: Concepção e Potencial da Aplicação de Modelos de Simulação baseados', em *Autômatos Celular. Ferramentas para modelagem da distribuição de espécies em ambientes tropicais*. Editores: Albernaz A., Silva J.M.C., Valeriano D. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. Pará. Brasil.
- , Cerqueira G. C., 2005. 'Proyecto DINAMICA'. <http://www.csr.ufmg.br/dinamica>.
- , Nepstad D.C., Curran L.M., Cerqueira G.C., Garcia R.A., Ramos C.A., McDonald E. V. A., Lefebvre E. P., Schelesinger P., 2006. 'Modelling conservation in the Amazon basin', *Nature* 440, 1010-1038.
- Ventana, 2003. 'Vensim software – linking systems thinking to powerful dynamic models'. <http://www.vensim.com/software.html>.



# **Los agronegocios en la producción forestal. El desarrollo de bosques implantados para evitar la deforestación**

*Hugo Cetrángolo*

*Patricio Cetrángolo*

*Fernando Medan*

## **Abstract**

The agroforestry sector has received more and more relevance in the region of Amazonia and in MERCOSUR area. Like in the rest of the farming activities, the forest sector has been characterized during the last decade by an increase of the competitiveness and a less participation of the primary sectors in the rent of the sector. This has led to a greater effort by the companies and to the adoption of different integration forms between the different economical actors. This paper supposes a diagnostic of the sector from a revision of secondary information, and tries to identify the main weaknesses that affect the activity, as well as its potential opportunities and possible solutions to improve the global estructure of the sector.

**Keywords:** *Agroforestry Chain, Amazonia, Eucaliptus.*

## **1. Introducción**

La deforestación avanza rápidamente y desde el inicio de la década de 1990, Brasil ha perdido anualmente aproximadamente el 0,5% de área boscosa, lo que significa unos 17 000 -18 000 km<sup>2</sup>/año. En términos generales, la explotación maderera en esta región se realiza de forma incontrolada y altamente agresiva. Los aserraderos se instalan en regiones donde hay volúmenes grandes de valiosas especies nativas y, cuando éstas se agotan, los mismos inician un segundo ciclo de explotación con maderas de menor valor relativo (Ferroukhi, 2003).

Además, Brasil cuenta con una de las principales industrias forestales del mundo, basada en plantaciones forestales que alcanzan los 5 millones de hectáreas implantadas, de las cuales el 95 por ciento son especies exóticas, principalmente eucaliptos y pinos. La mayor parte de los bosques implantados se encuentra próxima a la costa del Atlántico, en los estados de Bahía, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo y Paraná, (Fig. 1). (May).

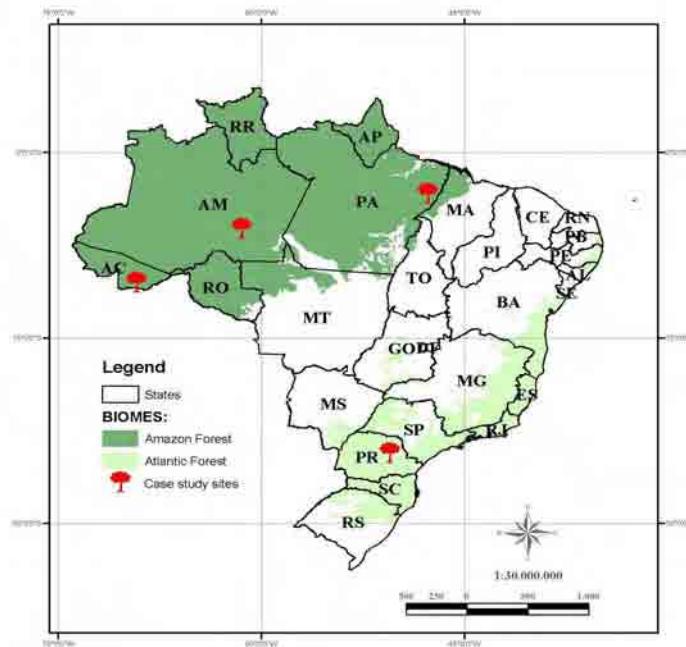


Fig.1. Zonas de Producción Forestal. Fuente: May.

La explotación sostenible de plantaciones forestales podría ayudar a reducir la presión en las florestas tropicales remanecientes aunque estas no sean usadas para los mismos objetivos (May). Es por eso que el presente trabajo se centrará en una de las principales especies implantadas y exóticas que es el Eucaliptus, principalmente *E. grandis*.

El crecimiento poblacional a nivel global, así como el aumento del ingreso económico y de la calidad de vida en una importante porción de la población mundial, hacen inevitable el aumento del consumo de madera y de papel, lo que ha llevado que desde la última década, el mercado agroforestal vaya cobrando cada vez más importancia en el MERCOSUR. Para que esta situación se mantenga como un hecho positivo deberían equilibrarse las condiciones de producción y de comercialización de los productos forestales, disminuyendo hasta casi la suspensión la explotación de bosques nativos e incrementándose la producción de proveniente de bosques implantados.

Por otra parte la madera de *Eucaliptus grandis* proveniente de Brasil, Argentina y Uruguay ya participa de mercados de productos de alto valor como muebles, pisos y otros productos elaborados, sustituyendo a maderas de bosques nativos, tanto de origen amazónico como asiáticas además del tradicional uso destinado a la producción de papel.

Bajo este contexto, las nuevas formas organizacionales, a través de la coordinación de cadenas agroforestales resulta imprescindible tanto para la mejora de la productividad global del proceso, como para alcanzar altos niveles de calidad. El presente capítulo realizará un análisis de las posibilidades de la Cadena Agroforestal en la región.

## 2. Marco teórico

En las últimas décadas el sector agropecuario atraviesa una nueva etapa, que se caracteriza por la necesidad de ser más competitivo, al mismo tiempo que coincide con una mayor apertura de los mercados internacionales.

A esta situación se suma una pérdida de la participación relativa en la renta del sector de la producción primaria, que, salvo situaciones excepcionales de desbalance entre la oferta y la demanda, no participa en plenitud del aumento de valor de los productos agroforestales, a través de la adición de procesos y diferenciación de productos y servicios no contemplados anteriormente, lo cual hace que las posibilidades de valor agregado se extiendan cada vez más.

En consecuencia, para que la cadena se desarrolle de manera armónica, se deben establecer mecanismos de articulación entre los actores, denominados de Integración o coordinación vertical, que pueden asumir diferentes formas:

- a) Integración Vertical. Un actor desarrolla por si mismo, más de una etapa de la cadena, es decir el producto transita por los procesos de la cadena sin cambiar la propiedad, aún cuando parte de los servicios o procesos pueden ser tercerizados.
- b) Se realizan contratos que determinan mecanismos de Coordinación Vertical casi siempre liderados por la industria o por la distribución.
- c) Surge una coordinación externa de la cadena, es decir, un actor con suficiente capacidad empresarial y conocimiento del negocio, presta servicios profesionales que permitan la realización de esta coordinación, muchas veces integrándola con procesos asociativos.
- d) El mercado es el punto de articulación entre la oferta y la demanda, es decir entre los distintos actores de la cadena. No hay mecanismos explícitos de coordinación vertical.

Con estas modalidades de relacionamiento, las empresas industriales deben afrontar nuevas estrategias que puede lograrse por dos vías, incluso complementarias: aumentando el precio mediante la diferenciación de los productos, o bien aumentando el beneficio a pesar de los precios decrecientes por una mejora en la competitividad.

Para continuar con el análisis de las nuevas estrategias que aparecen como respuesta a las tendencias en el sector agroforestal, también se implementan mecanismos denominados de *Integración horizontal o asociativismo*, que consiste en desarrollar actividades conjuntas por parte de diversas empresas o productores individuales, ya sea en el campo de la producción primaria, el procesamiento industrial o la distribución. De esta manera se generan economías de escala que permiten a empresas pequeñas y medianas competir contra las más grandes. La integración horizontal, por otro lado, permite una especialización en las funciones, es decir que cada uno de los integrantes de la asociación puede desarrollar, en la misma, una actividad diferente teniendo en cuenta sus aptitudes personales y competencias profesionales, logrando en consecuencia el conjunto, una mayor

capacidad para la ejecución de las mismas, adquiriendo por lo tanto, el sistema asociativo, niveles superiores de eficiencia.

### **La Coordinación e Integración vertical**

La coordinación de la cadena puede ser realizada por alguno de los operadores de la misma, es decir por los productores, la industria o aún por los distribuidores, pudiendo aparecer una cuarta opción que son los coordinadores externos. Habitualmente el coordinador de la cadena es quien distribuye los beneficios inherentes al valor agregado en el producto final pero también es quien distribuye los riesgos en el sistema.

Les queda por lo tanto a los productores elegir qué papel desean asumir en este nuevo sistema. Este puede ser el papel de abastecedores de materia prima indiferenciada (*commodities*) o materia prima diferenciada para elaborar productos de calidad, o bien ser empresarios que se ocupan, a través de la integración vertical, de la industrialización y la comercialización, obteniendo la adición de los beneficios correspondientes a cada uno de estos pasos comerciales.

Los principales beneficios derivados de la coordinación de la cadena, se basan en una mayor eficiencia total, lograda como consecuencia de esta coordinación.

Resulta inevitable que los beneficios derivados de la coordinación vertical los obtendrá principalmente quien realice la coordinación de la cadena, aunque en algunos casos, los coordinadores distribuyen equitativamente los beneficios generados, creando cadenas de alta competitividad como consecuencia de las relaciones cooperativas entre los actores.

En el caso opuesto, existen estilos de coordinación en los cuales el coordinador tiende a apropiarse de una parte sustancial de los beneficios, mediante la fijación de bajos precios para la materia prima y en el largo plazo disminuye la competitividad global del sistema. La integración vertical, por lo tanto, posibilita mejorar la situación de aquellos que, siendo eficientes en la producción primaria, pueden beneficiarse con mayores ingresos y utilidades acercándose con sus productos hacia los consumidores, aprovechando su capacidad de gestión.

Sin procesos de coordinación y una adecuada identificación de cada uno de los pasos y de los actores de la cadena del producto, no se puede garantizar al consumidor la trazabilidad ni la calidad de procesos que determinen la calidad final deseada en el producto.

### **3. Materiales y métodos**

En el presente trabajo se realizó un *relevamiento de información secundaria*, obteniendo datos estadísticos y otros estudios descriptivos de la situación forestal mundial y regional, con el fin de establecer un análisis del contexto donde se desenvuelven la cadena agroforestal. Luego se procedió a la realización de un *análisis de la cadena agroindustrial*

*forestal* en la región, de manera de poder identificar los distintos actores que la integran así como la forma en que interactúan entre ellos.

#### 4. Resultados y discusión

##### 4.1 Descripción de la producción forestal

###### Situación Mundial

El análisis de la actividad forestal mundial puede realizarse desde dos perspectivas complementarias, por un lado se diferencian aquellas que surgen de la explotación de los bosques nativos y por otro la implantación de bosques cultivados.

Los bosques nativos representan el 27% de la superficie del planeta, lo que equivale a 3.400 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 1.000 millones de hectáreas se encuentran en América Latina. En cuanto a los bosques cultivados, los mismos ocupan sólo 100 millones de hectáreas, de las cuales solo el 15 % se encuentran en el hemisferio sur. El mercado forestal mundial, muestra una tendencia creciente. Actualmente el uso como leña es la que posee la mayor demanda, seguida por la utilización industrial, principalmente para el aserrado, la industria del papel y en menor proporción por la industria de paneles. Los países desarrollados son los que participan en mayor proporción en el mercado consumiendo el 83 % del volumen producido.

	Consumo 1990 (millones m <sup>3</sup> )	Consumo 1990 (millones m <sup>3</sup> )	Consumo 1990 (millones m <sup>3</sup> )	Crecimiento 1990-2010 (%)	Crecimiento 1990-2010 (%)	Crecimiento 1990-2010 (%)
	Mundial	Países desarrollados	Países no desarrollados	Mundial	Países desarrollados	Países no desarrollados
Leña	1800	240	1560	1.4	0.8	1.6
Rollizos Industria	1650	1270	380	2.5	2.0	3.8
Aserrad a	485	373	112	2.5	1.5	4.1
Paneles	125	108	17	4.6	4.3	6.5
Papel	238	196	42	3.1	2.3	5.8

Cuadro 1: Consumo mundial de productos de la madera y estimación del crecimiento del consumo mundial hasta el año 2010. Fuente: FAO, 1990.

Los principales exportadores son Canadá, USA, Suecia, Finlandia y Alemania reuniendo el 50 % de las exportaciones mundiales. Por otra parte los principales importadores son USA, Alemania, Japón, Reino Unido e Italia (Barberis, 2003).

China es otro actor importante dentro de este mercado. Se estima que en menos de una década la demanda principalmente de la industria de papel de este país aumentará a 50 millones de toneladas (Barberis, 2003). Latinoamérica podría convertirse en el exportador más importante de productos forestales hacia los mercados del Lejano Oriente reemplazando a USA (Barberis, 2003).

### **Situación en el MERCOSUR**

Dentro del MERCOSUR, Brasil es sin duda el país de mayor peso en el sector forestal tanto por las grandes dimensiones de su país como por la gran superficie forestal. La principal fuente forestal con que cuenta Brasil es la Amazonía, donde hace mas de 50 años aún imperan las prácticas de deforestación conjuntamente con la expansión de la agricultura y de la ganadería. Es así como la madera es talada a medida que se establecen nuevas áreas de pastoreo y agricultura. (Ferroukhi, 2003).

En la última década y de forma simultanea, Brasil ha incrementado la superficie destinada a la producción forestal con plantaciones de especies exóticas, entre las que se destaca el Eucaliptus, lo que podría aliviar el ritmo de deforestación en el Amazonas.

Después de Brasil, Argentina le sigue en orden de importancia aunque Uruguay se esta convirtiendo en un país de peso en el sector forestal con una alta tasa de implantación.

### **Análisis de la cadena forestoindustrial de *Eucaliptus grandis***

Los cambios de la última década y el posicionamiento competitivo de la madera de Eucaliptus *grandis* frente a otras especies ha captado el interés de la industria, siendo utilizada para otros destinos que la provisión de fibra para la industria celulósica o para tableros reconstituidos, sino como madera sólida de alta calidad (Cetrángolo, 2002).

Se presenta a continuación el esquema general de la cadena forestoindustrial de Eucaliptus.

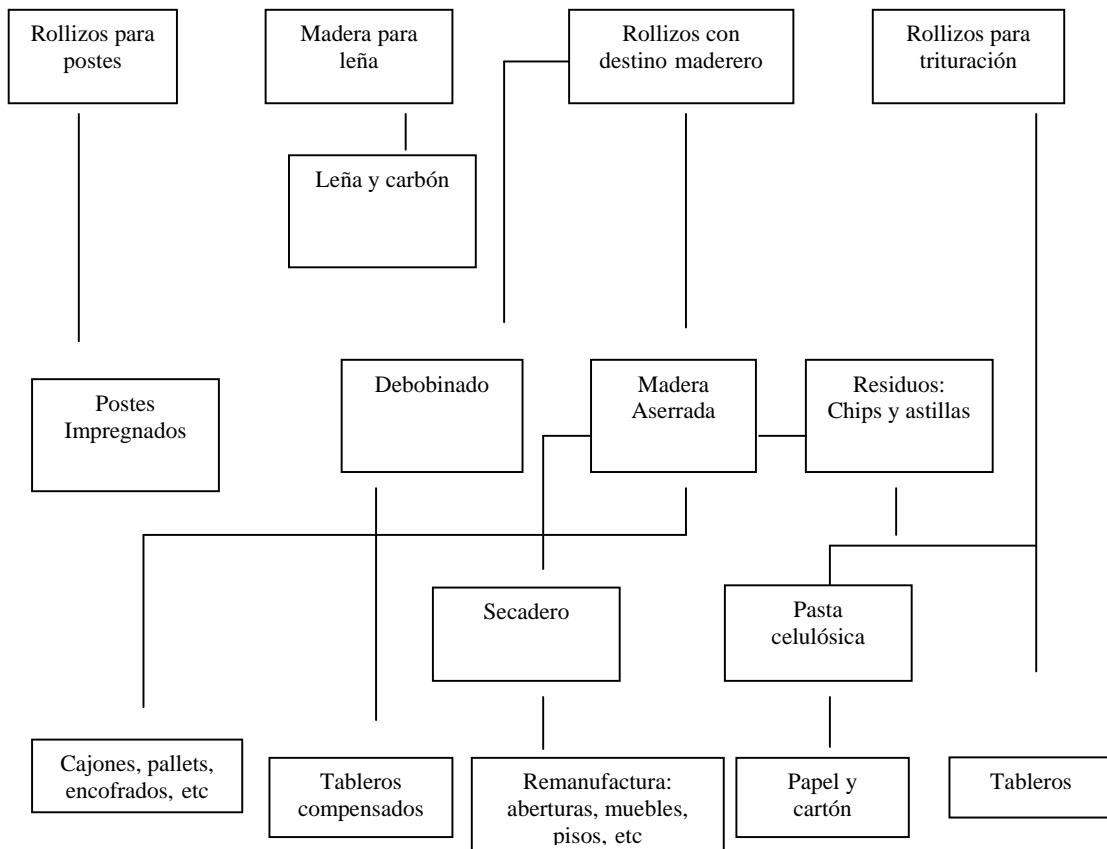
### **Industrialización**

Se pueden distinguir dos etapas del proceso industrial, la primera denominada *etapa intermedia* que consta de la obtención de chapas, láminas, pasta y tablas y la *etapa final* que comprende la fabricación de muebles, aberturas para construcción, pallets y embalaje. En la primera etapa pueden identificarse la industria de *tableros*, de *pasta de celulosa*, y la de *madera aserrada*.

Algunas estimaciones calculan que el tamaño del mercado de madera de Eucaliptus *grandis* aserrada alcanza en la actualidad 157 millones p<sup>2</sup>/año, siendo el mayor porcentaje de este volumen las maderas de menor valor, destinados a los usos de menor relevancia, como

construcción y embalajes, debido a que aún la madera de Eucaliptus se encuentra posicionada en un segmento de precio bajo, siendo inclusive uno los más bajos dentro de las distintas maderas existentes en el mercado (Cetrángolo H y Gelabert C, 2007).

*Esquema 1: Cadena foresto-industrial*



## Certificación FSC

La creciente toma de conciencia del público acerca de la destrucción y degradación de los bosques, ha llevado a los consumidores a exigir en la adquisición de productos de madera que ayuden a asegurar los recursos forestales para el futuro y respeten normas de sostenibilidad ambiental y también sean socialmente justas. Como respuesta a esta demanda, han proliferado distintos Programas de Certificación y de Autocertificación para productos de madera. De ellos, el de mayor utilización actual es el desarrollado por el Consejo de Manejo Forestal (Forest Stewardship Council - FSC) que es una entidad internacional que ha creado unas normas y un mecanismo para acreditar a las organizaciones certificadoras, con el objeto de garantizar la autenticidad de sus certificaciones.

## Biocombustibles

Los bosques implantados para la producción de energía, generan un balance casi neutro en la emisión de dióxido de carbono, por lo cual a escala internacional el mercado de los biocombustibles a partir de productos y subproductos de madera, muestra una tendencia creciente, también asociada al aumento en el precio del petróleo, que hace más competitivos a los biocombustibles. Es importante considerar que por ejemplo los países escandinavos tienen la capacidad de ser autosuficientes en pellets y abastecer toda la Unión Europea dado la gran cantidad de residuos forestales y exceso de fibra.

## 5. Conclusiones

La problemática amazónica es compleja ya que se debe conciliar la preservación ambiental con el desarrollo económico y social. En el pasado y aún en la actualidad esta situación no se encuentra balanceada y el deterioro de los recursos naturales continúa en aumento. Dado que la demanda de productos derivados de la madera es creciente y continuará siéndolo en el futuro, al igual que el aumento en el uso de biocombustibles, los bosques implantados son una solución posible para evitar la deforestación mediante la sustitución de maderas provenientes de especies de bosques nativos. Sin embargo, la sustitución de maderas de alta calidad provenientes de bosques nativos por especies exóticas producidas en bosques implantados, no es un tema sencillo de resolver. Por esta razón en este trabajo, se han desarrollado las estrategias organizacionales en materia de agronegocios y también los aspectos tecnológicos en cada etapa de la cadena, que permitan una producción competitiva y sustentable para hacer posible esta sustitución paulatina. La necesidad de utilizar certificaciones ambientales es un objetivo fundamental para que esta sustitución de madera de bosques nativos por cultivados sea una realidad sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barberis, A. 2003. *Desarrollo de Negocios de Alto Valor en la Cadena de Eucaliptus grandis mediante procesos innovativos en la producción, transformación, clasificación y destino de la madera*. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UBA.
- Cetrángolo, H., et al. 2002. *Desarrollo de productos y búsqueda de mercados para Eucaliptus grandis*. Realizado para el Grupo Forestal Ubajay en el marco del Programa de Agronegocios y Alimentos. FAUBA.
- Cetrángolo, H., et al. 2003. 'Análisis de la cadena de *Eucaliptus grandis*', en *Concordia, Entre Ríos*. Facultad de Agronomía. Cátedra de Sistemas Agroalimentarios.
- Corinaldesi, L., Pinasco, D., Brandan, S. *Industrias forestales año 1999*. SAGPyA, Dirección de forestación. Argentina.
- FAO. 1990. Evaluación de los recursos forestales.

May, P. Certificación Forestal en Brasil: Valoración comercial y ambiental. Consumers  
Choice Council (CCC).



# **“Agua es vida”. Algunas ideas sobre el fluir de los derechos indígenas sobre sus territorios en los albores del siglo XXI**

*Joseba I. Arregui*

*Hodei-ri urrunean ere ura zaindu, maitatu eta babestu egin behar duzula gogora dezazun*

## **Abstract**

Water is a key component of indigenous cultures. Due to their dependence on natural environments, indigenous peoples (IPs) are the first to perceive and suffer the consequences of plundering of resources and water pollution. In the twenty-first century, water is both a resource for life and a threat to indigenous peoples. This dual dimension makes the water be the center of their demands as a fundamental part of their territories. The indigenous para-diplomacy has managed to promote a new vision of international PIs and their relationship with Nature. In this sense, any initiative in favour of defence of water should take into account the profound and complex relationship between this natural resource and PIs.

**Keywords:** *water, indigenous peoples(IPs).*

## **1. Nueva Visión internacional sobre los pueblos indígenas**

El agua constituye un componente fundamental de las culturas y reivindicaciones indígenas vivas y activas en el siglo XXI. Por su cercanía a y dependencia de entornos naturales delicados los pueblos indígenas (PIs) son los primeros en percibir y sufrir las consecuencias de la explotación de los recursos y la contaminación del agua. En el siglo XXI, además, el agua constituye tanto un recurso de vida como una amenaza para los pueblos indígenas. Esta doble dimensión coloca al agua en el centro de sus reivindicaciones como parte fundamental de sus territorios. La paradiplomacia indígena ha conseguido impulsar una nueva visión internacional de los PIs y su relación con la Naturaleza. Esta nueva visión, presente en importantes documentos internacionales, reconoce la importancia de reconocer los derechos sobre la tierra y el territorio de los PIs como punto de partida para cualquier iniciativa compartida de Desarrollo Sostenible. Cualquier iniciativa a favor en defensa del agua debe contemplar la rica y compleja relación entre el este recurso natural y los PIs.

Para los Pueblos Indígenas (de aquí en adelante PIs) especialmente aquellos que pueblan la Amazonía, el agua es un componente primordial de la red de la vida, un pilar

básico y sagrado de sus culturas<sup>1</sup> y objeto de protección dentro de su agenda de reivindicación de derechos indígenas a nivel mundial, tal y como se recoge en la Declaración Indígena de Kyoto sobre el agua de 2003. Pero una visión más global de la realidad indígena nos muestra que el agua también constituye una amenaza para numerosos PIs, que sufren los efectos devastadores del cambio climático o las consecuencias de la polución sobre su salud. Sobre todo en las islas del Pacífico, en Kirabati o Tubalu, la subida de las aguas amenaza con sumergir sus territorios. El agua, bien por exceso en el caso de inundaciones, o defecto, en el caso de sequías, o por ser fuente de o utilizada en conflictos constituye una amenaza y una cuestión vital para la pervivencia de los PIs<sup>2</sup> y la supervivencia de sus culturas<sup>3</sup>.

El agua constituye para los PIs un recurso vital y un componente cultural de carácter sagrado<sup>4</sup>. Además, históricamente, el agua, como el resto de sus recursos naturales que conforman los ecosistemas indígenas, ha sido objeto de ocupación y degradación por parte de agentes no indígenas. El etnocidio y al constante violación de derechos humanos que afecta a los PIs ha corrido paralelo a la perdida de control indígena sobre sus tierras y a la degradación de y prohibición de uso de los recursos existentes en sus territorio y ecosistemas<sup>5</sup>. Los PIs sufren las consecuencias en mayor medida por su cercanía y dependencia de los ecosistemas en los que viven. Con mayor intensidad desde la segunda mitad del siglo XX, los sistemas acuíferos indígenas han sufrido el efecto de mega-proyectos de desarrollo que mediante la construcción de grandes presas<sup>6</sup>, proyectos de agricultura intensiva<sup>7</sup>, extracción y minería (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2007) o la explotación comercial de reservas de agua subterránea (Indian Country Today, 2006) han contaminado sus aguas con productos químicos tóxicos, generado deforestación y erosión de la tierra. El impacto de estos procesos de colonización de sus territorios en los pueblos y culturas indígenas es muy importante, llegando la contaminación generada a afectar a la salud de individuos y comunidades<sup>8</sup>, así como a su

<sup>1</sup> Sobre la importancia y carácter sagrado para los indígenas resultan interesantes los siguientes pronunciamientos realizados en el Foro Permanente de Cuestiones Indígenas de 2007. Ver Asuntos Indígenas (2007).

<sup>2</sup> Cultural Survival Quarterly dedicó su ejemplar de 2006 29 (4) a los Pueblos Indígenas y la cuestión del agua, ofreciendo una amplia visión de todas las dimensiones que abarca esta compleja problemática.

<sup>3</sup> Los efectos del cambio climático en los pueblos indígenas así como las contribuciones a la lucha contra este desafío medioambiental han sido protagonistas de la presente edición 2008 del Foro Permanente de Cuestiones Indígenas. Sobre los efectos negativos del cambio climático, muchos en conexión con el agua. Consultar Indigenous Voices (2008).

<sup>4</sup> El agua constituye un elemento primordial de la experiencia y singularidad de muchos PIs. Para ver algunos documentos y características ligadas al agua es conveniente consultar el portal de UNESCO sobre el agua en UNESCO (2005).

<sup>5</sup> Si bien ha sido una tendencia del pasado sigue siendo una triste realidad en nuestro presente, tal y como lo demuestra el caso de los Gana y Gwi de Bostwana descrito en Survival (2006).

<sup>6</sup> Sobre los efectos negativos de las grandes presas ver Castro (2002). Para sus efectos en el Amazonas ver Survival (2006).

<sup>7</sup> Consultar Rainforest 2008.

<sup>8</sup> Ver Instituto Interamericano de Derechos Humanos (2006) para una visión sistémica de la cuestión del agua y los PIs.

economía y cultura al no poder acceder a recursos tradicionales presentes en sus bosques o líneas de costa (animales, pájaros, plantas, vida marina etc). Además, con mayor frecuencia los recursos hídricos de los PIs son objeto de sistemas de gestión externos que ignoran los sistemas indígenas tradicionales<sup>9</sup> y consideran al agua como un recursos comercial más.

## 2. Pueblos indígenas y lucha por sus territorios.

Los Pueblos Indígenas (PI), que durante siglos han sido cautivos de los estados que conforman las “sociedades envolventes” (Virella, 1999) han conseguido un reconocimiento sin precedente histórico, además de un espacio propio y la protección de sus derechos por parte de la sociedad internacional (Anaya, 1996). La culminación de este proceso de reconocimiento internacional lo constituye la Convención 169 de la OIT, la creación en el 2000 del Foro Permanente de Cuestiones, Indígenas situado a alto nivel dentro de la estructura ONU, o la aceptación de la Declaración de Derechos de los Pueblos Indígenas en septiembre de 2007. Entre los documentos citados conviene destacar, por el nivel de participación indígena internacional, la Declaración que constituye el marco de referencia mínimo para encauzar la relación entre indígenas y no indígenas en el siglo XXI. Los derechos recogidos son el fruto de la paradiplomacia indígena contemporánea y su aprobación constituye un hito en la movilización indígena internacional. La Declaración establece un marco de referencia para el diálogo intercultural y supone la piedra angular de cualquier nueva relación entre los PIs y los diferentes actores internacionales.

La incidencia indígena en las áreas de Derechos Humanos y de la Ecología, más concretamente el desarrollo sostenible, han posibilitado un reconocimiento internacional de la importancia de las culturas indígenas y sus contribución al mantenimiento de la diversidad cultural y biológica del planeta. Estos reconocimientos constituyen el marco internacional dentro del que se desarrollan las iniciativas sobre agua y PIs. Los instrumentos citados contemplan como eje central los derechos de los pueblos indígenas sobre sus tierras y territorios y los impactos que estos sufren dentro de los procesos de desarrollo empujados por los Estados y otros actores internacionales.

El Convenio 169 constituye el reconocimiento de mayor rango internacional existente hoy en día. Este Convenio reconoce a los PIs como sujetos de derechos colectivos, reconociendo de forma matizada su condición de pueblos y sus derechos sobre sus recursos naturales y las tierras que ocupan<sup>10</sup>. También, en este documento, los PIs pasan de ser objeto de políticas de desarrollo a ser sujetos activos y se reconoce su derecho a participar en todos los procesos que puedan tener impacto en sus vidas. El preámbulo constata “las aspiraciones de esos pueblos a asumir el control de sus propias instituciones y

---

<sup>9</sup> En el Segundo Foro Mundial del Agua celebrado en La Haya en 2000, la sesión dedicada al agua y los pueblos indígenas concluyó que los sistemas indígenas y su conocimiento habían sido ignorados en las visiones globales sobre el agua en el mundo. Ver UNESCO 2000.

<sup>10</sup> Artículo 14 y 15.

formas de vida y de su desarrollo económico y a mantener y fortalecer sus identidades, lenguas y religiones, dentro del marco de los Estados en que viven" (OIT, Convenio 169).

Junto a este carácter de actores en su desarrollo, el Convenio introduce otra novedad importante al hablar de territorio, incluyendo la totalidad del hábitat, es decir, para los PIs éste comprende no sólo la tierra sino también las aguas, espacios aéreos, medioambiente, lagunas sagradas y centros ceremoniales (Gomez, 2006:140). También acepta la previa necesidad de consultar<sup>11</sup>, antes de desarrollar políticas de desarrollo que tengan impacto en las culturas o tierras<sup>12</sup> indígenas. Esta cuestión ha generado enorme preocupación en muchos Estados que veían este mecanismo como un posible voto y una forma de limitar su soberanía. Sin embargo, sólo significa que los Estados no deben aplicar medidas unilaterales que violen los derechos y libertades de los PIs (Ibid:143). No existen en el Convenio directrices claras sobre la forma y alcance de la consulta ya que el Convenio 169 "no es explícito en el consentimiento previo, la Declaración, en cambio si explica que los Estados deben obtener un consentimiento informado para la aprobación de cualquier proyecto que afecte a las tierras de los PIs, territorios y otros recursos. Lo que sí establece el Convenio 169 es que los PIs como propietarios de las tierras y los gobiernos como dueños de los recursos necesitan tener consultas (Gomez, 2006:143). Además de apostar por la consulta y el consentimiento libre, previo e informado se obliga a los Estados a realizar una evaluación previa de los impactos negativos de los proyectos de desarrollo. Derivado de este impacto se habilitan también mecanismos de compensación para los casos en que se sufran perdidas o impactos serios que afecten a los PIs.

Igualmente, esta Convención defiende la necesidad de que los PIs participen en las iniciativas de desarrollo sostenible realizadas en sus territorios, siendo socios en estrategias de conservación y gestión medioambiental y participando también en los beneficios generados<sup>13</sup>. Junto a todo esto, se reconoce la especial relación de los PIs con la tierra y la Naturaleza y se valora la importancia que ésta tiene para el desarrollo de la cultura<sup>14</sup> y la religión indígena. Por otra parte, el Convenio<sup>15</sup> condena la enajenación de tierras indígenas por parte del Estado y apuesta por respetar los derechos y los usos indígenas del territorio<sup>16</sup> y sus ecosistemas. Expresamente, se obliga a los Estados a impedir y sancionar las violaciones de tierras producidas por no-indígenas<sup>17</sup>.

<sup>11</sup> Artículo 6 (1) a.

<sup>12</sup> Especialmente el artículo 15 destaca la necesidad de realizar consultas en los casos en los que la propiedad de los recursos del subsuelo es del Estado y se quiera iniciar su explotación en territorio indígena.

<sup>13</sup> Artículo 15.

<sup>14</sup> El artículo 23 sostiene que "la artesanía, las industrias rurales y comunitarias y las actividades tradicionales y relacionadas con la economía de subsistencia de los pueblos interesados, como la caza, la pesca, la caza con trampas y la recolección, deberán reconocerse como factores importantes del mantenimiento de su cultura y de su autosuficiencia y desarrollo económicos. Con la participación de esos pueblos, y siempre que haya lugar, los gobiernos deberán velar por que se fortalezcan y fomenten dichas actividades".

<sup>15</sup> Artículo 14.

<sup>16</sup> Artículo 17 habla de respetar las modalidades tradicionales de tenencia de la tierra.

<sup>17</sup> Artículo 18

Además, se destaca la relación existente entre diversidad y etnodiversidad, y se defiende que existe una íntima relación entre el futuro de los PIs y los ecosistemas que ocupan. Esta valoración de la cultura indígena constituye un auténtico hito que rompe con las políticas de minusvaloración y asimilación forzosa que les han sido impuestas durante siglos. Aún así, el Convenio no cubre los recursos que se encuentran en el subsuelo que siguen siendo monopolio del Estado. El Convenio reconoce la importancia de las lenguas, culturas, instituciones identidades<sup>18</sup>, religiones y conocimiento indígena, obligando a los Estados a tomar en cuenta su protección así como a asegurarse que ninguna política de desarrollo es aplicada sin obtener un consentimiento por parte de los PIs. Así pues, los principios de respeto, información y participación constituyen la columna vertebral que debe inspirar la relación con los PIs.

La Declaración de 2007 en los artículos del 25 al 31 también incide en el control sobre los territorios y recursos y la necesidad de consulta y consentimiento previo e informado antes de desarrollar cualquier tipo de proyecto. También resalta la importancia de mantener y potenciar la cultura, identidad y conocimiento indígena.

Esta Declaración complementa el reconocimiento y valor de las culturas indígenas que se realizan en la Declaración de Rio de 1992, en Agenda 21<sup>19</sup>, en el Convenio de Biodiversidad de 1993<sup>20</sup> y en los mecanismos posteriores de vinculados al Desarrollo Sostenible. Y que ha sido complementada con una visión alternativa indígena plasmada en las siguientes declaraciones: *the Draft Declaration on the Rights of Indigenous Peoples; the Charter of the International Alliance of Indigenous and Tribal Peoples of the Tropical Forests; the Mataatua Declaration; the Santa Cruz Declaration on Intellectual Property; the Leticia Declaration of Indigenous Peoples and Other Forest Dependent Peoples on the Sustainable Use and Management of All Types of Forests; the Charter of Indigenous Peoples of the Arctic and the Far East Siberia; the Bali Indigenous Peoples Political Declaration; and, the Declaration of the Indigenous Peoples of Eastern Africa in the Regional WSSD Preparatory Meeting*. También la Declaración de Kimberly *Indigenous Peoples' Plan of Implementation on Sustainable Development* reafirmó la importancia de los artículos 20 y 26 de Agenda 21 e incidió en temáticas importantes para los PIs. Estas

---

<sup>18</sup> Artículo.8 (2).

<sup>19</sup> El capítulo 26 de Agenda 21 está dedicado a los PIs en general pero en concreto los Capítulo 8 (5): “Adoptar sistemas integrados de gestión, especialmente para la ordenación de los recursos naturales; se deberían estudiar los métodos tradicionales o autóctonos y utilizarlos cuando resultaran ser útiles”. Además Se cita a las poblaciones indígenas en varias partes del Capítulo 18, en concreto: “Es preciso contar con tecnologías innovadoras, entre ellas las tecnologías locales mejoradas para aprovechar plenamente los recursos hídricos limitados y protegerlos contra la contaminación.” (Capítulo 18, 2).

<sup>20</sup> Artículo 8 (j): “Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: (...) con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente”.

iniciativas resultan de gran importancia en materia de PIs y agua, además muestran el vínculo entre la acción paradiplomática indígena y la agenda ecológica.

Tanto la Declaración como los documentos citados han conseguido vincular el futuro del medio ambiente global con la salud de los ecosistemas locales indígenas, que deben ser administrados mediante proyectos que reconocen los derechos y participación indígenas. Los PIs consideran el agua como “un patrimonio sagrado y un derecho humano, que no debe ser privatizado, comercializado y exportado como mercancía” (Tetebba Foundation, 2002) y que debe ser desarrollado en el marco de un renovado diálogo intercultural que pretende combinar tradición y modernidad y donde el derecho de autodeterminación constituye su pieza fundamental. Tras ser aceptado en la Declaración, con una formula que garantiza que su ejercicio se dará dentro de los Estados existentes y con salvaguardas que garantizan la integridad territorial de los Estados, el derecho de autodeterminación constituye la base para la salvaguarda de los ecosistemas en territorio indígena y especialmente en las políticas de administración, gobierno y conservación del agua. Así queda manifestado en la Declaración de Kyoto de los Pueblos Indígenas sobre el Agua de 2003 que en los artículos que van desde el 9 al 14 vincula el control sobre el agua con el ejercicio del derecho de autodeterminación de los Pueblos Indígenas, siendo el artículo 15 dedicado al conocimiento tradicional y el 16 a la consulta.

Así pues la autodeterminación constituye la base sobre la que construir cualquier iniciativa de conservación, gestión, y mantenimiento del agua a nivel local. Es más “cualquier estrategia de Desarrollo Sostenible en territorio indígena debe partir del reconocimiento del hecho indígena como una realidad cultural y política viva, activa, capaz de tomar las riendas de su desarrollo y de decidir qué tipo de contribución pueden y desean hacer a la comunidad mundial. Los agentes de desarrollo trabajando en zonas indígenas deben tener en cuenta que, para los indígenas, el vínculo entre identidad, biodiversidad y Naturaleza es una cuestión vital para su supervivencia étnica. Y que si se quiere mantener el medio ambiente es necesario apoyar los derechos, la supervivencia y el robustecimiento cultural de estos pueblos, y no, como se ha hecho hasta ahora, centrar el interés en el mantenimiento de zonas ecológicas, ignorando y aislando a las personas que viven allí. Este punto debe estar en la base del entendimiento de los PIs y del valor de sus comunidades y culturas (Arregi en Nesti, 1999:16). Cualquier estrategia de mantenimiento del agua, tanto a nivel local como global, debe partir de esta premisa mencionada si quiere evitar errores pasados.

### **3. Conclusiones**

El agua constituye un derecho humano reivindicado por los PIs. Esta reivindicación local adquiere relevancia global en un mundo preocupado por las consecuencias del cambio climático. El agua, su exceso o escasez, su acceso o control y los conflictos que esto conlleva constituyen dimensiones complejas de la realidad que experimentan día a día indígenas de todo el mundo. Mediante la movilización internacional en áreas vinculadas a

los Derechos Humanos y el Desarrollo Sostenible, los PIs han sido capaces de llamar la atención internacional sobre los excesos cometidos por el colonialismo contemporáneo que explota sus territorios y recursos hídricos, amenazando su pervivencia como pueblos singulares. De esta forma, los PIs han podido mostrar las violaciones de las que son objeto ante la sociedad internacional, planteando la necesidad de contar con mecanismos jurídicos internacionales que garanticen sus derechos y arrojando importantes sombras sobre las iniciativas que lideran importantes organizaciones internacionales y multinacionales con el apoyo de los Estados.

El control indígena sobre los territorios y sus ecosistemas preocupa a la élite internacional que ve con alarma esta capacidad indígena de controlar y vetar la entrada y acceso a recursos estratégicos para los Estados. Estos recursos son considerados estratégicos tanto por estados, multinacionales, instituciones internacionales. También lo son para los PIs que los consideran garantes de su seguridad como pueblo y la base necesaria para su desarrollo físico, político, económico, cultural y espiritual. En esta situación, frente modelos tradicionales de monopolio en el uso de los recursos e imposición de modelos de desarrollo que generan conflicto y violaciones de derechos humanos, se debe apostar por alternativas basadas en la soberanía compartida, en regímenes cooperativos que tomen en cuenta la potencialidad y realidad indígena y el uso y defensa consensuada de los recursos hídricos existentes en los ecosistemas presentes en las tierras tradicionales de los PIs.

Para las culturas indígenas el agua es vida muchos sentidos y se encuentra profundamente enraizada en su cultura y religión. Sus conocimientos, su ética, sus sistemas de gestión, gobierno y mantenimiento resultan de gran relevancia para todos aquellos preocupados por la gestión del agua a nivel global. Pero no si no queremos repetir errores del pasado debemos ser capaces de armar una alianza global con los PIS que impulse y proteja iniciativas controladas localmente. El futuro del agua es una cuestión que incumbe a toda la humanidad, de importancia global pero de relevancia local. Es a nivel local donde se ganan o se pierden acuíferos y en esta iniciativa los PIs son aliados fundamentales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, J. 1996. *Indigenous Peoples in International Law*. New York: Oxford University Press.
- Castro, G. 2002. "Salvemos los Ríos y el Agua: Efectos mundiales de las represas y en los pueblos indígenas y campesinos". *Ciepac*. Consultado en 10-2-2008, en <http://www.ciepac.org/boletines/chiapasaldia.php?id=285>.
- Declaración del foro paralelo de los pueblos indígenas del 4º FORO MUNDIAL SOBRE EL AGUA*, México, Distrito Federal, Marzo 17-18, 2006. Consultado en 12-3-2006, en [http://www.treatycouncil.org/new\\_page\\_5211421231221.htm](http://www.treatycouncil.org/new_page_5211421231221.htm).

- Gomez, M. 2006. "El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo". En Berraondo, M. (ed.), *Los derechos de los pueblos indígenas: esperanzas, logros y reclamos*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Indian Country Today. 2006. *Rivers Foundation of the Americas*. Consultado en 10-1-2008 en <http://www.riversfoundation.org/>.
- Indigenous Media. 2007. *Indigenous speak out for sacred water at United Nations* . Consultado en 10-1-2008 en <http://bsnorrell.blogspot.com/2007/05/indigenous-speak-out-for-sacred-water.html>.
- Indigenous Peoples Kyoto Declaration on Water*. 2003. Consultado en 10-2-2008, en <http://www.indigenouswater.org/IndigenousDeclarationonWater.html>.
- Indigenous Voices. 2008. *Climate change and indigenous peoples*. Consultado en 10-1-2008 en [http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/backgrounder%20climate%20change\\_FINAL.pdf](http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/backgrounder%20climate%20change_FINAL.pdf).
- Indigenous Water Initiative Protecting Water Ecosystems*. Consultado en 19-1-2008 en <http://www.indigenouswater.org/BackgroundDocuments.html>.
- Instituto Interamericano de Derechos Humanos. 2006. *Aqua, Pueblos Indígenas y Derechos Humanos*. Consultado en 10-1-2008 en [www.cepis.ops-oms.org/bvsapi/e/proyectreg2/paises/costarica/agua.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsapi/e/proyectreg2/paises/costarica/agua.pdf).
- Lutz, E. 2006. "Indigenous Peoples and Water Rights". *Cultural Survival Quarterly*. Consultado en 10-1-2008 en <http://www.cs.org/publications/csq/csq-article.cfm?id=1865>.
- Nesti, L. 1999. Indigenous peoples' right to land: international standards and possible developments. The cultural value of land and the link with the protection of the environment. The perspective in the case of Mapuche-Pehuenche. Tesis Master. Universidad de Deusto.
- Rain Forest Action Network. 2008. *Rainforest Agribusiness*. Consultado en 19-1-2008 en [http://ran.org/campaigns/rainforest\\_agribusiness/resources/fact\\_sheets/agribusiness\\_impacts\\_on\\_indigenous\\_communities/](http://ran.org/campaigns/rainforest_agribusiness/resources/fact_sheets/agribusiness_impacts_on_indigenous_communities/).
- Survival International. 2006. Survival International submission to UN Human Rights Council on Survival International submission to UN Human Rights Council on indigenous peoples and access to water. Consultado en 10-1-2008 en [www2.ohchr.org/english/issues/water/contributions/civilsociety/SurvivalInternational.pdf](http://www2.ohchr.org/english/issues/water/contributions/civilsociety/SurvivalInternational.pdf).
- Tetebba Foundation. 2002. *Prioridades de los Pueblos Indigenas para la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible*. Consultado en 19-1-2008 en [http://www.tebtebba.org/tebtebba\\_files/summit/wssd/wssd3.html#intervention](http://www.tebtebba.org/tebtebba_files/summit/wssd/wssd3.html#intervention).
- UNESCO. 2000. *Thematic Session: Water and Indigenous People*. Consultado en 19-1-2008 en [http://portal.unesco.org/science/en/ev.php-URL\\_ID=3854&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/science/en/ev.php-URL_ID=3854&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).

- UNESCO. 2005. *Water & Indigenous People*. Consultado en 10-1-2008 en <http://www.unesco.org/water/news/newsletter/105.shtml>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2007. International Expert Group Meeting on Indigenous Peoples and Protection of the Environment. PFII/2007/WS.3/3.
- Virella, A. 1999. "El engarce de la "Estrategia Española de Cooperación con los Pueblos Indígenas" con los enfoques horizontales y las prioridades geográficas y sectoriales del Plan Director cuatrienal de la Cooperación Española". In U. I. M. Pelayo (Ed.), *La Cooperación internacional y los Pueblos Amerindios, II* Valencia: UIMP. 8(2).



# **Gestão compartilhada das águas na Amazônia**

*Solange Teles da Silva*

## **Abstract**

The objective of this study is to analyze the management of waters of Amazon basin, bearing in mind the multiplicity of normative extant spaces. In a first stage we will analyze the way in which each country will defines the principles in order to manage the waters, by showing that this system drives us to a fragmented policy of management of the hydrographic basin. From this point of view, is necessary to adopt an integral management that include the perspective of human populations of Amazonia and their traditional knowledge.

**Keywords:** *Amazon basin, human populations, traditional knowledge.*

## **1. Introdução**

Dados indicam que a quantidade total de água no planeta Terra permaneceu constante nos últimos 500 milhões de anos: 1.386 milhões de Km<sup>3</sup>, variando, contudo nos diferentes reservatórios individuais de água. Dos volumes estocados, 97,5% formam os oceanos e mares e apenas 2,5% são de água doce. Nas calhas de rios e lagos de água doce, os mananciais mais acessíveis para atender às necessidades das populações humanas e para o desenvolvimento das sociedades contemporâneas somam aproximadamente 200 mil Km<sup>3</sup> (Rebouças, 2006). Deste volume, o Rio Amazonas-Ucayali é responsável por 1/5 do total de água doce que deságua nos oceanos. Ele forma a mais extensa bacia hidrográfica do planeta, a Bacia Hidrográfica do Amazonas, que possui 25.000 km de rios navegáveis, em cerca de 6.900.000 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 3.800.000 km<sup>2</sup> estão no Brasil (IBGE, 2007). Esta bacia, formada pela rede hidrográfica dos rios Amazonas e Tocantins, estende-se pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, desde todas as nascentes até o delta no Oceano Atlântico, incluindo os ecossistemas de água salobra (Eva & Huber, 2005).

O objetivo desse estudo é realizar uma análise da gestão compartilhada das águas na Bacia Hidrográfica Amazônica ressaltando a existência da pluralidade de espaços normativos. Em uma primeira etapa será analisado como cada país define os princípios adotados para a gestão das águas, evidenciando os limites de uma gestão fragmentada da bacia hidrográfica. Serão então apontados os desafios para uma gestão compartilhada que deve considerar as necessidades das populações humanas na Amazônia, integrando os saberes tradicionais de gestão das águas em um processo de democratização do acesso à água e de participação nas decisões referentes a uma gestão solidária dos recursos. Em um segundo momento as perspectivas de uma gestão integrada e compartilhada dessas águas serão estudadas, destacando-se a afirmação de direitos à vocação universal, tal qual o

direito fundamental à água, bem como os dispositivos do Tratado de Cooperação Amazônica e as perspectivas de negociações internacionais sobre Mudança Climática.

## 2. Constituições Políticas e Águas

É certo que o espaço constitucional na América Latina foi sendo ampliado tanto pela densificação de temas originários da constituição como é o caso dos direitos fundamentais, como também pela constitucionalização de novas matérias ou ainda de novas categorias de direitos, como o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado ou ainda o direito à água. Entretanto, apenas a proclamação de tais direitos nos textos constitucionais não basta, há a necessidade de sua concretização para a construção de sociedades mais justas.

### 2.1. Da proclamação do direito ao meio ambiente à consagração do direito à água

Ao analisar os textos constitucionais dos países da Bacia Hidrográfica do Amazonas constata-se que alguns desses textos tratam especificamente da questão das águas ao estabelecer o regime jurídico das águas ou ainda ao consagrar o direito fundamental à água e uma série de princípios para sua gestão. No Brasil, a Constituição Federal de 1988 define o regime jurídico das águas: a) as águas que se encontram sob domínio da União são: os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham (art. 20,III) ; b) as águas que estão sob o domínio dos Estados-membros são as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União (art. 26, I). O Rio Amazonas por banhar mais de um Estado-membro, bem como provir do território estrangeiro é considerado bem de domínio da União. Isso significa que cabe a União assumir o papel de gestora desse bem ambiental. E para tanto deve observar os princípios estabelecidos em matéria de gestão ambiental no próprio texto constitucional. Assim, incumbe aos Poderes Públicos definirem espaços territoriais e seus componentes a serem protegidos, bem como exigir para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental estudo prévio de impacto ambiental (inc. III e IV do § 1º do art. 225 da CF/88).

Igualmente na Venezuela, a Constituição da República Bolivariana da Venezuela de 1999 estabelece que todas as águas são bens de domínio público da Nação insubstituíveis para a vida e o desenvolvimento, cabendo a lei estabelecer os dispositivos necessários para organizar sua proteção, aproveitamento e recuperação, respeitando as fases do ciclo hidrológico e os critérios de ordenamento do território (art. 304). Apesar de não se referir especificamente às águas, a Constituição do Peru de 1993 prevê que os recursos naturais renováveis ou não renováveis são patrimônio da Nação e o Estado é soberano em seu aproveitamento (art. 66). A Assembléia constituinte no Equador recentemente aprovou um

artigo que igualmente afirma a soberania do Estado sobre os recursos naturais, inclusive sobre a água. Já a Constituição da Colômbia de 1991 refere-se de forma mais ampla aos recursos naturais e afirma que o Estado realizará o planejamento do manejo e aproveitamento destes para garantir seu desenvolvimento sustentável, sua conservação, restauração ou substituição (art. 80).

Dentre todos os textos constitucionais é a Constituição da Bolívia, aprovada em dezembro de 2007, que traz os fundamentos da gestão das águas. Esse texto não apenas afirma o direito de toda pessoa a água (art. 16, I), mas também define que toda pessoa tem direito ao acesso universal e equitativo aos serviços básicos de água potável (art. 20, I), afirmando que a água constitui um direito humano, e que não é passível de ser objeto nem de concessão nem de privatização (art. 20, III). O texto constitucional em sua quarta parte sobre a estrutura e organização econômica do Estado no título II sobre meio ambiente, recursos naturais, terra e território dedica um capítulo específico aos recursos hídricos (capítulo V). A água é um recurso fundamental para a vida e de soberania do povo e os recursos hídricos devem cumprir sua função social, cultural e ambiental dos recursos hídricos, cabendo ao Estado proteger e garantir o uso prioritário da água para a vida. Em realidade, incumbe ao Estado promover o uso e acesso à água sobre a base dos princípios de solidariedade, complementariedade, reciprocidade, equidade, diversidade e sustentabilidade. É, portanto seu dever gerenciar, regular, proteger e planejar o uso adequado e sustentável dos recursos hídricos com a participação social, garantindo o acesso à água a todos os seus habitantes e desenvolvendo planos de uso, conservação, manejo e aproveitamento sustentável das bacias hidrográficas.

Além disso, destaque-se que esse texto constitucional também prevê o reconhecimento estatal e o respeito e proteção dos usos e costumes das comunidades de suas autoridades locais e das organizações indígenas originárias campesinas sobre o direito o manejo e a gestão sustentável da água (art. 374). Os recursos hídricos dos rios, lagos e lagoas que formam as bacias hidrográficas pela sua potencialidade, pela variedade dos recursos naturais que contêm e por ser parte fundamental dos ecossistemas se consideram como recursos estratégicos para o desenvolvimento da soberania bolivariana. Assim, há uma obrigação estatal de intervenção para evitar ações nas nascentes e zonas intermediárias dos rios que ocasionam danos aos ecossistemas, diminuam os caudais (art. 376). Ademais, o texto constitucional boliviano prevê que todo tratado internacional que o Estado subscreva sobre os recursos hídricos garantirá a soberania do país e priorizará o interesse do Estado, cabendo ao mesmo resguardar de forma permanente as águas fronteiriças e transfronteiriças para a conservação da riqueza hídrica e contribuir com a integração dos povos (art. 377).

Se, através de uma leitura dos dispositivos constitucionais sobre direitos à água e gestão das águas é possível evidenciar os fundamentos de uma gestão voltada ao respeito da dignidade humana, é importante igualmente destacar uma constante preocupação desses países com a questão da soberania sobre os recursos naturais, bem como a opção pela presença dos Estados da Bacia Hidrográfica do Amazonas como gestores desses recursos

em seus respectivos Estados. Quais os princípios então que os esses Estados elegeram para a gestão de suas águas e quais os desafios dessa gestão ao considerar-se a Bacia Hidrográfica do Amazonas? .

## **2.2 Princípios de gestão das águas: o papel fundamental da participação popular**

Se por um lado é na esfera constitucional que na Bolívia ocorre a consagração dos princípios de gestão das águas como a solidariedade, complementaridade, reciprocidade, equidade, diversidade e sustentabilidade, destacando-se que os recursos hídricos devem cumprir sua função social, cultural e ambiental e, buscando, sobretudo estabelecer limites à mercantilização da natureza. Por outro lado, é na legislação infraconstitucional, notadamente a brasileira, colombiana, equatoriana, peruana e venezuelana que será possível identificar os princípios de gestão das águas (cf. Tabela – Normas em matéria de gestão das águas).

Quais seriam então os instrumentos apropriados para a gestão das águas de uma bacia hidrográfica como a do Amazonas que se estende por cerca de 6.900.000 km<sup>2</sup> em seis países? Por um lado, é certo que os procedimentos para a gestão das águas devem buscar a cooperação internacional e considerar as interações hidráulicas e ecológicas, evidenciando que tal gestão é indissociável da gestão das florestas e da biodiversidade. Assim, entre os princípios de gestão das águas é possível citar a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão, o princípio de gestão integrada das águas, bem como o estabelecimento de procedimentos administrativos específicos para o uso das águas (captação e lançamento de efluentes). Por outro lado, é fundamental a inclusão social das populações no processo de formulação das políticas públicas ambientais e hídricas na região. Isso conduz em um primeiro momento a necessidade da construção de uma visão das águas na região, não apenas como recurso natural dotado de valor econômico como prevê a legislação brasileira (art. 1º, II da Lei 9.433/97), mas acima de tudo como um bem social tal qual estabelece, por exemplo, a legislação venezuelana (art. 5º, 3 da Ley das Águas de 2007).

O rio e o ciclo das águas têm um papel fundamental no universo das populações amazônicas: as fases de enchente e vazante determinam os momentos na vida das populações amazônicas. Tal qual relata o poeta Thiago de Mello, o regime das águas corresponde a um elemento no cálculo da vida do homem, determinando os ciclos econômicos: grandes vazantes, fartas colheitas (tempo de grandes pescarias e de bom plantar); grandes cheias, duras calamidades e amargas misérias (o peixe deixa o rio, as plantações são destruídas) (Mello, 2002).

<b>TABELA – Normas em matéria de gestão das águas</b>	
Países da Bacia Hidrográfica do Amazonas	Normas constitucionais ou infraconstitucionais que adotam princípios e instrumentos de gestão das águas
Bolívia	Constituição de 2007 – direito à água, princípios de gestão das águas (arts. 16, I, 20, 348 e 373-377)
Brasil	Constituição Federal de 1988 – arts. 20, III e 26, I – regime jurídico das águas Lei Federal n. 9.433/97 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Colômbia	Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974) Lei 373/97 Estabelece o Programa para o uso eficiente e economia de água (Projeto de lei geral de águas nacionais)
Equador	Ley de Águas – Decreto Supremo n. 369 RO/ 69 de 30 de Maio de 1972
Peru	Ley 17.752 de 1962 (Ley general de Aguas del Perú)
Venezuela	Ley de Águas da Venezuela (publicada em Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela nº 38.595, 02 de enero de 2007)

Nesse sentido, necessário considerar para a gestão dessas águas as relações sociais historicamente construídas, a existência tanto do direito costumeiro como de práticas sociais dos povos amazônicos que podem conduzir a adoção de modelos para uma gestão sustentável dessas águas. Águas, que além do volume expressivo também possuem também uma grande variedade (águas brancas, claras, azuis, verdes e pretas) com características biogeográficas diversas interagindo com os elementos do meio ambiente (Costa, 2003).

A participação coloca-se assim como uma possibilidade de integrar a população no processo de escolhas que permitam a satisfação de suas necessidades, aproveitando como assinala Enrique Leff “o potencial ecológico de seus recursos ambientais e respeitando suas identidades coletivas” (Leff, 2001:63). Entretanto, na maioria dos países tal participação ainda não alcançou o patamar desejado, para colocar a questão do acesso e controle das águas como uma questão de cidadania.

### **3. Gestão compartilhada e solidária das águas**

A Bacia Hidrográfica Amazônica estende-se pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela e demanda assim uma gestão compartilhada e solidária de suas

água. Para tanto deve-se levar em conta a peculiaridade da cobertura florestal que, apesar de reter a metade da água que chega com as chuvas, é responsável pela indução do equilíbrio no ciclo hidrológico e também na regulação do clima da região (Trancoso *e al.*, 2007). Há a necessidade de considerar a problemática ambiental sob o prisma global, ou seja, dos cenários futuros para a Amazônia diante da mudança climática, diversidade biológica e as negociações internacionais nessa seara. A construção de uma ética regional das águas deve estar acompanhada da implementação do princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas por parte de toda comunidade internacional em matéria sócio-ambiental.

### **3.1. Tratado de Cooperação Amazônica e uma visão ética das águas na Amazônia**

É certo que a idéia de um tratado na Região Amazônica foi concebida inicialmente pelo governo brasileiro e apresentada às outras nações no início de 1976 com o principal objetivo de efetuar uma integração econômica e industrial, seus instrumentos voltados para garantir a liberdade comercial. Entretanto, essa idéia, transformada foi transformada em um plano de cooperação em pesquisa e exploração de seus recursos, para unir a região por meio de redes de transporte e comunicação, e estabelecer uma base central de informações (Mendez, 1993). O Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) foi então assinado em 03.07.1978 em Brasília pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, entrou em vigor em 02.08.1980. Assim, as partes decidiram realizar esforços e ações conjuntas para promover o desenvolvimento harmônico de seus respectivos territórios de maneira que tais ações pudessem produzir resultados equitativos e mutuamente proveitosos para a preservação do meio ambiente bem como a conservação e utilização racional dos recursos naturais em seus territórios. A lógica do tratado, portanto era que a noção de soberania nacional antecedia a de cooperação regional. Em outras palavras, apesar de o texto trazer a necessidade de ações integradas, a noção de integração encontrava-se reservada ao planejamento do território de cada Estado e a afirmação da soberania precedia a de cooperação (Caubet, 1984). Para fortalecer a estrutura institucional do TCA foi adotado, em Caracas aos 14 de dezembro de 1998, o Protocolo de Emenda ao Tratado de Cooperação Amazônica, em vigor em 2 de agosto de 2002. Criou-se a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), dotada de personalidade jurídica, sendo competente para celebrar acordos com as Partes Contratantes, com Estados não-Membros e com outras organizações internacionais.

Três artigos do tratado referem-se especificamente às águas, rios amazônicos, recursos hídricos e salientam particularmente a função que as águas do Amazonas e demais rios amazônicos internacionais exercem na comunicação entre os países signatários e assegura a mais ampla liberdade de navegação comercial nesses cursos d'água, na base da reciprocidade (art. III), incentivando a realização de ações nacionais, bilaterais ou multilaterais para o melhoramento e habilitação dessas vias navegáveis (art. VI). A utilização racional dos recursos hídricos, levando-se em consideração o papel que os rios

amazônicos desempenham no processo de desenvolvimento econômico social da região é um dos objetivos assinalados no TCA, e para tanto as Partes Contratantes se comprometem a realizar esforços com vistas a alcançar tal objetivo (art. V). Isso requer, portanto, que as águas da Bacia Hidrográfica Amazônica sejam gerenciadas considerando-se os diversos atores envolvidos, e notadamente a população amazônica, os novos atores e sujeitos coletivos, que reivindicam um papel chave na redefinição de políticas públicas para a região. A afirmação do respeito aos usos e costumes em matéria de águas das populações tradicionais indígenas e não indígenas coloca-se como um dos pilares para a construção da sustentabilidade em matéria de águas na região, bem como a afirmação do direito fundamental à água. Aliás, a Assembléia Geral das Nações Unidas se pronunciou a favor do reconhecimento do direito à água enquanto um direito que se encontra na base do direito ao desenvolvimento, o que significa que o direito à água seria então considerado como um direito econômico, social e cultural amparado pelo Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais de 1966. Em 2002, o Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais estabeleceu uma relação entre direitos humanos e água e outorgou reconhecimento expresso ao direito à água, aprovando a Observação Geral n. 15 (A/RES/54/175).

### **3.2. Mudança climática e águas na Amazônia**

As projeções sobre mudança climática indicam alterações no regime de chuvas, prevendo por um lado, inundações e por outro lado, secas prolongadas. Em relação à Amazônia, a mudança do clima representa um risco para o ciclo hidrológico, aumento de temperatura, diminuição de chuvas e dentre as consequências degradação dos sistemas de água doce (Nobre, *e al.*, 2007) e, portanto, um risco igualmente em matéria de saúde e qualidade de vida das populações amazônicas. Se, diante da mudança do clima os países da Amazônia têm uma responsabilidade em preservar suas florestas e águas, os demais países e, notadamente os países desenvolvidos têm o dever de tomar todas as medidas necessárias para cumprirem suas metas de redução de emissões de gases a efeito estufa previstas no Protocolo de Quioto para o período 2008-2012. As negociações em curso para o período pós-Quito devem avançar tomando como base o princípio da precaução e a necessidade da adoção de mecanismos que implementem o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas e propiciam assim a proteção das florestas e águas, e a diversidade cultural da população amazônica.

## **REFERÊNCIAS**

- Caubet, C. G. 1984. 'Le traité de coopération amazonienne: régionalisation et développement de l'Amazonie', *A.F.D.I.*, XXX: 803-818.

- Costa, W. M. 2003. 'Valorizar a agua da Amazonia: uma estratégia de inserção nacional e internacional', en Aragón, L.E.; Clüsener-Godt, M. *Problematica do uso local e global da água da Amazonia* (org.) 2003. NAEA, Belém: 299-320.
- Eva H.D.; Huber O. (ed.). 2005. *Proposta para definição dos limites geográficos da Amazônia*. Síntese dos resultados de um seminário de consulta a peritos organizado pela Comissão Européia em colaboração com a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica – CCP ISpra 7-8 de junho de 2005. European Commission, OTCA.  
[http://ies.jrc.cec.eu.int/fileadmin/Documentation/Reports/Global\\_Vegetation\\_Monitoring/EUR\\_2005/eur21808\\_bz.pdf](http://ies.jrc.cec.eu.int/fileadmin/Documentation/Reports/Global_Vegetation_Monitoring/EUR_2005/eur21808_bz.pdf), acesso em 14/04/2008.
- IBGE. 2007. IBGE participa do mapeamento da verdadeira nascente do rio Amazonas 15 de junho de 2007.
- Leff, Enrique. 2001. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis: Vozes.
- Mendez, L. B. 1993. 'Environmental Law and the Regional Approach: The Amazon Pact', Bothe, M; Kurzidem, T.; Schmidt, C. 1993. *Amazonia and Siberia: Legal aspects of the preservation of the environment and development in the last open spaces*. London: Graham and Trotman.
- Mello, T. 2002. *Amazonas: Pátria das Águas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Nobre, C. A.; Sampaio, G.; Salazar, L. 2007. 'Mudanças climáticas e Amazônia', *Cienc. Cult.* , vol. 59, n 3: 22-27.
- Rebouças, A. C. 2006. 'Água doce no mundo e no Brasil', en REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; Tundisi, J. G. (org. e coord.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3<sup>a</sup> ed. Escrituras, São Paulo: 1-35.
- Trancoso, R.; Carneiro Filho, A.; omasella, J.. 2007. 'Amazônia, desflorestamento e água', *Ciência Hoje*, 239: 30-37.

# **Gestão das Águas na Amazônia: Atores Sociais, Marcos Regulatórios e Escalas**

*Nírvia Ravenna*

*Voyner Ravenna Cañete*

*Cleide Lima de Souza*

*Romulo Magalhães de Sousa*

*William Monteiro Rocha*

## **Abstract**

Two issues have been very important in the environmental scene during the beginning of this millennium: the concentration of population in urban areas and imminent water shortages in coming decades. In the case of Brazil and, above all, in respect to human settlements near rivers, are being carried out some researches with the purpose of consolidating the development of strategies for urban sustainability, that is to say, in order to create adequate spaces where the quality of life of urban populations can reach acceptable levels.

***Keywords:*** *Brazil, urban areas, urban sustainability.*

## **1. Uma breve consideração teórico-metodológica sobre o olhar dirigido à escala local e global na Amazônia**

Duas questões têm se mostrado como relevantes no cenário ambiental neste início de milênio: a concentração da população no meio urbano e a eminente escassez de água nas próximas décadas. Associadas, estas questões assumem proporções mais do que significativas. No Brasil, para assentamentos humanos próximos a cursos de água e com história de ocupação mais remota, estão sendo realizadas pesquisas para a elaboração de estratégias de sustentabilidade urbana, que envolvam ações voltadas à criação de espaços, onde, a qualidade de vida das populações urbanas mantenha níveis aceitáveis, sendo que a regulação desses espaços desempenha um papel preponderante (HOGAN,1996; CARMO, 2001).

Para regiões de ocupação mais recente, como a Amazônia, as estratégias devem seguir outra direção. Explica-se. A urbanização na Amazônia seguiu caminhos diferenciados daqueles vivenciados no restante do país. A dinâmica de fronteira imprimiu a esse movimento uma lógica específica e que está se alterando na sua essência. Há o consenso sobre a concentração urbana na Amazônia, no entanto é necessário compreender esse movimento, numa perspectiva substancial, pois, esse processo é ainda uma reconfiguração de movimentos originados pelo fenômeno de fronteira. Dados censitários, tomados nos níveis de setores (LE TOURNEAU, 2005), confirmam a urbanização intensa na Amazônia e a particularidade desse movimento na dimensão ambiental.

Neste trabalho a dimensão da escala local foi utilizada para que a perspectiva comparada da análise da gestão de recursos hídricos pudesse ser efetivada. Numa outra escala interpretativa estão situados os recursos naturais de dimensão global: os recursos naturais situados na bacia amazônica, nesta abordagem, os recursos hídricos.

Para a interpretação da escala local e da global, duas categorias foram utilizadas no olhar sobre essa dimensão espacial de governança: A primeira a ser utilizada é o capital social, enquanto interpretação das interações entre indivíduos, sociedade e Estado. Capital Social é a categoria resultante da análise empreendida por Robert Putnam em “Comunidade e Democracia” (1996). O autor busca estabelecer parâmetros para a compreensão do que ele acredita ser o elemento responsável pela existência de ciclos virtuosos e de ciclos viciosos que imprimiram à sociedade italiana seus contornos. Putnam construiu um conceito de capital social, associando-o ao desenvolvimento histórico da comunidade cívica. Para Putnam (1996), os princípios de comunidade cívica baseiam-se nas regras de reciprocidade elaboradas a partir da horizontalização de estratégias de colaboração entre os indivíduos. A definição apresentada pelo autor aproxima-se do que Olson (1965) denominou de *noticiable*, que seriam as “evidências de comportamento”, que os indivíduos em sociedade apresentam nos momentos de interação e que vão criando as bases para a confiança mútua. Contudo, o caráter assumido pela história nessa construção teórica é insubstituível.

A outra categoria, que busca interpretar a ação coletiva, as perspectivas institucionais e dimensão material da ação antrópica sobre os recursos naturais, denomina-se recursos comuns. O termo Recursos Comuns se refere a um recurso natural (como águas subterrâneas, por exemplo) ou construído (como um sistema de irrigação), suficientemente grande e custoso quando é objeto de apropriação e/ou provimento, mas que ao mesmo tempo permite a exclusão de potenciais beneficiários de seu uso. Na análise de CRs, é clássica a alusão ao artigo de Garrett Hardin na revista *Science* em 1965, descrevendo o que ele denominou de “Tragédia dos Comuns”. Basicamente, as preocupações do autor direcionavam-se a problemas relacionados à superpopulação, contudo, sua arguição e seus exemplos acerca da sobre-exploração de Recursos Naturais findaram estabelecendo um modelo de abordagem para questões relativas a arranjos institucionais destinados ao controle da ação humana sobre os Recursos Naturais. Elinor Ostrom, em sua obra *Governing the Commons* (1990), busca discutir os dilemas colocados por Hardin, destacando as questões relativas aos problemas da ação coletiva no uso de Recursos Comuns. Atualmente a autora busca inserir em seu modelo a categoria capital social como elemento fundamental no sucesso de arranjos institucionais para uso e gestão de CRs. Nas últimas análises acerca dos CRs, as questões cruciais que caracterizam socialmente os países que ainda detém grande parte de recursos naturais estão sendo avaliadas a partir da junção dessas duas categorias, aliadas a ferramenta de tratamento de dados que permitam oferecer aos tomadores de decisão subsídios para a formulação de políticas direcionadas às especificidades de cada país (OSTROM et al, 2003).

Tanto no nível local quanto na dimensão da Pan Amazônia essas categorias aparecem também como instrumentos analíticos eficientes para a compreensão da governança ambiental. Assim, é importante destacar que em ambas as escalas as instituições desempenham papel preponderante na possibilidade de governança que associe o local ao global. Capital social e recursos comuns são categorias cuja aplicabilidade permite sua utilização nessas duas escalas sem perda de capacidade explicativa. A categoria capital social está presente nos mecanismos que operam na construção de modelos institucionais. A comunidade cívica é o elemento fundante do capital social, mas é importante buscar compreender para quais casos específicos e conjunturas específicas, práticas de solidariedade e reciprocidade podem surgir de outros contextos que não sejam necessariamente a comunidade cívica. Desempenho institucional e desenvolvimento da comunidade cívica são elementos que estabelecem uma relação intrínseca entre capital social e instituições. Essa relação, todavia, parece estabelecer o engessamento de um desenvolvimento institucional que não seja fruto do capital social e vice-versa. Cria-se um impasse: o capital social é o responsável pela criação de “boas” instituições ou “boas” instituições criam capital social? A questão que se coloca é: qual o limite dessa abordagem na compreensão de contextos locais e que não contam com a continuidade histórica para a formação da comunidade cívica? Onde se situa a possibilidade de análise de Estados-Nação relativamente jovens como os que compõem a Pan-Amazônia?

É importante salientar que, quando se busca compreender os mecanismos que operam na construção de modelos institucionais ou organizacionais, nas diversas escalas espaciais, questões acerca da complexidade da interação entre indivíduos se ampliam. Arranjos institucionais que busquem minimizar os impactos que os dilemas de ação coletiva impõem sobre o uso e gestão de Recursos Naturais tem sido um desafio, tanto para pesquisadores quanto para os que empreendem a ação. Na busca desse arranjo, a categoria capital social é sempre recorrente.

Nas reflexões aqui empreendidas, buscou-se compreender em que medida a comunidade cívica é o elemento fundante do capital social, ou se, em casos específicos e para conjunturas específicas, como o acesso e uso de recursos naturais no meio urbano e em dimensões ampliadas como a Pan-Amazônia, práticas de solidariedade e reciprocidade no nível local e de inovação institucional na dimensão regional, podem surgir de outros contextos que não sejam necessariamente a comunidade cívica.

A questão é colocada em função das especificidades institucionais que compõe o marco regulatório da água no Brasil e seu impacto na Pan-Amazônia que compõe a dimensão de análise na escala global.

A idéia de que o desempenho institucional é oriundo do desenvolvimento da comunidade cívica e que esta, por sua vez, está intimamente relacionada à resistência de tradições cívicas, próprias de um desenvolvimento histórico, finda por instaurar uma correlação entre capital social e instituições. Permanece a questão: qual grau do capital social é o responsável pela criação de ações comunitárias que poderão originar “boas” instituições? Seriam apenas as “boas” instituições os elementos que criam capital social?

Haveria na Pan-Amazônia capacidade institucional para abrigar um regime ambiental que tivesse água como elemento aglutinador das ações?

As reflexões propostas por este trabalho permitem explorar abordagens acerca de cultura, como correspondente à comunidade cívica de Putnam, que expliquem não somente contextos econômicos, mas que busquem compreender de que forma arranjos institucionais no nível local podem ter efetividade no provimento de benefícios para aqueles que empreendem sua construção. Para os países em desenvolvimento, e para o Brasil em especial, a existência dessa abordagem não deixa de ser um alívio frente à inexorável determinação da história como categoria fundante do conceito capital social.

Por outro lado, na escala global de governança ambiental adiciona-se uma complexidade: a possibilidade de elaboração de desenhos institucionais que possibilitem a integração de diversos graus de capacidade institucional instalada, nos diversos países que compõe a área de drenagem da bacia Amazônia, ou seja, a Pan Amazônia.

Dessa forma, é importante que os países integrantes da Pan-Amazônia tenham uma agenda definida para adentrar na discussão sobre recursos hídricos que está se desdobrando na esfera internacional e parece apontar cada vez mais para o estabelecimento de regimes que contemplem os Recursos Hídricos da Pan Amazônia como elemento central para a formulação de um regime ambiental.

À complexidade acima descrita sobrepõem-se duas outras complexidades. Uma relativa ao próprio recurso. Suas características físicas, sua vulnerabilidade a ações antrópicas e outros fatores de características ligadas à sua materialidade<sup>1</sup>. Outra, relativa ao posicionamento político de cada país no interior de um pacto para a gestão integrada.

Nessa discussão acerca dos problemas da interação de diversas escalas na gestão de Global Commons, Oran Young (1999) busca adequar os princípios de análise de CRs às premissas que regem os estudos de Política Internacional, isto porque, cada vez mais, o conceito de interdependência tem sido evocado para caracterizar alguns recursos antes denominados naturais, como recursos comuns. Assim, no momento em que vários interesses se defrontam e agem coletivamente de diferentes formas é que a questão ecológica adquire sua dimensão política (LIST e RITTBERGER:1992). Nessa perspectiva é que as escalas amazônicas necessitam ser interpretadas.

As dificuldades que se apresentam no Cross Scaling Interplay (YOUNG:2000), ou seja, quando a coletivização de problemas oriundos da utilização de determinados recursos, passa a ter dimensões globais e portanto a arena política para definir policies para esse recurso é dada pela interação de diversas escalas: tanto as que se originam e se definem no nível local da escala doméstica como aquelas que passam a interagir com a arena

<sup>1</sup> Para E. Ostrom há uma importante distinção na análise de C.R. em relação ao conceito de benefícios públicos. Basicamente, há o sistema do recurso, e as unidades de recursos. Esta diferença é muito importante em função da característica do recurso. O sistema do recurso compreende o estoque de variáveis que permitem, em condições favoráveis, a produção de um máximo de unidades de recurso sem danificar o estoque original. Esta dessemelhança é fundamental para o estudo de recursos renováveis como águas subterrâneas, etc. É esta distinção, que permite a avaliação do grau de reposição do recurso, em quantidade para manter o sistema de recursos sustentável no tempo.

internacional. Desta forma, uma interpretação preliminar deste fenômeno é empreendida a partir da correlação entre o marco regulatório da água no Brasil e a realidade dos ambientes amazônicos. Esta correlação foi operacionalizada a partir da utilização da lógica fuzzy. A lógica fuzzy permite especificar graus de pertinência de um elemento em relação a um conjunto específico. Assim, uma afirmação necessariamente não precisa ser exclusivamente verdadeira, podendo ser um pouco verdadeira, bastante verdadeira, ou muito verdadeira, ou outras variações possíveis dentro de um determinado universo de discurso. Essa é uma forma usual que o ser humano utiliza para expressar suas percepções. Não ficando preso a conclusões bivalentes de sim ou não, estendendo o raciocínio bi-valorado para um raciocínio multivalorado.

Como exemplo, no caso específico deste trabalho, as populações tradicionais não definem se exercem determinada atividade, como a pesca, agricultura, e outras, apenas com uma afirmativa de “sim”, mas expressam a freqüência que exercem a atividade, como baixa, regular e alta. Assim os usos e a simultaneidade na ocorrência destes podem ser compreendidos quando o mapeamento através da lógica fuzzy produz uma representação gráfica desses usos.

## **2. Um zoom sobre a Amazônia: buscando entender a sobreposição de escalas**

Esta seção busca compreender a sobreposição de escalas que ocorre nos ambientes amazônicos tendo como foco os recursos hídricos. Neste sentido, a sub-rede “Os efeitos das intervenções antrópicas na Bacia do Purus: análise das relações entre as funções ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia Legal” pertencente programa do Ministério da Ciência e Tecnologia referente à Fase II do SPC&T/PPG7 fornece subsídios para a compreensão dessas complexidades numa espécie de espectro reduzido dos fenômenos que ocorrem na bacia Amazônica como um todo. Dessa forma, a bacia do Purus permite a avaliação da interface dessas escalas à luz dos instrumentos reguladores da água apresentando pontos de estrangulamento originados pela complexidade inerente a cada escala. O ponto de estrangulamento referido neste trabalho é visualizado a partir da contraposição entre o que versa a Lei das Águas e a realidade experimentada pelos ribeirinhos e pelas municipalidades da Bacia do Purus.

A Lei Federal no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, também denominada Lei das Águas, propôs um modelo de gestão de Recursos Hídricos que, de certa forma, mudou o desenho que até aquele momento vinha balizando a interação dos atores nos conflitos que envolvem Recursos Hídricos. A bacia hidrográfica foi escolhida como unidade territorial de intervenção. No entanto do ponto de vista federativo, esta unidade territorial perpassa fisicamente unidades políticas, como estados e municípios, e é importante indagar de que forma os agentes envolvidos na arena regulatória, dispõem de capital social ou capacidade institucional, no caso das unidades políticas, para que a mesma seja implementada. É necessário indagar quais constrangimentos institucionais presentes no desenho dessa política, podem potencializar ou retirar recursos de poder de atores com menor grau de

organização situados em contextos sócio-políticos diferenciados, como a Amazônia Ocidental, por exemplo.

O grau de permeabilidade à ação de interesses organizados que o formato dessa política conferiu às agências regulatórias é notório. A proposta do novo desenho institucional instaurado pela lei 9433 de 1997 apontava como meta, a gestão participativa enquanto elemento que possibilitasse uma maior equidade na distribuição dos recursos de poder, porém, o formato institucional dessa lei parece facilitar a captura por burocratas das esferas municipais e estaduais das agências que implementarão a política de Recursos Hídricos e contar com graus de participação que não seguem as especificidades regionais. Mais que isso. No caso aqui exposto, nas bacias federais onde gestão deveria acompanhar um outro tipo de racionalidade em relação à gestão, incorporando as diferentes formas de uso que os ribeirinhos dão aos recursos hídricos da bacia, este desenho não consegue abranger todos os usos. Assim, questão da interposição de escalas e a dificuldade de se implementar um desenho que tenha a abrangência sobre os fenômenos decorrentes dessa interposição podem ser melhor visualizados quando é analisado o uso da água por ribeirinhos da Bacia do Purus e o que reza o marco regulatório.

No desenho institucional da Lei das Águas, a gestão dos Recursos Hídricos compreende a participação do Poder Público e dos usuários. A participação nos fóruns de regulamentação e decisão, o marco legal somente menciona os usuários, que podem ser consumidores, empresários ligados a exploração e distribuição de água ou mesmo pescadores ligados à pesca predatória, por exemplo. Dessa forma, a definição de usuário é ampla o bastante para incluir os consumidores e permissiva também a grupos organizados que irão operar nos Comitês de Bacia. No caso de bacias hidrográficas cuja área compreenda também terras indígenas, como a bacia do Purus, é prescrita a participação de um representante dos índios que necessariamente seja funcionário da FUNAI e um representante das comunidades indígenas. Nada garante que um indivíduo, que pertence à burocracia federal responsável pela tutela dos indígenas brasileiros, defenda os interesses desses grupos em consonância com os interesses da União, como prescreve a lei.

Os Comitês de Bacia são parte dos fóruns deliberativos de gestão dos Recursos Hídricos. Considerando que nos Comitês de Bacia e no Conselho Nacional de Recursos Hídricos é contemplada a participação dos usuários, é fundamental identificar de que maneira pode ocorrer a inserção nas arenas decisórias do conhecimento tradicional de comunidades ribeirinhas nas políticas setoriais destinadas a esse recurso natural. Assim, os Comitês de Bacia no nível local e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos são organizações privilegiadas para que seja verificado em seu desenho, os avanços e os limites no tocante à participação de atores com menor grau de organização, como por exemplo, as populações indígenas e os ribeirinhos. Na bacia do Rio Purus, não é trivial essa análise. A Bacia é enquadrada na categoria de transfronteiriça e inclui em sua área de drenagem várias etnias indígenas.

De forma resumida, os Comitês de Bacia têm como atribuição aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, arbitrar em primeira instância os conflitos relacionados aos

Recursos Hídricos, estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso desses recursos e sugerir os valores a serem cobrados e estabelecimento de critérios e promoção do rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. Todas as deliberações dos Comitês, contudo, são passíveis de recurso junto ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com a esfera de competência. No caso da bacia do Purus, por tratar-se de uma bacia federal e transfronteiriça a complexidade da participação se amplia demasiadamente. Assim, a partir dessas atribuições é possível perceber que no desenho da Lei 9433, os usos múltiplos, enquanto ferramenta fundamental na gestão da água na Amazônia, encontra dificuldades para ser racionalmente gerido, isto porque, o princípio da escassez é o que norteia a Lei das Águas. Por outro lado, se a abundância de água na Amazônia, atualmente tem se mostrado como regra, a mudança climática e fenômenos de longo prazo, como adensamento do uso do território, exigem que haja mudanças para que as populações tradicionais garantam seus usos específicos nas decisões que ocorrerem acerca da gestão das águas na Bacia do Purus. É importante demonstrar que estes atores e suas práticas relativas ao acesso e uso da água são diferenciados dos usos preconizados pela lei.

É notório que, se por um lado o modelo de gestão dos Recursos Hídricos pretende ser descentralizado, por outro lado, a forma de distribuição dos recursos de poder é fortemente marcada pela centralização e pelo desconhecimento das diferenças regionais. O Conselho Nacional é um órgão composto por representantes de órgãos governamentais (metade dos representantes são de órgãos federais), usuários e representantes das organizações civis de recursos hídricos, porém, presidido pelo Ministro titular do Ministério do Meio-Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e é a arena decisória de última instância. Daí a importância de verificar como se desenrolam as interações nas esferas sub-nacionais como estados e municípios na formação dos órgãos governamentais que irão constituir metade da representação no Conselho Nacional.

Para a Amazônia ainda estão em debate as questões relativas à formação dos Comitês de Bacia em função das especificidades das bacias hidrográficas da região, portanto, a forma como as agências responsáveis pela implementação da lei 9433/97 serão objeto de disputa por grupos organizados intermediados por burocratas a eles vinculados, deve constituir-se em preocupação. A cobrança depende da outorga que é autorizada pela Agência Nacional de Águas. Este desenho, talvez, seja o maior obstáculo da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos na Amazônia. A dificuldade associa-se a dois elementos característicos da região: ausência de capital social no tocante ao estabelecimento dos Comitês de Bacia e ausência de agentes públicos no nível regional dotados de expertise para a alimentação de dados relativos à qualidade dos corpos d'água bem como do gerenciamento do SINGREH. A concessão de outorga, então, parte de elementos que certamente não estão inseridos no marco regulatório proposto pela Política Nacional de Recursos Hídricos que passa a adquirir um caráter insular no tocante a tomada de decisão de onde e a quem conceder a outorga da utilização dos Recursos Hídricos. Nas várias bacias hidrográficas que compõem a área de drenagem da Bacia Amazônica, o

quadro é preocupante quando o foco é um processo de longo prazo. Considerando que os usuários dos recursos não se enquadram no modelo da Lei de Águas e que a cobrança como uma ferramenta de gestão não pode, portanto, ser aplicada, o desinteresse por estratégias de conservação dessas bacias parece ser a prática dos burocratas alocados nas esferas federais.

Um dos pontos centrais da lei 9433/97 foi o estabelecimento da outorga como instrumento privilegiado de regulação de Recursos Hídricos. A lei 9984 de 2000 que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas estabelece que ela seja o órgão responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos tendo como prerrogativa “outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União” e também implementar, em articulação com os Comitês de Bacia hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. As Agências regulatórias, tanto no nível nacional quanto no estadual constituem as instituições onde recursos de poder serão acionados a partir da associação dessas duas prerrogativas. Na Amazônia, o baixo nível de consciência da população acerca do papel estratégico dos Recursos Hídricos, finda por caracterizar a política, na região, como uma questão sem nenhuma saliência. Isto decorre tanto da ausência de capital social, como da abundância quantitativa desse recurso.

Para o Purus, é possível preliminarmente demonstrar que a definição de usuário não se enquadra nos pressupostos estabelecidos na Lei das Águas. Este fato que aparentemente pode parecer trivial, na verdade impede que os integrantes de populações tradicionais que habitam a Bacia interfiram nas formulações das políticas destinadas a ela, ou mesmo, sejam beneficiários dessas políticas, pois, o acesso e uso da água da Bacia do Purus, feito por essa população não é considerado no marco legal que regula o acesso e uso dos recursos hídricos em Bacias Federais. Assim, não ser um usuário, num primeiro momento, pode parecer uma vantagem para os indivíduos que vivem na Bacia, pois não terão que pagar por seus usos, mas em longo prazo pode impedir a participação desses atores nos fóruns decisórios locais, como os Comitês de Bacia, estimulando a captura da agenda por outros atores que necessariamente não possuem estratégias de conservação, mas que se configuram como usuários. As companhias de pesca empresarial ou mesmo pescadores de grandes barcos que utilizam técnicas de arrastão são enquadrados como usuários na lei das Águas e atuam no Purus, enquanto que estas populações que desempenham atividades múltiplas simultaneamente sem promover impactos significativos na bacia, não são ouvidas nos processos de formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A seção seguinte descreverá as atividades de alguns usuários da Bacia do Purus. Esta descrição é importante para a compreensão dos processos de construção da base de conhecimento através de regras que alimentam o sistema de inferência que utiliza a lógica fuzzy, que busca identificar qual o grau de pertencimento das populações que acessam e usam a água da bacia deste rio na definição de usuário proposta pelo marco legal regulatório proposto na Lei de Águas.

## 2.1 Uma visão preliminar das especificidades sócio-políticas da Bacia do Purus

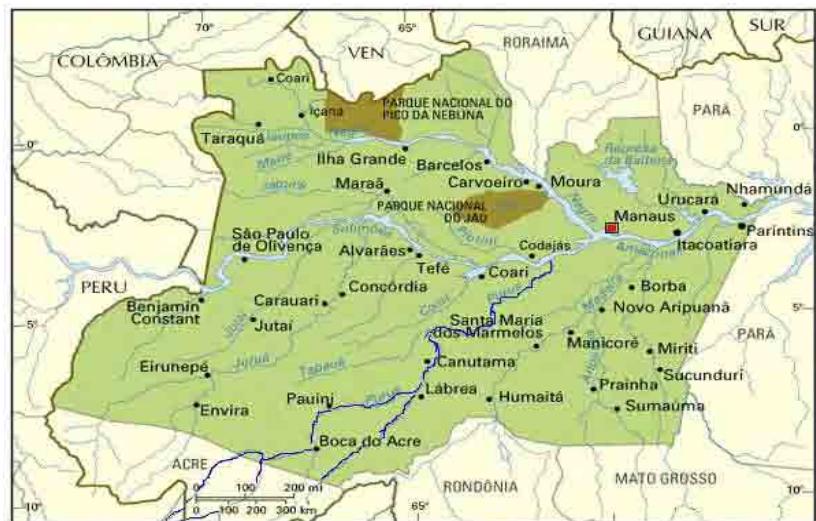


Fig. 1. Mapa da extensão do rio Purus.

A viagem até a Bacia do rio Purus não se constitui em tarefa simples, Sua extensão de aproximadamente 3.300 Km pode ser visualizada na figura 1 .O rio Purus é acentuadamente sinuoso sendo navegável de sua foz até o município de Boca do Acre. Este trajeto perfaz cerca de 2600 km. A sazonalidade marcada pelo período de seca e cheia é o movimento que condiciona toda a vida no Purus. Ribeirinhos acompanham esse movimento no uso do solo, nas suas habitações bem como nas trocas que efetuam com as embarcações que navegam o Purus. Essa navegação é permeada de desafios. No período de cheia, o leito do rio se modifica impondo à navegação cuidados redobrados e no período de seca, por exemplo, o afloramento de pedras, principalmente na sua embocadura com a foz do rio Acre no município de Boca do Acre torna a navegação desse rio uma ação para práticos com conhecimento das peculiaridades dessa bacia hidrográfica. Assim a viagem à Bacia do Purus é constituída por uma logística específica. Chega-se à cidade de Lábrea, de onde se pode viajar a foz da bacia do Purus de duas maneiras, considerando como ponto de partida a cidade de Manaus. A primeira alternativa é a viagem de barco que dura cerca de sete dias e sete noites, e a segunda opção é a viagem de avião bimotor que tem duração de três horas. É importante destacar que apenas uma empresa aérea faz esse trajeto na Bacia do Purus. Descendo esse rio, que é o mais sinuoso da bacia Amazônica, é possível visualizar uma realidade que escapa às definições mais restritas do que seria uma sociedade pertencente à dinâmica regional e doméstica que orientou formulação da Lei das Águas.

Em outras palavras, tanto do ponto de vista da capacidade institucional dos municípios quanto dos processos sociais que dariam origem à construção de capital social, a região parece configurar algo atípico aos padrões freqüentes no restante do país.

Patronagem, ausência de instituições e dinâmica de fronteira de recursos naturais poderiam ser os elementos que resumem a configuração política da Bacia do Purus. Do ponto de vista social, no entanto, é interessante notar que a integração de indivíduos de grupos indígenas a comunidades ribeirinhas produziu uma interessante forma de acessar e usar os recursos naturais pertencentes a essa bacia hidrográfica.

A existência de lógicas tradicionais de acesso e uso de recursos hídricos por populações tradicionais foi o ponto sobre o qual simulou-se através da lógica *fuzzy* a evidência empírica do não pertencimento desses habitantes à categoria de usuário definida na lei. A importância empírica dessa demonstração encontra-se na possibilidade da demonstração que o acesso e uso que esses povos fazem da água do rio Purus deve ser contemplado. A consideração desses atores como *stakeholders* deve obedecer ao critério político de deter voz e voto nos fóruns decisórios acerca das políticas destinadas à Bacia Hidrográfica do Rio Purus. Assim, buscou-se através de relatos coletados na viagem exploratória, encontrar elementos que pudessem contribuir na definição das regras a serem utilizadas na construção da base de conhecimento da lógica *fuzzy*.

Na viagem, foram realizadas entrevistas com ribeirinhos de diferentes comunidades, como a visualizada pela foto da figura 2, onde a descrição dos usos dos recursos hídricos foi o discurso recorrente buscado em todas as entrevistas.

Esse discurso permitiu a identificação das variáveis de entrada que iriam compor o perfil de uso da água na bacia do Purus, e a comparação desses com os perfis de uso descritos na Lei das Águas. A freqüência dessa informação sobre os usos feitos pelos ribeirinhos associada à definição de usuário presente na Lei das Águas possibilitou uma simulação com a ferramenta de análise do conhecimento incerto pertencente à lógica *fuzzy* do grau de pertencimento desses atores à arena política de definição das políticas setoriais destinadas a recursos hídricos.



Fig. 2. Foto de comunidade ribeirinha do rio Purus.

Na maioria dos relatos, aparecem atividades de extração e de caça que tem um grau de dependência da bacia como um ecossistema, no entanto, correlacionados a outros usos

como a agricultura e a pesca que utilizam diretamente os corpos de água, há uma alteração no grau de pertencimento como usuário definido na lei das Águas. Assim, quando o perfil que se apresentou como padrão dos habitantes das comunidades ribeirinhas e indígenas que pertencem à Bacia do Purus é submetido ao sistema de inferência fuzzy, pode-se deduzir que estes habitantes da bacia, mesmo acessando e utilizando recursos hídricos, contribuindo, inclusive para sua conservação, não são considerados pela regulação da água no Brasil.

A simulação indicou que suas demandas e especificidades, incluindo o uso sustentável de recursos hídricos, serão descartadas dos Planos de Bacia elaborados por outros atores que terão assento nesse Comitê, mas que representarão interesses diversos daqueles que marcam as especificidades do modo de viver ribeirinho. É interessante notar que mesmo com a atividade intensa de todos os usos, não é possibilitado às populações tradicionais ter assento como usuário no desenho da regulação da água em Bacias Hidrográficas Federais como a do Purus.

Dessa forma, uma ironia, na classificação de usuário é permitida pela classificação legal dessa categoria de participante de fóruns decisórios de políticas setoriais destinadas à água no Brasil: o privilégio e o empoderamento de atores que detém atividades de alto impacto ambiental e predatório. No caso do Purus, a representação mais nefasta do desdobramento institucional da Lei das Águas é reproduzir modelos de dominação política, como a patronagem, que ampliam e intensificam a escala de exploração de populações como os ribeirinhos e indígenas por donos de terra e proprietários de barcos pesqueiros.

### **3. Considerações finais**

As especificidades de populações tradicionais quanto, demandas a serem configuradas para a elaboração de políticas públicas, tem sido uma busca constante de tomadores de decisão, no entanto, os mecanismos de compreensão e de demonstração dessas especificidades são difíceis de elaborar, pois, demandam uma integração de áreas de conhecimento na compreensão das complexidades configuradas pela sobreposição de escalas onde a governança de recursos hídricos deve operar. Este trabalho apresentou, de forma preliminar uma análise dos dados coletados na primeira viagem exploratória à Bacia do Purus. Estes dados associados à utilização de novas ferramentas da computação inteligente, como a lógica fuzzy, abrem um leque de novas oportunidades para tratamento dos dados, onde em decorrência de sua flexibilidade elas conseguem se adequar à realidade o objeto de análise, tornando-se mais atrativas que aplicar apenas modelos matemáticos e estatísticos que por desprezarem elementos “out sides” e necessitarem da precisão da informação, distorcem a realidade para poderem representá-las. Mais que isso. Essas ferramentas permitem revelar a complexidade da interposição das escalas inerentes à governança ambiental operando algumas simulações para a compreensão desse fenômeno. Dessa forma, apresentando os dados através de recursos gráficos que representam o conhecimento incerto que envolve a complexidade de escalas, estas ferramentas, em fóruns

deliberativos permitem que aos tomadores de decisão tenham uma visualização de situações onde apenas a modelagem matemática clássica ou o discurso, às vezes, não conseguem fornecer subsídios suficientes para que ações sejam planejadas. No caso aqui apresentado, a criação de uma trajetória dependente de impedimento de participação de usuários da bacia do Purus pode ter consequências nefastas tanto para a biota da bacia quanto para as populações tradicionais que habitam a região, retirando das mesmas um direito civil básico: o de participação.

## REFERÊNCIAS

- Carmo, Roberto Luiz do. 2002. 'A Água é o Limite? Redistribuição da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo', *Textos Nepo* 42, Nepo, Unicamp, Campinas.
- Hogan, D. J. 1996. 'Desenvolvimento Sustentável na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba: Limites e Possibilidades' in Leila da Costa Ferreira; Eduardo Viola. (Org.). *Incertezas da Sustentabilidade na Globalização*. Campinas - SP: Unicamp, pp. 161-176.
- . et al. 1998/1999. 'Sustentabilidade no Vale do Ribeira (São Paulo): conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população', *Ambiente & Sociedade* 2, 3-4. pp. 151-175.
- Le Thorneau François Michel. 2005. *Nova visão da repartição da população da Amazônia brasileira usando a malha dos setores censitários*, Brasilia: CDS-UnB / CNRS.
- Ostrom, Elinor. 1990. *Governing the Commons*. Cambridge: University Press.
- ; et al. 2003. 'The Drama of the Commons Committee on the Human Dimensions of Global Change', National Research Council.
- Putnam, Robert. 1996. *Comunidade e Democracia: a experiência da Itália moderna. Tradução Luis Alberto Monjardim*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas.
- Young, Oran. R. 1999. 'Regime Effectivness: Taking Stock', in Young, Oran R.(ed). *The effectiveness of International Environmental regimes: Causal Connections and Behavioral Mechanisms*. London: The MIT Press.
- . *Governance in World Affairs*. Ithaca and London: Cornell University Press. 1999.
- . 2000. 'Institutional Interplay: The Environmental Consequences of Cross-Scale Interactions', Apresentado no encontro *Constituting the Commons: Crafting Sustainable Commons in the New Millennium*, the Eighth Conference of the International Association for the Study of Common Property, Bloomington, Indiana, USA.

# **A case for the sustainable use and management of Guyana's water resources: Issues, Challenges, and Potentials**

*Phillip Da Silva*

## **1. Environmental Setting**

Guyana, with an area of 83,000 square miles or 215, 000 km<sup>2</sup>, is located on the northern part of South America just north of the equator at 1° 10' to 8° 33'N and 56° 20' to 61° 22'W. It is the only English-speaking country on that continent. The country is bounded I the northwest by Venezuela, in the west and south by Brazil and in the east by Suriname. The Atlantic Ocean borders this country to the north. This places Guyana "between the Orinoco and the Amazon, on the north-eastern Atlantic coast of South America" (Ro Mc Connell, 2000). The country has a multi-racial population which in 1999 was estimated to be about 745,000, or just over three persons per square kilometer,making it one of the least densely populated countries of the world (National Development Strategy, <http://www.ndsguyana.org/document.asp>).

The name Guiana, now Guyana, meaning 'Land of many waters' was given by the native indigenous Indians, the Amerindians because it is a "land of great rivers pouring from heavily forested interior to the sea and water savannahs of low-lying coastal land connected by a complex series of cross channels, a land that is flooded for much of the year" (Ro Mc Connell, 2000).

Guyana's coast which, covers some 16,125km<sup>2</sup> or 7.5% of the country, form part of a 1000 mile stretch between the location of the deltas of the Amazon and Orinoco Rivers. It is below sea level and is the most important economic zone in which most of the agricultural and industrial activities are located. With approximately 90% of the population living here and with flooding and excess water as a major concern, these areas are drained by a complex system of drainage and irrigation canals.

### **1.1. Climate**

The climate of Guyana is tropical with high levels of rainfall, temperature and relative humidity. There are two rainfall maxima during the year, normally occurring between May and July, and then December and January. Relative humidity typically lies between 70 and 80% in the dry season and 80 and 90% during the wet season. Mean annual evaporation rates range between 1665mm and 1770mm.

The trade winds dominate most of the year blowing onshore from the north east and east, the Inter-Tropical Convergent Zone has an effect on the summer weather in June/July although even then the trade winds tend to dominate in the northern coastal areas where

Georgetown is situated. Strong winds are unusual; there are virtually no tropical air movements on the coast, and the area lies well south of the hurricane track across the Atlantic.

### **1.2. Geomorphology**

Guyana is physically divided into four types of landforms: a flat coastal, clayey belt which is about 4.5 feet below sea level, and in which most of its agricultural activity occurs; a sand belt, to the south of the coastal belt, which includes the Intermediate Savannas; an undulating, central peneplain which comprises more than half of the country's area, and in which are located lush, almost pristine, tropical forests, and extensive mineral deposits. This landform stretches from the sand belt to the country's southern boundary and encompasses, also, the Rupununi Savannas which border Brazil; and the highlands which are to be found in the midwestern area. This portion of the Guiana Highlands includes the Pakaraima mountain range

(National Development Strategy, <http://www.ndsguyana.org/document.asp>).

## **2. Guyana's Surface and Groundwater Resources**

The website of the Guyana Water Incorporated (GWI), <http://www.gwiguyana.com>, gives a very good description of the water resources of Guyana. The following summary is an exact extract from this site. "Guyana is rich in water resources and has, in fact, an overabundance of water. Fresh surface water is abundant throughout the country. Near populated areas and industrial sites, surface water is generally contaminated. There are several sources of these contaminants, some of which are generated by the mining industry.

The coastal aquifer system is the source of most of Guyana's groundwater resources, with exploitation concentrated near the population centres of the Atlantic coast. Access to water in the Hinterland is very limited due to thick vegetation and lack of all-weather roads. Guyana has an extensive network of rivers and streams with many rapids and waterfalls. Only 10% of the country's drinking water comes from surface water and Guyana faces the typical water pollution problems of developing countries in tropical regions.

Groundwater is the most reliable source of water for general public consumption and is abundant along the coastal lowlands and foothills to the south of the coast where most of the population resides. Throughout that area and the adjoining Hinterland area, nearly 60% of the groundwater produced from production wellfields and with the growing demand on surface water for agricultural and industrial needs, groundwater is becoming an increasingly important resource.

Hinterland water sources include groundwater obtained from shallow wells or ponds; deep hand dug wells and drilled boreholes. Surface water sources include springs, creeks and large rivers. The geology of the Hinterland is varied and the opportunity to use

a common source of water such as the A Sands aquifer along the coastal belt does not exist. Similarly, the quality and reliability of surface water abstraction is varied, water quality in particular being regularly threatened by mining, forestry and the activities of the communities themselves. Reliability of water systems is identified as a key health factor as communities tend to revert to more polluted sources when water systems fail.

Groundwater exploitation from the A and B Sand aquifers is concentrated in the towns and villages along the Atlantic coast, with the Hinterland population having access to scattered wells only. Although groundwater is inherently safer than untreated surface water sources, many shallow aquifers can become biologically contaminated due to improper waste disposal" (<http://www.gwiguyana.com>).

## **2.1. Rivers and River Basins**

There are fourteen major drainage basins with six of the rivers forming part of the country's boundary. These rivers provide abundant surface water resources with marked seasonal differences in the flows. Four major rivers cross the White Sand Hills, the Essequibo, Demerara, Berbice and Corentyne. Many smaller streams rise from the hills including the Mahaica, Mahaicony, Abary and Canje rivers. Generally these rivers drain the country from the western highlands and from the southern uplands region north to the coast (Ro McConnel 2000). A number of smaller rivers originate in the interior plains and flow northward to the coast and primary streams. There are a few minor Amazon tributaries which flow southwest out of Guyana and are a part of the Amazon watershed (Ro Mc Connel, 2000).

## **2.2. Conservancies**

These are manmade reservoirs that are set up to provide a consistent water supply to agricultural lands by means of a complex system of canals and streams. Conservancies also offer some measure of flood control. Among the main ones are the East Demerara Water Conservancy, Boerasirie Water Conservancy and the Abary Conservancy. The water in conservancies is fresh but becomes more brackish as residence time increases. The outlets of canals are brackish because of their mixing with the Atlantic Ocean and with brackish to saline water in river mouths. Their efficient functioning is sometimes hampered by poor maintenance of the conservancy itself and also of the poor maintenance of the associated drainage and irrigation system.

## **3. Guyana's Water Resources: Uses, Potentials and Threats**

Increasing demands for water for various uses (Table 1) severely challenge the availability of this resource. Perhaps not surprisingly, the competition of various uses - irrigated agriculture, the domestic sector, industry and commerce is particularly felt in the dry seasons, during which time water shortages may be experienced. The situation at times

may be aggravated by inappropriate water resource management, inadequate institutional arrangements, uncontrolled water withdrawal, limited economic incentives for water conservation, and general wasteful use of the water resource in both domestic and irrigation activities. Moreover, the environmental aspects of water development and urban sanitation are sometimes neglected and result in water contamination.

Use	Observations and Comments
Domestic	90% of water needs are met by ground water and 10% by surface water. Surface water is supplied to Georgetown by the East Demerara Water Conservancy (EDWC). Along the coast the water supply is furnished by a series of wells.
Industrial	The requirements of this sector are met by both surface and ground water resources. About 40% of ground water supply is used for industrial uses and needs. The predominant industrial use of water is in the mining industry.
Agricultural	The main agricultural crops, rice and sugar cane, require a lot of water for the intensive irrigation. Several conservancies along the coast supply water to agricultural lands.
Recreation	Many of the rivers, waterfalls, creeks and lakes are used for recreational pursuits.
Subsistence Fishery	Freshwater fishing is conducted in rivers, creeks, lakes and reservoirs, canals, cane and rice fields and in savannah areas. An ornamental (aquarium) fish industry is operational.
Aquaculture	Two forms of aquaculture are practiced: traditional extensive brackish water culture, and freshwater pond culture.
River routes and transportation	There are approximately 6000km of navigable waterways. River transportation in Guyana is an absolute necessity when traveling to certain remote areas. Inland waterways are important as transportation routes to the logging and the stone quarrying industries. The native Amerindians have always used rivers for local transportation routes.
Hydropower	Hydropower represents a major economic endowment and an untapped potential of Guyana's water resources. The Hydroelectric Power Act 56:03 of 1956 make provision for the granting of licences authorising the utilization of waters of Guyana for the purpose of generating electrical energy. Some sixty-nine (69) potential sites were studied up to the pre-feasibility stage. One site, Moco-Moco, was operational until recently. Six others have been identified for development: Prefeasibility studies have been completed for all of these sites and an Environmental Impact Assessment has been completed for the proposed Amalia Falls Hydropower Station.

#### **4. Some Issues in Water Resource Management**

The major institutional stakeholders in water management other than communities are the Guyana Water Incorporated, the Environmental Protection Agency, Hydromet Services Division of Ministry of Agriculture and the Ministry of Housing and Water. A number of issues relating to use of the water resources of the country originate from these stakeholders. Among the issues that arise and which need to be addressed are the following:

##### **4.1. Pollution**

Agricultural practices adversely affect the country's water resources when through the use of fertilisers for intensive cultivation of crops there is runoff or leaching of the excess into waterways. The resultant nutrient enrichment promotes the intense growth of aquatic vegetation which in turn blocks and fouls waterways and changes their ecology in some instances. In addition chemical pesticides are utilised to control pests and these percolate or are washed into streams where they may directly destroy aquatic life or enter the food chain through bioaccumulation. There is pollution of many waterways as a result of anthropogenic activities associated with population centres around major water resources. Mining activities have significantly altered water courses and has increased the sediment load in the water as is evident in the waterways of the Mahadia Potaro mining district. This is not only detrimental to aquatic life but also Amerindian communities that use these waterways for domestic purposes also suffer.

##### **4.2. Maintenance of drainage and irrigation systems.**

The efficient operation of the drainage and irrigation system in water management is dependent on regular maintenance. Canals require weeding and clearing regularly and when this does not take place, the vegetation reduces the waterflow, increases evaporation and causes the canals to silt up quickly. This not only affects water management but also hinders agricultural productivity and production.

##### **4.3. Education, awareness and training**

The level of technical education in water sciences in the national and regional engineering departments is not as high as one would like for a developing country and one that promotes the sustainable utilisation of its resources for sustainable development. More persons need to be exposed to training in hydrology or water resources management. There is also a need for more short and long term training for middle level water sector professionals, sub-professionals or support functionaries.

#### **4.4. Aquaculture.**

While there is tremendous potential in this undertaking it can turn out to be a big threat to freshwater resources and land resources, as well as become a major source of conflict. With little or no facilities in place for recycling and re-use of wastewater generated from aquaculture ponds, it may be timely to commence exploring the possibility of wastewater treatment facilities.

#### **4.5. Surface and groundwater quality.**

“The quality of surface water is an ever growing concern, with biological and chemical contamination most prevalent and severe along the coast and around mining areas. Sewage systems within Georgetown are deemed to be inadequate, with disposal directly into the Atlantic Ocean. Open-ditch sewers and septic tanks may (and do) flood during the wet seasons, and during the dry season, there may be insufficient flow to flush and suitably dilute the contaminants” (Source: extracted from the website of the Guyana Water Incorporated (GWI) <http://www.gwiguyana.com>).

“Except for brackish or saline groundwater conditions near the coast, groundwater is suitable for most uses with little or no treatment required. Biological and chemical contamination of groundwater tends to be more common near populated areas and in shallow aquifers. Mining is an important industry in Guyana, but it is also a major source of surface and groundwater contamination and severe degradation of rivers and streams. Dredging and other types of mining operations cause hydrocarbons to be released and increase sediment loading in rivers and streams. Improper disposal of sawmill wastes is another area of concern as this unsavoury practice tends to elevate biochemical oxygen demand levels” (Source: extracted from the website of the Guyana Water Incorporated (GWI) <http://www.gwiguyana.com>).

#### **4.6. Chemical contamination of water**

“Chemical contamination relates primarily to the use of fertilizers (elevated Nitrate levels) in the sugarcane and rice fields. The Upper Sands aquifer which is not normally used for water supply is highly susceptible to biological and chemical contamination (particularly in the Georgetown area) and the water is generally brackish to saline. Overuse of aquifers in coastal areas may result in saltwater intrusion/ingress. During the dry season in the hinterland, shallow wells may temporarily dry up until sufficient recharge of the aquifers occurs. Groundwater in the hinterland, when available, is seen to provide better quality raw water than surface water. The groundwater source is generally not contaminated along the coast in the deeper A and B Sand aquifers”. (Source: extracted from the website of the Guyana Water Incorporated (GWI) <http://www.gwiguyana.com>).

#### 4.7. Legislation and Statutory Rights

Over time the need arose for a re-examination of the state of affairs of water rights, use and management in the country. Janki (2004) provided a brief description of the nature of rights. In her analysis, “water rights in Guyana are generally regarded as the property of the State (as successor to the Crown) which then authorises use. Section 36 of the Constitution provides that the State will protect and make rational use of its water resources, the clear assumption being that all water belongs to the State. The State Lands Act (Cap 62:01) also assumes that the State is the owner of all water. In keeping with this the Hydro-electric Power Act (Cap 56:03) provides that, “Subject to any rights lawfully held, the property in and the sole right to the use of all State water powers are hereby declared to be vested in and shall remain the property of the State. In 2002, as part of a major reform of the water sector in Guyana the Government brought in new legislation, the Water and Sewerage Act 2002 (the Act), “to provide for the ownership, management, control, protection and conservation of water resources, the provision of safe water...” This Act is the key piece of legislation and must be looked at in some detail to understand how water is now dealt with. All water rights are now governed by this Act which establishes a new regime for water use and management in Guyana”.

“Under Section 18 of the Act “the ownership of all water resources and the rights to use, abstract, manage and control the flow of water are vested in the State.” The Act creates rights in water through a licensing scheme. It also recognizes existing rights and attempts to incorporate these into the new regime (Janki, M. 2004). The Water and Sewerage Act 2002 provides for management measures and some penalties in the event of any activity which can affect the provision of pure and safe water services. The Table outlines some of these activities, issues and the provisions of the Act.

Issue	Water and Sewerage Act 2002
Wastage	Paragraph 79 of part XI of act no. 5 states that “Any person who willfully or negligently wastes or causes to be wasted any water which he is supplied by the public supplier shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (b) of the second schedule”:
Tampering	Paragraph 73 of part XI of act no. 5 states that “Any person who unlawfully, intentionally or negligently tampers or interferes with any waterworks or any seal or measuring device attached to a waterworks shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (d) of the second schedule”:
Drawing-Off Water	Paragraph 74 of part XI of act no. 5 states that “Any person who without lawful authority, flushes, draws off, diverts or takes water from any waterworks or other work constructed or maintained for the supply of water or from any water, creek or stream whereby the waterworks are supplied shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (d) of the second

	schedule”:
Damage to Waterworks	Paragraph 75 of part XI of act no. 5 states that “Any person who willfully or negligently breaks, damages or opens any lock, cock, pipe, waterworks or other works constructed or maintained for the supply of water shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (d) of the second schedule”:
Interference with Water Meter	Paragraph 76 of part XI of act no. 5 states that “Any person who interferes with, damages or disconnects any water meter so as to prevent the meter showing the volume of water supplied to the premises shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (c) of the second schedule”:
Works Affecting Water Meter	Paragraph 77 of part XI of act no. 5 states that “Any person who carries out any works which affect the operation of a water meter shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (b) of the second schedule”:
Polluting Waterworks	Paragraph 80 of part XI of act no. 5 states that “Any person who bathes in any reservoir, conduit, aqueduct or other waterworks which is constructed for the supply of water, or washes, cleanses, throws or causes to enter therein any animal, rubbish filth, stuff or thing of any kind or causes, or permits, or suffers to run or to brought therein, the water of any sink, sewer, drain, engine or boiler, or other filthy, unwholesome or adulterated water, or anything whereby any water under the management or control of the supplier, or whereby any water contained in any reservoir, conduit, aqueduct, or other waterworks is fouled, shall be guilty of an offence and shall be liable to the penalties prescribed under paragraph (d) of the second schedule”:

## 5. Considerations for the Sustainable Use and Management of Guyan's Water Resources

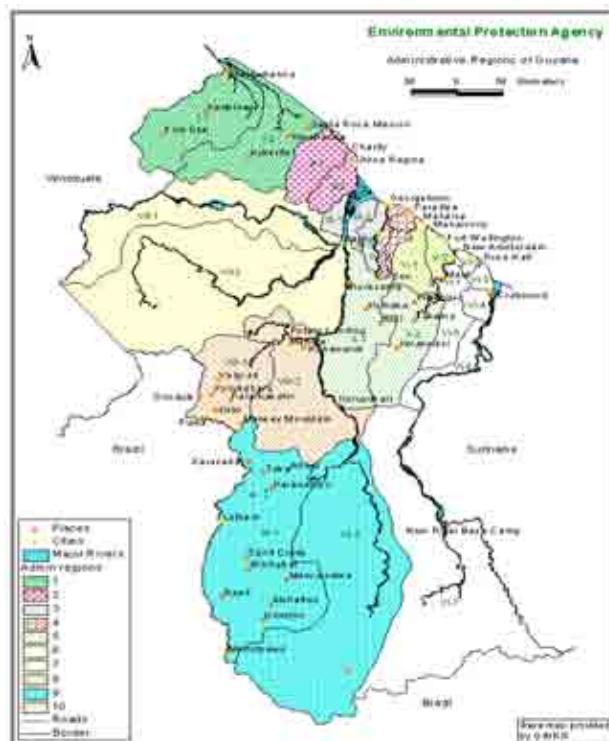
BRITAIN'S CENTER for Ecology and Hydrology and the World Water Council developed a Water-Poverty Index (WPI) that grades countries according to their water resources, access, use, and environmental impact. Generally, poor countries fared worse in the rankings than wealthier ones. However, Guyana's good access to safe water helped it to achieve fifth place, whereas Japan's problems with water pollution were responsible for its thirteen place ranking. Inefficient use of water in fields, factories, and homes helped to lower the United States' ranking. It should be noted, however, that the WPI might not have taken into account the peculiar situation of population distribution in Guyana which is primarily coastal. Thus as a developing country with a small population in relation to its abundant water resources, Guyana has good access to safe water and sanitation and relatively good health and education provision (*World water-poverty index*. Area

Development Site and Facility Planning. Feb 2003(accessed through FindArticles.com. on 04 May. 2008).

Guyana has sought to expand the decentralising of the management of this resource through the Water Users Association (WUA). The country is already divided into ten regional administrative districts (Map 1 also shows some river systems in each Administrative region) hence the implementation of the WUAs on a regional basis should not be difficult. Establishment of WUAs in Regions Two, Three, Four and Six was done under a US\$16.5M Agricultural Support Services Programme (ASSP), which targets further agricultural development (GINA, September 19, 2006).

Environmental management and protection of water resources is also a major aspect in water resources management especially in the context of increasing population growth and pressures on limited water resources. This is particularly so since many human settlements develop in Guyana along or next to waterways.

The Environmental Protection Agency (EPA) has a significant role to play in Water Resources Management. Implementation of National Environmental Management policies is crucial in the management and protection of water resources. The National Environmental Action Plan developed in 1994 and recently updated outlines some environmental policy objectives for the sound management of the environment and natural resources. Of the twelve policies stated, the implementation of Environmental Impact Assessments (EIAs) in all development activities is one that will significantly impact the environment and the management and sustainable use of Guyana's water resources.



Another element of a strategy that is important in water resource management is that of improved land use policies and land use reforms. These need to be urgently addressed and strictly implemented as many conflicts can and do arise through poorly planned and conflicting land use.

Enforcement of legislative mandates to protect water resources is also necessary where these are lagging. The Environmental Protection Water Quality Regulations No 6 of 2000, The Hazardous Wastes Regulations No 7 of 2000 and The Authorizations Regulations No 10 of 2000, made under the EPA Act of 1996 all seek to provide through legislation, protection for water resources from anthropogenic activities. These regulations cover parameter limits of effluent discharges, sampling points, provisions for the registration of water effluents, biological integrity, spills or accidental discharges and analytical methods.

### **5.1. Climate Change: Implications for Guyana's water resources.**

The UNESCO–IHE Institute for Water Education on its website, [http://www.unesco-ihe.org/education/water\\_climate](http://www.unesco-ihe.org/education/water_climate), notes that “it is now widely accepted that climate change will lead to an intensification of the global hydrological cycle and will have a major impact on regional water resources. It is also clear that, in many parts of the world, variability in climate conditions, next to many socio-economic and environmental developments, is already having major impacts and that such variability is increasing. The present variability and long-term climate change impacts are most severe in the developing world, and particularly affect the poor in these regions” ([http://www.unesco-ihe.org/education/water\\_climate](http://www.unesco-ihe.org/education/water_climate)).

It is clear that with Climate Change and the consequential predictions of increasing sea level rise, Guyana's coastal zone with its economic activities, infrastructure, water resources and natural ecosystems are increasingly vulnerable. Rising temperatures will disrupt the hydrological cycle with the result that rainy seasons may be shorter and more intense, while dry seasons may be longer. An increase in the concentration of salt may occur which will be detrimental to agriculture thereby affecting the national economy, since there will be further penetration of salt water inland. Specific impacts are likely to include:

- Flooding and inundation of wetlands (mangroves) and coastal lowlands due to sea level rise.
- Salinisation and depletion of water resources.
- Loss of marine and terrestrial ecosystems and biodiversity as a result of changes of temperature and rainfall.
- Loss of agricultural land and reduced productivity .
- Increase in the occurrence of pests and vectors, contagious diseases and stress-related diseases.
- Loss of land for human settlement.

- Increased coastal erosion and infrastructure damage.

The Guyana Climate Change Action Plan (2001) recognizes these potential impacts on Guyana's water resources as a result of climate change and also notes that a projected rise in temperature (1-4 °C) and sea-level in Guyana as a consequence of global warming will reduce the availability and quality of water resources for industrial, residential and agricultural use. The Action Plan recommends the following Adaptation Options and Response Strategies:

- Water conservation measures, including metering, the use of time-runs where the water supply may be staggered according to regions or sectors in the domestic/industrial sector.
- Continue cautiously, the development of new artesian wells in the interior regions for anticipated population migration from the coast.
- Introduce efficiency control and management practice for water reservoirs network especially that for agriculture use.
- Introduce scientific monitoring and management of irrigation and drainage systems.

However the Government alone cannot address the response measures. Local communities will have to be sensitized and prepared to work with the agencies of Government. More importantly, local agencies must be kept in the picture as important participants. Public awareness, education and training will be a most critical tool to involve all sections of the public in the implementation of the Plan.

## 6. In the Final Analysis...

It is true that while there have been many anthropogenic activities affecting Guyana's water resources as a result of poorly planned and executed development activities serious efforts are now being made to correct these errors. The environmental and ecological issues associated with resources exploitation and development in various sectors - hydroelectric power generation, agriculture, fishing, river transportation, mining, timber exploitation and recreation - are intimately linked to water resources.

There are many challenges and obstacles to overcome in order to achieve a satisfactory state of management for water resources and the use of these resources and the activities they support. The need exists for research, data collection and analysis and trained staff in water resource management with the understanding and competence to enforce and monitor situations and make informed management decisions. All evidence points to a need for a change in the direction of policy and management of water resources in Guyana. Management needs to take a much more holistic, precautionary and longer-term view. A key target of any new approach must be to improve the quality of water resources.

There are substantial gaps in knowledge and understanding of many of the water resource issues and we may never have enough information and understanding to predict all eventualities. It will be important therefore to ensure that management is carried out within the limits of our knowledge, and that, where a critical lack of knowledge is highlighted, it triggers a precautionary approach and appropriate research. Only by working together towards a common goal of sustainable use of water resources can we strive towards a better future for all Guyana, the region and the world.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brasil, I. 2003. 'Water resource management as an element of transformation in the Amazonian Society'. Conference Working Paper.
- Clark.J.R. FAO Fisheries Technical Paper #327 (1992). 'Integrated Management of Coastal Zones'. FAO, Rome.
- Daniel, J.R.K. 1990a. 'Changing Climate and the coast'. Vol. 2, Western Africa, *The Americas, The Mediterranean Basin and the rest of Europe*.
- Daniel, J.R.K. 1990b. 'Water International, An analysis of streamflow pattern in Guyana'.
- Da Silva, Phillip .2000. 'Guyana – Coastal Zone Management Issue Identification Country Workshop'. EPA Document
- Da Silva, P. 2002. 'Integrated Management And Conservation Of Guyana's Coast and Coastal Resources: Training and Screening of Issues and Problems for Integrated Coastal Zone Management', in *UNAMAZ Conference Proceedings*.
- EPA . 2002. 'Guyana's National Vulnerability Assessment to Sea Level Rise'.
- GINA . 2006. 'Agricultural Support Services Programme (ASSP)'. September 19
- Ground Structures Engineering Consultnts Ltd. .2002. 'Amalia Falls Hydroelectric Project', Final EIA Report.
- Halcrow, William (Sir) and Partners Ltd .1995. 'Georgetown Water and Sewerage Master Plan'. Part II, Vol. 1.
- Khan, Marlon. March. 2001. 'Draft National Climate Change Adaptation Policy and Implementation Plan'. Report prepared for the EPA.
- Mc Connell, R. 2000. *Land of Waters. Explorations in Natural History of Guyana, South America*. Sussex: The Book Guild Ltd.
- Potter, K.E.D. 1970. *An appraisal of the hydrology and climate of Guyana*. Guyana: Ministry of Communications and Works.
- Pelling, Mark .1996. *Coastal flood hazard in Guyana: Environmental and economic causes*. Department of Geography. Liverpool: University of Liverpool.
- Ploco, S and Da Silva, P .2000. 'Guyana-Coastal Zone Management Training Programme Final report'. EPA Document.

Regional Centre (Asia & Pacific) for Small Hydropower October 1995. Enlarged preliminary design Report of Moco-Moco Hydropower Station in Guyana (Two Units).

US Army Corps of Engineers 1998. 'Water resources assessment of Guyana'.

Bill No. 34 of 1997 – The Guyana Energy Agency Bill 1997.

Regulations No 6 of 2000 Made under the EPA Act of 1996. Water Quality Regulation.

Regulations No 7 of 2000 Made under the EPA Act of 1996. Hazardous Wastes Management Regulations.

Regulations No 10 of 2000 Made under the EPA Act of 1996. Authorisations Regulation.

Stabroek News Wednesday 19<sup>th</sup>, February 2003.

Stabroek News Tuesday 25<sup>th</sup>, February 2003.

The Guyana Climate Change Action Plan (2001)

#### Websites

1. <http://www.ndsguyana.org/document.asp>. Guyana National Development Strategy.
2. <http://www.gwiguyana.com> website of the Guyana Water Incorporated (GWI).
3. [World water-poverty index. Area Development Site and Facility Planning.](#)



# Agua, energía y políticas públicas en la Amazonía ecuatoriana

Víctor López Acevedo

## Abstract

In the global context, the Amazon Basin corresponds to one of the areas of lower population density but with an enormous availability of fresh water. However, it is evident that the situations of "water stress" between people of the Ecuadorian Amazon Region are growing due, among other reasons, to severe deficiencies in the provision of water and sewage services, problems arising from industrial pollution (disrupting water cycle by deforestation or flooding) as well as the impacts of water use projects which are incompatible with sustainable local development. We propose to analyze public policy concerning the use of water resources in Ecuadorian Amazon Region with the purpose of establishing measures in favour of the conservation of water resources as a factor for local development and human security.

**Keywords:** *water stress, Ecuadorian Amazon Region, local development, water use.*

## 1. Antecedentes

El recurso más sensible de la Amazonía es el agua, tanto por sus funciones, abundancia e inestabilidad. En el contexto mundial, la cuenca hidrográfica del Amazonas corresponde a una de las áreas de menor densidad poblacional y cuenta con una enorme disponibilidad de agua dulce (debido a su elevada pluviosidad), situación que se contrapone a la tendencia global de *estrés hídrico* que padecen cada vez más regiones por problemas en el acceso al agua (calidad y cantidad) y por los efectos del cambio climático, sobre todo en las regiones más deprimidas y de elevada vulnerabilidad (Camdessus et. al, 2006). En estas regiones, situaciones de estrés hídrico provocan conflictos de diferente escala entre países, gobiernos o entre actores locales y agentes económicos privados o públicos (Ortiz-T, 2007).

Actualmente es posible constatar que situaciones de estrés hídrico son cada vez más recurrentes en la región amazónica ecuatoriana (RAE), sobre todo desde una perspectiva que contrasta las implicaciones del modelo económico extractivo frente al enorme potencial hídrico de la vertiente oriental, particularmente en la alta Amazonía.

Aunque la Asociación de Universidades Amazónicas del Ecuador y el Ministerio del Ambiente (MAE) identifican más de 100 conflictos en las subcuenca hidrográficas de la RAE por el uso y conservación de los recursos naturales, no es posible distinguir en su sistematización, cuales se relacionan directamente con el aprovechamiento del recurso hídrico en la región (Valarezo, 2006; 187).

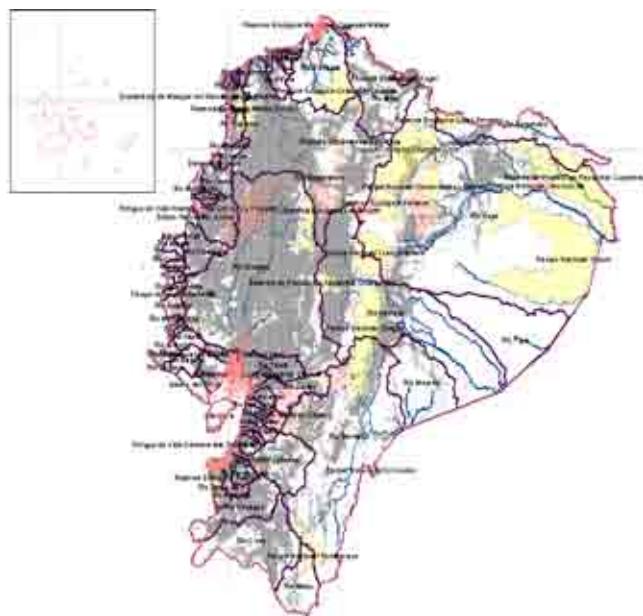


Gráfico 1: Ecuador.  
Cuenca hidrográficas, SNAP y Bosques protectores. Fuente: Sigmo-EcoCiencia 2005.

Aunque la RAE comprende la mitad del territorio continental (131.000 Km<sup>2</sup>) es la región menos poblada del país (750.000 habitantes a 2001), pero la más densamente poblada de los países de la cuenca amazónica (5.7 hab/km<sup>2</sup>). Sin embargo, las presiones sobre la enorme riqueza hídrica de la vertiente oriental (que concentra el 90% del agua dulce del país), no provienen tanto de la población local, cuanto de la contaminación provocada por el sector extractivo hidrocarburífero (en el norte) y minero (en el sur), así como por proyectos multipropósito y de generación hidroeléctrica, en la parte alta de la vertiente oriental.

En la selva alta, la deforestación y agricultura no sustentable representan problemas desde una perspectiva de seguridad humana frente al recurso hídrico (deslaves, escorrentía y contaminación por agrotóxicos), pero también la conservación del agua se ve afectada por la rotura de oleoductos y poliductos que la atraviesan. Los principales conflictos se generan por el trasvase de aguas de una vertiente a otra, para atender el consumo doméstico de la ciudad de Quito (80%). Mientras la empresa municipal encargada afirma que la extracción de agua no representa afectación a los ecosistemas locales, los pobladores y gobiernos locales manifiestan su oposición a la posibilidad de nuevos aprovechamientos, por los riesgos potenciales de una rotura de las represas previstas y de consecuencias catastróficas para las poblaciones ubicadas aguas abajo, otro tema de seguridad humana en la gestión del recurso hídrico en la RAE. Sin embargo de que el agua es un bien de uso público en la normativa ecuatoriana, subsisten inquietudes sobre las implicaciones para el desarrollo local sostenible del trasvase de aguas, así como del orden de prelación (prioridades de uso), que asegura la extracción del recurso hídrico con fines de uso doméstico y riego, por sobre

otros usos no consuntivos (nominalmente la generación hidroeléctrica, banología, turismo y otros).

Aunque la riqueza hidrológica de la RAE, como factor de desarrollo local sostenible es una formulación reciente y en permanente construcción desde la perspectiva de varios gobiernos seccionales (prefecturas y municipios) y otros grupos ciudadanos, las primeras iniciativas de aprovechamiento fueron formuladas en 1970 desde el gobierno central, para la generación hidroeléctrica en diferentes sectores de la selva alta, así como por gobiernos seccionales circunvecinos de la región interandina, para atender el consumo doméstico urbano y la dotación de agua para sistemas de riego. La actual política de *soberanía energética* para transformar la matriz energética del país, se fundamenta en la generación hidroeléctrica como política de Estado, de la cual el potencial hidroenergético de la RAE y la selva alta es el pivote central.

Sin embargo, ha sido preciso para el gobierno central adecuar la normativa ambiental del sector eléctrico para impulsar la referida política y los proyectos hidroeléctricos previstos en el Plan Maestro de Electrificación 2007-2011. Esto inició con la publicación en el Registro Oficial N° 192 del 17 de octubre del 2007, del Decreto Ejecutivo 655 en que el Presidente Correa determinó, que a pedido del Director Ejecutivo del CONELEC, su Directorio puede declarar de alta prioridad las actividades eléctricas en áreas especiales (áreas protegidas, patrimonio forestal, bosques y vegetación protectoras), en lugar del Gobierno Nacional a pedido del CONELEC (Literal a del Art. 42 del Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas, RAAE reformado). Además, para la realización de proyectos, obras o instalaciones eléctricas en las áreas del Patrimonio Forestal del Estado o bosques y vegetación protectores, “aquellos deberán ser declarados por el Directorio del CONELEC, a pedido del Director Ejecutivo, como obra pública prioritaria para el sector eléctrico y contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, según lo establecido en el artículo 10 de este reglamento” (Art. 42, RAAE reformado).

Con esto, no solo la política ambiental queda supeditada a la energética –lugar común en la institucionalidad y sistema político ecuatoriano- sino que la conservación y protección de los bosques de los que depende el agua en la Amazonía, es considerada como un obstáculo para el desarrollo de los proyectos hidroeléctricos, en lugar de ser vistos como el factor determinante para asegurar el potencial hidroenergético de la nación. Esto plantea una serie de dilemas y contrasentidos que se detallan en este esfuerzo preliminar.

En este trabajo analizo las políticas públicas referidas al aprovechamiento del recurso hídrico en la RAE, a partir de las implicaciones de varios proyectos que operan bajo un esquema extractivo del recurso hídrico y la energía - para atender demandas que se generan fuera de la región- pero que se implementan en la selva alta del nororiente del Ecuador, generando situaciones de estrés hídrico para las poblaciones locales, por una aprovechamiento que no considera la conservación del recurso hídrico como factor de desarrollo local y seguridad humana en la RAE. Uno de éstos se refiere al proyecto multipropósito que busca asegurar la provisión de agua de calidad para el valle oriental del

Distrito Metropolitano de Quito (Proyecto Ríos Orientales, PRO) y el segundo a un mega proyecto hidroeléctrico que busca atender el tercio de la demanda nacional actual, con energía hidroeléctrica en reemplazo del parque termoeléctrico (Proyecto Coca Codo Sinclair, PCCS).

## 2. Políticas públicas, estrés hídrico y seguridad humana en a alta Amazonía

La Cordillera Oriental de los Andes del Ecuador distingue a la denominada *selva alta*<sup>1</sup> de otras zonas de vida como la selva baja o los humedales de la RAE. Por su ecuatorialidad y exposición a los flujos húmedos que llegan desde el Atlántico tropical - atravesando la baja Amazonía- la ceja de selva, piedemonte o alta Amazonía es una subregión de altísima importancia climática, ecológica, biológica e hidrológica, lo que la hace de gran sensibilidad al cambio climático.<sup>2</sup> Por ello, la problemática del agua en la RAE y particularmente en la selva alta, reclama un tratamiento a fondo, tanto en lo conceptual (sobre derechos de aguas y contenidos adecuados), como en la implementación de propuestas de gestión territorial del agua para el desarrollo sostenible y la seguridad humana.

La alta Amazonía es una de las zonas de mayor pluviosidad en el planeta, por lo que se considera que el recurso hídrico presenta una elevada disponibilidad en estas áreas, a más del buen estado de conservación que todavía mantiene, si se la compara con la condición del agua en la selva baja o la vertiente occidental. Sin embargo, las políticas de aguas y los proyectos que se impulsan para la RAE, son definidos a partir de esquemas de eficiencia energética y de economía de escala, bajo un modo de aprovechamiento extractivo del recurso hídrico, que busca el beneficio del país y otras áreas circunvecinas (en la vertiente occidental), todo lo cual condiciona el desarrollo futuro de las poblaciones locales y la conservación de los ecosistemas y el agua. Tampoco se evidencian criterios y mecanismos de manejo de riesgos, frente a la creciente inestabilidad hídrica asociada al cambio climático, especialmente en la alta Amazonía.

Parece razonable pensar que para enfrentar las situaciones de estrés hídrico, cualquier marco normativo, institucional y operativo debería adecuarse a la particularidad topográfica, climatológica, ecológica, socioeconómica y cultural de la Amazonía contemporánea (López A., 2006), a fin de asegurar no solo una gestión eficiente del recurso hídrico, sino seguridad, sustentabilidad o justicia energética para las poblaciones locales.

<sup>1</sup> Utilizamos una definición de selva alta, basada en los siguientes parámetros: ubicación (vertiente oriental); altitud (600 a 3300 msnm); pluviosidad (3000 a 4500 mm/año, aunque en ciertas zonas se estima en 7000 mm/año, como en el alto Coca); clima (temperatura entre 14 y 26 °C, humedad elevada y nubosidad permanente); zona bisagra (relaciones interétnicas entre Andes y Amazonía); ríos de origen andino-volcánico, y topografía de pendientes muy empinadas y abruptos cortes, que define el mayor potencial hidro-energético del país.

<sup>2</sup> Un bien conocido trazador de cambio climático es el límite promedio de nieve perpetua, que en la vertiente oriental de los Andes (más húmeda que la occidental) ha subido más de 300 metros en comparación a la Pequeña Edad de Hielo de los últimos siglos en los Andes tropicales del Ecuador, ubicándose sobre los 5100 msnm (GTP; 2008; 56).

Sin embargo, las políticas públicas estudiadas aquí, no consideran estas particularidades y continúan viendo al agua en la Amazonía, si no como un fenómeno natural de generación espontánea, sí como un recurso infinito y de libre disponibilidad, que no precisa manejo o regulación, más allá de un uso y aprovechamiento extractivo que se justifica siempre en términos estrictamente económicos.

La relación entre administración pública del agua y gestión integrada de los recursos hídricos es una formulación muy reciente en las políticas públicas a nivel nacional y local (especialmente en sierra y litoral), para superar esquemas administrativos que fragmentaron la administración de aguas (Torres, 2007). En el marco de la reforma del Estado para su modernización vía privatización y descentralización de competencias, los programas de ajuste estructural (PAE) orientaron el manejo del agua desde una perspectiva de mercado y gestión empresarial, en la que la ‘seguridad hídrica’ se transformó en un discurso justificador de la concentración y control del recurso hídrico por grupos de interés en detrimento de lo público (Terán, 2006). Sin embargo, puesto que no se identifica un mercado de aguas en la Amazonía (aunque hay prácticas especulativas con las concesiones de uso), esta crítica merece adecuarse a la problemática amazónica, siendo pertinente plantear una perspectiva territorial (no sectorial) para la gestión del agua, que vaya más allá de criterios utilitaristas o culturalistas, hacia aspectos de seguridad humana<sup>3</sup>.

Las situaciones de estrés hídrico que ponen en riesgo la seguridad humana en la RAE, se explican por factores específicos, asociados al cambio climático y al proceso de ocupación del espacio amazónico, con su modelo económico extractivista que sobreexplota los recursos no renovables y destruye los bosques que producen y regulan el agua en la RAE:

- Contaminación del agua (lluvia, esteros, ríos, lagunas y subterránea) por sectores extractivos (hidrocarburos, minería metálica y no metálica), agricultura no sustentable y crianza de animales menores, deforestación, mal manejo de desechos sólidos y aguas residuales por municipios y escorrentía por compactación de suelos en áreas intervenidas. Desde el 2000 por fumigaciones con agrotóxicos en la frontera norte.
- Deficiente dotación de servicios públicos, que se refleja en los niveles más bajos de atención del país en relación a viviendas que cuentan con agua entubada por red pública (<25%), así como en el acceso a alcantarillado (<40%) (FRH, 2008).
- Diseño e implantación de proyectos de aprovechamiento del recurso hídrico de la RAE, bajo un mismo esquema extractivo, sea para el abastecimiento de poblaciones urbanas y

---

<sup>3</sup> Esta propuesta para tratar situaciones de estrés hídrico desde la seguridad humana adapta la perspectiva del Humanismo Global de Rojas Aravena (2002) y de Vulnerabilidad mutua de Nef (2002), al análisis de las políticas públicas y el marco institucional con criterios de transparencia, rendición de cuentas e interdependencia, en consideración de los derechos nacionales e internacionales de aguas, así como de las estrategias para enfrentar este tipo de situaciones con responsabilidad público-privada, en las que la participación ciudadana se asegura como un derecho en la gestión democrática de los recursos hídricos.

riego en la región interandina o para ‘evacuar la energía’ generada por el enorme potencial hídrico de la alta Amazonía para atender la demanda nacional.

- Alteraciones en la estacionalidad (época seca y lluvias) y los regímenes de precipitación, que afectan la seguridad humana en la RAE por una secuencia de sequías prolongadas, precipitaciones intensas, deslaves e inundaciones, fenómeno antes desconocido, pero cada vez más frecuente en la selva alta. Este tipo de situaciones de estrés hídrico en la RAE están asociadas a la severa alteración a nivel global del ciclo del carbono, que provoca una paulatina reducción en los niveles de evotranspiración vegetal en todas las pluviselvas, pero sobre todo en la Amazonía.<sup>4</sup>

Los ríos de origen volcánico de la vertiente oriental de los Andes<sup>5</sup>, alimentan importantes cuencas hidrográficas de la selva baja del Amazonas, siendo la selva alta la “fábrica natural” de agua dulce más importante, de mejor calidad y la mejor conservada en los 5 países andino-amazónicos. En Ecuador, la vertiente oriental concentra el 90% de todo el recurso hídrico, mientras que la demanda nacional de agua dulce se concentra en la vertiente occidental, también al 90% (FRH, 2008). De las 71 cuencas hidrográficas del país, apenas 7 se ubican en la vertiente oriental<sup>6</sup>, pero abarcan una extensión de 131.726 Km<sup>2</sup>, correspondiente al 51% del territorio continental (CNRH, 2006) y concentran más de 132 de los 147 millones de m<sup>3</sup> de agua dulce disponible en Ecuador (FRH, 2008). Además, por su topografía las cordilleras orientales albergan el mayor potencial hidroenergético del país, que solo en la cuenca del río Napo, alcanza un estimado es de 15.000 MW, es decir, aproximadamente el 16% del total nacional (CONELEC, 2007).

A pesar de la riqueza hídrica de la RAE y del potencial hidroenergético de la selva alta, el Estado no ha definido un marco normativo e institucional específico en materia de aguas para la región amazónica, mientras que para otras cuencas hidrográficas -todas en la vertiente occidental- desde hace varias décadas se han creado organismos de desarrollo regional (ODR) con responsabilidades expresas para la gestión del agua, mejor provistos incluso que la autoridad nacional de aguas<sup>7</sup>. Esto no desconoce la existencia de políticas públicas referidas al uso y aprovechamiento del agua, por gobiernos de diferente nivel

<sup>4</sup> Esto se explica por alteraciones en el Atlántico tropical y el incremento en la temperatura por efecto invernadero, lo que sumado a los pobrísimos suelos amazónicos y a un incremento exponencial en la liberación de CO<sub>2</sub> por perdida de vegetación amazónica, provocaría no solo mayor calentamiento global, sino una desertificación y/o transformación radical de ecosistemas boscosos de la Amazonía en sabanas (Flannery, 2008).

<sup>5</sup> Se trata de los ríos Putumayo, Aguarico, Napo, Pastaza, Zamora, Morona y otros menores en Ecuador. Sin embargo, todas las grandes cuencas hidrográficas referidas están intersectadas por los límites internacionales, por lo que en la RAE el tema de las aguas transfronterizas es de fundamental importancia, aunque sobre el tema no conocemos análisis alguno.

<sup>6</sup> La cuenca del río Napo es la más importante de la RAE, pero también de todo el país y se extiende en una superficie de 59.573 km<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente al 23 % del territorio nacional (EcoCiencia, SIGMO, 2005. Ver en anexo *Gráfico 1*).

<sup>7</sup> La Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río del Río Guayas y la Península de Santa Elena (CEDEGE) recibe 24 millones de dólares al año del PGE, lo que representa el 18% del total de recursos asignados por el Estado a la gestión del agua en el país, mientras que el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), recibe apenas 310 mil dólares, esto es el 2.3% del total (FRH, 2008).

(central, intermedio y municipal) y que se refieren a distintos sectores (conservación, saneamiento, energía, consumo humano, etc.), por lo cual la gestión del agua en la RAE, en las actuales condiciones no se asegura sustentabilidad, equidad y seguridad.

Las actuales políticas estatales de conservación referidas al recurso hídrico y al potencial hidroenergético de la alta Amazonía, lucen más que declarativas, marcadamente utilitaristas. El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) argumenta en la búsqueda de financiamiento para la gestión del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que 4.5 millones de habitantes urbanos y el 60% de la energía del país, "dependen de las fuentes de agua que nacen en áreas protegidas" (MAE-EcoCiencia, 2005). Esta argumentación la comparten la opinión pública nacional, cooperación internacional, gobiernos locales, ciudadanía y sobre todo las empresas de generación eléctrica, enfatizando que la importancia del agua radica en su utilidad. Este es un argumento central para la perspectiva de la "seguridad hídrica", que comienza a desarrollarse para el control del agua en la cuenca amazónica (Terán, *op. cit.*).

Aunque de las 11 áreas del SNAP que el Estado creó en la RAE, 8 incluyen zonas que corresponden a la Cordillera Oriental, un estudio reciente identifica en los límites inferiores de los contrafuertes cordilleranos de las reservas ecológicas Cayambe Coca (RECAY) y Cofán Bermejo (RCB), así como del Parque Nacional Sumaco (en la subcuenca del río Coca, parte de la cuenca del Napo), un serio vacío de conservación (Campos et. al, 2007). Esto a pesar de que en 2000 se realizó la declaratoria de los bosques protectores 'La Cascada' y del 'Río Tigre', que junto con las unidades del SNAP configuran la actual Reserva de Biosfera Sumaco (RBS), pero que en los hechos no aseguran una representación adecuada de las áreas prioritarias de conservación en la selva alta, mas aun si se considera que de estos ecosistemas depende el potencial hidroeléctrico definido como prioridad nacional por el Estado.

De cualquier forma, no tenemos más que referencias indirectas sobre la importancia del agua en la Amazonía (sea por su potencial o enorme inestabilidad), como uno de los criterios centrales para la creación de áreas protegidas en la selva alta, puesto que generalmente se enfatiza la importancia de conservar la diversidad biológica, a través de las reservas de flora y fauna para la conservación de bosques montanos, premontanos, páramos y otros ecosistemas terrestres de la Cordillera oriental. Aunque el agua luce como un producto y/o servicio de estos ecosistemas, su conservación se deja ver como un fenómeno "natural", que por tal no precisa de una gestión adecuada, lo cual podría explicar porque en los planes de manejo de varios proyectos de aprovechamiento, no se considera el manejo de las cuencas hidrográficas o microcuencas que abastecen los sistemas de captación, a más de no contar con información actualizada y/o sobredimensionar caudales y su potencial de aprovechamiento. El mega proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair y el Proyecto Ríos Orientales, no escapan a situaciones de este tipo.

Desde la perspectiva de los actores locales sobre políticas y estrategias ambientales en torno al agua en la RAE, encontramos que uno de sus antecedentes principales constituye la enorme movilización social en la subregión petrolera para la defensa del

ambiente y de más de 30 mil afectados por la contaminación petrolera, en el emblemático Juicio contra la Texaco, iniciado en 1994 y que se encuentra en fase resolutoria (Yanza, 2003; Fontaine, 2007). En este proceso, la demanda ciudadana por el derecho a un ambiente sano suscitó una respuesta institucional para la creación de instancias de control y sanción de delitos ambientales, así como de mejoras en las prácticas de la industria hidrocarburífera, sobre todo en la reinyección de aguas residuales por parte de Petroecuador desde fines de los 90<sup>8</sup>. Si la resolución de caso es favorable, se sentaría jurisprudencia a favor de los miles de afectados por cáncer y otras enfermedades derivadas, principalmente por la contaminación del agua en las zonas de explotación petrolera en la RAE, como un posible antecedente para ratificar su particularidad en el contexto nacional.

La necesidad de una legislación especial para la RAE es una propuesta de larga data<sup>9</sup>, que en una sus más recientes actualizaciones, fue ratificada por la VII Cumbre Amazónica llevada a cabo en abril del 2006 en Lago Agrio, con representantes de todos sus gobiernos seccionales amazónicos y otros organismos de Estado. Parte de esta propuesta constituye una gestión integral del agua, como una condición para asegurar el desarrollo regional sustentable<sup>10</sup>. Sin embargo, más allá del nivel declarativo no se ha avanzado hacia una gestión regional que considere las necesidades y potencialidades de las respectivas jurisdicciones territoriales frente al recurso hídrico.

La planificación de un proyecto multipropósito (Proyecto Ríos Orientales) en la cuenca del río Quijos (parte alta de la provincia de Napo), por el Distrito Metropolitano de Quito dio origen a la movilización de 7 gobiernos municipales amazónicos (6 de Napo y 1 de Sucumbíos, Gonzalo Pizarro), en la Mesa de Recursos Hídricos del Napo en 2001 (Fonseca, 2006). Del seguimiento a este proyecto, se conoció que el 80% del agua potable de Quito proviene de la Reserva Ecológica Antisana (proyecto Mica) y de la RECAY (proyecto Papallacta y optimización), en sus respectivas vertientes orientales y que corresponden a unidades del SNAP en reconocimiento de su “capacidad de retener la humedad y regular el flujo de agua” (Fonseca, 2006; 245). El principal cuestionamiento se centra en el trasvase de aguas de la vertiente oriental a la vertiente occidental, aunque basados en la consideración de que el agua es un recurso privativo de los actores locales, lo cual ha sido desvirtuado por la Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q), recordando que el agua es un bien de uso público en la legislación ecuatoriana.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> Sin embargo, es preciso realizar monitoreos independientes para conocer si la reinyección de aguas residuales a los bolsones de los que se extrae el crudo, representan o no una afectación para las aguas subterráneas.

<sup>9</sup> Hay que recordar el régimen especial de manejo de inicios de la república con gobernaciones militares y otras normativas especiales de inicios de siglo XX. Una de las propuestas contemporáneas corresponde al Proyecto de Ley de Regimen Especial Amazónico y Fronterizo, preparado por la Comisión Legislativa Permanente de Asuntos Amazónicos, Fronterizos y de Galápagos en el año 2000, presidida por el Diputado Rafael Sancho.

<sup>10</sup> Parte de las resoluciones de la mesa de recursos naturales de la VII cumbre Amazónica se refiere al agua en la RAE. Lago Agrio, 6 y 7 de abril del 2006.

<sup>11</sup> Confróntese: Terán, 2006; Vallejo, 2006; Torres, 2007; Ortiz-T, 2007.

Durante los últimos años, pero en particular desde 2007, se vienen realizando otros esfuerzos para formular propuestas amazónicas sobre los derechos de aguas y para la definición de un *contenido adecuado* de éstos a la realidad hidrológica, climática, ambiental y sociocultural de la RAE. Nos referimos a iniciativas del Foro de Recursos Hídricos (FRH), frente a la actual Asamblea Constituyente, al permanente trabajo de la Mesa de Recursos Hídricos de Napo (Fonseca, *op. cit*) y a la gestión municipal mancomunada en las provincias de Pastaza, Napo y Sucumbíos. Cabe señalar el asocio público-privado para la consolidación de la Mancomunidad de los Gobiernos Municipales de El Chaco y Gonzalo Pizarro para el “Desarrollo socioeconómico y el Manejo Sustentable de los Recursos Naturales”, que cuenta con apoyo de la Fundación EcoCiencia desde 2006, particularmente en el seguimiento a proyectos hidroeléctricos San Rafael-El Reventador y PCCS en la cuenca del Quijos, sector del alto Coca (EcoCiencia 2006; López A., *et al*, 2007).

Esto nos hace pensar que para la definición de políticas públicas sobre aguas es preciso superar aquellos preceptos de corte utilitarista que remarcan la importancia del agua por su uso social, particularmente en la RAE, dónde puede ser una variable crítica por los cambios en su estacionalidad y régimen de precipitación asociados al cambio climático. Inclusive, desde esta perspectiva utilitarista no se considera con suficiente claridad, la importancia de una gestión de riesgos por inundaciones, tendiente a regular un recurso que en el medio amazónico puede representar un serio problema por su abundancia e inestabilidad histórica. Aun más, los crecientes problemas de estrés hídrico tienden a ser crónicos en la Amazonía, no solo por fenómenos globales asociados al efecto invernadero, sino también por deforestación tropical, ampliación de frontera agropecuaria en paramos, pie de monte y selva baja, con la consecuente compactación de los suelos y escorrentía. Sin embargo, es preciso distinguir las causas e implicaciones específicas, en un caso y otro, para diseñar soluciones adecuadas.

Finalmente, se verifica que existen problemas de fondo en la institucionalidad del agua en la RAE, sobre todo por la falta de organismos con presencia regional y competencias específicas para el sector. El ECORAE no cuenta con programas, e incluso políticas específicas que respalden la implementación de proyectos de conservación y manejo sustentable de los recursos hídricos, más allá del financiamiento a obras de infraestructura sanitaria o dotación de servicios de agua entubada en la RAE, así como asociarse con empresas privadas para la generación de energía en mini centrales hidroeléctricas.

### 3. Conclusiones

- La política ambiental en Ecuador no solo está en función de intereses del desarrollo económico y del financiamiento del Estado, sino que la política energética actual considera a la conservación y protección de los bosques como un obstáculo para la implementación de proyectos de generación hidroeléctrica, desconociendo que en la Amazonía el agua depende y se regula por éstos.

- La actual política energética privilegia la eficiencia sobre la justicia energética, mejor expresada en el ahorro económico que representan reemplazar el parque termoeléctrico por hidroelectricidad, quedando en un segundo plano la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, así como la distribución de energía eléctrica de bajo costo y buen servicio, a favor de las poblaciones amazónicas, no solo a sectores extractivos de la RAE.
- La RAE no cuenta con una institucional regional específica en materia de aguas, a pesar de la enorme sensibilidad que presenta este recurso en la región. Las políticas del organismo regional encargado de la planificación y el ecodesarrollo en la RAE, tampoco tienen especial atención sobre los recursos hídricos, más allá del apoyo específico a infraestructura y servicios básicos, así como para posibles asocios con empresas privadas para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos de mediana capacidad.
- El manejo de cuencas y la gestión territorial del agua, atraviesa no solo fronteras sino diferentes niveles de gobierno. Por ello, una planificación de cuencas hidrográficas permitiría a los niveles de gobierno usar, aprovechar y conservar el potencial hídrico en función de las necesidades de esos territorios, mientras que lo que ocurre es lo contrario: el gobierno central piensa en función de país o de los grandes centros político-administrativos que demandan (sin control) agua o energía (Quito o Guayaquil), sin consideración de la importancia del agua para el desarrollo futuro de la RAE y sus localidades.
- Parece importante superar la concepción del agua como un recurso de libre disponibilidad, sin mayores consideraciones sobre sus funciones ecosistémicas, particularmente para asegurar a través del financiamiento de un programa de conservación a nivel de microcuenca y subcuenca, medidas que apoyen su regulación y control de desastres.
- Luce como una prioridad para la política pública ambiental, que la RAE proponga el diseño e implementación de una legislación específica en materia de aguas, parte de la cual sea el reconocimiento del potencial hídrico de la vertiente oriental como un medio para el desarrollo sostenible de la RAE.

## BIBLIOGRAFÍA

Camdessus et. al, 2006. *Agua para todos*. México: FCE.

Campos F., Peralvo O M., Cuesta-Camacho F. y Luna S., (eds). 2007. Análisis de vacíos y áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental, Instituto Nazca de investigaciones marinas. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, The Nature Conservancy, Conservación Internacional, Proyecto GEF: Ecuador Sistema Nacional de Áreas Protegidas, BirdLife Internacional y Aves & Conservación, Quito.

- CONELEC. 2007. 'Plan Maestro de Electrificación 2007-2016. Documento de Discusión', mimeo, Quito.
- ECOCIENCIA 2006. Memoria del Foro *Agua, ambiente y energía*, Proyecto Fortalecimiento a Gobiernos Locales-EcoCiencia, Quito.
- Flannery Tim.2008. *El clima está en nuestras manos. Historia del calentamiento global*. México: Taurus, México.
- Fonseca Julio. 2006 'Conflictos de agua en Napo', en, *FRH, Documentos de Discusión. Cuarto Encuentro Nacional del Foro de los Recursos Hídricos*. "Todos por el agua, el agua para todos", CAMAREN, Quito.
- Fontaine Guillaume. 2007. 'Verde y negro: ecologismo y conflictos por petróleo en el Ecuador', en Fontaine G., van Vliet G., y Pasquis R., (coordinadores), *Políticas ambientales y gobernabilidad en América Latina*, FLACSO-IDDRI-CIRAD, Quito, pp.223-256.
- FRH.2008. 'Problemática del agua y propuesta a la Asamblea Nacional Constituyente', Ponencia presentada por el Foro de los Recursos Hídricos en la Mesa redonda "Agua Líquido Vital", organizada por el Comité de Gestión Ambiental de El Chaco, el Gobierno Municipal de El Chaco y el Proyecto Fortalecimiento a Gobiernos Locales de EcoCiencia en la ciudad de El Chaco.
- GTP.2008. *Páramos y cambio climático, Grupo de Trabajo en Páramos-EcoCiencia-Abya Yala*, Quito.
- Lopez A., Víctor. 2006. 'Amazonía contemporánea: fronteras y espacio global', en, *ICONOS N° 26, Revista de Ciencias Sociales*. FLACSO-Ecuador, Quito, pp 119-130.
- Lopez A. V., Ulloa J., Herdoiza C. 2007 . 'Gestión democrática de los recursos naturales', Sistematización del proyecto *Conservación a través del fortalecimiento de capacidades de actores locales en la Biorreserva del Cóndor*. El Chaco y Gonzalo Pizarro, Amazonía ecuatoriana, EcoCiencia, Quito.
- Nef Jorge. 2002. 'Seguridad humana y vulnerabilidad mutua', en Rojas Aravena y Goucha (Editores), *Seguridad Humana, prevención de conflictos y paz en América Latina y el Caribe*, FLACSO Sede Chile-UNESCO, Santiago, pp. 29-62.
- Ortiz T., Pablo. 2007. *Poder, Estado y Sociedad en la gestión de los recursos hídricos*. Mimeo, Quito.
- Rojas Aravena. Francisco. 2002. 'Introducción. Seguridad Humana: concepto emergente de la seguridad del siglo XXI', en Rojas Aravena y Goucha (Editores), *Seguridad Humana, prevención de conflictos y paz en América Latina y el Caribe*, FLACSO Sede Chile-UNESCO, Santiago.
- Teran Juan Fernando. 2006. La sequedad del ajuste. Quito: UASB-CEN.
- Torres V.H. 2007. *Elementos para el análisis y diseño de políticas públicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos*. Mimeo, Quito.

- Valarezo Carlos. 2006. 'Sistematización de conclusiones y propuestas del 1º Encuentro Nacional del Foro Amazónico sobre Cambio Climático y Recursos Hídricos', en, *FRH, Documentos de Discusión*. Cuarto Encuentro Nacional del Foro de los Recursos Hídricos. "Todos por el agua, el agua para todos", CAMAREN, Quito. pp 185-192.
- Vallejo Santiago. 2006. *El derecho de las aguas en la legislación ecuatoriana y las implicaciones del reconocimiento de derechos individuales y colectivos*. Mimeo, Corporación Randi-Randi, Quito.
- Yanza Luis. 2003. 'Se ha logrado la unidad de los afectados', en. AAVV., *El Oriente es un mito*. Foros de Ecología y Política N° 2, CEP-Abya Yala, Quito. pp 53-59.

# Integração Institucional para o Manejo sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Amazonas

*Norbert Fenzl*

## Abstract

The purpose of this paper is to broadly analyze and describe the processes of institutional integration and, in addition to this, the different policies which are been created in order to manage the natural and hydrological resources of Amazon and to face the environmental and socio-economical problems that affect the region.

**Keywords:** *hydrological resources, institutional integration, Amazon River.*

## 1. Introdução

O Tratado de Cooperação Amazônica – TCA, cujos países signatários são Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela foi assinado em 3 de julho de 1978 com o objetivo de promover ações bilaterais ou conjuntas, incluindo-se o intercâmbio de informações, para o desenvolvimento integrado, sustentável e harmônico da Bacia do Rio Amazonas, tendo os países-membros assumido o compromisso comum com a preservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais da Amazônia.

Em 1998 foi criada a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica - OTCA - através de uma emenda ao Tratado, com o objetivo de fortalecer institucionalmente o processo de cooperação entre os países dentro do marco do Tratado. A Secretaria Permanente da OTCA se estabeleceu em Brasília em dezembro de 2001.

Em novembro de 2002, a proposta do Projeto *Manejo Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia do Río Amazonas considerando a Variabilidade e os Cambios Climáticos* foi oficialmente apresentada, durante a 11ª Reunião do Conselho de Cooperação Amazônica – CCA e a 7ª Reunião de Ministros das Relações Exteriores do TCA, realizadas em Santa Cruz de la Sierra, Bolívia onde os Ministros aceitaram realizar uma reunião técnica em Brasília para elaborar a proposta de Projeto e apresentá-la ao Fundo Mundial para o Meio Ambiente - GEF.

A Declaração de Santa Cruz, assinada pelos Ministros das Relações Exteriores dos países amazônicos, destaca “*a importância do gerenciamento de recursos hídricos e da conservação da bacia do rio Amazonas e a necessidade de integrar e harmonizar as iniciativas e esforços de cada país*”.

Em julho de 2003, a OTCA, com o apoio da Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos – SG/OEA e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, promoveu em Brasília a 1ª Reunião de Trabalho das Instituições Responsáveis pelo Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Países da OTCA, com a participação dos

pontos focais da Rede Interamericana de Recursos Hídricos – RIRH. O resultado da reunião foi um documento preliminar com as bases conceituais de um Projeto para o Gerenciamento Sustentável dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Amazonas. *Manejo Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da bacia do Río Amazonas considerando a Variabilidade e os Câmbios Climáticos*

Finalmente, em 25 de junho de 2005, cerca de US\$ 700.000 foram aprovados pelo GEF, e assinado pelo PNUMA e pela SG/OEA para a preparação do Projeto *Manejo Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da bacia do Rio Amazonas considerando a Variabilidade e os Câmbios Climáticos* OTCA/PNUMA/OEA. Esta fase preparatória terminou em Junho de 2008 com a submissão da proposta ao PNUMA e ao GEF.

A implementação do Projeto exigirá grandes esforços diplomáticos e institucionais dos países membros da OTCA para desenvolver uma estrutura institucional capaz de gerenciar de maneira coordenada os recursos hídricos da maior bacia hidrográfica do mundo, especialmente quando se considera o fato de que os oito países apresentam capacidades econômicas e técnicas muito distintas, tanto em termos de escala como do marco institucional e legal.

Desta forma, o Projeto proposto foi dividido em 3 etapas com duração de quatro anos cada:

- A 1<sup>a</sup> etapa foi destinada a elaboração do Programa de Ações Estratégicas (PAE) baseado em dez sub-projetos que devem proporcionar (i) um diagnóstico dos problemas mais importantes da bacia amazônica e (ii) os dados necessários para a formulação das ações estratégicas e do desenvolvimento de capacidade institucional. Esta etapa foi concluída em Junho 2008.
- A 2<sup>a</sup> etapa, prevista para 2009 - 2012, será destinada à implementação das atividades estratégicas do PAE, criando-se as condições materiais e humanas e a preparação das instituições nacionais para um manejo conjunto da bacia amazônica;
- A 3<sup>a</sup> etapa será destinada à efetiva execução do gerenciamento sustentável e integrado dos recursos hídricos da Bacia do Rio Amazonas, levando-se em consideração os prováveis impactos previstos das atuais mudanças nos regimes climáticos globais.

## 2. As características gerais da bacia do Rio Amazonas

A Bacia do Rio Amazonas ocupa inteiramente a região central e leste da América do Sul, estendendo-se, a partir do leste da cordilheira dos Andes, do Platô da Guiana ao norte até o Platô Brasileiro ao sul. A Bacia cobre mais de 6.100.000 km<sup>2</sup> ou 44 % da superfície terrestre do continente sul-americano, estendendo-se pelos seguintes países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, Figura (1).



Fig.1. Superfície terrestre do continente sul-americano, estendendo-se pelos seguintes países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, Superfície Amazônica.

A Bacia possui características climáticas e topográficas extremamente variadas, com elevações a partir do nível do mar na foz do rio Amazonas até 6500 m nos Andes. Os níveis de precipitação variam entre 200 mm por ano nos Andes até 6000 mm por ano no sopé da cordilheira e em algumas regiões das planícies. As variações de precipitação entre as estações do ano são o resultado dos movimentos na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com períodos de máxima precipitação entre os meses de março e junho no hemisfério norte e de dezembro a março no hemisfério sul.

O rio Amazonas, que nasce no Peru e desemboca 7100 km depois na costa atlântica do Brasil, é o maior, mais largo e mais fundo rio do mundo. A sua descarga, de aproximadamente 210.000 m<sup>3</sup> por segundo, excede a soma das descargas dos próximos nove maiores rios do mundo. Suas características hidrológicas são únicas. O rio Amazonas é dividido em 10 grandes sub-bacias, das quais as maiores em superfície são as do Negro, Xingu, Madeira, Tapajós e Juruá. A sub-bacia do rio Negro – composta pelos rios Negro, Branco e afluentes – é a maior em área, representando quase ¼ da superfície terrestre total da Bacia.

Em termos de descarga, do ponto de vista hidrológico, aproximadamente 65 % do total da Bacia que se dirige ao Oceano Atlântico têm origem nas sub-bacias dos rios Solimões e Madeira, que nascem nos Andes e compõem cerca de 60 % da superfície terrestre total da Bacia. Cerca de 15 % do fluxo vêm da sub-bacia do rio Negro.

A maior parte da Bacia se encontra coberta por floresta tropical, representando mais de 56 % de todas as florestas lati-foliadas do planeta. Seus ecossistemas se caracterizam por grande biodiversidade, com mais de 30000 espécies de plantas, aproximadamente 2000

espécies de peixes, 60 espécies de anfíbios, 35 famílias de mamíferos e aproximadamente 1800 espécies de aves.

A bacia do rio Amazonas contém as maiores reservas de bauxita conhecidas (cerca de 15 % do total mundial) e as indústrias de mineração são mega-fornecedores de ferro, aço, alumínio, ouro e estanho para os mercados mundiais. A madeira e seus subprodutos, agropecuária e soja, são outros produtos da Bacia cuja demanda de exportação é crescente.

A população humana na bacia do rio Amazonas ultrapassa os 20 milhões de habitantes, a maioria das quais concentradas em áreas urbanas – Iquitos, Letícia, Manaus, Rio Branco, Porto Velho, Boa Vista, Belém e Macapá, entre outras – ao longo do rio e de seus tributários. Nos países andinos da bacia uma grande porcentagem da população é representada por comunidades indígenas localizadas principalmente ao longo das margens do rio Amazonas e de seus tributários. Em décadas recentes houve um acelerado processo de imigração humana para a bacia amazônica com taxas de crescimento populacional que variam de 5,2 % a 7,2 %, muito acima dos valores médios nacionais dos países amazônicos. Esses fatores, aliados a altos índices de pobreza, exercem uma constante pressão sobre os recursos naturais da região, em particular sobre as florestas nativas remanescentes.

### 3. Problemas para o manejo integrado de bacia amazônica

#### 3.1. A definição das fronteiras

A Bacia Amazônica engloba no total oito países (Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela) e, com exceção de Guiana, Suriname e Venezuela, ocupa partes significativas dos seus territórios nacionais. Assim, por exemplo, em países como Brasil, Bolívia e Peru a Bacia Amazônica ocupa mais da metade do território nacional.

A seguinte Tabela (1) mostra os países-membros da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) que compõem esta região e as superfícies correspondentes das partes amazônicas em relação ao território nacional de cada país.

País			Amazônia								hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual		
Nome	Superfície	População	Superfície			População			País	Região	País	Região		
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região				Total	% País	
Brasil	8514876	169799170	5034740	59,12	67,76	20129685	11,85	71,94	19,9	4,0	1,93	2,94	1,93	2,94
País			Amazônia								hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual		
Nome	Superfície	População	Superfície			População			País	Região	País	Região		
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região				Total	% País	
Bolívia	1098581	8274325	398000	36,23	5,36	805101	9,73	2,88	8,0	2,0	2,74	3,06	2,74	3,06
País			Amazônia								hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual		
Nome	Superfície	População	Superfície			População			País	Região	País	Região		
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região				Total	% País	
Colômbia	1138906	43817000	477274	41,91	6,42	1130295	2,58	4,04	38,5	2,4	1,61	2,50	1,61	2,50

País			Amazônia						hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual				
Nome	Superfície	População	Superfície			População				País	Região	País	Região	
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região						
Equador	256730	12156608	115745	45,08	1,56	548419	4,51	1,96	47,3	4,7	2,10	3,20		
País			Amazônia						hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual				
Nome	Superfície	População	Superfície			População				País	Região	País	Região	
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região						
Guiana	214999	742041	214999	100,00	2,89	742041	100,00	2,69	3,4	3,4	0,23	0,23		
País			Amazônia						hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual				
Nome	Superfície	População	Superfície			População				País	Região	País	Região	
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região						
Peru	1285215	27546574	759057	59,06	10,21	3872120	14,06	13,84	21,4	5,1	2,00	3,70		
País			Amazônia						hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual				
Nome	Superfície	População	Superfície			População				País	Região	País	Região	
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região						
Suriname	163470	481146	163470	100,00	2,20	481146	100,00	1,72	2,9	2,9	1,50*	1,50*		
País			Amazônia						hab/ km <sup>2</sup>	Taxa Crescimento Anual				
Nome	Superfície	População	Superfície			População				País	Região	País	Região	
			Total	% País	% Região	Total	% País	% Região						
Venezuela	912046	24915902	183500	20,12	2,47	113722	0,46	0,41	27,3	0,6	2,20**	2,10**		

Tabela 1 - Geografia e População da Amazônia.

Entretanto, os limites da Amazônia estão ainda longe de serem claramente definidos. Para uma Organização cuja meta histórica é a integração da região amazônica é, portanto, estratégico liderar a discussão sobre os limites e fronteiras desta complexa região. Atualmente se trabalha basicamente com três maneiras de definições:

- Considerando-se os limites da *Bacia hidrográfica* do Rio Amazonas, somente pequenas partes da Guiana e do Suriname pertencem de fato à Amazônia, porque a grande maioria dos rios destes países deságuam diretamente para o Oceano Atlântico. Além disso, há uma certa discussão sobre a inclusão ou não das bacias que deságuam na Baía de Marajó, na parte sul do Delta Amazônico.
- Ao contrário, do ponto de vista do *bioma amazônico* a Guiana e Suriname são considerados 100 % amazônicos.
- Finalmente há a definição *geopolítica* das fronteiras amazônicas onde cada país define sua organização territorial amazônica através de critérios de políticos nacionais, como no caso brasileiro a chamada *Amazônia Legal*, que é composta por oito estados

brasileiros politicamente bem definidos, e que não correspondem nem as definições hidrográficas, nem a extensão do chamado bioma amazônica.

A Figura 2 (*Anexo 3*) mostra a extensão da *Bacia Hidrográfica* (incluindo-se os afluentes do Rio Pará) e do *Bioma Amazônico*.

Além de as dificuldades de se definir os limites hidrográficos da Bacia Amazônica, há uma série de problemas relacionados diretamente e indiretamente com a *Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e as consequências dos Câmbios Climáticos*, que precisam ser considerados na elaboração de uma estratégia de manejo integrado recursos hídricos da Bacia.

Os seguintes problemas aqui enumerados foram considerados na elaboração do *projeto GEF-Amazonas* e incorporados na forma de atividades específicas.

## **Principais problemas ambientais e socioeconômicos**

### **Desmatamento**

Desde 1970 mais de 600000 km<sup>2</sup> da floresta amazônica foram destruídos. Desmatamento, degradação de ecossistemas, fragmentação e perda da biodiversidade foram as consequências da expansão da agro-indústria, da pecuária extensiva, das madeireiras e da mineração em certas regiões da Amazônia e ausência do Estado e de políticas públicas (Morton, D. et al., 2006).

Estas atividades estão impactando os fluxos de Carbono e aumentam a vulnerabilidade da Região em relação aos câmbios climáticos.

Um estudo recente da NASA (2001-2004) sobre a expansão da agropecuária no sul da Amazônia brasileira, mostrou uma nítida tendência no aumento das taxas de desmatamento durante os quatro anos monitorados. De acordo com o mesmo estudo, o desmatamento da Amazônia representa a maior parcela das emissões de CO<sub>2</sub> do país. A pesquisa também revela uma correlação direta entre as áreas desmatadas para a agropecuária e os preços da soja no Mercado mundial. Neste contexto, iniciativas de certificação da produção oriundos da Amazônia e a compensação de serviços ecossistêmicos podem contribuir para reduzir as taxas de desmatamento.

Entretanto, O Estado do Amazonas ainda conservou cerca de 90 % de sua cobertura florestal devido à existência do Pólo Industrial de Manaus (PIM), que alivia a pressão econômica sobre as florestas. Uma pesquisa desenvolvida pelo instituto PIATAM demonstra a clara relação entre o desenvolvimento do PIM e as baixas taxas de desmatamento no Estado do Amazonas (Alexandre Rivas et al., 2008).

### **Degradação e perda dos solos**

Por outro lado, a agropecuária degrada e destrói os finos solos amazônicos e a perda da cobertura vegetal implica na rápida perda de nutrientes que não podem ser restituídos.

Uma pesquisa recente nas áreas rurais do oeste da Amazônia brasileira, usando sensoriamento remoto, examinou a relação entre tipos de uso da terra e tipos de cobertura da terra e os riscos derivados da degradação dos solos. O resultado da pesquisa mostra claramente a relação direta entre erosão, degradação irreversível de terras e o crescimento da agropecuária.

### **Perda da Biodiversidade**

A Amazônia é o lar de uma impressionante quantidade de espécies de plantas e organismos: 1.5 milhões de plantas classificadas, ao redor de 3000 espécies de peixes, além de grande número répteis, cerca de 950 diferentes espécies de aves, e inúmeros insetos e micro-organismos. Entretanto, somente uma parte relativamente pequena é conhecida e classificada.

Outra causa da perda de biodiversidade é a variabilidade climática, como consequência das mudanças climáticas globais e da interação com fatores regionais. Aumento da temperatura da água, secas intensas, e mudanças no regime pluviométrico afetam espécies autóctones sensíveis e abre espaço para espécies exóticas que invadem ecossistemas locais, diminuindo assim a diversidade populacional original.

Tanto as mudanças climáticas globais como a perda da floresta tropical têm implicações ambientais, econômicas e sociais em escala local regional e global. Para se desenvolver estratégias de manejo de uma bacia hidrográfica da complexidade e dimensão da Amazônia é preciso desenvolver a competência científica e tecnológica compatível com o tamanho do desafio. Para este efeito o projeto GEF prevê a formação de recursos humanos capacitados na gestão de bacias hidrográficas transfronteirizos.

Novos conhecimentos sobre o funcionamento do sistema amazônico nas suas complexas interações com o sistema global são fundamentais para se poder desenvolver estratégias de intervenção que garantam a melhoria da vida das populações locais sem destruir a base das riquezas da biodiversidade.

### **Contaminação dos Recursos Hídricos**

Um dos paradoxos da Amazônia é o fato de que sua população dispõe da maior quantidade de água doce per capita do mundo, mas praticamente não tem acesso a água efetivamente potável e a grande maioria das doenças endêmicas da região são veiculadas pela água. Por outro lado, devido a enorme quantidade de água doce disponível, pode-se dizer que em escala regional as águas do Rio Amazonas não são contaminadas, mas há importantes pontos focais de poluição, resultado da descarga de águas negras urbanas, da indústria e empresas de mineração, dos garimpos (mercúrio), da agro-indústria (agrotóxicos) e dos impactos causados pela extração de petróleo e gás natural em grande escala nas bacias de Pastaza, Tigre, Corrientes e Napo (Peru/Equador) e a bacia de Urucu

(Brasil). Finalmente, em certas regiões amazônicas, especialmente na Colômbia há contaminação por produtos químicos decorrentes da produção de cocaína.

O projeto GEF prevê o desenvolvimento de um grande banco de dados interativo sobre quantidade e qualidade das fontes de poluição hídrica na Amazônia e uma revisão e adequação das regras e da legislação como base de um manejo conjunto da bacia amazônica.

### **Aumento da intensidade das enchentes e secas**

Estudos recentes mostraram que a Bacia Amazônica é mais vulnerável para secas que para inundações, porque secas extremas comprometem a navegação, isolando comunidades inteiras que padecem da falta de alimentos, falta de água potável e de assistência médica e, sobretudo, estão impedidos de pescar. Além disso, as secas provocam e/ou facilitam a expansão de grandes incêndios que por seu lado afetam a população e os ecossistemas das mais variadas maneiras.

Redes hidrometeorológicas insuficientes ou inexistentes e a falta de sistemas de prevenção e alerta, são limitantes importantes para os governos e comunidades amazônicas de adotar medidas de adaptação e para evitar ou minimizar as perdas humanas, econômicas e ambientais decorrentes de eventos climáticos extremos.

Também em relação a este problema o projeto GEF prevê atividades específicas tais como o desenvolvimento de um Atlas de Vulnerabilidade Climática da Amazônia e um sistema de alertas e prognósticos climáticos a disposição de toda a sociedade amazônica.

### **Degradação e perda de ecossistemas aquáticos**

Os ecossistemas aquáticos são estratégicos para o manejo integrado dos recursos hídricos da bacia Amazônica devido ao seu papel fundamental na satisfação das necessidades básicas das populações ribeirinhas e na sua importância global para manter o balanço ecológico e a diversidade da fauna e flora.

Entretanto, o caráter transfronteiriço dos ecossistemas aquáticos e a diversidade das regulamentações nacionais tornam difícil o controle da pesca predatória e a proteção de espécies em perigo de extinção. Por outro lado, uma elevação da temperatura média das águas, põe em perigo a reprodução das espécies mais sensíveis. Atualmente, já há regiões na Amazônia onde comunidades ribeirinhas e indígenas reclamam das dificuldades enfrentadas pela pesca artesanal, devido a sobre-pesca das grandes empresas de pesca.

Há, portanto, uma necessidade vital de harmonização da legislação ambiental e regulação da pesca comercial entre os países-membros da OTCA. Ao mesmo tempo se precisa de dados científicos consistentes sobre a fauna e flora dos ecossistemas aquáticos. Três atividades do projeto GEF são especificamente dirigidas à identificação dos

ecossistemas aquáticos mais ameaçados e no desenvolvimento de projetos-pilotos para a mitigação dos problemas mais agudos destas áreas.

### **Sedimentação dos Rios Amazônicos**

Uma das consequências mais dramáticas do desmatamento é a erosão que causa não somente a perda de fertilidade dos solos, mas aumenta drasticamente a carga sedimentar dos rios. As áreas mais vulneráveis são as regiões andinas da Bacia, onde há um sensível aumento do escoamento superficial e da evaporação, redução da infiltração e um aumento da carga sedimentar e do material em suspensão dos corpos d'água. As consequências são: modificação da morfologia dos leitos dos rios e um aumento tanto das dimensões das enchentes como das secas. O Rio Amazonas carrega anualmente até 800 milhões de toneladas de sedimentos, provenientes principalmente do Rio Madeira (35 %) e do próprio Rio Solimões - Amazonas (60 %). A situação é, sobretudo, crítica no Rio Madeira, onde estudos mostraram que nas últimas 3 décadas a carga sedimentar do Rio aumentou de mais de 20 %. Esta situação causa problemas para a navegação, perdas econômicas e afeta a vida das populações ribeirinhas e os ecossistemas aquáticos em geral.

### **As águas subterrâneas**

Na Amazônia os centros urbanos usam geralmente águas superficiais para os grandes sistemas de abastecimento público. As águas subterrâneas são usadas (através de poços relativamente rasos e abertos) basicamente para o abastecimento doméstico onde não há serviço público de distribuição de água. Entretanto, a manutenção deficiente dos poços muitas vezes é um fator de disseminação de doenças e de contaminação dos aquíferos. Por outro lado, as águas subterrâneas representam um grande potencial de água potável e há indícios geológicos sobre a existência de um gigantesco sistema aquífero transfronteiriço que precisa ser investigado.

Além da qualidade, outro aspecto positivo da utilização correta das águas subterrâneas, especialmente nos grandes centros urbanos, é a relativa independência dos sistemas de abastecimento em relação a eventos meteorológicos extremos. Por esta razão, o programa de ações estratégicas inclui um estudo hidrogeológico para se definir os limites geológicos do sistema aquífero amazônico.

### **Eventos meteorológicos extremos**

A Bacia Amazônica é afetada pelas variações climáticas do tipo ENSO que se tornaram mais freqüentes desde a década passada. Por exemplo, o El Niño de 1997 já causou uma seca intensa em algumas regiões da Amazônia. Em 2005, o mesmo fenômeno causou a seca mais intensa dos últimos 100 anos e grandes danos econômicos, sociais e ecológicos. Rios e lagos secaram pela primeira vez matando enormes quantidades de

peixes, populações foram isoladas, fome e doenças se propagaram e o calor e a secura provocaram queimadas em grande escala.

Aqui também se mostra a urgência para se criar sistemas de prevenção e prognósticos baseadas em *know how* científico e em compreensão do complexo sistema de interações climáticas e dos fatores que controlam o clima da zona de inversão tropical.

### **O degelo das geleiras andinas**

Mais de 70 % de todas as geleiras dos trópicos estão localizadas na região andina do Peru, com uma extensão de aproximadamente 2000 km<sup>2</sup>. Durante os últimos 25 anos as geleiras foram reduzidas para 1596 km<sup>2</sup> em decorrência das mudanças climáticas, e as águas oriundas das geleiras foram reduzidas em 22 %. Isto representa uma séria ameaça à recarga dos rios amazônicos provenientes desta região. Pesquisas estimam que em 2015 todas as geleiras até uma altura de 5500 m terão desaparecido.

O degelo das geleiras afeta negativamente as comunidades andinas em vários aspectos. Primeiramente desaparecem as fontes de água potável, mas, sobretudo, surgem riscos de desabamentos, como foi o caso de Huascaran Nevado (Peru), onde morreu toda a população da cidade de Yungay (cerca de 20000 pessoas), na década dos anos setenta.

### **Aumento da temperatura do ar, água e nos solos**

De acordo com pesquisas recentes, um aumento de + 0,81°C da temperatura do ar na Amazônia foi registrado nos últimos 100 anos. As consequências são uma diminuição da umidade dos solos (o que afeta o balanço hídrico) e uma crescente susceptibilidade para incêndios de larga escala (Marengo, J. 2006).

Pequenas mudanças de parâmetros como a temperatura podem causar grandes efeitos em sistemas tão sensíveis e complexos como os ecossistemas amazônicos. Por esta razão, há uma urgência na preparação da sociedade amazônica para medidas de adaptação através da criação de sistemas de previsão eficientes.

Em última instância, percebe-se que a gestão integrada dos recursos hídricos face aos câmbios climáticos requer uma ampla gama de medidas estratégicas que ultrapassam questões puramente hidrológicas e técnicas.

A inclusão da sociedade amazônica neste processo, a formação de recursos humanos capacitados em perceber o funcionamento do sistema como um todo e a instalação de infra-estruturas adequadas são as bases de um programa de ações estratégicas que a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica propõe através do projeto GEF Amazonas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Fonte de todos os dados citados no texto: [www.otca.org.br/gefam](http://www.otca.org.br/gefam).

## Fontes bibliográficas citadas no texto

- Marengo, J. 2006. 'Mudanças Hidroclimáticas e os Riscos Decorrentes para Comunidades Humanas e Ecossistemas Vulneráveis', *Final Report of Consultancy PDF-B Amazon Project*.
- Morton, D. *et al.* 2006. 'Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon', in *Proceedings of the National Academy of Sciences-PNAS*, [www.pnas.org](http://www.pnas.org).
- RivasA.; *et al.*, 'Como Proteger a Amazônia? Discurso ou Fato: evidências do Pólo Industrial de Manaus', *Instituto PIATAM*, Manaus-AM, Jul. – 2008.



# **Humedales amazónicos: experiencias de concertación para el manejo sostenible en territorios indígenas**

*Santiago R. Duque*

*Catalina Trujillo*

*Ángela Huérano*

*Silvia López-Casas*

*Fernando. Trujillo*

## **Abstract**

In this article we try to show the details of a work elaborated by some Colombian state entities and academic community that has the main purpose of establishing strategies of administration and control of natural resources. The principal goal of this interesting work is to help to indigenous communities in order them to have the ability of governing autonomously their territories. The study focuses on wetlands and flood low-lying areas that are the basis of livelihood of their residents.

**Keywords:** *natural resources, indigenous communities, Colombia.*

## **1. Introducción**

La Amazonía colombiana con cerca del 30% del territorio del país, presenta diferentes figuras de ordenación; parques y reservas naturales, zonas de reserva forestal y sectores de extracción a dicha reserva, poblados y resguardos indígenas. Con la constitución política de 1991 los pueblos indígenas tienen las herramientas normativas para generar sus propios procesos de desarrollo y la formulación de sus planes de vida. En apoyo a estos procesos, entidades del gobierno nacional y la comunidad académica, buscan espacios de trabajos y concertación con las comunidades indígenas.

Los resultados exitosos que se presentan en este artículo, corresponde a un ejercicio de planificación integral de una extensa área de zonas bajas inundables de la parte sur de la Amazonía colombiana; el pueblo TICOYA (conformado por etnias Ticuna, Cocama y Yagua) considera que una parte integral de sus conocimientos y acciones de sostenibilidad y economía, se basan en el aprovechamiento de los recursos presentes en sus humedales (Duque et al 2008a, López-Casas 2008, Trujillo 2008). Pero, el uso irracional de la pesca con artes no tradicionales, la tala excesiva de sus bosques, entre otros problemas ya genera preocupación en los pobladores y en las entidades encargadas del manejo de estos recursos. Por esto un ejercicio de trabajo conjunto entre los investigadores y los pobladores es una buena manera de poder alcanzar las metas que permitan a las propias comunidades

indígenas la capacidad administrar y gobernar de forma autónoma sus territorios. El artículo muestra los detalles de este ejercicio participativo y los logros alcanzados.

## 2. El área del resguardo y su dinámica

Esta región no solo alberga una gran riqueza biológica, sino que también contiene un inmenso patrimonio cultural representado en las diversas poblaciones ancestrales que habitan la región, con quienes hemos compartido esta experiencia de trabajo mancomunado orientada a la construcción de un manejo sostenible para los recursos de su territorio.

La ocupación de este territorio se remonta a los siglos XVI y XVII (Bolian 1974) cuando la región se encontraba poblada por diversas etnias de tierra firma entre ellos los Ticunas, Omaguas, Yurimaguas, Aizuares e Ibanomas (Ochoa *et al.* 2006). Estas etnias en su mayoría desaparecieron en el siglo XVIII durante las ofensivas misioneras, militares y de comerciantes esclavistas (Zárate 1998). Los grupos Ticuna que encontramos en el presente lograron sobrevivir gracias al desarrollo de estrategias de adaptación y movilidad espacial a lo largo de las áreas de tierra firme ubicadas entre los ríos Amazonas y Putumayo (Ochoa *et al.* 2006). Hoy día, la población se concentra en 21 aldeas rurales asentadas en las riberas de los ríos Amazonas y Loretoyacu, que conforman el resguardo indígena Ticuna, Cocama y Yagua (TICOYA) del municipio de Puerto Nariño, del departamento del Amazonas colombiano. La población actual se estima en alrededor de seis mil personas que comparten territorio, recursos y cultura, y cuya forma de vida esta enmarcada dentro de su cosmología indígena, pero al mismo tiempo, por el actual proceso de incorporación a la economía de mercado.

Actualmente el municipio de Puerto Nariño se encuentra organizado en un área de ocupación urbana (2%), el territorio rural del resguardo (92%), el Parque Nacional Natural Amacayacu (5 %) y el área rural privada (1%; Duque *et al.* 2008b). La población es mayoritariamente indígena (95 %) habitando en la zona del resguardo. En la cabecera urbana se concentra un pequeño grupo de población de colonos que llegaron a la región durante las diferentes bonanzas económicas de la Amazonía (Domínguez 2005), y quienes actualmente controlan la actividad económica y comercial de la región. La actividad económica se concentra en el uso y extracción de los recursos de la selva y el río, tanto para la subsistencia como para su comercialización en pequeña y mediana escala.

También se encuentran algunas formas de empleo asociadas al comercio de bienes y servicios y más recientemente a la prestación de servicios de ecoturismo; adicionalmente el sector Estatal ofrece una fuente considerable de empleos asociados a prestación de servicios de salud y educación. Sin embargo, la principal actividad productiva de la población recae sobre los recursos de libre acceso y en especial sobre el pesquero, tanto por parte de la población local como por colonos, comerciales y habitantes de las poblaciones cercanas en Perú y Brasil (Duque *et al.* 2008a y Trujillo, 2008).

Al igual que en otras regiones amazónicas, las dinámicas socioeconómicas del municipio, están fuertemente asociadas a las condiciones del ambiente, las cuales se

determinan por los ritmos de las aguas que bañan la Amazonia; el nivel de fluctuación estacional de los ríos demarca la inundación de las várzeas y los cultivos, así como también la oferta natural de los diversos recursos y la capacidad de carga de los ecosistemas que integran el territorio.

Para la población indígena, la importancia de la pesca se refleja tanto en su cultura alimentaria, como en la dependencia económica y ambiental sobre el recurso pesquero, sin contar los usos y beneficios culturales derivados del manejo y aprovechamiento de los diversos cuerpos de agua. Es decir, para la población indígena, los cuerpos de agua no solo constituyen una fuente de alimento y subsistencia, sino que también representan sus formas de ver, entender y relacionarse con el medio natural que los rodea. Esto se hace visible por medio de las historias ancestrales que rodean lagos, ríos y bajales, en donde figuras de animales asombrosos y míticos protegen las diferentes especies animales y vegetales presentes en los diferentes humedales de la región. Pudimos saber de lagos encantados a los que hay que pedir permiso a los espíritus para poder ingresar a ellos y así no quedar bajo el influjo de dichos seres guardianes.

Específicamente para el Plan de Manejo, por medio de las reuniones y charlas informales con los participantes, se hizo alusión a una “boa negra” que personifica a un ser protector de las zonas en donde abunda el aguaje (*Mauritia Flexuosa*), palma de gran importancia para el consumo humano y de peces, además de encontrarse generalmente en zonas bajas e inundables que representan todo un ambiente acuático particular llamado “aguajal”. Es por esta razón que la población participante de los talleres del plan de manejo de humedales, decidió renombrar la actividad como “boa negra”, haciendo alusión directa al este ser protector que cuida y vela por los aguajal y sus habitantes, de la misma manera que el plan de manejo busca proteger los cuerpos de agua y la fauna que en ellos se alberga.

En Puerto Nariño, la pesca constituye la principal fuente de proteína y de generación de ingresos monetarios, es uno de los reglones comerciales más importantes de la zona y una de las principales actividades de subsistencia de la población. Es por esta razón, que durante la última década el recurso íctico ha manifestado reducciones significativas, tanto en el volumen de las poblaciones como en las tallas de los individuos capturados (Durrance de Obaldia, 2003 a y b). Esta disminución del recurso ha generado nuevas condiciones ambientales en la región generando cambios en la economía y las prácticas de subsistencia de la población (López-Casas 2008).

Según la percepción de los pobladores, la oferta pesquera del río diminuye cada año mientras que la cantidad de pescadores ha aumentado progresivamente, causando una menor productividad para cada pescador (Murillo 2006). El problema se agrava al no existir en la región, alternativas de ingresos diferentes a la extracción de recursos, que ofrezca a la población los medios para satisfacer sus necesidades de alimentación, salud, educación y transporte. En este momento, la población enfrenta una creciente demanda de dinero, bienes y servicios, que ante la ausencia de mercados y fuentes de producción y empleo, debe ser satisfecha mediante la extracción de los recursos que se tienen a disposición. Esta dinámica tiende a ser creciente y de no implementarse estrategias sostenibles para combatir

estas tendencias puede ponerse en riesgo la seguridad alimentaria, la calidad del ambiente y la calidad de vida de la población indígena. (Trujillo 2008).

De todo esto surge la necesidad de formular un plan de manejo que coordine las formas de uso y aprovechamiento de los recursos asociados a los cuerpos de agua con que cuenta el resguardo y que constituyen la base de la vida del pueblo TICOYA como se define dentro de su plan de vida. Este trabajo está orientado a la construcción de dicho plan, buscando responder a las necesidades de control local, acorde a las características económicas, ambientales y culturales de la población y del territorio.

Finalmente, este plan de manejo que aún se encuentra en construcción, es una compilación de esfuerzos y de diferentes conocimientos, en busca de acuerdos en torno al manejo y el uso de ciertos ambientes acuáticos.

### **3. Proceso metodológico**

Para llegar a una formulación del Plan de Manejo de los Humedales del Interfluvio de los ríos Loretoyacu y Amazonas, el equipo de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia y la Fundación Omacha, siguió cuatro pasos (Duque et al 2008a): socializar, diagnosticar, sensibilizar y formular.

Realizar el plan de manejo no fue tarea fácil ya que hoy en día, el concepto que se tiene en las comunidades indígenas sobre la investigación científica y la aplicación de planes estatales es más bien negativa; no hay una clara manifestación en contra de dichas actividades pero sí se presenta, lo que es peor, una real indiferencia y una baja participación en los procesos de construcción comunitaria. De esta manera, el municipio de Puerto Nariño no es la excepción.

Por dicha razón, fue indispensable realizar un profundo proceso inicial de divulgación ante el Cabildo Mayor y los Cabildos Menores que conforman el Resguardo TICOYA, con el fin de dar a conocer la información necesaria sobre quiénes serían las personas que realizarían el trabajo, las actividades que se sugerían perpetrar y los mecanismos de divulgación; el mismo proceso se realizó ante las comunidades participantes y de este modo se llegó a acuerdos para dar inicio a la formulación del plan de manejo.

### **4. Fase de socialización**

Nuestros primeros pasos fue hablar con la mayoría de personas posibles dentro del resguardo para que se enteraran de qué se trataba el plan de manejo. Cabe anotar que no se comenzó el trabajo de socialización/diagnóstico hasta que no se llegó a los acuerdos con las autoridades del resguardo. Fue necesario hacer varias reuniones previas en las que los cabildos manifestaron sus ideas de cómo debía ser realizado el plan. Ante todo se propuso a los habitantes de las comunidades involucradas y al Cabildo Mayor, que la construcción del plan de manejo tenía que ser una iniciativa que debía partir de ellos mismos, que eran sus

ideas, formas de uso y manejo, los que darían las pautas para este trabajo. En este sentido, el equipo de trabajo siempre apuntó a que la experiencia y el conocimiento de los habitantes del resguardo fuese el insumo principal para la construcción del Plan de Manejo.

De manera conjunta, el Cabildo Mayor y la Universidad Nacional acordaron realizar una reunión el día 14 de Noviembre de 2006. Para esta reunión se invitó a cinco representantes de cada una de las 14 comunidades participantes y se dispuso de los medios para su movilización, alimentación y asistencia. Previo a la reunión, se socializó sobre la realización de la misma, se repartieron invitaciones y folletos informativos del Plan de manejo, explicando en ellos la importancia del plan, sus utilidades, beneficios y beneficiarios. Posteriormente, se visitó cada comunidad para invitar personalmente a los participantes y suministrarles el combustible necesario para su movilización desde la comunidad hasta Puerto Nariño y así garantizar su participación en la reunión.

Esta reunión tuvo como objetivo presentar el grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia y la Fundación Omacha, que trabajarían en la Formulación del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales, y plasmar la importancia del plan de manejo en aras de la conservación de los lagos, sus especies y las formas en que la población utiliza sus recursos para su reproducción social y cultural.

Durante la reunión los participantes de las comunidades también dieron sus puntos de vista y manifestaron que para ellos el Plan de Manejo era importante, pero que también deseaban que la Universidad –y demás instituciones- demostraran un mayor interés por la región y sobre todo por la población indígena que hoy día demanda capacitación y formación en competencias académicas y laborales. También se enfatizó en la necesidad de desarrollar proyectos efectivos que apunten a la solución de los problemas que se presenten al interior de las comunidades. Finalmente los asistentes a la reunión exigieron resultados tangibles y esperan que el plan de manejo se consolide como una alternativa de manejo y control territorial que repercuta en una mayor calidad de los recursos naturales y mayor bienestar para la población.

Como requisito para el inicio de las actividades acordamos con el Cabildo Mayor del resguardo, realizar una reunión de socialización en cada una de las catorce comunidades (14) participantes, esto con el objetivo de que todos los miembros de la comunidad pudieran enterarse del plan de manejo y de cómo se llevaría a cabo. Adicionalmente, el cabildo Mayor condicionó el desarrollo de las actividades, a la autorización individual por parte de cada comunidad. Finalmente, después de diversas visitas y varias reuniones a las comunidades se reunieron nueve (09) autorizaciones escritas y la participación de trece (13) comunidades incluyendo el casco urbano.

#### **4. Fase de diagnóstico**

Luego de obtener la aprobación para dar inicio al plan de manejo, se conformaron comités de trabajo representativos de cada una de las comunidades; uno para la zona que

cobija las comunidades sobre la margen del río Loretoyacu y un comité individual en las comunidades de Naranjales, Boyahuazu y Tarapoto.

Los comités de trabajo se desarrollaron en talleres de dos días. Cada comité fue conformado por cuatro representantes de la comunidad con quienes se construyó el diagnóstico de identificación de la fauna acuática, terrestre y aérea que se encuentra en los humedales de la zona. También se elaboraron mesas de discusión, para analizar temas como, el estado de la población de peces; los elementos de estructura y equipamiento con el que cuentan las poblaciones, los proyectos que se habían realizado y sus resultados, además de identificar los problemas que se presentan en los lagos y los posibles proyectos para solucionarlos.

El comité de la zona I, estuvo conformado por los representantes de nueve (9) comunidades ubicadas sobre las márgenes del río Loretoyacu; este comité se reunió en la comunidad San Juan del Socó, y su realización fue una de las más dispendiosas, ya que por incluir un número considerable de personas implicó una gran logística. Para esta reunión se comenzó con la elaboración de un plan de invitación, que consistió en visitar cada comunidad para invitar personalmente a los participantes y así garantizar su asistencia. El siguiente paso fue elaborar el plan de transporte fluvial para recoger a los participantes de cada comunidad y concentrarlos en el lugar de la reunión, en la cual se garantizó la alimentación el alojamiento, y todo lo necesario para que los asistentes se sintieran cómodos, bien atendidos y motivados a participar en las actividades del plan de manejo.

Los comités de las comunidades de Naranjales, Boyahuazu y Tarapoto, se hicieron de manera separada debido a la distancia entre las comunidades involucradas. En todas las reuniones, durante la noche, compartimos el alojamiento y tuvimos la oportunidad de intercambiar conocimientos y de conocer otro tipo de vivencias y formas de percepción de la vida que poseen las personas que habitan en los pequeños caseríos de la ribera del ríos Amazonas, Boyahuazu y Loretoyacu.

## 6. Fase de formulación

Para la fase de formulación se realizó dos talleres consecutivos, uno para identificar problemas y otro para formular soluciones. El taller de sensibilización e identificación de problemáticas concretas se realizó el día 03 de mayo de 2007 en la balsa del resguardo TICOYA. El objetivo del taller era identificar las problemáticas que se presentan en los diferentes humedales del resguardo. En este se realizó un ejercicio de trabajo en grupos de discusión por áreas geográficas; en cada grupo se identificó en primera instancia, los problemas de los cuerpos de agua y luego las posibles soluciones para los mismos.

Posteriormente, los participantes decidieron asignar un nombre “propio” que identificara al plan de manejo y que tuviera sentido para los habitantes del resguardo. Es así como se denominó “*Plan de Control y Manejo de las Zonas Bajas y Sagradas para la Conservación del Pueblo TICOYA, Daune, Kikuri, Codi*”. Estas tres palabras al final significan en lenguas Ticuna, Cocama y Yagua, “boa colorada guardián de los aguajales”.

La reunión terminó con una plenaria sobre los problemas identificados junto con sus posibles soluciones, con el fin de que todos los asistentes tuvieran conocimiento de los resultados propuestos por ellos mismos. Los problemas más recurrentes expuestos por los participantes fueron: La tala de árboles maderables y de consumo, la extracción desordenada de peces ornamentales, La incursión de barcos pesqueros de otros países, el uso indebido de mallas en lugares y fechas no apropiadas. La Falta de un reglamento de uso de los lagos y el río.

El taller de formulación fue realizado los días 03 y 04 de julio de 2007, en la Alcaldía de Puerto Nariño. El objetivo de éste, consistía en plantear posibles proyectos de acuerdo a lo identificado en el taller de la balsa, en torno a cuatro ejes o líneas temáticas: Pesca, Bosques, Alternativas de ingreso sostenibles, Etno-educación ambiental. Durante el primer día se realizó una exposición sobre experiencias de manejo pesquero y etno-educación, ambiental, desarrolladas por la universidad Nacional y la comunidad indígena de la Playa y los lagos de Yahuaracaca, sector de humedales más importante de la ciudad de Leticia (Duque et al 2008b). Adicionalmente se realizó una reflexión sobre la importancia del conocimiento local en la conservación y en la enseñanza de lo que se debe cuidar.

Esta reunión conformó 5 mesas de discusión de donde surgieron las propuestas de los proyectos, que posteriormente se consolidaron en las cinco líneas de acción que conforman el plan de manejo.

Al final de la reunión se hizo un ejercicio de retro-alimentación, en donde se manifestó la necesidad de hacer una mayor socialización dentro de las comunidades con el fin de iniciar la creación de un reglamento de pesca para el resguardo. También se consideró importante la recuperación del conocimiento de los abuelos y reforzar la enseñanza bilingüe; pero como reflexión primordial, se hizo un llamado al compromiso de los habitantes del resguardo para cuidar sus humedales.

## 7. Consolidación de las líneas de acción

Del taller de formulación surgieron cinco líneas de acción que cobijan las diferentes necesidades y problemáticas manifestadas durante los diagnósticos y talleres participativos.

L1- Control y vigilancia; esta línea de acción está orientada a la consolidación de un reglamento para el uso, control y vigilancia de los humedales del interflujo de los ríos Loreto y Amazonas, basado en la construcción de un acuerdo de pesca para el manejo de los recursos hidrobiológicos con las comunidades del área de influencia de cada uno de los humedales.

L2- Revegetalización de cuencas y del bosque inundado; esta línea de acción se orienta a la recuperación de los pepeaderos y demás especies del bosque inundado, como estrategia para garantizar la pesca en la región, tanto de subsistencia como para su comercialización a pequeña escala.

L3- Etno-educacion ambiental; esta línea de acción busca fortalecer los procesos de educación formal y no formal enfocados a la conservación de ecosistemas acuáticos, mediante la capacitación de los docentes de la región, tanto en Puerto Nariño, como en las comunidades alrededor del interfluvio.

L4- Alternativas de ingreso sostenibles; esta línea busca generar alternativas de ingreso diferentes a la extracción de recursos, a través de la Gestión e implementación de atractivos turísticos, a partir de los recursos paisajísticos y culturales con que cuanta la región.

L5- Organización comunitaria “Pensando, pescando y cuidando juntos”; esta línea tiene objetivo fortalecer los procesos de organización y toma de decisiones comunitarias, de manera que repercutan en una mejor manejo del recurso pesquero, con el objetivo de Generar alternativas para la consolidación de sistemas de manejo comunitario a través del desarrollo de juegos económicos.

## 8. Conclusiones

En el plan de vida del Pueblo TOCYA se dice ”en nuestra cosmovisión del mundo el agua es vida”. Por medio de la resolución 001 de 1999 el pueblo TICOYA declara a los humedales de su territorio como zona de manejo especial del resguardo. El ejercicio logrado y la implementación de las líneas de acción planteadas en este trabajo, permitirá que las comunidades allí asentadas logren mejores beneficios personales y comunitarios para su sustento de vida y permitan lograr acuerdos y acciones de los pobladores y de las entidades para el mejoramiento de la relación sociedad - naturaleza.

## Agradecimientos

Un trabajo que solo se puede lograr con el concurso y participación de todos y cada uno de los pobladores de las 14 comunidades del Pueblo TICOYA y de sus autoridades; así como de personas de Puerto Nariño y su alcaldía que siempre aportaron y estuvieron atentos al proyecto y sus necesidades. La Universidad Nacional de Colombia – Sede Amazonia, la Fundación Omacha y Corpoamazonia que aportaron recursos y capacidad logística para el desarrollo del trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bolian, Ch. E. 1974. *Archeological excavations in the Trapecio Amazonas*. Ph. D. Dissertation. University of Illinois at Urbana.
- Domínguez 2005. *Amazonia Colombiana: Economía y Poblamiento*. Bogotá: Editorial Universidad. Externado de Colombia.
- Duque S. R., Trujillo C., Huérano A., López-Casas S., Daza E. & F. Trujillo 2008a. ‘Plan de Control y Manejo de las Zonas Bajas y Sagradas para la Conservación del Pueblo

- TICOYA, Daiûne, Kikuri, Codi', *Documento síntesis*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Amazonia, Fundación Omacha & Corpoamazonia. Leticia.
- Duque S. R., Prieto-Piraquive E., Bolívar A. Damaso J., Ipuchima A., Corrales B., Carrizosa E., Granado-Lorencio C. & Rodríguez C. 2008b. *Manejo sostenible de las pesquerías de los lagos de Yahuarcocha (Amazonia colombiana): Una mirada desde el conocimiento local*. Libro Pesquerías Amazónicas. Perú: IRDC.
- Durrance M. L. 2003a. *La naturaleza acuática en la vida social y cultural de los indígenas Ticuna del Municipio de Puerto Nariño, Amazonas*. Proyecto de Grado. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- 2003b. *Pesca de consumo, cambios sociales y transformaciones en la composición de las capturas, artes y zonas de pesca en el Municipio de Puerto Nariño, Amazonas*. Proyecto de Grado. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- López-Casas S. 2008. *El pirarucú Arapaima gigas (Cuvier, 1817) (Pisces: Osteoglossidae) en los lagos del sistema de Tarapoto: aspectos demográficos y culturales*. Tesis Maestría en Estudios Amazónicos, Imani Sede Amazonia UN.
- Murillo, J. 2006. *Percepciones de los usuarios del bosque: Madereros y artesanos, en torno al aprovechamiento forestal en el municipio de Puerto Nariño. Amazonas*. Trabajo presentado para optar al título de Ecólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios ambientales y rurales. Bogotá.
- Ochoa, G., Zarate, C. & Wood, A. 2006. *Puerto Nariño: El pueblo que se mira en el río. Retos al desarrollo sustentable en los municipios amazónicos*. Bogotá: Publicaciones ILSA.
- Pulido y Alarcón 2004. Pulido S & Alarcón J. 2004. *Determinación de la Canasta Usual Alimentos De Puerto Nariño Casco Urbano Departamento de Amazonas*. Bogotá. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- Trujillo C. 2008. *Selva y mercado. Exploración cuantitativa de los ingresos en hogares indígenas*. Tesis Maestría en Estudios Amazónicos, Imani Sede Amazonia UN.
- Zárate, B. C. 1998. 'Movilidad y permanencia Ticuna en la frontera amazónica colonial del siglo XVIII', *Journal de la Société des Americanistes*, 84 (1) pp. 73 – 98.

## **DIMENSIÓN BIÓTICA**

### ***Miren Onaindia Olalde***

Bióloga. Directora de la Cátedra Unesco de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.  
E-mail: miren.onaindia@ehu.es

### ***Carlos A. Nobre***

Doutor em Meteorologia. Presidente do International Geosphere-Biosphere Programme – IGBP (Programa Internacional da Geosfera-Biosfera) e membro do IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática. Membro da Academia de Ciências do Mundo em Desenvolvimento (TWAS), na categoria Ciências da Terra, e da Academia Brasileira de Ciências. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.  
Email: carlos.nobre@inpe.br

### ***Gilvan Sampaio***

Doutor em Meteorologia. Tecnologista Grupo de Interação Biosfera-Atmosfera da Divisão de Clima e Meio Ambiente do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos CPTEC do INPE.

Email: sampaio@cptec.inpe.br

### ***Luis Salazar***

Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, Cachoeira Paulista, SP, Brasil, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Email: salazar@cptec.inpe.br

### ***Marcela Núñez-Avellaneda***

Licenciada en Biología. Investigadora perteneciente al Grupo Ecosistemas Acuáticos, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (Colombia).

Email: mnunez@sinchi.org.co

### ***Ángela Pinzón Pinto***

Agrologa. Licenciada en Biología y Maestría en Suelos. Funcionaria del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Email: angelapinzon@cable.net.co

***Fernando Trujillo***

Biólogo Marino, MSc Environmental Science, PhD in Zoology. Director de la Fundación Omacha (Colombia).

Email: fernando@omacha.org

***María Claudia Diazgranados***

Bióloga marina. Maestra en Ecología. Coordinadora del Programa Marino: *Conservación Internacional*.

Email: mclaudia@conservation.org

***Isabel Gómez***

Bióloga. Trabaja en la Fundacion Omacha.

Email: ivgomezc@yahoo.com

***Marcela Portocarrero***

Bióloga, Candidata a Doctorado, Ecología Acuática y Manejo de Recursos Naturales. Fundacion Omacha.

Email: marzop@gmail.com

***Alexander Velásquez Valencia***

Biólogo y Zoólogo. Director y Curador Museo de Historia Natural. Dirige el Grupo de Investigación en Fauna Silvestre (Universidad de la Amazonia).

E-mail: alexandervelasquezvalencia@gmail.com

***Emmy Johanna Cruz-Trujillo***

Bióloga. Investigadora Asociada museo de historia natural. Pertenec al Grupo de Investigación en Fauna Silvestre (Universidad de la Amazonia).

E-mail: ejcruz@uniamazonia.edu.co

***Naziano Filizola***

Geólogo. Professor da Universidade do Estado do Amazonas (UEA/CESTU) e pesquisador associado do Instituto PIATAM.

E\_mail: npantoja@uea.edu.br

***Luiz Cândido***

Meteórologo. Pesquisador associado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/CPCRH.

E-mail: lcandido@inpa.gov.br

***Antônio Manzi***

Físico. Pesquisador sênior/gerente LBA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/LBA.

E-mail: manzi@inpa.gov.br

***Jhan Carlo Espinoza***

Doutorando em Ciências do meio ambiente – Cooperação: Institute de Recherche pour le développement (IRD – France), Universidad Agraria La Molina (UNALM) – Perú, Laboratoire de Océanographie et de Climat expérimentation et approches numériques (LOCEAN) France y la Université Pierre et Marie Curie (UPMC).

E-mail: jhan-carlo.espinoza@locean-ipsl.upmc

***Josyanne Ronchail***

Geógrafa. Professora da Universidade de Paris VII (Paris Diderot) e pesquisadora no Laboratoire de Océanographie et de Climat expérimentation et approches numériques (LOCEAN).

E-mail: josyane.ronchail@locean-ipsl.upmc.fr

***Jean Loup Guyot***

Hidrólogo. Pesquisador LMTG (IRD, Université de Toulouse, CNRS, OMP).

E-mail: jean-loup.guyot@ird.fr

***Betselene Murcia Ordoñez***

Bióloga. Investigadora. de la Universidad Nacional de Colombia.

Email: bmurcia@uniamazonia.edu.co

***Luis Carlos Chaves Moreno***

Zoootecnista. Maestría en Estudios Amazónicos. Docente e investigador Universidad de la Amazonia (Colombia).

Email: bmurcia@uniamazonia.edu.co

***Erlendy Bernal Cañon***

Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia. Consultor particular de la Corporación Red País Rural y Fundación Amazonia Ewuare.

Email: ebernalc@unal.edu.co

***Jan Dungel***

Biólogo. Miembro de la Sociedad Checa de losArtistas Plásticos, de la Asociación Internacional de Artes-*International Association of Art*, UNESCO (IAA No. C0468) y de la Sociedad Zoológica Checa-*Czech Zoological Society*.

Email: jan.dungel@ecn.cz

**DIMENSION SOCIOECONÓMICA**

***Antxon Mendizabal Etxabe***

Economista. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

Email: joseantonio.mendizabal@ehu.es

***Urtzi Mendizabal***

Biólogo. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco / Euskal herriko Unibertsitatea.

Email: joseantonio.mendizabal@ehu.es

***María del Socorro López Gómez***

Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Antioquia (Colombia).

E-mail: mslopez@udea.edu.co

***Mikel Gómez Uranga***

Doctor en Economía. Especialista en Economía del cambio técnico y de la innovación. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

E-mail: miguel.gomez@ehu.es

***Carlos Ariel Salazar***

Sociólogo. Master en Desarrollo Rural. Coordinador del Grupo Procesos de Ocupación, Poblamiento y Urbanización en la Región Amazónica. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi (Colombia).

E-mail: csalazar@sinchi.org.co

***Martha Cecilia Suárez-Mutis***

Médica Epidemióloga. Miembro de la Sociedad Brasileña de Medicina Tropical. Asistente de investigación del Laboratório de Doenças Parasitárias. IOC/Fiocruz. Rio de Janeiro.

E-mail: marmutis@fiocruz.br

***José Rodrigues Coura***

Médico Epidemiólogo. Miembro Titular de la Academia Nacional de Medicina y Brasileña de Ciencias. Investigador Titular y jefe del Laboratório de Doenças Parasitárias. IOC/Fiocruz (Rio de Janeiro).

E-mail: coura@fiocruz.br

***Hernando Bernal Zamudio***

Agrólogo. PhD Globalización Desarrollo y Cooperación Internacional. Gestor e Impulsor Cátedra Unesco Amazonía ([www.catedraunescoamazonia.org](http://www.catedraunescoamazonia.org)). Red IAASTD Colombia.

E-mail: hernal001@ikasle.ehu.es

***Xabier Gainza Barrenkua***

Economista, Doctor en Globalización Desarrollo y Cooperación Internacional. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

E-mail: xabier.gainza@ehu.es

***Roberto Bermejo Gómez de Segura***

Ingeniero Industrial, Doctor en Economía. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

E-mail: eupbegor@sb.ehu.es

***Carlos García Gáfaro***

Ingeniero Mecánico. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao (Universidad del País Vasco / Euskal herriko Unibertsitatea).

E-mail: carlos.garciaga@ehu.es

***Moisés Odriozola Maritorena***

Ingeniero Industrial. Departamento de Máquinas y Motores Térmicos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao (Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea).

E-mail: moises.odriozola@ehu.es

***Adriana Gomes Affonso***

Bióloga, Doutoranda em Sensoriamento Remoto. Assistente de Pesquisa University of California /Santa Barbara (USA). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (BRASIL).

Email: affonso@dsr.inpe.br

***Evelyn Leão de Moraes Novo***

Geografa. Doutora em Geografia e com Pós Doutorado. Pesquisador Titular III no Instituto Nacional e Pesquisas Espaciais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – São José dos Campos – SP (Brasil).

Email: evlyn@dsr.inpe.br

***Edwin Agudelo Córdoba***

Biólogo Marino. Investigador Principal del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y profesor de la Universidad Nacional (Colombia, Amazonia).

E-mail: eagudelo@sinchi.org.co

***Juan Carlos Alonso González***

Biólogo Marino. Investigador principal del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y profesor de la Universidad Nacional (Sede Amazonia. Colombia).

E-mail: jalonso@sinchi.org.co

***Claudia Liliana Sánchez Páez***

Bióloga Marina. Funcionaria del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Colombia.  
E-mail: [csanchez@ica.gov.co](mailto:csanchez@ica.gov.co)

***Mauro Luis Ruffino***

Diretor de Ordenamento, Controle e Estatística (DICAP) da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR) – Esplanada dos Ministérios Brasília, D.F.  
E-mail: [mauroruffino@seap.gov.br](mailto:mauroruffino@seap.gov.br)

***Rodrigo Roubach***

Gerente de Projetos da Diretoria de Desenvolvimento da Aqüicultura (DIDAQ) da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR) – Esplanada dos Ministérios (Brasília).  
E-mail: [roubach@seap.gov.br](mailto:roubach@seap.gov.br)

***Patrick Lavelle***

Profesor de Ecología en la Universidad Pierre et Marie Curie (Paris 6). Director de l'Unité Mixte de Recherche BIOSOL à l'Institut de Recherche sur le Développement. Delegado en el Museu Paranaense Emilio Goeldi (Belem, Para, Brasil) y CIAT (Cali, Colombia).

E-mail: [Patrick.Lavelle@bondy.ird.fr](mailto:Patrick.Lavelle@bondy.ird.fr)

***Carla Rocha***

Engenheira Agrônoma, professora da Universidade Federal do Pará, lotada no Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural -NEAF-LAET, mestrado em Desenvolvimento e Agricultura/UFRJ (Brasil).

E-mail: [crocha@ufpa.br](mailto:crocha@ufpa.br)

***Juan José Herrera***

Licenciado em Ciências Agrárias, professor da Universidade Federal do Pará, Pesquisador membro do NEAF-LAET, doutorando em Economia Rural pela UNICAMPI. Brasil.  
E-mail: [herrera@ufpa.br](mailto:herrera@ufpa.br)

***Leandro J. Lizcano Echeverry***

Médico Veterinario y Zoootecnista. Universidad de la Amazonia y Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

E-mail: lizcanomvz@uniamazonia.edu.co

***Walter Augusto Apolo***

Ingeniero Agrónomo. Coordinador de Proyectos del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía. Universidad Nacional de Loja (CEDAMAZ), Ecuador.

E-mail: cedamaz@unl.edu.ec

**DIMENSION SOCIOCULTURAL**

***Abel Antonio Santos Angarita***

Educador. Institución Educativa Francisco del Rosario. Leticia (Colombia).

E-mail: abelsant261@gmail.com

***Ligia Teresinha Lopes Simonian***

Antropóloga. Profesora y investigadora del Núcleo de Altos Estudios Amazónicos (NAEA) de la Universidad Federal del Para (UFPA), Brasil.

E-mail: simonianl@gmail.com

***Camilo Esteban Cadena Vargas***

Biólogo. Investigador de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Colombia).

E-mail: cecadena@gmail.com

***Carlos Hugo Sierra Hernando***

Doctor en Sociología. *Visiting Research Scholar* en el *Research Institute for Life Course Studies*, Keele University. Coordinador de la Basque Association of Oriental Studies.

E-mail: carhug8@yahoo.es

***Claudia Soares Martins***

Graduanda em Enfermagem e Obstetrícia. Aluna Indígena da Universidade de Brasília.

E-mail: fofa.farmacia@gmail.com

***Acosta, Muñoz. Luis Eduardo***

Economista, Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Investigador Principal. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Colombia.

E-mail: lacosta@sinchi.org.co

***Sandro Angulo Rincón***

Periodista. Docente e investigador del departamento de comunicación social de la Universidad de Pamplona (Colombia)

E-mail: sandro.angulo@unipamplona.edu.co

***Lourdes Gonçalves Furtado***

Antropologa. Museo Paraense Emilio Goeldi (Brasil).

E-mail: lgfurtado@museu-goeldi.br

## **DIMENSIÓN SOCIPOLÍTICA**

***Rosalia Arteaga Serrano***

Directora Ejecutiva de Fundación Natura Regional Andina y Miembro del Centro de Agricultura Tropical Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Ex Presidenta Constitucional de la República del Ecuador. Ex Vicepresidenta Constitucional de la República del Ecuador. Ex Secretaria General de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

E-mail: rarteaga@catie.ac.cr

***Luís Eduardo Aragón Vaca***

Geógrafo. Profesor e investigador del Núcleo de Altos Estudios Amazónicos de la Universidad Federal de Pará (Brasil) y Coordinador de la Cátedra UNESCO *Cooperación Sur-Sur para el Desarrollo Sostenible*. Investigador del Consejo Nacional de Desarrollo científico y Tecnológico/Brasil (CNPq).

E-mail: aragon\_naea@ufpa.br

***Francisco Darío Maldonado***

Biólogo. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA-). Coordenação de Pesquisas Ecológicas (CPEC) –Manaus (Brasil).

E-mail: maldonado@inpa.gov.br

***Edwin Willem Hermanus Keizer***

Graduado em International Land And Water Management. Master en Tropical Land Use, Becario CNPq, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Coordenação de Pesquisas Ecológicas (CPEC) –Manaus (Brasil).

E-mail: keiser@inpa.gov.br

***Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça***

Ingeniero Forestal. Doctor en Sensoriamento Remoto, Investigador Principal INPA. Coordenação de Pesquisas Ecológicas (CPEC), Manaus (Brasil).

E-mail: pmlag@inpa.gov.br

***Philip Martin Fearnside***

Biólogo. Investigador Principal Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Coordenação de Pesquisas Ecológicas (CPEC), Manaus, (Brasil).

E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

***Claudia Suzanne Vitel***

Mestre en Ciencias Florestais Tropicales. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Coordenação de Pesquisas Ecológicas (CPEC), Manaus (Brasil).

E-mail: vitel@inpa.gov.br

***Hugo Alfredo Cetrángolo***

Ingeniero Agrónomo, Doctor en Economía Agraria, profesor titular de la Cátedra de Sistemas Agroalimentarios de la Facultad de Agronomía de la Univ. de Buenos Aires (Argentina).

E-mail: cetrango@agro.uba.ar

***Cecilia Gelabert***

Ingeniera Agrónoma, Doctorando de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (Argentina).

E-mail: ceciliagelabert@yahoo.com.ar

***Patricio Cetrángolo***

Licenciado en Administración.  
E-mail: patricioc7@yahoo.com.ar

***Fernando Medan***

Ingeniero Agrónomo. Coordinador ejecutivo de la Unidad de Agronegocios de la Universidad de San Andres (Argentina).  
E-mail: fermedan@udesa.edu.ar

***Joseba I. Arregui Orue***

Sociólogo. Relaciones con las Colectividades Vascas. Oficina de Relaciones Internacionales. Presidencia del Gobierno Vasco.  
E-mail: josebasonia@yahoo.es

***Solange Teles da Silva***

Professora do Mestrado em Direito Ambiental da Universidade do Estado do Amazonas e do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Santos. Coordenadora do Projeto de Pesquisa Direito, Recursos Naturais e Conflitos Ambientais – o Tratado de Cooperação Amazônica,  
E-mail: solange.teles@terra.com.br

***Nírvia Ravena***

Dra. em Ciência Política, Professora/Pesquisadora do NAEA/UFPA (Núcleo de Altos Estudos da Amazônia/Universidade Federal do Pará) e da UNAMA (Universidade da Amazônia), Brasil.  
E-mail: niravena@uol.com.br

***Voyner Ravena Cañete***

Antropóloga, Dra. em Ciências Sócio-Ambientais e Professora/Pesquisadora da UNAMA (Universidade da Amazônia), Brasil.  
E-mail: ravenacanete@uol.com.br

***Cleide Lima de Souza***

Discente do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano. Universidade da Amazônia(Brasil).

E-mail: cleidedesouza@yahoo.com.br

***Rómulo Magalhães de Sousa***

Técnologo en Procesamiento de datos y Maestro en Ciencias de la Computación  
Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal do Pará (Brasil).

E-mail: mrsousarm@uol.com.br

***William Monteiro Rocha***

Graduando de Relações Internacionais Universidade da Amazônia (UNAMA), Brasil.

E-mail: william.mrocha@gmail

***Víctor López Acevedo***

Antropólogo. Profesor asociado de FLACSO Sede Ecuador – EcoCiencia.

E-mail: vlopez@flacso.org.ec

***Norbert Fenzl***

Geólogo. Doutorado em Hidrogeología - Ciências Ambientais. Projeto GEF Amazonas.

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (Brasil).

E-mail: nfenzl@otca.org.br

***Santiago R. Duque***

Biólogo, Maestría en Biología - Línea Ecología. Universidad Nacional de Colombia-Sede Amazonia.

E-mail: srduquee@unal.edu.co

***Catalina Trujillo***

Bióloga. MSc Estudios Amazónicos. Maestría en Gestión y Conservación de la Biodiversidad en los Trópicos.

E-mail: catalina@omacha.org

**Ángela Alexandra Huérzano Belisamón**

Antropóloga. Maestría en Estudios Amazónicos.  
E-mail: nudologaritmo@hotmail.com

**Silvia López-Casas**

Biología. Diplomado en Ecología. Maestría en Estudios Amazónicos.  
E-mail: silvilopecasas@yahoo.com

**Fernando Trujillo**

Biólogo Marino, Maestría en Ciencias Ambientales. Doctorado en Zoología. Director Fundación Omacha (Colombia).  
E-mail: fernando@omacha.org

**DIMENSIÓN AUDIOVISUAL**

**Mario Angulo Tarancón**

Licenciado en Bellas Artes, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Editor creador de documentales audiovisuales y Músico. Director artístico del documental: *Amazonia: equilibrio Global*.  
E-mail: armariobros@gmail.com

**Hodei Torres Fernández**

Licenciado en Bellas Artes, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Autor de créditos del documentales y audiovisual. Autor de créditos del documental: *Amazonia: equilibrio Global*.  
E-mail: hezur1@gmail.com

**Helí Suárez Herrero**

Montaje de video y audio con especialidad en periodismo. Cámara y Técnico de imagen, sonido y realizador de cortos de cine y documentales, e ilustrador, diseñador gráfico. Cámara del documental: *Amazonia: equilibrio Global*.  
E-Mail: helisua@hotmail.com

***Hernando Bernal Zamudio***

Asesor técnico-científico del documental: *Amazonia: equilibrio Global*.  
E-mail: hernal001@ikasle.ehu.es

Homenaje al científico y artista Jan Bungel, por su obra de **Bioarte Amazónico**.





HALCON HABAGAT  
(*Harpactes fasciatus*)  
HATO GUARIBA LT. 3 1058  
VENEZUELA

(Aug 1 '08)





Scalda de Caja Zulian  
(Trogon violaceus)  
Cerro Sorbete 1000 m  
Zona Tropicales  
VENEZUELA  
Diciembre







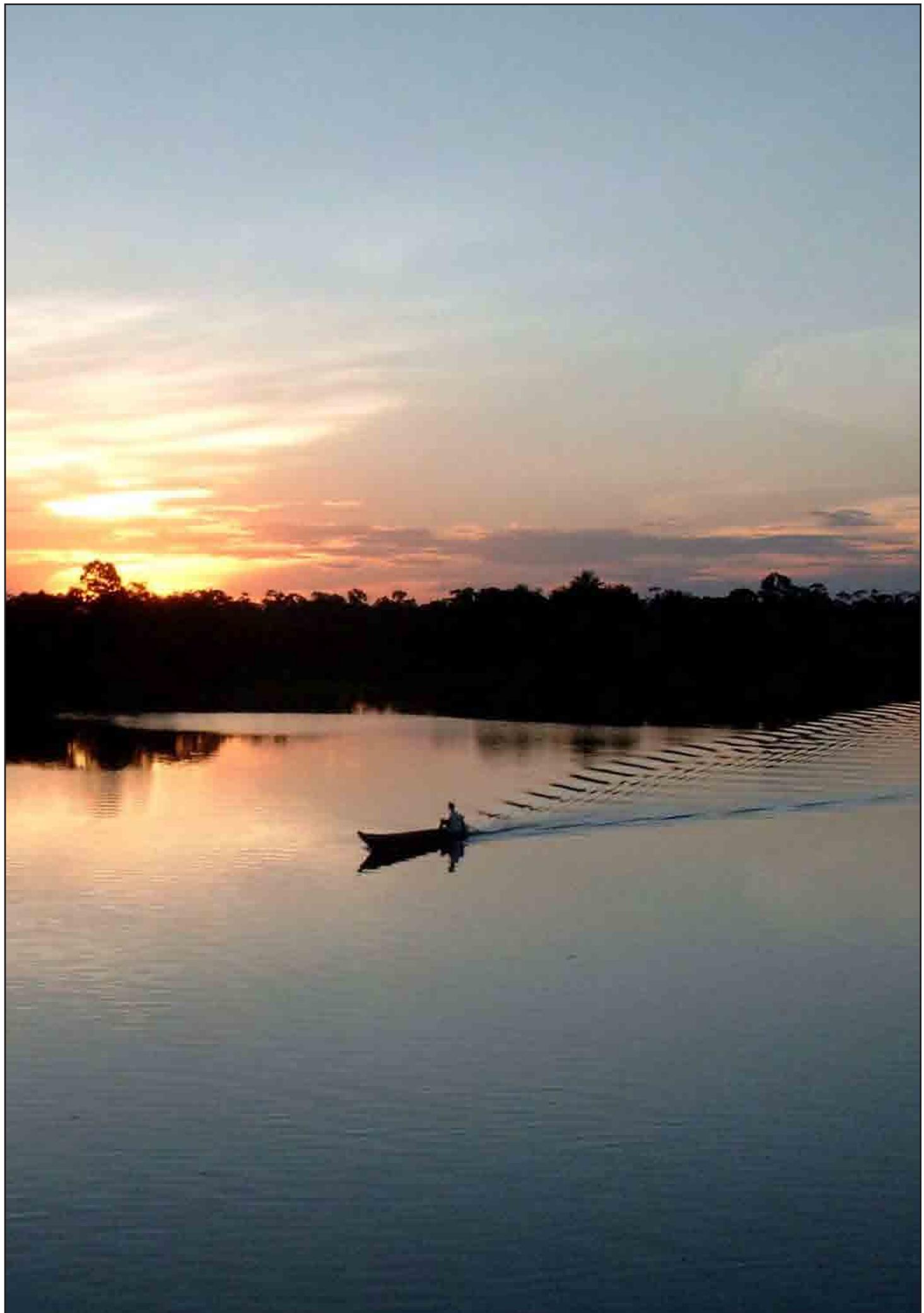


Venta de productos agrícolas amazónicos en la ciudad de Benjamin Gostan, Estado de Amazonas, Brasil.  
*Hernando Bernal Zamudio*





Frutas tropicales amazónicas. Hernando Bernal Zamudio



Atardecer en el Amazonas