Los humedales de Tarapoto

aportes al conocimiento sobre su biodiversidad y uso



Serie humedales de la Amazonia y Orinoquia

Los humedales de Tarapoto

aportes al conocimiento sobre su biodiversidad y uso

Fernando Trujillo · Santiago R. Duque
editores

PÁGINA LEGAL

CITACIÓN SUGERIDA

Obra completa:

Trujillo, F. y S. R. Duque (editores). 2014. Los humedales de Tarapoto: aportes al conocimiento sobre su biodiversidad y uso. Serie humedales de la Amazonia y Orinoquia. Fundación Omacha, Corpoamazonia, Universidad Nacional Sede Leticia. 400 p.

Capítulos:

López-Casas, S. R. Duque y J. Lobón-Cervía. 2014. Gradientes ambientales y densidad de las poblaciones de pirarucú (*Arapaima gigas,* Schinz 1822) en los lagos de Tarapoto. Pp. 226. En: Trujillo, F. y S. Duque (editores). 2014. Los humedales de Tarapoto: aportes al conocimiento sobre su biodiversidad y uso. Serie humedales de la Amazonia y Orinoquia. Fundación Omacha, Corpoamazonia, Universidad Nacional Sede Leticia. 400 p.

EDITORES

Fernando Trujillo González y Santiago R. Duque

EDICIÓN IMPRESA, IMAGEN Y DIAGRAMACIÓN

Julio García Robles

ASISTENCIA EDICIÓN

Margarita Moreno Arocha

© FOTOGRAFÍA

Fernando Trujillo González
Julio García Robles
Leidy Ardila
Santiago Cañón
Marcela Nuñez Avellaneda
Catalina Gómez

MAPAS

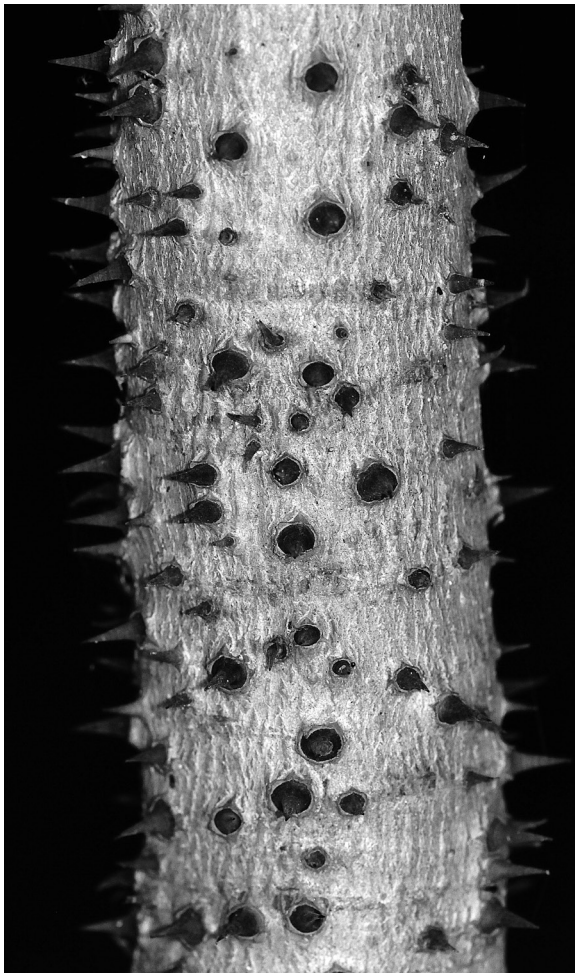
Fernando Sierra Vargas

IMPRIME

Unión Gráfica Ltda.

ISBN

978-958-8554-35-8



CORPOAMAZONIA

WILLIAM MAURICIO RENGIFO VELASCO
Director general

LILIANA BEATRIZ MARTÍNEZ
Directora territorial Amazonas

JOHN JAIRO ARBELAEZ GALDINO
Profesional especializado

JORGE LUIS CANCHALA CARDENAS
Profesional contratista

FUNDACIÓN OMACHA

DALILA CAICEDO HERRERA
Directora ejecutiva

FERNANDO TRUJILLO GONZÁLEZ
Director científico

LILIA JABA
Coordinadora proyectos Puerto Nariño

Libro publicado bajo el convenio número 0432 de 2013 entre la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia) y Fundación Omacha.

PRESENTACIÓN

En el sur de la Amazonia colombiana se cuenta con humedales presentes tanto en las zonas alto andinas (Valle de Sibundoy, Putumayo), como en la llanura amazónica. En esta última, se destacan los humedales de Tarapoto, Cochalarga, Chepetén, Charapacocha, Panacocha, Garzacocha, Nihua, La Virginia, Marianacocha, Calsoncocha, Cururú, Correo, San Juan del Socó y Yahuarcaca, asociados a la cuenca del río Amazonas; Quinina, Taraira, Aguas Negras, Culebra, Estrecho, Guadual, Sábalo, Ceibo, Arturo, Vaticano, Bututo y la represa natural La Mono, entre otros, asociados a la cuenca del río Caquetá; y Campana, Pacorá, Gaviota, Socha, Bosicue, Puerto Vega-Teteyé y La Paya, asociados a la cuenca del río Putumayo.

Los humedales son considerados ecosistemas estratégicos, que prestan a la humanidad innumerables servicios tanto de aprovisionamiento, como culturales y de regulación y soporte; por esta razón, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, CORPOAMAZONIA, ha invertido recursos técnicos, humanos y financieros para la caracterización, manejo y gestión de humedales en el área de su jurisdicción, dando cumplimiento a su función institucional de promover el conocimiento, dictar disposiciones para el manejo adecuado del ecosistema, y el aprovechamiento sostenible y racional de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en el sur de la Amazonia colombiana, tal y como le confiere la Ley 99 de 1993.

Para el caso de Tarapoto, en los últimos años CORPOAMAZONIA ha generado alianzas estratégicas con actores locales para avanzar en el conocimiento de la biodiversidad y de sus amenazas. Para iniciar, CORPOAMAZONIA, en convenio con el Instituto de Investigaciones Amazónicas - Sinchi, diseñó un plan de manejo para el caimán negro (*Melanosuchus niger*), especie que cuenta con poblaciones en Tarapoto; posteriormente, en alianza con las fundaciones Omacha y Natura, el Instituto Sinchi y el Fondo de Compensación Ambiental del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), evaluaron la situación de algunas especies acuáticas amenazadas en el área de jurisdicción de CORPOAMAZONIA, dando como resultado la publicación de un plan de manejo para siete especies, y la creación y liderazgo del proyecto "Acciones para el uso, manejo y conservación de la fauna acuática amenazada" (FACUAM), el cual permitió que, con la participación de estas organizaciones, se profundizara en el conocimiento de dichas especies y en propuestas concretas para su manejo.

Teniendo en cuenta las resoluciones 0157 de 2004 y 0196 de 2006, emanadas por el MAVDT, CORPOAMAZONIA suscribe el convenio 099 de 2006 con la Universidad Nacional de Colombia (Sede Amazonia), para la formulación del Plan de Manejo de los humedales localizados en el sistema de várzea comprendida en el interfluvio de los ríos Loretoyacu y Amazonas, en el marco del Plan de vida del Resguardo Indígena Ticuna, Cocama, Yagua de Puerto Nariño y su Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal. Esta institución, con el apoyo técnico de la Fundación Omacha, recomendó la promoción de acuerdos de pesca, la revegetalización y recuperación de pepeaderos y el fortalecimiento de actividades turísticas de naturaleza y de educación ambiental como labores estratégicas a desarrollar en este ecosistema. Todas estas propuestas de alguna manera se han ido concretando con el concierto de una cantidad de organizaciones, al punto que los humedales de Tarapoto han sido visualizados por el Gobierno Nacional, como un sitio adecuado para ser designado como humedal Ramsar de importancia internacional.

Conscientes de esto, CORPOAMAZONIA y la Fundación Omacha, realizaron entre el 2013 y 2014 un esfuerzo para consolidar y producir información sobre estos humedales, que sirviera para apoyar dicho proceso de designación. De esa consolidación, justamente emerge la presente obra, en la cual se publican catorce trabajos inéditos en la región con diferentes especies, la cual esperamos sea de su interés y se convierta en un importante referente académico en la Amazonia colombiana.

William Mauricio Rengifo Velasco
Director General CORPOAMAZONIA

PRÓLOGO: HUMEDALES MÁS VISIBLES

Los cuerpos de agua continentales. Los humedales comienzan a ser mucho más visibles en la literatura académica y los debates ambientales, vale la pena recordar que hace solo cuatro años el país vivió una gran emergencia nacional a raíz de las grandes inundaciones que generaron impactos sociales y económicos. La dimensión de catástrofe se dio, en buena parte, por el desconocimiento de los procesos naturales que ocurren en la dinámica de las aguas a lo largo de periodos anuales y multianuales, fenómenos que solo conocemos de manera parcial.

En este sentido recibir esta publicación acerca de los lagos de Tarapoto constituye una gran alegría, por fin se está difundiendo información amplia y consistente sobre los ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana, en un proceso en el cual se deben destacar varios procesos de generación de la información: en primer lugar el maravilloso papel desempeñado por ONG como OMACHA, institución que en sus más de 20 años de presencia ha fomentado, apoyado y diseminado la investigación académica y ha contribuido enormemente a la formación de decenas de profesionales especializados en muchas áreas temáticas de los ecosistemas amazónicos. De igual manera es importante señalar la forma como se han establecido relaciones cercanas con las Universidades, en especial con la Universidad Nacional – Instituto IMANI para adelantar de manera conjunta un sinnúmero de estudios tanto de pregrado como de posgrado. Esta cercana relación con la academia también se ha extendido a la institucionalidad y los lazos con el Instituto SINCHI han permitido profundizar en varios temas, en especial aquellos relacionados con el mundo acuático.

Poder contar con una plataforma de trabajo interinstitucional como la señalada, alimentada con otras ONG como NATÜTAMA, además de las claras relaciones con las autoridades indígenas tradicionales y las comunidades locales, han permitido acercarse a instancias de gestión y gobernanza ambiental como es el caso de Corpoamazonia, institución que ha venido soportándose en las instancias regionales que realizan investigación para alimentar los procesos de toma de decisiones en cuanto a la formulación e implementación de planes de manejo, en este caso específico el de los lagos de Tarapoto. En otras palabras, esta compilación se puede ver como la consolidación de una plataforma interinstitucional para la generación de información necesaria para la gestión.

El trabajo de los editores ha sido muy exitoso en cuanto a reunir artículos provenientes de trabajos actuales e información acumulada en años anteriores, a través de investigadores de pregrado y posgrado, lo que evidencia el gran sentido que tiene el establecimiento de líneas de investigación a largo plazo y la cooperación interinstitucional para lograrlo.

La calidad de la publicación es magnífica, los artículos incluidos abordan los temas fundamentales para conocer la estructura y dinámica de los lagos, así como el uso de los recursos de fauna silvestre y pesqueros. Se resalta también la calidad de los resultados, su análisis y discusiones, así como la riqueza gráfica y fotográfica que, sin duda alguna, hacen muy llevadera la lectura.

Esta compilación constituirá una referencia permanente al conocimiento de los lagos de Tarapoto y seguramente será objeto de citaciones en múltiples campos de las ciencias naturales y ambientales. Junto con esta fabulosa contribución esperamos que en un futuro cercano podamos contar con nuevas publicaciones de las visiones locales y tradicionales de los lagos, así como de las visiones institucionales para la formulación e implementación de un gran plan de manejo de esta maravilla ecosistémica de Tarapoto que, de hecho, ha mostrado su importancia para que sea nominado como área Ramsar y se definan medidas de manejo, especialmente por el potencial para el ecoturismo y para la protección de sus recursos, que son parte fundamental de la seguridad alimentaria de las poblaciones ribereñas que allí viven.

Queda solo agradecer y felicitar a los editores y autores por esta magnífica publicación y por su enorme contribución a la consolidación de las plataformas institucionales para la investigación y generación de información pertinente para que los lagos de Tarapoto se conviertan en un ejemplo de gestión y manejo para el beneficio del bosque amazónico, sus pobladores y visitantes.

Carlos A. Rodríguez Fernández
Director Tropenbos Internacional Colombia

AGRADECIMIENTOS

Este libro corresponde a una recopilación de trabajos no publicados realizados en los últimos quince años en el área de los lagos de Tarapoto y el municipio de Puerto Nariño. En esta región, la Fundación Omacha lleva cerca de tres décadas promocionando tesis de grado de estudiantes universitarios y trabajos interinstitucionales, principalmente con la Universidad Nacional (IMANI), el Instituto Sinchi, Corpoamazonia y la AUNAP.

La realización de estas investigaciones no hubiera sido posible sin el apoyo y confianza del Resguardo TICOYA y todos sus líderes a lo largo de los años. La comunidad de Puerto Nariño también ha sido fundamental, en cabeza de personas como Luis Muñoz, Gonzaga Muñoz, Alirio Velázquez, Alberto Lozada, Nelson Ahué, Jerónimo Ahué, Manuel Ramos, Sergio Silva y Mauricio Laureano entre muchos otros. Un agradecimiento muy especial a José Becerra quién durante más de 15 años fue el investigador local que apoyó muchos de los trabajos aquí presentados y que generosamente compartió sus extensos conocimientos de esta región.

La principal motivación para publicar estos trabajos es el interés por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Secretaría RAMSAR en designar los humedales de Tarapoto como sitio RAMSAR. En respuesta a esto, Corpoamazonia, en cabeza de su director el ingeniero William Rengifo y la directora regional Sandra Liliana Beatriz Martínez, decidieron apoyar la consolidación de la información de esta importante área geográfica.

Finalmente, agradecemos a los autores de los artículos de este libro, a Julio García Robles, quién revisó concienzudamente todos los manuscritos y maquetó el libro en un tiempo récord; y a Margarita Moreno Arocha, por la coordinación con los autores y primera revisión de los escritos.



CONTENIDO

15 Introducción

19 Capítulo 1: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

1.1 · Moreno Arocha, M. Contexto geográfico y social de los humedales de Tarapoto.

30 Capítulo 2: LIMNOLOGÍA

2.1 · Palma L., M. Núñez-Avellanda y S. R. Duque. Conectividad ecológica en el sistema lagunar de Tarapoto, Amazonia colombiana

60 Capítulo 3: FLORA

3.1 ·Suárez-Ballesteros, C. I.; J. Zabala-Rivera y Morales-Puentes, M.E. Florística de bosques inundables de los márgenes de los lagos Tarapoto y Caballo Cocha, Amazonia colombiana y peruana.

3.2·Forero-Tocancipá, C. y M. Córdoba. Percepción del uso y manejo del aguajal a traves del uso de las palmas (arecaceae) por la comunidad indígena ticuna de Santa Clara de Tarapoto, del resguardo TICOYA en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia.

3.3·Ardila, L. Y S. R. Duque. Macrófitas del sistema de lagos de Tarapoto, Puerto Nariño (Amazonas).





156 Capítulo 4: ICTIOLOGÍA

4.1·Urbano-Bonilla, A., José Iván Mojica, Edwin Agudelo Córdoba y Javier A. Maldonado Ocampo. Diversidad íctica del sistema de lagos de Tarapoto, Amazonia colombiana.

4.2·Moreno-Arias, C. Composición del ictioplancton en dos lagunas del plano inundable del río Amazonas: Caballo Cocha (Perú) y Tarapoto (Colombia).

4.3·Beltrán-Pedreros, S. y J. Hurtado-Astaiza. Biología reproductiva y dieta del pirarucú (*Arapaima gigas*) (OSTEICHTHYES: ARAPAIMIDAE), en los lagos de Tarapoto, Amazonia colombiana.

4.4·López-Casas, S., S. R. Duque, S. y Lobón-Cervía, J. Gradientes ambientales y densidad de las poblaciones de pirarucú (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) en los lagos de Tarapoto.

258 Capítulo 5: SEGURIDAD ALIMENTARIA

5.1·Trujillo, C. Humedales de Tarapoto: Pesca, economía y seguridad alimentaria para el pueblo indígena de Puerto Nariño.

5.2·Quiceno, M.P., Cruz-Antia, D., Moreno, J., van Vliet, N., Nasi, R. y Pinedo, M. Descripción de la cacería y consumo de carne de monte en el río Loretoyacu y el lago Tarapoto, Puerto Nariño, Amazonas, Colombia.

322 Capítulo 6: HERPETOFAUNA

6.1·Becerra, J., Castellanos, L. y F. Trujillo. Evaluación del caimán negro (*Melanusuchus niger*) en los humedales de Tarapoto, Amazonia colombiana.

346 Capítulo 7: MAMÍFEROS ACUÁTICOS

7.1·Trujillo, F. y M. Diazgranados. Comparación en uso de hábitat y patrones de residencia del delfín de río (*Inia geoffrensis*) en dos sistemas lagunares de la Amazonia colombo-peruana.

7.2·Kendall, S., Agué, C., Orozco, D. L. y L. H. Peña. Conservación y monitoreo de los manatíes *Trichechus inunguis* en los humedales de Tarapoto.



INTRODUCCIÓN

El cambio climático se ha ido constituyendo en una de las principales preocupaciones a nivel global, debido a las alteraciones en patrones de lluvias y sequías que no solo afectan la distribución y supervivencia de la biodiversidad, sino que también generan impactos concretos en las economías humanas con pérdidas de cosechas, generación de damnificados por inundaciones y escasez de comida. Colombia no es ajena a estas afectaciones, ya se han generado alertas y mecanismos de evaluación de estos efectos. Una de las iniciativas más concretas, enmarcada dentro del Fondo de Adaptación al Cambio Climático, es la de inventariar, delimitar y evaluar los humedales del país. Esto no es una tarea fácil y ha tenido que contar con la participación activa de los institutos de investigación, las CAR, la academia y las ONG.

Por años, los humedales fueron vistos como ecosistemas "inconvenientes" que detenían el progreso y la implementación de actividades económicas como la ganadería. En algunos casos, la tipología en los mapas los señalaban como "tierras mal drenadas". Afortunadamente, un gran número de estudios comenzaron a identificar la importancia de estos hábitats como reservorios de agua y por la enorme cantidad de servicios ecosistémicos prestados. Esto hizo que Colombia, desde una etapa temprana, se alineara con las directrices RAMSAR y generara políticas a nivel nacional para garantizar la integridad de los humedales. Inicialmente, las alertas se realizaron sobre humedales urbanos que generaban agua y electricidad a las ciudades y municipios, a ciénagas con procesos de deterioro importantes y a grandes ríos como el Magdalena que antes soportaban la seguridad alimentaria y la economía de miles de seres humanos. Ante estas urgencias, los humedales de la Orinoquia y Amazonia seguían siendo percibidos como en buen estado de conservación y fuera de las prioridades de atención. Estos paradigmas

han ido cambiando y existen evidencias de alteraciones importantes de los humedales en estas regiones geográficas. Uno de los indicadores concretos es la afectación del sector pesquero, con disminución en la captura y en la talla de especies como los grandes bagres y su remplazo por otras, que antes solo eran para consumo local. Por otro lado, procesos de deforestación del bosque inundado están generando un fuerte empobrecimiento de los ecosistemas que afecta a peces, tortugas y mamíferos acuáticos.

Para la Amazonia colombiana, instituciones como Corpoamazonia han incorporado el tema de los humedales dentro de sus prioridades y por tal razón han promovido acciones concretas como el plan de manejo de los humedales de Tarapoto, elaborado por la Universidad Nacional (IMANI) con el apoyo de la Fundación Omacha. Este complejo de lagos está localizado en el resguardo TICOYA y en el área de influencia del municipio de Puerto Nariño. Es de gran importancia ecológica por ser uno de los hábitats prioritarios para especies amenazadas como los caimanes negros (*Melanosuchus niger*), delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*) y manatíes (*Trichechus inunguis*), entre otros; además de ser reservorio importante de peces para la región. Alrededor de trece comunidades indígenas dependen de estos lagos para su substento, y actualmente es uno de los principales atractivos turísticos de la Amazonia colombiana, generando ingresos directos e indirectos a la economía de la zona.

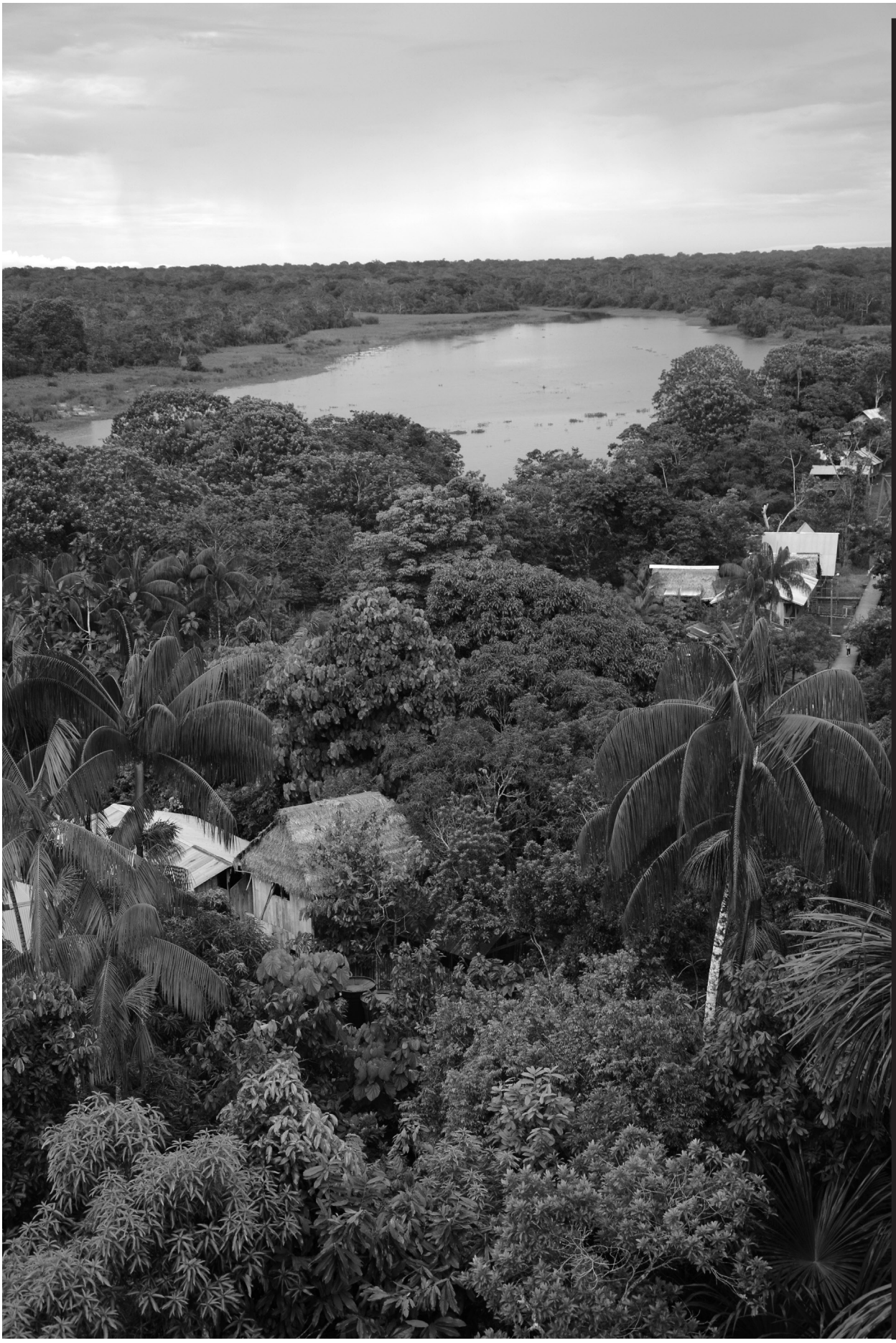
Dada la importancia de estos humedales, desde 1995, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en conjunto con Corpoamazonia y otras organizaciones, han promovido la iniciativa de proponerlo como humedal de importancia internacional ante la convención RAMSAR. Esta propuesta se está consolidando actualmente y cuenta con el apoyo del MADS, la Secretaría RAMSAR y Corpoamazonia y se encuentra en proceso de socialización con las comunidades locales. Como herramienta fundamental de esta iniciativa se requiere la consolidación de una línea base fuerte sobre el conocimiento biológico y socioeconómico de la zona. Por esta razón, Corpoamazonia y la Fundación Omacha, con el apoyo del Instituto IMANI, presentan en este libro una compilación de investigaciones y trabajos de grado que han sido realizados en estos humedales y sus áreas de influencia a lo largo de más de 25 años. En este proceso ha sido muy valiosa la presencia de la Fundación Omacha en Puerto Nariño, con una estación biológica que ha apoyado más de 42

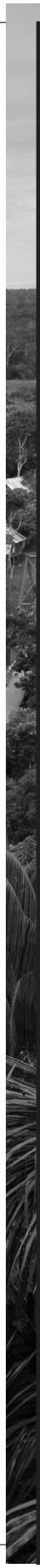
tesis de pregrado y doce de posgrado, al igual que investigaciones de largo plazo con delfines, manatíes y pesquerías. Igualmente importante son los aportes de la Fundación Natutama con monitoreos de fauna participativo con manatíes, tortugas, perezosos y conocimiento etnobotánico. Adicionalmente, el IMANI ha promovido investigaciones muy relevantes sobre limnología y ecología acuática.

Fundamental es reconocer la potencialidad de estos humedales para la conservación de los ecosistemas acuáticos amazónicos, basado en el buen nivel de conocimiento que existe en comparación con otras zonas de la región, la fuerte presencia institucional, la fortaleza del resguardo TICOYA en el tema de ordenamiento territorial y la existencia de procesos de manejo como acuerdos de pesca y certificación de turismo sostenible. Todo esto hace que Tarapoto pueda convertirse en un sitio RAMSAR modelo a nivel regional.

El libro se constituye en un primer aporte a la biodiversidad y el uso que se le da en esta región amazónica, y se convierte en el primero de una serie enfocada a los humedales de la Amazonia y la Orinoquia.

Los editores





CAPÍTULO 1

Descripción geográfica



1.1 · CONTEXTO GEOGRÁFICO Y SOCIAL DE LOS HUMEDALES DE TARAPOTO.

Margarita Moreno Arocha



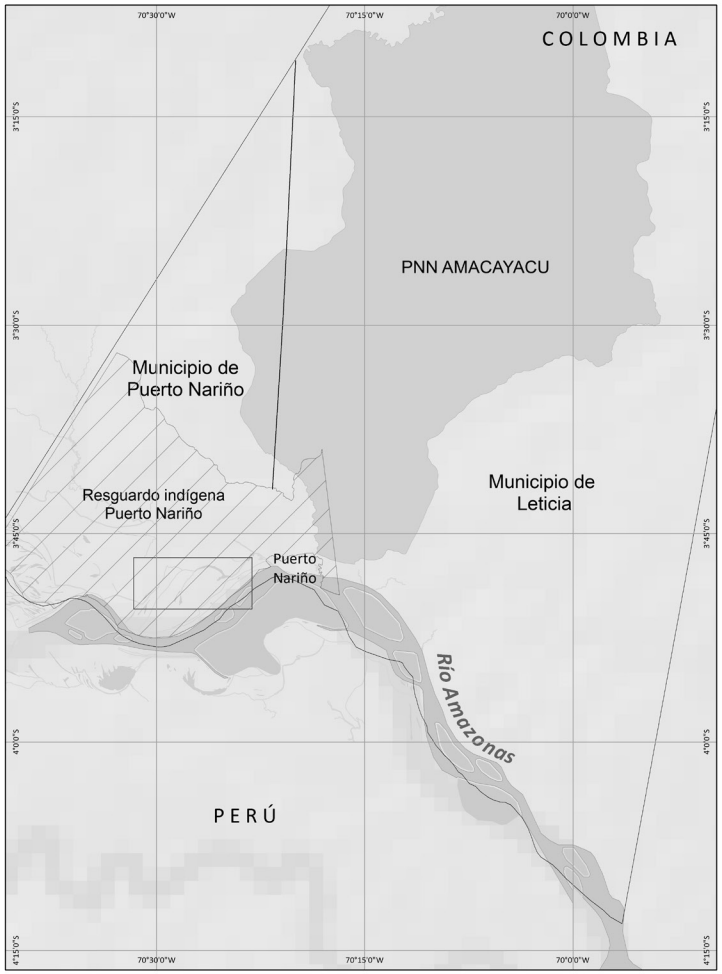
DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

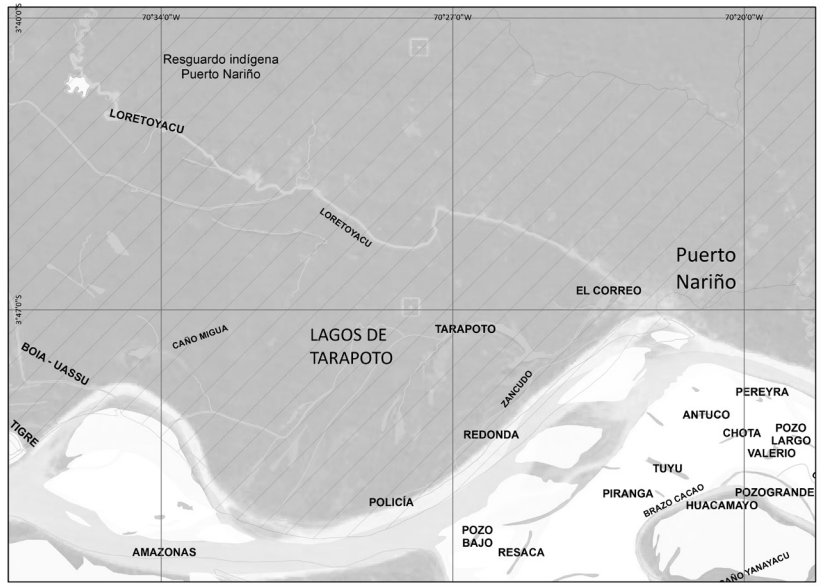
Ubicación

El casco urbano del municipio de Puerto Nariño está situado en una terraza alta de tierra firme sobre la margen izquierda del río Loretoyacu, afluente del Amazonas, en el extremo suroccidental del Trapecio amazónico, en el departamento del Amazonas, entre las coordenadas 03° 54' - 03° 12' latitud sur y 70° 17' - 70° 42' longitud oeste. Con un área de 1.704 km^2, esta población es el segundo municipio en importancia del departamento de la Amazonia colombiana después de Leticia, su capital, la cual se encuentra a 87 km aguas abajo por el río Amazonas.

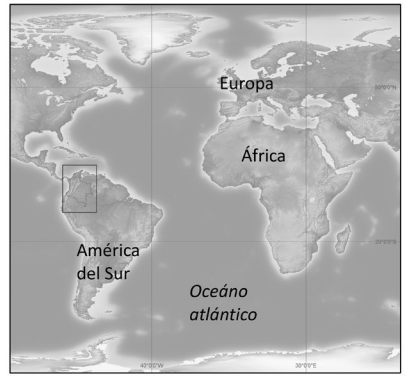
El área de los humedales de Tarapoto corresponde a una llanura aluvial formada por el río Amazonas y la zona baja y de confluencia del río Loretoyacu. El primero, proveniente de los Andes; y el otro, de la propia llanura amazónica. En el sector se encuentran dos unidades ecológicas funcionales: la várzea, en los tramos afectados por las inundaciones periódicas del río Amazonas; y el igapó, correspondiente a los sectores influenciados por las aguas negras del Loretoyacu.

En el municipio de Puerto Nariño se encuentran tres de los ocho tipos de bosques reportados por Prance (1975) para la Amazonia: el bosque de tierra firme que, a pesar de contar con abundantes fuentes de agua, no está sometido a regímenes de inundación; el bosque de várzea, que está sujeto a inundaciones periódicas por aguas blancas; y el bosque pantanoso o igapó, el cual está estacionalmente inundado por aguas negras. También existen dos tipos de ambientes acuáticos: los lóticos, que se refieren a los cursos de agua como el río Amazonas y sus afluentes como el Amacayacu, el Atacuari y el Loretoyacu; y los lénticos, las aguas estancadas o relativamente estancadas como son los lagos del sistema Tarapoto, y que revisten gran importancia pues cuentan con una buena cantidad de microambientes, lo cual propicia la diversidad íctica (Durrance, 2003).


COLOMBIA
PNN AMACAYACU
Municipio de
Puerto Nariño
Municipio de
Leticia
Resguardo indígena
Puerto Nariño
Puerto
Nariño
Río Amazonas
PERÚ


Resguardo indígena
Puerto Nariño
LORETOYACU
LORETOYACU
Puerto
Nariño
EL CORREO
LAGOS DE
TARAPOTO
TARAPOTO
CAÑO MIGUA
BOIA - UASSU
TIGRE
ZANCUDO
PEREYRA
ANTUCO
CHOTA
POZO
LARGO
VALERIO
REDONDA
TUYU
PIRANGA
BRAZO CACAO
POZOGRANDE
HUACAMAYO
POLICÍA
POZO
BAJO
RESACA
AMAZONAS


Mar Caribe
Venezuela
Océano
Pacífico
COLOMBIA
Ecuador
Brasil
Perú


Europa
África
América
del Sur
Océano
atlántico



A dos kilómetros de su casco urbano se encuentran los humedales de Tarapoto, un sistema de lagos situados en un área baja que sufre variaciones en el nivel de agua de hasta 14 metros, debido a la inundación por parte de los canales adyacentes (Junk *et al*., 1989). Esta red hídrica, que pertenece a la cuenca del Amazonas, está integrada por los ríos Amazonas, Atacuari, Boyauazú, Loretoyacu, Amacayacu y Cotuhé; las quebradas Agua Blanca, Tipisca, Pichuna, Nontem Grande, Nontem Pequeño, Cabimas, Sabaloyacú, Norberto, Zancudo y Charuté; y los lagos Tarapoto Largo, Tarapoto Redondo, Cabezales 1, 2 y 3, Chimbillo, Chullo, Airuwé 1 y 2, Soledad, El Correo, San Juan del Socó, Chepetén, Mihuá, Mariano Cocha, Calzón Cocha, Cocha Larga, Garza Cocha, Charapacocha, Yolvino y El Sapo.



Casco urbano municipio de Puerto Nariño. Página anterior: mapa de localización geográfica del municipio, lagos y el resguardo indígena TICOYA.

Condiciones hidrométricas

El clima de esta región está clasificado como cálido y muy húmedo, con un régimen de lluvias que genera cuatro grandes momentos hidrométricos en los ambientes acuáticos de la zona:

-aguas altas (febrero a abril), en el que se inunda el bosque circundante y los lagos se conectan con los ríos y entre sí, aumenta el área del espejo de agua y las plantas macrófitas cubren amplias extensiones.

-aguas en descenso (mayo a julio), en el que el agua fluye desde planos, lagos y caños hacia el río.

-aguas bajas (agosto a octubre), en el que el nivel y circulación del agua disminuye y hay procesos de descomposición de materia que cambian ciertos parámetros fisicoquímicos del agua.

-aguas en ascenso (noviembre a enero), los lagos, planos y caños empiezan a inundarse debido a las lluvias en la parte alta del Amazonas.

Las diferentes estaciones son más notorias en el nivel del río que en la precipitación como tal, pues esta es relativamente constante, con un promedio anual de 3.200 mm al año y siempre está por encima de la evapotranspiración potencial, por lo que no hay déficit de agua en ninguna época del año. La temperatura media anual es de 26° C (aunque puede alcanzar los 38° C), con una humedad relativa del 87% (Rangel y Luengas, 1997). Cabe destacar la llegada a mitad de año de los vientos del sur, que causan descensos en la temperatura incluso menos de 13° C con respecto al promedio (época de friaje); también que las variaciones diarias (±15° C) de la temperatura son mayores que las variaciones en las medias mensuales (±5° C), lo que fomenta la productividad del ecosistema (Ochoa *et al*., 2006).

La estacionalidad en las precipitaciones provoca la inundación de áreas como consecuencia directa o por el desbordamiento de ríos y lagos; esto favorece la entrada de animales acuáticos a los lagos que funcionan como guarderías para delfines, manatíes y alevines de peces. Estos pulsos originan heterogeneidad temporal y espacial en la disponibilidad de espacio y oferta alimenticia, lo cual ha presionado a la biota presente en la zona a desarrollar adaptaciones morfológicas, fisiológicas, anatómicas, fenológicas o etológicas en términos de su inicio anual, duración y tasa de reproducción en coordinación con los pulsos de inundación, dando lugar a un gran número de especies que explotan esta cantidad de espacios (Junk *et al*., 1989; Durrance, 2003).

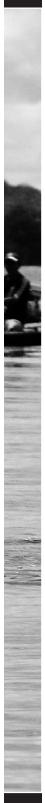




Dos especies características y emblemáticas de esta región y del sistema lacustre de Tarapoto son el delfín rosado (*Inia geoffrensis*) y el pirarucú (*Arapaima gigas*).



Observación turística de delfines (*Sotalia fluviatilis*)
en el lago de Tarapoto.



Tipos de aguas y suelos

Aunque el río Amazonas es de aguas blancas por venir cargado con los sedimentos que recoge en su descenso por los Andes peruanos y ecuatorianos, la hidrología de la región cuenta con dos tipos de sistemas: aguas negras y aguas blancas, lo cual da lugar a la diversidad de ecosistemas que allí se hallan. Por su parte, el Loretoyacu es un río de origen amazónico de aguas negras con mineralización moderada, pH ligeramente ácido a neutro, color café oscuro, poca sedimentación, transparencia máxima de 170 cm durante la transición de aguas y mínima de 45 cm durante las aguas en ascenso, temperatura promedio de 27° C, y conductividad máxima de 100 µS/cm en aguas altas y mínima de 40 µS/cm al final del período seco (Duque *et al.*, 1997; Gutiérrez, 2003).

El sistema de lagos de Tarapoto es de aguas negras, su coloración se debe al alto contenido de ácidos húmicos producto de la descomposición de materia orgánica, lo que hace que las aguas sean ácidas (pH 3,8-4,9), de moderada a alta transparencia (1,3-2,9 m) y bajos niveles de nutrientes disueltos (Sioli, 1984; Rodríguez Granados, 2003); sin embargo, el desbordamiento de las aguas blancas del Amazonas puede causar cambios limnológicos que sugieren transiciones a lagos de várzea (Duque *et al.*, 1997).

Aunque los lagos de igapó suelen ser pobres debido a la baja producción primaria de sus aguas, el material alóctono de los árboles de los bosques circundantes (pepeaderos) sostienen una gran variedad de consumidores primarios, que a su vez proporcionan los recursos para predadores acuáticos como delfines de río, el pirarucú, cocodrilos, pirañas y anacondas (Trujillo, 2010).

Esta región (parte colinada) se encuentra sobre la formación geológica de Pebas; en el relieve plano, sujeto a inundaciones frecuentes y ocasionales, tenemos una formación fluvial cuaternaria, hidromorfismo temporal que da lugar a un nivel freático alto y fluctuante con grandes zonas de acumulación de sedimentos. Sus suelos son friables con textura franco limosa y arcillosa, ligeramente ácidos, ricos en nutrientes, pobres en materia orgánica, y de fertilidad moderada; son superficiales a moderadamente profundos y presentan asociaciones de suelos bien drenados y suelos de drenaje pobre a pantanoso (Rangel y Luengas, 1997; Forero, 2005).

DEMOGRAFÍA Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El municipio cuenta con 21 asentamientos de los cuales 20 son de población mayoritariamente indígena, de la etnia ticuna y en menor proporción se encuentran los cocama, yagua y una minoría de etnias provenientes del Departamento de Caquetá como uitotos, boras y mirañas; en lo correspondiente a la cabecera municipal, está conformado, en su orden, por indígenas, blancos y mestizos. Los asentamientos están distribuidos en las riberas de los ríos Amazonas, Loretoyacu, Atacuari y Boyahuazu, y están localizados dentro de los resguardos, a excepción de las comunidades de Puerto Esperanza, 20 de Julio y Patrulleros.

Gran parte de las actividades económicas de Puerto Nariño y sus alrededores se relaciona con la pesca. Esta actividad, a la que se dedica más del 50 % de la población, se realiza principalmente en los lagos Tarapoto y El Correo, caracterizados por su alta productividad pesquera, así como en los ríos Amazonas y Loretoyacu. Además de la pesca de subsistencia, la extracción de madera y de productos forestales son las dos actividades económicas principales que se realizan en la zona. No existen procesos complejos que agreguen valor al producto extraído, y el control en la explotación del recurso es difícil por la extensión del territorio, por lo cual se deben coordinar esfuerzos conjuntos entre las autoridades del resguardo, la Alcaldía y la Corporación para lograr un monitoreo adecuado en la extracción sostenible de los recursos forestales. Otras actividades económicas de la región son el turismo, el comercio y la venta directa de productos pesqueros, los establecimientos de venta de alimentos, el empleo y el subempleo.

El turismo de la naturaleza en el Trapecio amazónico se ha venido posicionando en los últimos diez años como una alternativa económica, llegando incluso a lograrse una certificación de Puerto Nariño como destino turístico de importancia nacional. Se ha estimado que en la región, tan solo la observación de delfines de río genera alrededor de ocho millones de dólares al año (Trujillo, 2009), a lo que habría que sumar el etnoturismo y la observación de aves y otras especies. El principal atractivo para fomentar el ecoturismo lo representan los lagos de Tarapoto, donde se desarrollan actividades al aire libre, entre las que destacan el canotaje y la observación de especies emblemáticas como los delfines de agua dulce (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*) y el manatí amazónico (*Trichechus ininguis*).

LITERATURA CITADA

Forero, M. C. (2005). Aspectos etnobotánicos del uso y manejo de la familia arecaceae (palmas) en la comunidad indígena ticuna de Santa Clara de Tarapoto, del resguardo TICOYA del municipio de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia. Bogotá, Colombia: Tesis de Pregrado. Universidad Pontificia Javeriana.

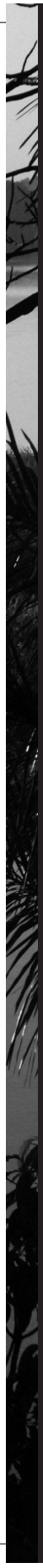
Rangel, O., & Luengas, B. (1997). Capítulo 1: Clima - Aguas. En IGAC, *Zonificación Ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT)*. Bogotá: IGAC/SINCHI/Universidad Nacional.

Rodríguez Granados, R. (2003). Evaluación de las estrategias alimentarias del delfín Sotalia fluviatilis y análisis de las áreas de uso común con Inia geoffrensis en la parte alta del río Amazonas. Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes.

Sioli, H. (1984). *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin* . Boston: Dr. W. Junk Publishers.

Trujillo, F. (2009). Turismo de observación de fauna silvestre: aspectos relevantes para ser considerados. Pp 79-85 En: *Diagnóstico y bases para consolidar la Estrategia de Turismo Sostenible en la Reserva de Biosfera El Tuparro (RBT), Orinoquia colombiana* (D.A. Uribe-Restrepo). Fundación Omacha-Fundación Horizonte Verde. Bogotá, Colombia.





CAPÍTULO 2

Limnología



2.1 · CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN EL SISTEMA LAGUNAR DE TARAPOTO

Liliana Palma[1], Marcela Núñez-Avellaneda[2] y Santiago R. Duque[1]



CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

RESUMEN

Se analiza la conectividad o grado de asociación de los lagos del sistema Tarapoto con los dos ríos principales: Loretoyacu, de aguas negras tipo 1, y Amazonas, de aguas blancas tipo 1; encontrando zonas de várzea por la influencia del Amazonas y de ipagó por el Loretoyacu. Según la conexión hay tres subsistemas, los lagos más cercanos al Amazonas como son Cocha Larga y Chepetén, lagos intermedios en condiciones limnológicas (tres subsistemas de Tarapoto) y El Correo más relacionado con el igapó. Los cambios en el nivel hidrométrico de los ríos afecta las condiciones de los ambientes, pudiendo observar diferencias limnológicas, con el estudio del fitoplancton entre condiciones de aguas bajas (mayor densidad y menor diversidad) con momentos de aguas altas y en descenso más coincidentes en sus condiciones limnológicas. Se discute la importancia de la conectividad y de los cambios producto del pulso de inundación anual, en la ecología de los humedales de la región.

Palabras clave: limnología, conectividad, pulso de inundación, fitoplancton

ABSTRACT

The connectivity or association grade has been analysed from the Tarapoto lakes system with the two principal lakes Loretayocu black waters type 1 and the Amazon white waters type 1: finding Várzea zones due to the Amazonas´s influence and from Ipagó for the Loretoyacu. According to the three subsystems existing connection, the nearest lakes to the Amazon such as Cocha Larga and Chepetén, the limnological conditions of the intermediate lakes (three Tarapoto) and El Correo more related with the Igapó. The hydrometric level changes of the rivers affects the environmental conditions, been able to observe limnological differences,

[1]Laboratorio de Limnología, Imani Sede Amazonia UN

[2]Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi.

by the Phytoplankton conditions between low waters (higher density and less diversity) with high waters and coincident in descent plus its limnological conditions. The importance of the connectivity is discussed and the changes produced by impulse of annual flooding, and the wetlands ecology of the region.

INTRODUCCIÓN

Desde el entendimiento funcional de los grandes sistemas fluviales del mundo (Junk *et al*., 1989), se han desarrollado múltiples aproximaciones para poder comprender como funcionan los ríos y sus llanuras aluviales. Entendiendo que el sistema no es solo el propio cauce del río, sino que también hay que agregar los sistemas leníticos presentes en sus bordes que se conectan y desconectan a través de canales en doble flujo y que, por tanto, esta conexión es fundamental para comprender la dinámica de estos sistemas lagunares (Calow 1992).

El pulso de inundación es considerado de manera inicial el motor de cambio en estos sistemas río - canales - lagos (Junk *et al*., 1989; Ward y Stanford 1995; Tockner *et al*., 1999). Y como segundo aspecto, la conexión o conectividad, la cual nos mide como el gran río, genera cambios físicos, químicos y hasta biológicos en las diferentes temporadas del ciclo anual (Amoros y Roux 1988, Davies *et al*., 1994, Heiler *et al*., 1995, Ward *et al*., 1999; Amoros y Bornette 2002; Bonnet *et al*., 2008). Los dos fenómenos son esenciales para mantener la integridad ecosistémica (Montoya *et al*., 2011).

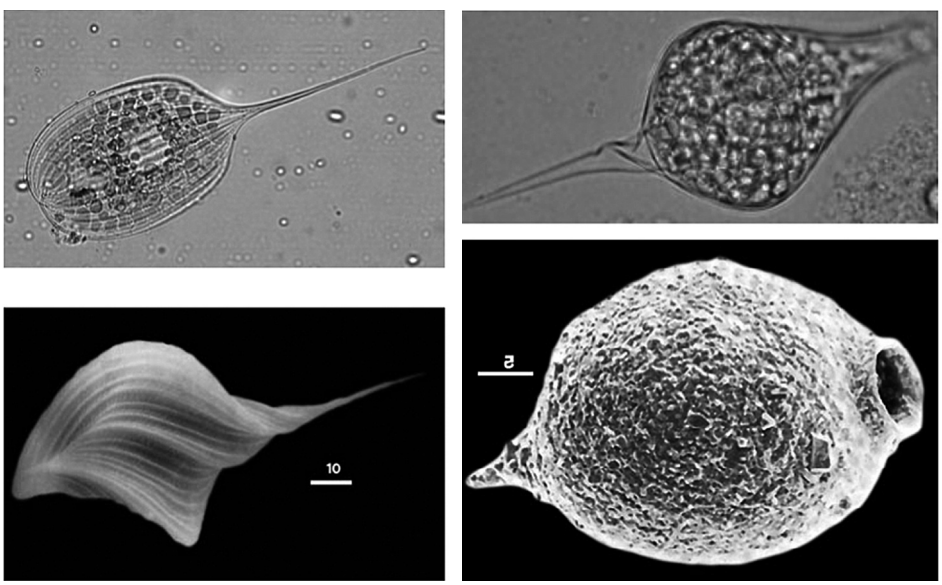
Tanto el pulso de inundación como la conectividad permiten definir los cambios y grado de afectación que le ocurren a los lagos de la llanura aluvial. En el río Amazonas, por ejemplo, y en otros ríos del continente, el nivel de las aguas definen períodos como aguas bajas, ascenso, aguas altas y descenso. Los lagos, por tanto, a veces se encuentran conectados con los ríos principales (potamofase) y de aislamiento (limnofase) (Neiff 1990).

En el cambio limnológico entre la potamofase y la limnofase, los canales de conexión juegan un papel importante en la dinámica de electrolitos, como los nutrientes que generan variaciones en la estructura de las comunidades, como las planctónicas. Algunos autores ya analizan esta dinámica en el fitoplancton de varios ríos (O'Farrel *et al*., 1996;

Kocárková *et al*., 2003; Rodrigues 2007). En la Amazonia colombiana, Gómez *et al*. (2011) y Salcedo-Hernández *et al*. (2012) se refieren a las variaciones del fitoplancton en lagos como el sistema Yahuarcaca. Estos mismos cambios se aprecian en otras poblaciones como el zooplancton (Andrade-Sossa *et al*., 2012).

El grado de conectividad, es decir, la cercanía o lejanía con el gran río genera heterogeneidad en la llanura aluvial; lagos más cercanos tendrán unas condiciones diferentes a sistemas lagunares más lejanos. En el caso del sistema de Tarapoto, estos lagos reciben dos fuentes de agua, el río Amazonas de aguas blancas y el río Loretoyacu de aguas negras (López-Casas, 2008). Por tanto, la ubicación del lago en la llanura determinará sus condiciones limnológicas y también sus variaciones en el año producto del pulso de inundación.

El presente capítulo analiza el fitoplancton como elemento biótico para comprender el proceso de conectividad presente entre los ríos Amazonas y Loretoyacu, los canales de conexión y seis lagos del sistema Tarapoto.



A) B)

Microalgas de los humedales de Tarapoto: A) *Phacus* sp., y B) *Strombomonas* sp.

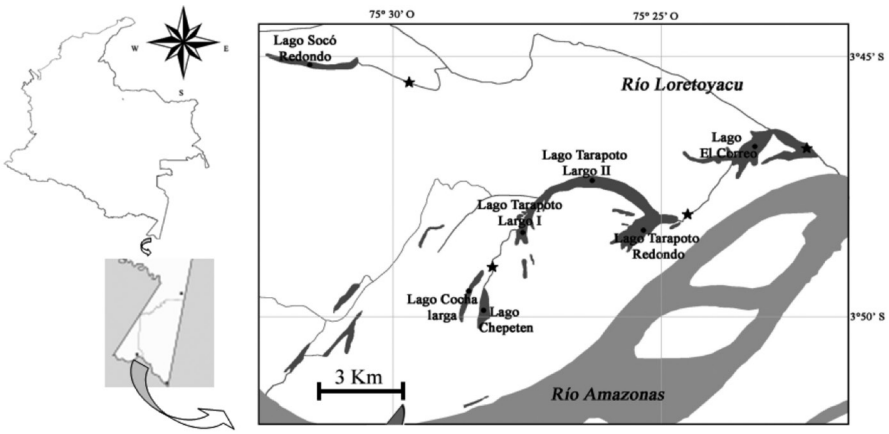


Figura 1. Sitios de estudio (tomado de Rozo *et al.*, 2014).

METODOLOGÍA

Área de estudio

La región corresponde al interfluvio de los ríos Amazonas y Loretoyacu (Figura 1). El primero proveniente de los Andes con aguas blancas tipo I y el segundo de la llanura amazónica con aguas negras tipo I (Duque *et al.*, 1997, Núñez-Avellaneda y Duque 2001). En este sector se forman diversos lagos que tienen conexiones diferenciales (Tabla 1). Seis sistemas son incluidos en el estudio y los dos ríos tributarios.

El paisaje predominante donde se ubican todos los lagos, corresponde a una llanura de inundación de aguas blancas con terrazas recientes y subrecientes (Duque *et al.*, 1997).

Tabla 1. Detalles de los ambientes trabajados.

No.	Tipo	Sistemas y código	Coordenadas
1	Lenítico	Lago Tarapoto Largo I (TLI)	3°47'15,54" S 70°26'22,14" W
2		Lago Tarapoto Largo II (TLII)	3°47'37,74" S 70°25'28,92" W
3		Lago Tarapoto Redondo (TR)	3°47'45,72" S 70°27'36,36" W
4		Lago El Correo (CR)	3°46'35,88" S 70°22'53,70" W
5		Lago Chepetén (CH)	3°49'30,96" S 70°28'26,10" W
6		Lago Cocha Larga (ChL)	3°49'10,02" S 70°28'33,90" W
7	Lótico	Río Loretoyacu, arriba (LYAA)	3°46'21,66" S 70°22'47,58" W
8		Río Loretoyacu, abajo (LYAB)	
9		Río Amazonas (RA)	3°49'18,18" S 70°15'42,00" W

El grado de conexión que se presenta entre el río Amazonas y los lagos es de tipo 2 y 3: el primero corresponde a la conexión indirecta a través del flujo de aguas blancas e intermedias, está representado por los lagos de Chepetén y Cocha Larga; y el segundo se refiere al flujo sobre bancos de sedimentos y aguas blancas, registrándose en los sistemas de Tarapoto y El Correo (Palma 2012). El tipo 1 no se registró en este estudio y corresponde a los lagos que son afectados directamente por el Amazonas.

El patrón de cambio de nivel del río Amazonas y por tanto de su efecto sobre los lagos conexos se observa en la Figura 2. Vemos variaciones en el nivel que definen el comportamiento de los cuatro momentos de muestreo como aguas bajas (septiembre-octubre de 2008) que corresponde a la fase de aislamiento, aguas en ascenso (noviembre-diciembre 2008) o la fase de ascenso-canalizada, aguas altas (marzo y mayo de 2009). Los términos de fases corresponden a Drago (1980,1981).

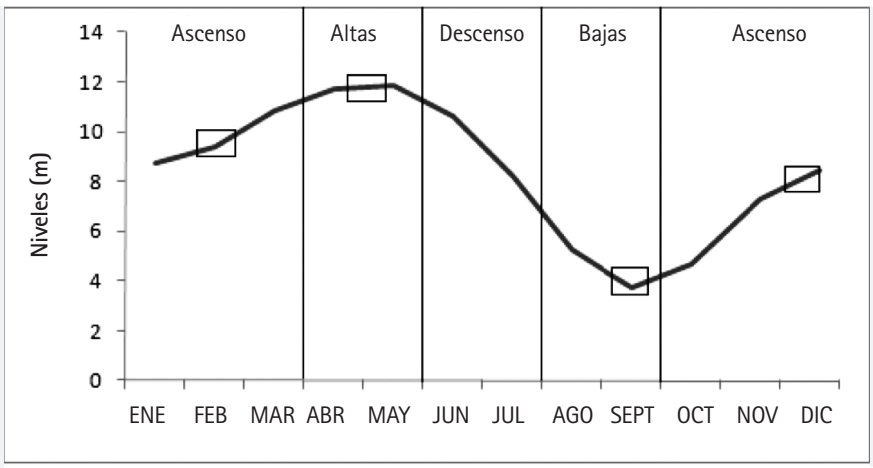


Figura 2. Histórico de niveles del río Amazonas (datos IDEAM 1988 – 2006), tomado de Palma (2012).

MÉTODOS DE CAMPO

Biológicos

Se analizaron parámetros cualitativos y cuantitativos del fitoplancton considerando las metodologías planteadas por Lund *et al.* (1958), Villafañe y Reid (1995) y Cambra *et al.* (2005). Las muestras cualitativas se tomaron con arrastres horizontales y verticales con una red de 24 µm en diferentes puntos, para explorar el mayor espacio posible del cuerpo o curso de agua y la muestra se fijó con solución Transeau.

Para el análisis cuantitativo se tomó una muestra integrada de las diferentes profundidades (subsuperficial, DS y 3DS, según medida del disco Secchi) a través de una botella muestreadora van Dorn. Esta muestra se mezcla y de este volumen se toma 300 ml de agua en un envase plástico, el cual se fija con lugol concentrado (0,5 lugol x 100 ml de muestra).

Las muestras cualitativas fueron identificadas taxonómicamente a nivel de morfoespecies, de acuerdo a Huber-Pestalozzi (1955), Tell y Conforti (1986), Round *et al*. (1992), Anagnostidis y Komárek (1999), Kocioleck y Spaulding (2000), Bicudo y Menezes (2006) y Núñez-Avellaneda (2009).

Las muestras cuantitativas se analizan a través de la técnica Utermöhl (Lund *et al*., 1958). Se sedimentaron muestras de agua (1 hora/ml); una vez cumplido este tiempo se observa la cámara y se cuentan los individuos con un microscopio invertido Olympus CK2.

Variables físicas y químicas

En cada lago se tomaron datos *in situ* de variables presentadas en la Tabla 2; también se colectó una muestra integral de la superficie, DS y 3DS para el análisis de NO_2, NO_3, PO_4, NH_4, SiO_2 y carbono orgánico disuelto. Esta muestra se filtró con un sistema manual usando filtros microporo de fibra de vidrio GFC Whatman de 1,2 µm; por muestra se tomaron 10 tubos Eppendorf ® de 1,5 ml que se refrigeraron y enviaron a España para su estudio con un autoanalizador BRAN + LUEBBE AAIII (Norderstedt, Germany) en la Universidad de Vigo. En el río y sus tributarios, la muestra se colectó en el centro del cauce.

Tabla 2. Método y equipo para la medición de variables físicas y químicas de campo

Variable	Unidades	Método y/o equipo
Profundidad	m	Ecosonda Humminbird
Transparencia	cm	Disco Secchi
Conductividad eléctrica	µs.cm-1	Conductimetro YSI
Oxígeno disuelto	mg.l-1	Oxímetro YSI
Oxígeno disuelto	%	Oxímetro YSI
Temperatura	°C	Oxímetro YSI
pH	unidades	pHmetro YSI

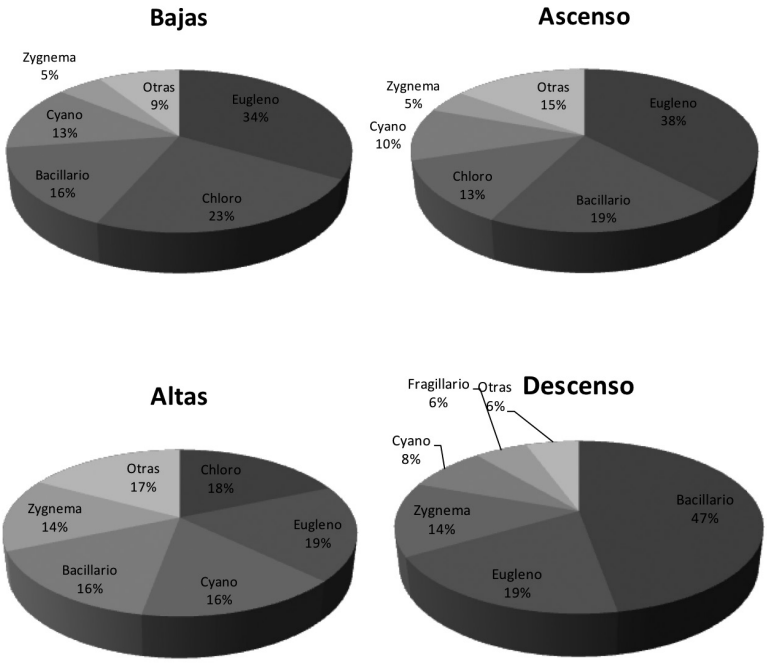


Figura 3. Riqueza de especies por periodos en el sistema Tarapoto

Análisis de datos

Los datos biológicos fueron tabulados y analizados en una matriz de Excel con los cuales se determinó la riqueza, abundancia y diversidad.

En cuanto a los datos físicos y químicos se realizaron dos análisis: Discriminantes (AD, por período y ambiente), para conocer si existen diferencias significativas entre los sistemas estudiados con respecto a las variables físicas y químicas estudiadas con el programa SPSS 17.0; y también se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando el software STATISTICA 8.

RESULTADOS

Biológicos (Riqueza)

Considerando el análisis taxonómico para los seis lagos, encontramos 179 morfoespecies, distribuidas en siete divisiones y 13 clases de microalgas. En aguas bajas se presenta el mayor número con 99 morfoespecies; por el contrario, en aguas en descenso, el valor menor corresponde a 36 morfoespecies (Anexo 1).

En aguas bajas, ascenso y altas se observa el predominio de la clase Euglenophyta con el 34%, 38% y 19% respectivamente; el otro grupo dominante es Bacillariophyta, el cual representa el 47% de la riqueza total en aguas en descenso. Otras clases significativas son Chlorophyceae y Cyanophyceae (Figura 3).

También se realizó el promedio de la riqueza considerando los ambientes para los cuatro períodos y se encontró que el sistema El Correo presenta la mayor riqueza con 36 especies, seguido del lago Chepetén. Los ambientes con menor riqueza la presentan las dos zonas ubicadas sobre el río Loretoyacu (Figura 4).

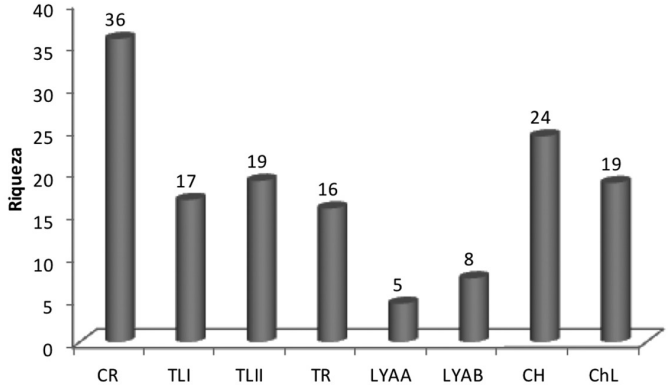


Figura 4. Riqueza de especies por ambientes. Códigos referidos en la tabla 1.

Abundancia

La mayor abundancia promedio se presentó en aguas bajas con un total de 26.280 org.L^{-1}, seguido de aguas en descenso con 18.307 org.L^{-1}. El menor valor lo presentó aguas en ascenso con 12.056 org.L^{-1}. Considerando el nivel de profundidad de los períodos, se puede observar que entre menor es el nivel de las aguas mayor es la abundancia encontrada (Figura 5). Cabe resaltar que aguas en descenso presentó en el 2009 un alto nivel de las aguas, por tanto fue un momento atípico, por lo cual la inundación duró más de lo esperado.

Para conocer si los diferentes ambientes muestreados del sistema Tarapoto presentan un grado de similaridad entre cada período hidrológico, se realizó un análisis Cluster a partir del índice de distancia de Bray-Curtis

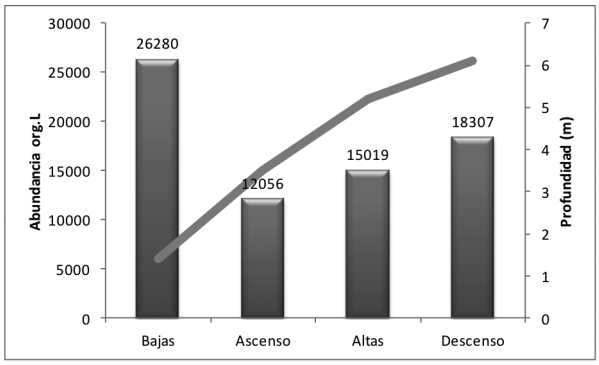


Figura 5. Abundancia entre los diferentes períodos para los sistemas muestreados *vs* los niveles de los lagos.

(Figura 6); para este análisis se consideró la abundancia del fitoplancton; hay una tendencia de agrupación entre los ambientes de Chepetén y Cocha Larga; Tarapoto I, II, Redondo y El Correo y el río Loretoyacu en sus dos puntos de muestreo.

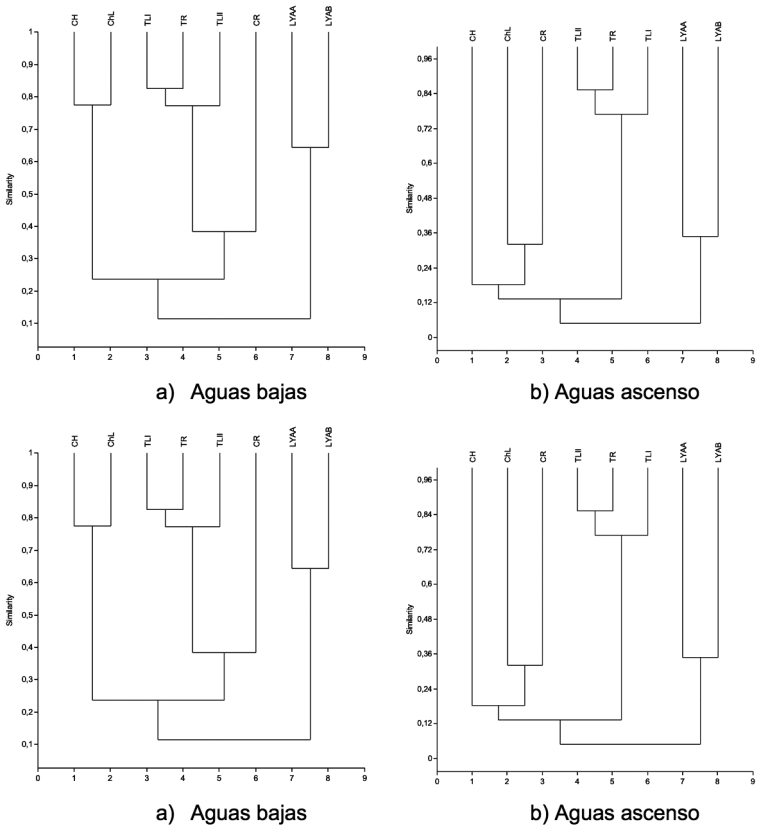


Figura 6. Diagramas de Cluster para los diferentes periodos muestreados: a) Aguas bajas; b) Aguas en ascenso; c) Aguas altas y d) Aguas en descenso.

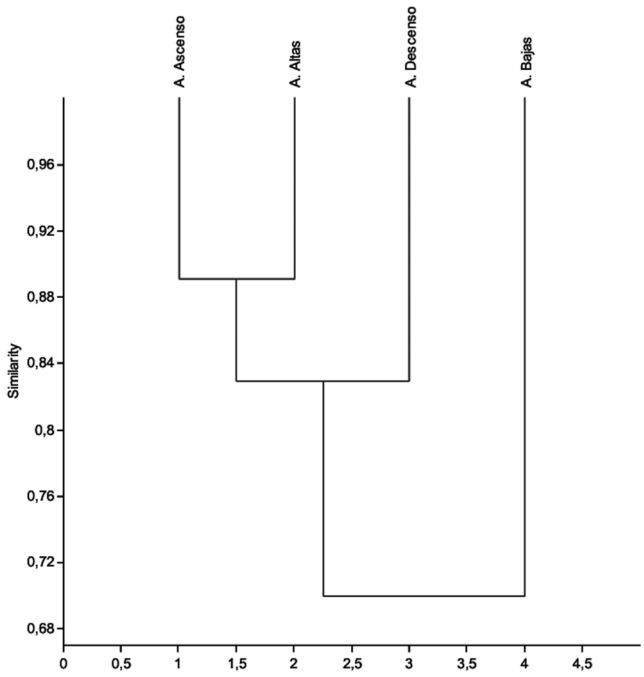


Figura 7. Análisis Cluster para los períodos muestreados.

También se realizó el análisis para los períodos. Se obtuvo que la abundancia presenta una relación mayor entre aguas en ascenso y altas, y estos períodos se relacionan en menor proporción con la abundancia presentada en aguas en descenso. Por el contrario, en aguas bajas no se presenta una relación con los demás períodos (Figura 7).

Diversidad

La diversidad medida a través del índice de Shannon presentó el mayor valor en el lago El Correo (H = 2,2 bits), por el contrario los menores valores se encontraron en el sistema lótico del río Loretoyacu (H = 0,7 bits). De manera general, se observa que la diversidad en el área de estudio es baja, ya que sí consideramos los valores medidos de diversidad del índice de Shannon, estos van de 1 a 4,5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como diversos (Figura 8).

Considerando la diversidad para los cuatro períodos hidrológicos, se obtuvo que aguas altas presenta el mayor valor (H = 1,90 bits); por el contrario, el menor valor se presenta en aguas en ascenso (H =1,88 bits).

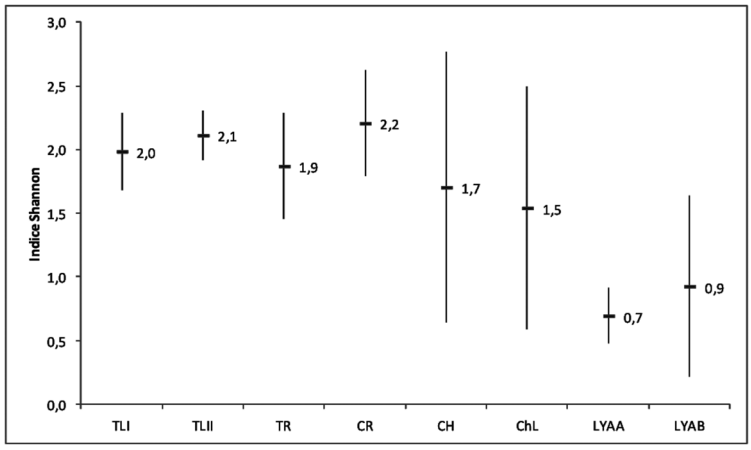


Figura 8. Índice de Shannon para los sistemas muestreados.

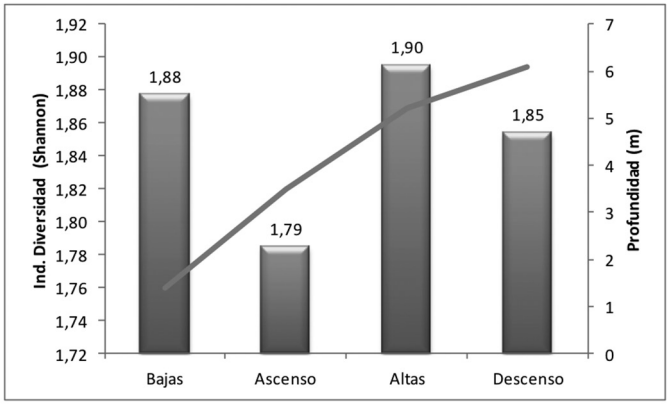


Figura 9. Índice de Shannon para los períodos *vs* los niveles de los lagos (línea).

Se realizó un promedio de la profundidad para conocer la relación entre estas dos variables y se obtuvo los mayores valores de riqueza en aguas bajas como en altas (Figura 9).

Variables físicas y químicas (discriminante por períodos hidrobiológicos)

La Figura 10 nos indica tres grupos, teniendo en cuenta los datos físicos y químicos analizados: 1) aguas altas y descenso por la cercanía de las fechas de muestreo que implicó similitud en la profundidad de los sistemas; 2) aguas en ascenso; y 3) aguas bajas. Las primeras dos funciones del discriminante explican el 93% de la varianza. El estadístico

Lambda de Wilks indicó niveles de probabilidad altamente significativos tanto para la primera función discriminante ($X^2$36= 171,2, p=0,000) como para la segunda ($X^2$22= 84,4, =0,000).

La primera función discriminante explica el 70,6% de la varianza total y las variables con mayores valores de correlación, o las que más aportan a la variabilidad en la primera función discriminante son: PO_4 (0,351), NH_4 (0,288), SiO_2 (0,270) y temperatura (0,194). La segunda función discriminante explica el 29,8 % de la varianza total, y las variables con mayores valores de correlación son: COD (0,547), temperatura (0,340) y oxígeno disuelto (0,323). El resto de variables presentan valores menores de correlación, pero que aportan positivamente a la discriminación en grupos de los datos.

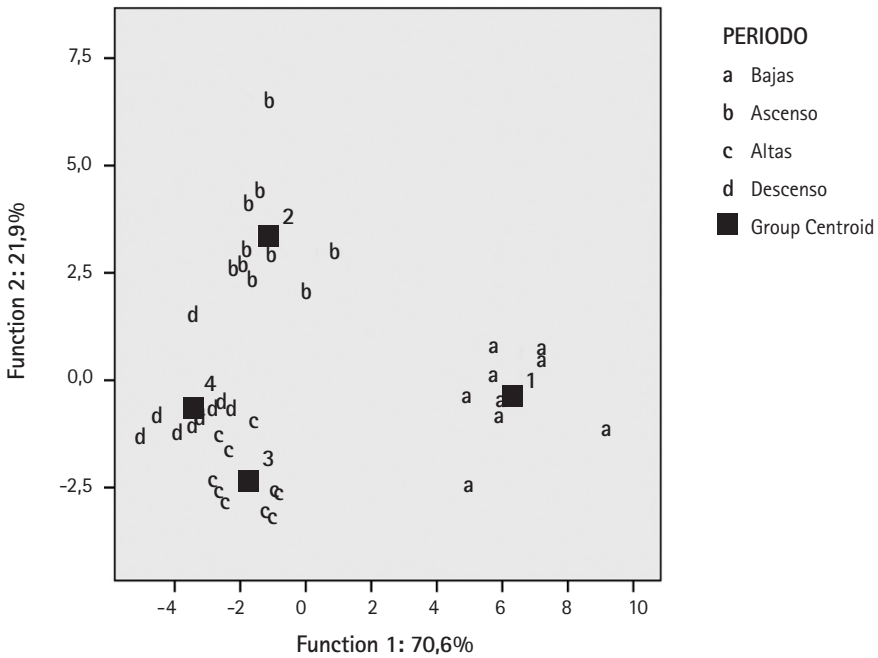


Figura 10. Análisis discriminante por períodos hidrológicos.

Discriminante por ambientes

Obtenemos tres grupos: 1) río Amazonas; 2) lago El Correo y río Loretoyacu, tanto en aguas altas y bajas; y 3) sistema Tarapoto I, II, Redondo, Chepetén y Cocha Larga para los cuatro períodos hidrológicos (Figura 11).

La primera función discriminante explica el 51,3% de la varianza total y las variables con mayores valores de correlación, o las que más aportan a la variabilidad en la primera función discriminante son: transparencia (0,299) y conductividad (0,262). La segunda función discriminante explica el 33,8% de la varianza total, y las variables con mayores valores de correlación también son: transparencia (0,429) y conductividad (0,395). Las demás variables presentan valores menores de correlación, pero que aportan positivamente a la discriminación en grupos de los datos.

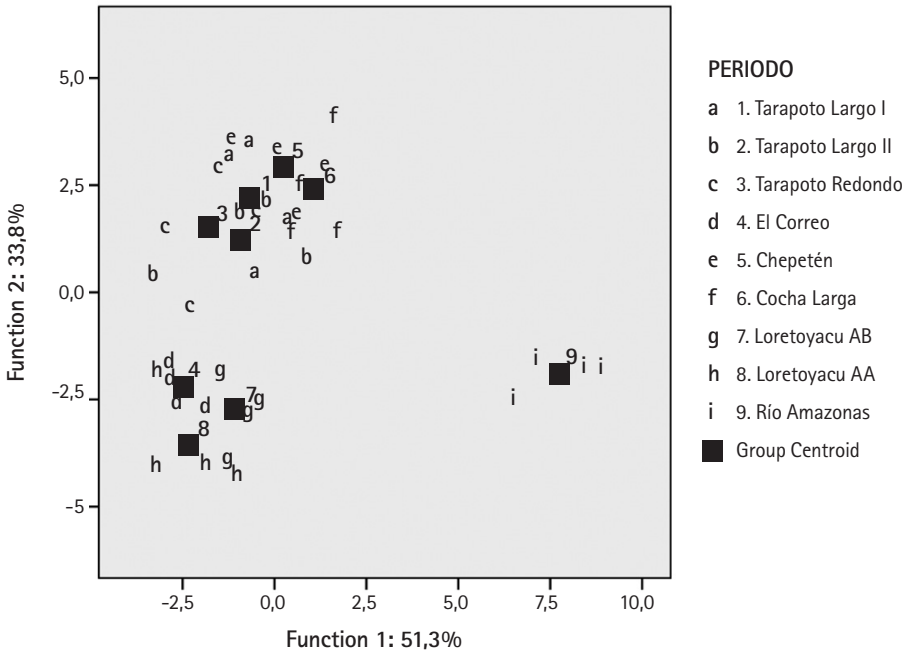


Figura 11. Análisis discriminante por ambientes muestreados.

Análisis por Componentes Principales (ACP)

El ACP indica que las variables PO_4 (fosfatos) y T (temperatura) están relacionadas con los valores bajos del factor 1; la variable Trans. (transparencia) está relacionada con valores altos del factor 2 y las variables OD (oxígeno disuelto) y NO_3 (nitratos) con valores bajos del factor 2 (Figura 12). Considerando la contribución de las variables a los factores se tiene que efectivamente las variables que mayor contribuyen al factor 1 son PO_4, SiO_2, T y NH_4. Al factor 2 son transparencia, oxígeno disuelto y nitratos. Se puede concluir que el factor 1 está relacionado con los fosfatos y el factor 2 con la transparencia.

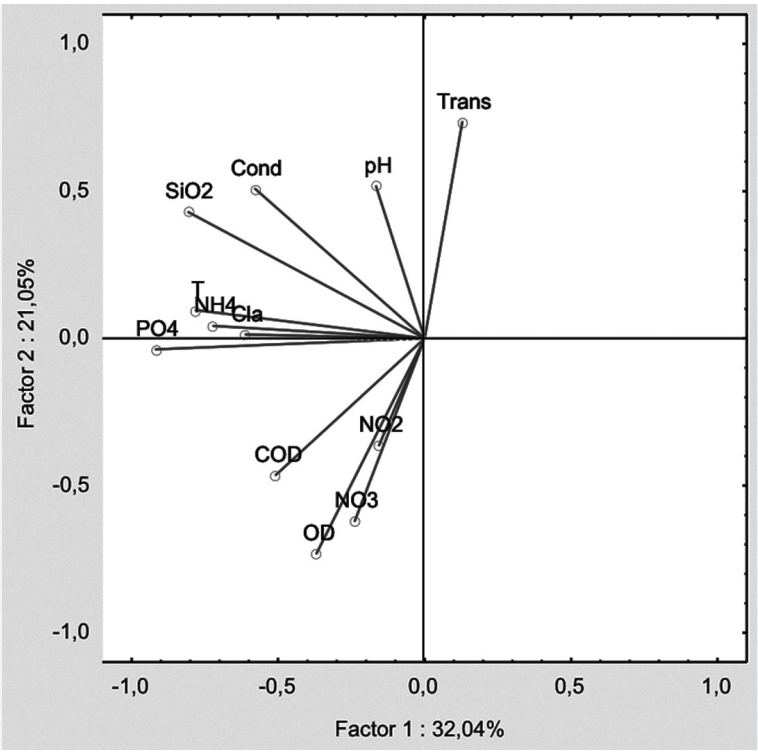


Figura 12. ACP de los datos físicos y químicos.

DISCUSIÓN

Los seis lagos del sistema Tarapoto están influenciados por el nivel de las aguas de los dos ríos tributarios, Amazonas y Loretoyacu; pero el efecto sin duda es mayor en el Amazonas sobre toda la llanura aluvial donde se ubica el sistema Tarapoto. Esto ya es evidente en otros estudios de la zona, como Marciales-Caro (2006) y López-Casas *et al.* (2014, capítulo 4.4 del presente libro). Por tanto, los lagos difieren en sus condiciones limnológicas dependiendo si estamos hablando de aguas altas, bajas o las transiciones.

En el caso de la conectividad, que es el factor que queremos entender en el estudio, es claro, con los resultados encontrados, que los lagos como Chepetén y Cocha Larga, al estar más cerca del río Amazonas y de su influencia, tienen diferencias en varios aspectos con los lagos de Tarapoto y El Correo.

La riqueza del fitoplancton es alta en la región (Duque y Núñez-Avellaneda 2000), debida a las diferentes condiciones limnológicas que pueden ofrecer los sistemas, como aguas quietas, aguas en movimiento, así como aportes de elementos bióticos al fitoplancton provenientes de los sistemas radiculares de plantas acuáticas, que son muy variables en la zona (Ardila y Duque 2014, capítulo 3.3 del presente libro) y de organismos del perifiton asociado al bosque inundable que pueden llegar a las aguas libres de los lagos. Por ello la riqueza es en general elevada (Anexo 1).

Ya la diversidad, que es una expresión de la riqueza y la densidad de cada población planctónica nos muestra como los cambios en el nivel de las aguas generan mayores valores en el máximo, ocasionado por los aportes de microalgas de otros biotopos diferentes a las aguas libres, mientras que en aguas bajas y en ascenso (Figura 9) el fitoplancton es mucho más pobre. Los estudios realizados en lagos cercanos, sistema Yahuarcaca muestran tendencias similares (Salcedo-Hernández *et al*., 2012). Por tanto hay coincidencia en el patrón de la densidad planctónica, con mayores valores en aguas bajas (Figura 5) que hacen disminuir así la diversidad medida por Shannon. Y esto nos muestra que las diferencias del momento de aislamiento o limnofase son predominantes en la estructuración del fitoplancton respecto de los otros momentos que podríamos considerar, en el modelo de Neiff (1990), como potamofase, aspecto que observamos en la Figura 7.

La diversidad también hace evidente la diferencia de los dos sistemas estudiados, siendo mayor sus valores en los lagos (sistemas leníticos) y menor en los ríos (lóticos; Figura 8). El hecho de siempre relacionar en la Amazonia y otras grandes cuencas fluviales a los dos tipos básicos de ambientes limnológicos, relata la enorme complejidad de estudio que tienen estos ecosistemas (Ward y Tockner 2001) y como, estudios clásicos limnológicos de considerar solo los lagos, sin entender la estrecha y cambiante condición hidrométrica anual (Figura 2), sesgan y simplifican las realidades naturales de los sistemas fluviales y sus llanuras aluviales.

Pasando a la física y la química de las aguas, es claro que una llanura aluvial como es el sistema de Tarapoto, depende en gran medida del tipo, magnitud y periodicidad de influencia de los dos ríos tributarios que la alimentan. En el caso del río Loretoyacu, el cual nace en Perú, con un

corto trayecto, es un sistema de aguas negras tipo 1 (Duque *et al.*, 1997; Núñez-Avellaneda y Duque 2001), indicando que el tipo 1 es producto de una diferencia estadística significativa con el tipo 2, que los autores reconocen en sistemas de las cuencas de los ríos Putumayo y Caquetá que tienen menor mineralización. Y en el mismo sistema de clasificación, estos autores hablan de que el río Amazonas que alimenta a Tarapoto es de aguas blancas tipo 1.

Estas condiciones permiten suponer que una llanura aluvial alimentada por aguas de dos tipos generan muchos cambios limnológicos, no solo en los propios lagos sino en la dinámica anual y el grado de conectividad que ellos tengan con sus tributarios. Por tanto, en varios capítulos del libro se habla de zonas de várzea referidos a los lagos y canales que poseen aguas blancas tipo 1, y del igapó a sectores bañados por las aguas negras tipo 1 del río Loretoyacu.

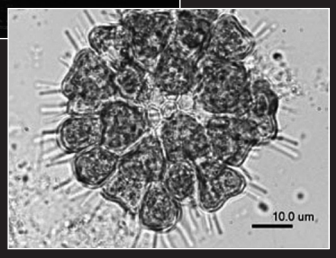
Las aguas del río Amazonas, en el tramo colombiano, tiene conductividades de 160 $\mu S.cm^{-1}$, mientras que el río Loretoyacu no llega a 25 $\mu S.cm^{-1}$ (Duque *et al.*, 1997). En nuestro estudio, los lagos tipo 2 (Palma 2012) como Chepetén y Cocha Larga son más "blancos" que los lagos tipo 3 como Tarapoto y El Correo, que serían más "negros". Así que el grado de conectividad es fundamental en su comportamiento limnológico. En el propio estudio de Palma (2012), para otros sistemas de la ribera colombo-peruana del río Amazonas se observa este patrón de cambio según el mayor o menor efecto que produzca el río Amazonas o los tributarios menores negros o intermedios (según tercer tipo definido por Duque *et al.* (1997) para sistemas del Parque Nacional Amacayacu.

La estacionalidad de la conectividad (Figura 10) es bien marcada para los sistemas de Tarapoto. La física y la química de las aguas cambia entre cada momento del año; así se observa la semejanza de aguas altas y descenso, por el proceso atípico encontrado en el momento del muestreo (2009) y de la separación de las aguas en ascenso y las bajas. Este comportamiento fue posible al poder incluir las variables más relacionadas con la productividad del sistema, como son algunos nutrientes del sistema nitrógeno y fósforo junto con el carbono orgánico disuelto. López *et al.* (2014, capítulo 4.4 del libro) habla de un gradiente limnológico y de mineralización de la llanura del sistema Tarapoto, indicando lo más alto en Cocha Larga y Chepetén (más cerca del Amazonas) y menor hacia





La estacionalidad de la conectividad es bien marcada para los sistemas de Tarapoto. La física y la química de las aguas cambia entre cada momento del año; así se observa la semejanza de aguas altas y descenso.



Sorastrum sp.

el río Loretoyacu. Este mismo patrón lo hacemos evidente en la Figura 11, donde el Amazonas se aleja de todos, por ser el sistema de la mayor mineralización. Luego, una fuerte relación de intercambio de aguas y flujos de la pluma blanca del Amazonas en los lagos de Chepetén, Cocha Larga y los subsistemas de Tarapoto, reconocidos en este estudio (Tabla 1) y el lago El Correo, que colinda directamente con el río Loretoyacu, que por sus aguas negras tipo 1 lo diferencia de los demás.

El ACP (Figura 12) nos muestra un interesante aspecto de la limnología amazónica. Los fosfatos son sin duda un indicador de los flujos de agua blanca, entendiendo que esta proviene de zonas muy ricas en este mineral en los Andes, en especial en los ecuatorianos (a través del río Napo) que llega al Amazonas algunos cientos de kilómetros arriba de Tarapoto y, como estas aguas blancas, con muy bajos valores de transparencia (0,17 m medidos por Secchi; Duque *et al.*, 1997; Palma 2012) producen los cambios por la aparente entrada de la pluma de agua blanca al sistema, la cual no afecta, ni al propio río Loretoyacu ni al sistema lenítico más importante como sería El Correo.

El estudio de Palma (2012) no solo consideró los ambientes indicados en la Tabla 1, sino muchos otros de la ribera colombo-peruana del río Amazonas. Ella mostró como el sistema de Tarapoto es el más complejo, toda vez que la ubicación en el interfluvio de los dos ríos, Loretoyacu y Amazonas, con diferencias importantes ya comentadas por su tipo de agua, respecto del sistema de Yahuarcaca (cerca de Leticia) que tiene una principal influencia del Amazonas y menor de un tributario de color negro (Q. Yahuarcaca); y de un lago Mariyú ubicado en la isla fluvial de Los Micos con total aporte del Amazonas (Figura 13). El patrón indicado

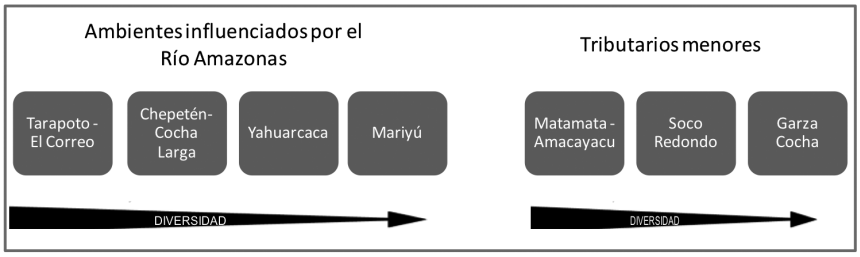


Figura 13. Relaciones ecológicas de sistemas acuáticos en el Amazonas colombiano. Tomado de Palma 2012.

por Palma nos muestra por qué, efectivamente, encontramos en nuestro estudio la alta riqueza y diversidad de algas, respecto de otros sistemas amazónicos de la región.

Estas diferencias de poder encontrar zonas de várzea (aguas blancas) y zonas de igapó (aguas negras), en un tramo tan corto de nuestra geográfica fluvial, es sin duda un factor muy favorable para los pobladores que allí viven. Hay sitios y momentos del año, según estas conectividades que son más favorables para el aprovechamiento de los recursos naturales allí presentes.

Es así que en un trabajo realizado recientemente por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia y la Fundación Omacha se llamaba en el contrato firmado con Corpoamazonia como "Plan de manejo ambiental de los humedales localizados en el sistema de várzea comprendida en el interfluvio de los ríos Loretoyacu y Amazonas, en el marco del plan de vida del Resguardo Indígena Ticuna, Cocama y Yagua de Puerto Nariño y el Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal de Puerto Nariño (Amazonas)", el cual gracias a un ejercicio muy productivo de diálogo de saberes (Duque *et al*., 2009), quedó redefinido por los propios pobladores como "Plan de Control y Manejo de las Zonas Bajas y Sagradas para la Conservación del Pueblo TICOYA, Daiûne, Kikuri y Codi" (Duque *et al*., 2008), indicándonos la importancia de los humedales y sus servicios ecosistémicos para la supervivencia de los pueblos amazónicos ribereños.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa reconocimiento de apoyo financiero y logístico a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, Instituto Sinchi, Corpoamazonia y Fundación Omacha. El Profesor C. Guisande de la Universidad de Vigo (España) colaboró con el análisis de las muestras químicas. Y en especial del apoyo del resguardo TICOYA que permitió realizar el estudio en su territorio.

LITERATURA CITADA

Anagnostidis K. & J. Komárek 1999. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3: Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. (Algological studies)*. 80 (450-453): 327-472.

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). 2005. *Standard Methods for the examination of water & wastewater*. 21st Edition. Joint Editorial Board.

Amoros, C. & A. L. Roux. 1988. Interaction between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. *Munstersche Geogr. Arbeiten* 29: 125-130.

Amoros, C. & G. Bornette 2002. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biology*, 47:761–776.

Anagnostidis, K. & J. Komárek 1999. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3: Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. (Algological studies)*. 80. 1 (450-453) 327-472.

Andrade-Sossa, C. E., M. García-Folleco, C. A. Rodríguez-Munar, S. R. Duque y E. Realpe 2011. Efectos de la fluctuación del nivel del agua sobre la estructura del ensamblaje de rotíferos en el lago Largo (Sistema Yahuarcaca - Llanura de inundación del río Amazonas - Colombia). *Caldasia* 33(2): 499-517.

Bicudo, C. E. M & M. Menezes 2006. Géneros de algas de aguas continentales do Brasil (chave para identificaçao e descrições). Segunda edición. pp 502.

Bonnet, M.P., G. Barroux, J.M. Martinez, F. Seyler, P. Moreira-Turcq, G. Cochonneau, J.M. Melack, G. Boaventura, L. Maurice-Bourgoin, J.G. León, E. Roux, S. Calmant, P. Kosuth, J.L. Guyot & P. Seyler. 2008. Floodplain hydrology in an Amazon floodplain lake (Lago Grande de Curuaí). Journal of Hydrology 349, 18-30.

Cambra, J., L. Ector & S. Sabater. 2005. *Protocolos de muestreo y análisis para Fitobentos (Microalgas bentónicas)*. Metodología para el Establecimiento el Estado del Agua según la Directiva del Marco de Agua. pp 33.

Calow, P. 1992. Can ecosystems by healthy? Ctitical consideration of conceps. J. Aquat. Ecosyst. Health. 1: 1.5

Davies, B.R., M.C. Thomas, K.F. Walker, J.H. O'Keefe & Gore A.J. 1994. Dryland rivers: their ecology, conservation and management. In: Calow P., Petts G.E. (Eds.), *The Rivers Handbook II: Hydrological and Ecological Principles*. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 484–511.

Drago, E. C. 1980. Aspectos limnológicos en ambientes próximos a la ciudad de Santa Fe Paraná Medio): Comportamiento hidrológico y sólidos suspendidos. *Ecología* (Argentina) 5:31-48.

Drago, E. C. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología* (Argentina) 6:27-33.

Duque, S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología. Pp: 71-134. En IGAC (ed.). *Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo - Brasilero (Eje Apaporis - Tabatinga: PAT)*. Editorial Linotipia. Santafé de Bogotá.

Duque, S. R. y M. Núñez-Avellaneda. 2000. Microalgas acuáticas de la Amazonia colombiana. Biota Colombiana. 1(2):208-216

Duque S. R., Trujillo C., Huérfano A., López-Casas S., Daza E. y F. Trujillo 2008. *Plan de control y manejo de las zonas bajas y sagradas para la conservación del pueblo Ticoya, Daiûne, Kikuri y Codi*. Documento síntesis. Universidad Nacional de Colombia-Sede Amazonia, Fundación Omacha y Corpoamazonia. Leticia.

Duque S. R., C. Trujillo, Á. Huérfano, S. López-Casas y F. Trujillo. 2009. Humedales amazónicos: experiencias de concertación para el manejo sostenible en territorios indígenas. Pp 495-503. En: Bernal et alli (eds.). *Amazonia y agua. Desarrollo sostenible en el siglo XXI*. Servicio Editorial de la Unesco Etxea.

Gómez, M., Rivera R., Duque S. R., Andrade C. & Rodríguez C. 2011. Análisis temporal y espacial del fitoplancton en el sistema de lagos de Yahuarcaca, planicie de inundación del río Amazonas (Leticia - Colombia). Astrolabio 10 (1): 10-26

Heiler, G., T. Hein. & F. Schiemer. 1995. Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system. Regulated Rivers: *Research and Management* 11: 351 – 361.

Huber-Pestalozzi, G 1955. Das Phytoplankton des Süsswassers. Systematik und Biologie. 4. Teil: Euglenophyceen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany. Pp 606.

Junk, W. J., P. B. Bayley & R. E Sparks 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110 -127.

Kocárková, A., A. Poulícková & E. Lelková. 2003: Diurnal changes of phytoplankton vertical distribution in shallow floodplain pool. *Czech Phycology* 3: 87-96

Kociolek, J. P. & S. A., Spaulding. 2000. Fresh diatom biogeography. Nova Hedwigia 71:223-241.

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. Universidad Nacional de Colombia, Leticia.

Lund, J. W. G., C. Kipling. & E. D Le Cren. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of stimations by counting. Hidrobiología 2:143-170.

Marciales-Caro, L. J. 2006. *Ecología funcional del fitoplancton en dos lagos de la ribera colombiana del Río Amazonas* (Tarapoto y El Correo). Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Montoya, J., M. M. & L. Sánchez 2011. La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia* 36(12): 900-907

Neiff, J. J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6):424-440.

Núñez-Avellaneda, M. 2009. Microalgas acuáticas, la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. 222p. http://www.sinchi.org.co/images/publicaciones/microalgas_ebook.swf

Núñez-Avellaneda, M. & S. R. Duque 2001. Fitoplancton en algunos ríos y lagos de la Amazonia Colombiana. Pp: 305-335. En Franky & Zárate (eds.). *Imani Mundo: Estudios en la Amazonia colombiana*. Unibiblos Bogotá.

O´Farrell, I., I. Izaguirre & A. Vinocur. 1996. Phytoplankton ecology of the Lower Paraná River (Argentina). *Archiv für Hydrobiologie/Supplementband 115/1, Large Rivers* 11 (1): 75-89.

Palma, L. 2012. Efecto de la conectividad del río Amazonas en la ecología del fitoplancton en lagos amazónicos. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia.

Round, F.E., R.A. Crawford & D.G. Mann. 1992. The Diatoms. Biology and morphology of the genera, 2 edn. Cambridge Universitu Press, Cambridge. 747pp.

Rodrigues, L.C. 2007. Variação interanual da comunidade fitoplanctônica em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná: influência do regime hidrossedimentológico. Maringá, 2007. 63 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-Dep. de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Rozo, M. G., AC.R. Nogueira & C. Castro 2014. Remote sensing-based analysis of the planform changes in the Upper Amazon River over the period 1986 - 2006. *Journal of South American Earth Sciences* 51: 28-44

Salcedo-Hernández, M. J., S. R. Duque, L. Palma, A. Torres-Bejarano, D. Montenegro, N. Bahamón, L. Lagos, L. F. Alvarado, M. Gómez & A. P. Alba. 2012. Ecología del fitoplancton y dinámica hidrológica del sistema lagunar de Yahuarcaca, Amazonas, Colombia: análisis integrado de 16 años de estudio. *Mundo Amazónico* 3:17-42

Tell, H. G. & V. Conforti 1986. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. Bibliotheca Phycologica 75. 183p. J. Cramer (Eds).

Tockner, K., D. Pennetzdorfer, N. Reiner, F. Schiemer & J.V. Ward 1999. Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river- floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biology* 41: 521–535.

Villafañe, V. E.; y F. M. H. Reid, 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton, p. 169-185. In Alveal, K., Ferrario, M. E., Oliveira, E. C., and Zar, E. (eds.). Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Chile.

Ward, J.V., K. Tockner & F. Schiemer 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management* 15:125 -139.

Ward, J. V. & J. A. Stanford 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, 11:105-119.

Ward, J. V. & K. Tockner. 2001. Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. Freshwater Biology 46: 807-819.

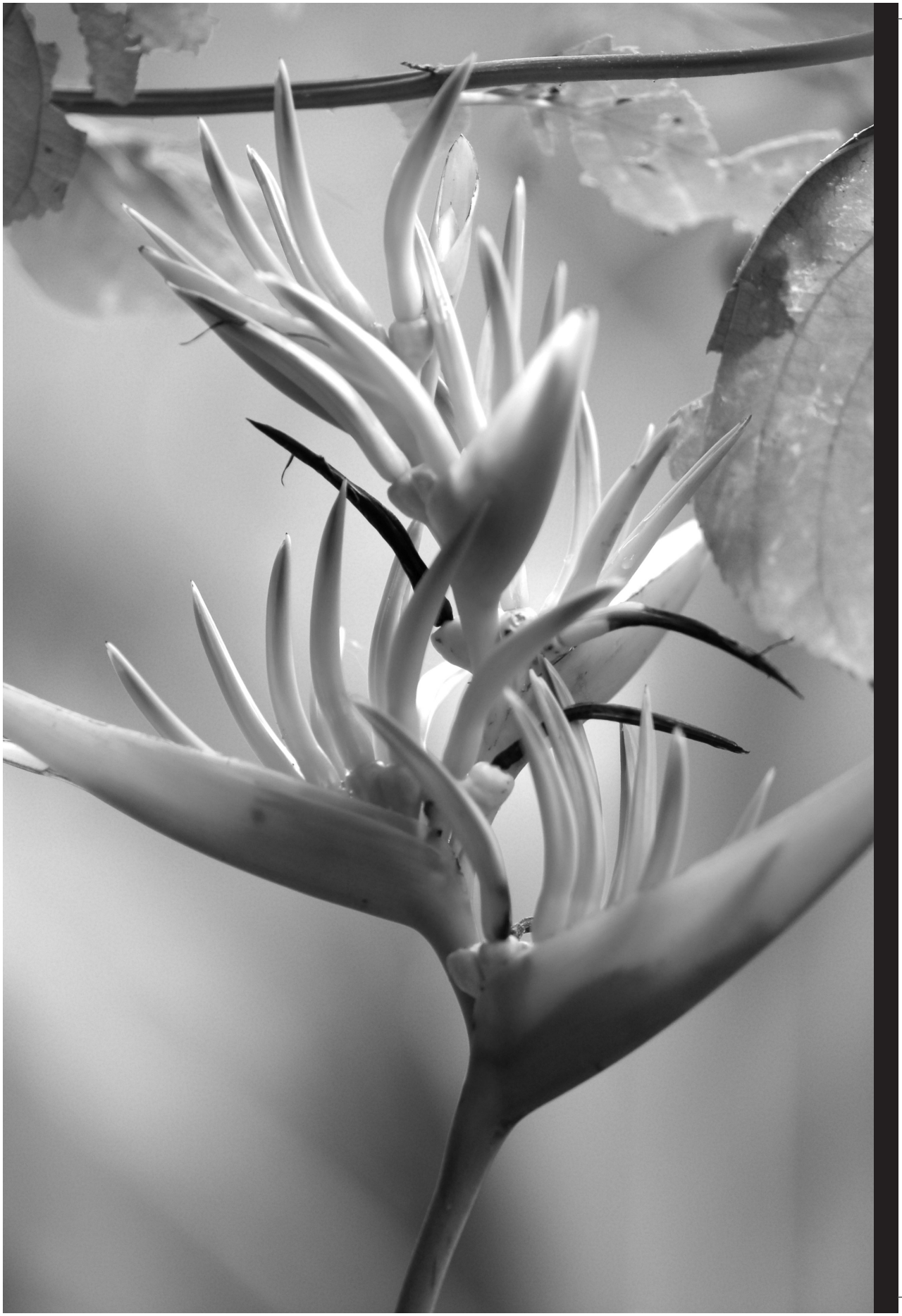
ANEXO 1. RELACIÓN DE LAS MORFOESPECIES ENCONTRADAS EN LOS SEIS LAGOS DEL SISTEMA TARAPOTO. EN LA INDICACIÓN "sp" PUEDE CONTENER UNA O VARIAS MORFOESPECIES

DIVISIÓN	CLASE	MORFOESPECIE	BAJAS	ASC.	ALTAS	DES.
Cyanophyta	Cyanophyceae	*Anabaena* sp.	1	1	1	1
		Aphanocapsa grevilli	0	1	1	0
		Aphanocapsa sp1	1	0	0	0
		Chroococcus sp.	1	0	0	0
		Coelosphaeriopsis sp	0	0	1	0
		Coelosphaerium sp1	1	1	0	0
		Coelosphaerium sp2	0	1	0	0
		Leibleinia sp.	0	1	0	0
		Microcystis sp.	0	0	1	0
		Nostoc sp.	1	0	0	0
		Oscillatoria sp.	1	0	0	0
		Phormidium sp.	1	1	1	1
		Planktolyngbya sp.	0	0	1	0
		Pseudoanabaena sp.	0	1	1	1
Chlorophyta	Chlamydophyceae	*Chlamydomonas* sp.	0	0	1	0
		Eudorina elegans	1	1	0	0
		Eudorina unicocca	1	0	0	0
		Pandorina sp.	1	0	0	0
	Chlorophyceae	*Actinastrum hantzschii*	1	1	0	0
		Ankistrodesmus fusiformis	1	0	0	0
		Ankistrosesmus sp.	1	0	0	0
		Ankyra ocelalta	0	0	1	0
		Ankyra sp.	0	0	1	0
		Characiaceae sin definir	0	0	1	0
		Chlorella vulgaris	0	0	1	0
		Coelastrum astroideum	0	0	1	0
		Coelastrum pulchrum	1	1	0	0
		Crucigenia mucronata	0	1	0	0
		Crucigenia sp.	0	1	0	0
		Desmodesmus armatus	1	0	0	0
		Desmodesmus maximus	1	0	0	0
		Desmodesmus sp.	1	0	0	0
		Eutetramormus sp.	0	1	0	0
		Franceia sp.	0	0	1	0
		Gloeocystis sp.	1	1	0	0

DIVISIÓN	CLASE	MORFOESPECIE	BAJAS	ASC.	ALTAS	DES.
Chlorophyta	Chlorophyceae	*Kirchneriella* sp.	1	0	0	0
		Micractinium pusillum	1	0	0	0
		Monoraphidium contortum	0	0	1	0
		Monoraphidium grifittii	0	0	1	0
		Monoraphidium nanum	0	0	1	0
		Monorhaphidium komarkovae	0	0	1	0
		Oocystis sp.	1	1	0	0
		Schroederia setigera	0	0	1	0
		Selenastrum cf. *gracile*	0	1	0	0
		Tetrachlorella sp.	1	0	0	0
		Tetraedron sp.	0	0	1	1
		Tetraedron tigonum	1	1	0	0
Charophyta	Zygnemaphyceae	*Bambusina* sp.	0	1	0	0
		Closterium cf. *parvulum*	0	0	1	1
		Closterium litoralle	0	0	1	0
		Closterium setaceum	1	0	0	0
		Closterium sp.	1	1	1	1
		Closterium striolatum	0	0	1	0
		Cosmarium cf. *pyramidatum*	1	0	0	0
		Cosmarium cf. *fontigenum*	0	0	1	0
		Gonatozygon sp.	0	0	1	0
		Mougeotia sp.	1	0	1	0
		Spirogyra sp.	0	1	0	1
		Zygnema sp.	0	0	1	1
	Oedogoniaceae	*Oedogonium* sp.	1	1	1	0
Euplenophyta	Euglenophyceae	*Euglena* cf. *agilis*	1	0	0	0
		Euglena proxima	1	0	0	0
		Euglena sp.	1	0	1	0
		Lepocinclis acus	1	0	1	1
		Lepocinclis acuta	0	0	1	0
		Lepocinclis cf. *caudata*	0	1	0	0
		Lepocinclis cf. *spirogyra*	1	0	0	0
		Lepocinclis ovum	1	1	1	1
		Lepocinclis oxyuris	1	1	0	0
		Lepocinclis salina	1	1	0	0

DIVISIÓN	CLASE	MORFOESPECIE	BAJAS	ASC.	ALTAS	DES.
Euplenophyta	Euglenophyceae	*Lepocinclis* sp.	1	1	0	1
		Lepocinclis testa	1	1	0	0
		Phacus acuminatus	0	1	0	0
		Phacus caudatus	0	0	1	0
		Phacus cf. *heimii*	1	1	0	0
		Phacus contortus	0	0	1	0
		Phacus curvicauda	1	1	0	0
		Phacus longicauda	1	1	0	0
		Phacus orbicularis	0	1	0	1
		Phacus tortus	1	1	0	0
		Strombomonas cf. *fluviatilis*	1	1	0	0
		Strombomonas cf. *urceolata*	1	0	0	0
		Strombomonas cf. *verrucosa*	1	1	0	0
		Strombomonas encifera	1	1	1	0
		Strombomonas maxima	0	1	0	0
		Strombomonas sp.	1	0	0	0
		Trachelomonas abrupta	1	1	0	0
		Trachelomonas armata	0	0	1	1
		Trachelomonas armata sp.	1	1	0	0
		Trachelomonas armata var. *armata*	0	1	0	0
		Trachelomonas hispida	0	0	1	1
		Trachelomonas oblonga	1	0	1	1
		Trachelomonas plantonica	1	1	0	0
		Trachelomonas robusta	0	1	0	0
		Trachelomonas rotunda	0	0	1	0
		Trachelomonas volvocina	3	1	1	1
		Trachelomonas volvosinopsis	1	1	0	0
		Trachelomonsa armata var. *armata*	0	1	0	0
Cryptophyta	Cryptophyceae	*Chryptomonas* sp.	1	1	1	1
		Cryptomonas obovata	0	0	1	0
		Cryptomonas pyrenoidifera	0	0	1	0
Pyrrophyta	Dinophyceae	*Durinskia* sp.	0	0	1	0
		Lophodinium sp.	0	1	0	0
		Peridiniopsis sp.	1	0	0	0
		Peridinium sp.	1	1	0	0
Chrysophyta	Xanthophyceae	*Centritractus* sp.	0	1	0	0

DIVISIÓN	CLASE	MORFOESPECIE	BAJAS	ASC.	ALTAS	DES.
Chrysophyta	Xanthophyceae	*Ophiocytium* sp.	0	1	0	0
	Crysophyceae	*Mallomonas* sp.	0	1	0	0
	Coscinodiscophyceae	*Aulacoseira granulata*	0	0	1	0
		Aulacoseira sp.	1	1	0	0
		Cyclotella sp.	0	0	0	0
	Fragillariophyceae	*Fragilaria* sp.	0	0	1	1
		Nitzschia sp.	0	1	0	0
		Ulnaria sp.	0	1	0	1
		Ulnaria ulna	0	0	1	0
	Bacillariophyceae	*Achnanthes* sp.	0	1	0	1
		Anomoeoneis sp.	1	0	0	0
		Ctenophora sp.	1	0	0	0
		Cymatopleura solea	1	0	0	0
		Cymbella sp.	0	1	0	1
		Encyonema sp.	1	1	0	1
		Eunotia monodon	0	0	0	1
		Eunotia bilunaris	0	1	1	1
		Eunotia cf. *exigua*	1	0	0	0
		Eunotia cf. *serra*	0	1	0	0
		Eunotia cf. *naegelii*	0	1	0	0
		Eunotia sp.	1	1	1	1
		Frustulia rhomboides	1	1	0	0
		Frustulia sp.	0	0	1	1
		Gomphonema cf. *gracile*	0	1	0	1
		Gomphonema cf. *turris*	0	1	0	1
		Gomphonema parvulum	0	0	0	1
		Gomphonema sp.	1	0	0	1
		Navicula sp.	1	1	0	1
		Pinnularia gibba	1	1	1	1
		Pinnularia major	0	1	0	1
		Pinnularia sp.	1	1	1	1
		Pinnularia viridis	1	1	0	0
		Stenopterobia sp.	1	0	0	1
		Surirella sp.	1	0	0	0
		Urosolenia longiseta	0	0	1	0
		Urosolenia sp.	1	0	0	0
TOTAL MORFOESPECIES			**78**	**72**	**55**	**37**





CAPÍTULO 3

Flora



3.1 · FLORÍSTICA DE BOSQUES INUNDABLES DE LOS MÁRGENES DE LOS LAGOS TARAPOTO Y CABALLO COCHA, AMAZONIA COLOMBIANA Y PERUANA

Carlos I. Suárez-Ballesteros, Juan C. Zabala-Rivera, María E. Morales-Puentes[1]



RESUMEN

Se presenta un estudio florístico de los bosques inundados asociados a las márgenes de los lagos Tarapoto (Amazonas, Colombia) y Caballo Cocha (Loreto, Perú). Se evaluaron tres estratos, los cuales se diferencian según el diámetro a la altura del pecho (DAP) en: fustal (100×10 m), latizal (50×2 m) y brinzal (20×1 m); la riqueza fue de 205 especies, siendo el lago Tarapoto el más rico, con 34 géneros y 47 especies, mientras que en el lago Caballo Cocha se encontraron 37 géneros y 28 taxones. Para el área de muestreo se evidencia equitatividad en la riqueza.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica a nivel mundial está considerada como unos de los ecosistemas más diversos del planeta (Gentry 1988; Gentry y Ortiz 1993). Las formaciones vegetales al sur de la Amazonia dependen de los suelos y la capacidad de retención de agua; por esta razón, estas formaciones pueden ser clasificadas en: selvas de tierra firme, bosques inundables permanentes o periódicamente inundables, sabanas amazónicas con predominio de vegetación rala, sabanas naturales o estacionales y complejos de afloramientos rocosos (Prieto y Arias 2007).

Los bosques inundables representan entre el 5-10% de la cuenca del Amazonas (Pires 1973) y están situados a lo largo de los ríos, cubriendo extensas áreas, las cuales son inundadas cada año por el desborde de los mismos; por lo anterior, Prance (1979) propuso una clasificación de los tipos de bosques amazónicos sujetos a inundación, separados por dos factores, así: el origen del agua que los inunda (de origen andino o amazónico) y la duración de la inundación; a partir del cual, se derivaron siete tipos principales de bosques inundables, cinco periódicamente inundados y dos permanentemente inundados.

[1]Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Escuela de Biología, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Teniendo en cuenta la mencionada clasificación, este trabajo considera los bosques de igapó estacional asociados a las márgenes de los lagos de Tarapoto, en el municipio de Puerto Nariño (Amazonas, Colombia) y el lago Caballo Cocha, en la ciudad de Caballo Cocha (región Loreto, Perú). El bosque de igapó estacional se caracteriza por la baja biomasa y una baja diversidad en las comunidades vegetales (Braga 1979), tiene también suelos arenosos que sostienen una vegetación pobre con respecto a los bosques de várzea; en algunas áreas, los igapó presentan condiciones desérticas cuando los niveles de agua disminuyen (Prance 1979).

Los bosques sujetos a inundación pueden presentar importantes variaciones tanto en su estructura horizontal como en la vertical (Urrego 1997; Rangel y Velázquez 1997); dentro de este ordenamiento, en el sentido vertical se estudiaron aspectos como la estratificación, en términos de la altura en los diferentes estratos; en cuanto al ordenamiento en sentido horizontal se considera la distribución diamétrica, también la frecuencia absoluta y relativa. El presente trabajo generó información de la estructura, diversidad y composición florística de los márgenes de los lagos Tarapoto y Caballo Cocha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en los bordes de los bosques de los planos inundables del lago Tarapoto (3°47'25,0'' S y 70°26'58'' W) que desemboca en el río Loretoyacu (afluente del río Amazonas en el municipio de Puerto Nariño, Colombia); y en el borde del lago Caballo Cocha (3°55'16,1'' S y 70°34'22,8'' W), margen derecho río Amazonas, ciudad de Caballo Cocha, distrito de Ramón-Castilla, provincia Mariscal Ramón Castilla, región Loreto, Perú (Figura 1).

Las áreas estudiadas tienen un clima tropical (cálido, húmedo y lluvioso). En el caso de Tarapoto, las temperaturas oscilan entre 20-30ºC, precipitaciones 3.000-3.500 mm/anual, variaciones interanuales de 2.100-3.900 mm, con un período seco entre junio y septiembre, con la menor precipitación en julio con 160 mm; la zona presenta un régimen biestacional, donde la temperatura anual varía según época lluviosa o seca (IGAC 1997). Para el área estudiada en Perú, las temperaturas oscilan entre 25-31ºC, precipitaciones entre 1.000-5.000 mm/anual, con un periodo de altas precipitaciones entre diciembre-julio.

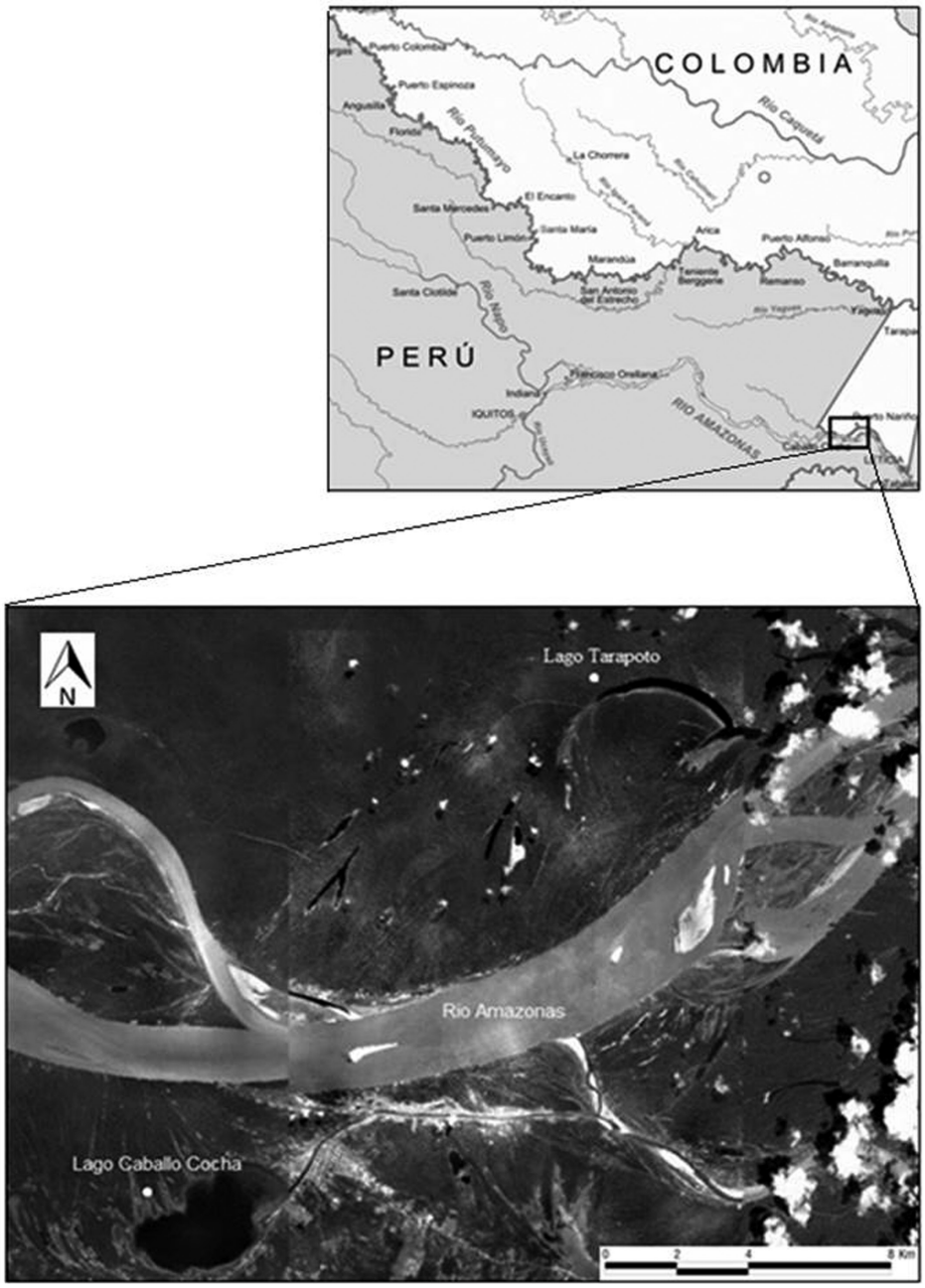


Figura 1. El estudio se realizó en los bordes de los bosques de los planos inundables del lago Tarapoto, que desemboca en el río Loretoyacu (afluente del río Amazonas en el municipio de Puerto Nariño, Colombia); y en el borde del lago Caballo Cocha, margen derecho río Amazonas (Caballo Cocha, Perú).

Fase de campo

Se realizaron muestreos en época de aguas altas (inundación) en los meses de marzo a abril; para cada localidad se realizaron cuatro parcelas según la metodología propuesta por Cárdenas *et al.* (1997, 2004); en cada levantamiento se muestrearon los estratos fustal, latizal y brinzal, teniendo en cuenta los siguientes criterios: diámetro a la altura del pecho (DAP), distancia de los asentamientos humanos, que no fuesen atravesados por ríos o quebradas, y que no presentaran inundación mayor a 1,5 m de altura.

Para la evaluación del estrato fustal de cada parcela se demarcó una subparcela de 100x10 m (0,1 ha), dividida cada una en 10x10 m; en cada subparcela se describió la cobertura vegetal, se indicó la orientación del levantamiento respecto al borde del lago, el nivel de la inundación y las especies dominantes; se registraron todos los individuos cuyo DAP fuese mayor o igual 10 cm. Para el estrato latizal se estableció una subparcela de 50x2 m, se muestrearon individuos con DAP entre 2,5 - 9,9 cm y para el estrato brinzal se realizaron subparcelas de 20x1 m, con individuos de DAP entre 1 y 2,4 cm (Cárdenas *et al.* 2004); a cada individuo muestreado se le registraron datos de altura (m), circunferencia a la altura del pecho (CAP), hábito de crecimiento, cobertura estimada, usos y nombres locales. El material recolectado se procesó siguiendo los protocolos curaduriales en el Herbario Amazónico Colombiano (COAH) y Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

Determinación material vegetal

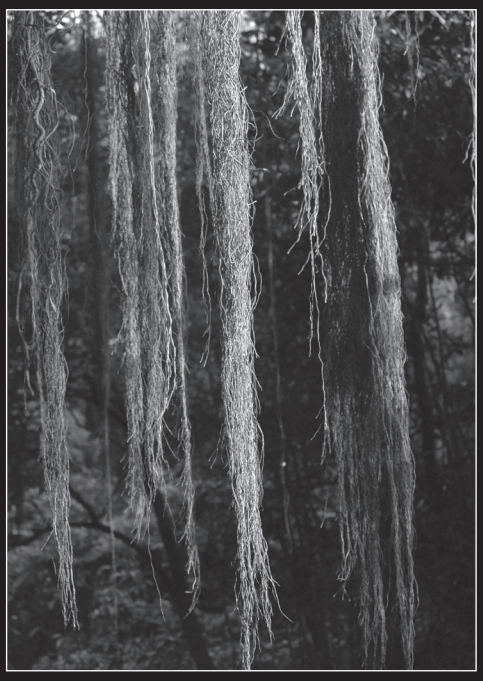
La identificación de especímenes se realizó en los herbarios COAH y UPTC y se utilizó el sistema de clasificación de Cronquist (1988) con ayuda de claves taxonómicas y bibliografía especializada, así como la comparación con material de colecciones de referencia, virtuales y bases de datos (COAH, UPTC y COL) y consulta de especialistas.

Análisis

Para cada levantamiento se realizó una descripción de la riqueza mediante el censo de los individuos presentes en cada transecto según Rangel y Velázquez (1997), los datos de los levantamientos se agruparon por localidades. Adicionalmente, para cada levantamiento se describió la riqueza por estrato (IVF e IVI), se realizaron perfiles ideales de vegetación y se aplicaron índices de diversidad (Shannon-Wiener), dominancia (Simpson), y coeficiente de similitud (Jaccard) (Past versión 2.17c).



Bromelias y epífitas



Bejucos



Victoria amazonica



Eugenia inundata



Ananas comosus

RESULTADOS

Riqueza de familias, géneros y especies

Se evaluaron los lagos Tarapoto y Caballo Cocha en un área de 0,896 hectáreas, donde se registró un total de 43 familias, conformadas por 108 géneros y 205 especies. La familia Annonaceae fue la más rica (seis géneros/18 especies), seguida de Rubiaceae (9/15), Lauraceae (4/14), Mimosaceae (4/14) y Euphorbiaceae (7/12). Las de menor riqueza fueron Boraginaceae, Capparaceae, Combretaceae, Hippocrateaceae, Loganiaceae, Loranthaceae, Menispermaceae, Myrsinaceae, Nyctaginaceae, Ochnaceae, Passifloraceae y Violaceae, cada una con un género y una especie.

Riqueza por estratos

Para el estrato fustal (DAP >10 cm) en 0,8 hectáreas a se registraron 29 familias, con 66 géneros y 103 especies. De estas, la familia con mayor riqueza fue Annonaceae (cinco géneros/11 especies) seguida de Euphorbiaceae (5/8), Fabaceae (4/7), Cecropiaceae (3/7) y Mimosaceae (3/7). Las familias con menor riqueza de géneros y especies fueron Arecaceae, Chrysobalanaceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Flacourtiaceae, Ochnaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae y Violaceae que presentaron cada una, una especie. El IVF para familias determinó que Moraceae (23,1), Euphorbiaceae (21,1), Annonaceae (20,8), Cecropiaceae (20,4) y Fabaceae (18,2) fueron las más predominantes, mientras que Ochnaceae y Sterculiaceae (3,4) tuvieron el menor valor de importancia (Anexo 1).

En el estrato latizal (DAP 2,5-10 cm) se evaluó un área de 0,08 hectáreas, y se registraron 37 familias, con una diversidad de 74 géneros y 106 especies. La familia Moraceae (cinco géneros/ocho especies) tuvo la mayor riqueza, seguida de Myrtaceae (3/8), Rubiaceae (5/7), Annonaceae (5/6) y Mimosaceae (2/6). Las familias con menor riqueza fueron Bignoniaceaee, Boraginaceae, Capparaceae, Elaeocarpaceae, Loganiaceae, Loranthaceae, Meliaceae, Menispermaceae, Nyctaginaceae, Passifloraceae, Sapindaceae, Sterculiaceae y Violaceae que estuvieron representadas con un género y una especie cada una (Anexo 1). Según el IVF, Moraceae (21,2), Melastomataceae (16,4), Myrtaceae (14,9), Arecaceae (14,5) y Mimosaceae (13,1) fueron las familias de mayor importancia, y en menor grado se encuentran Sapindaceae y Sterculiaceae (3,1) (Anexo 1).

El estrato brinzal (DAP=1-2,5 cm) en un área de 0,016 ha presentó 20 familias, con 30 géneros y 39 especies. Myristicaceae fue la familia con mayor riqueza (dos géneros/cinco especies), seguida de Moraceae (3/4), Myrtaceae (2/4), Annonaceae (3/3) y Lauraceae (2/3). Las familias Apocynaceae, Cecropiaceae, Elaeocarpaceae, Fabaceae, Flacourtiaceae, Hippocrateaceae, Melastomataceae, Mimosaceae, Passifloraceae y Polygonaceae estaban representadas por solo un género y una especie (Anexo 1). El IVF del estrato mostró a las familias Myristicaceae (41,5), Myrtaceae (27,6), Melastomataceae (24,8), Moraceae (21,5) y Lauraceae (18,8) como las de mayor importancia.

Análisis por localidades

Primer levantamiento

Realizado en el lago Tarapoto, Puerto Nariño (Amazonas, Colombia; 03°47'25,0" S- 70°26'58,4"W), 90 m altitudinales y 1,20 m de inundación por aguas negras, localizado a 20 m del borde del lago en dirección suroccidente. Se trata de un bosque de altura media de 13,80 m. En la zona de muestreo se evidenció entresaca (Figura 2, Anexo 1).

La riqueza se registró en 25 familias, 39 géneros y 47 especies, donde la familia Moraceae presentó la mayor riqueza (cuatro géneros/cinco especies), seguida por las familias Euphorbiaceae (3/5), Fabaceae (4/4) y Rubiaceae (3/4); familias como Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Arecaceae, Cecropiaceae, Chrysobalanaceae, presentaron menor riqueza con un género y una especie; los géneros más representativos son *Drypetes*, *Aniba*, *Tococa*, *Ficus*, *Eugenia* y *Pouteria* cada uno con dos especies (Anexo 1).

Para el estrato fustal se registraron 15 familias, en 20 géneros y 23 especies; Euphorbiaceae (tres géneros/cuatro especies) y Fabaceae (3/3) fueron las familias de mayor riqueza. En el estrato latizal se encontraron 15 familias, con 20 géneros y 22 especies; Moraceae (dos géneros/tres especies) como la familia de mayor riqueza. Seguida de Myrtaceae (2/3), en el estrato brinzal se registraron dos especies (Anexo 1).

Segundo levantamiento

En el lago de Tarapoto (03°48'54,2"S - 70°25'44,5"W), a 83 m altitudinales, en un bosque inundado hasta 0,90 m por aguas negras, al lado norte de la quebrada Zancudillo con una altura de 14,16 m (Figura 3).

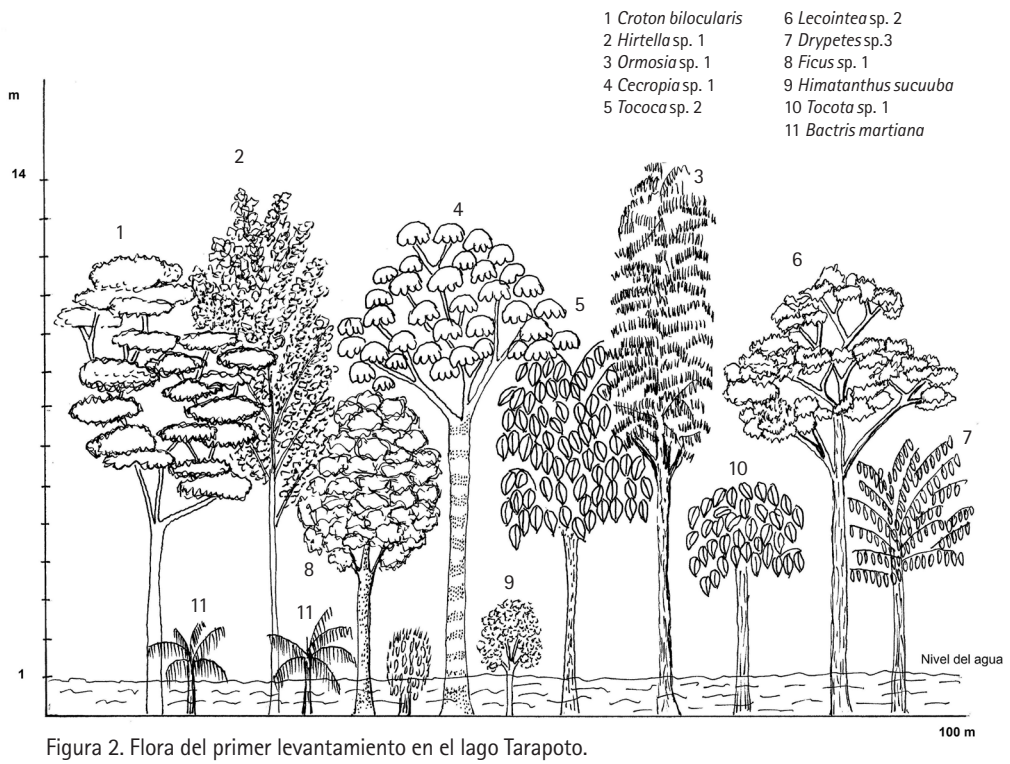


Figura 2. Flora del primer levantamiento en el lago Tarapoto.

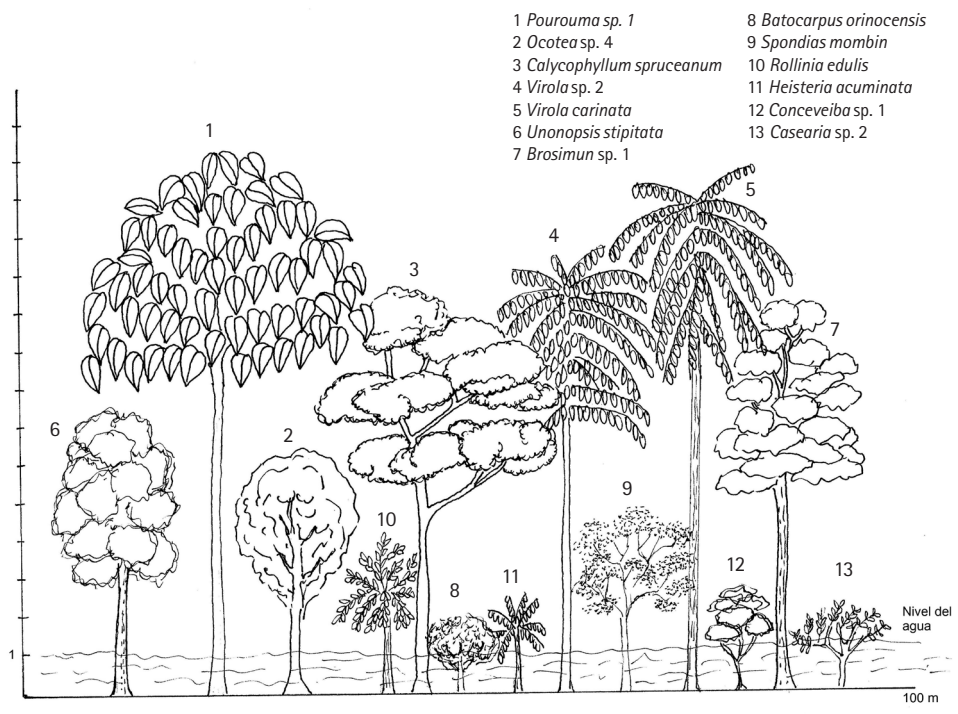


Figura 3. Flora del segundo levantamiento en el lago Tarapoto.

Para este levantamiento la riqueza vegetal fue de 27 familias, con 40 géneros y 50 especies. La familia Myristicaceae (cinco géneros/cinco especies) fue la que presentó mayor riqueza, seguida de Rubiaceae (4/4), Euphorbiaceae (3/4) y Annonaceae (2/4); familias como Anacardiaceae, Apocynaceae, Cecropiaceae, Elaeocarpaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Mimosaceae y Myrsinaceae presentaron menor riqueza (un género/una especie); *Rollinia* y *Virola* fueron los géneros más representativos, cada uno con tres especies.

En el fustal se registraron 17 familias, con 22 géneros y 24 especies; Myristicaceae (dos géneros/cuatro especies) fue la familia con mayor riqueza, seguida de Euphorbiacee (2/2) y Lauraceae (2/2). En el latizal se registraron 15 familias, con 16 géneros y 17 especies; Rubiaceae (dos géneros/dos especies) y Annonaceae (1/2) fueron las más ricas. En el brinzal se encontraron ocho familias, ocho géneros y nueve especies; Bignoniaceae con uno género y dos especies fue la más rica.

Tercer levantamiento

En el lago Tarapoto (03°48'36,6"S - 70°26'04,7"W), a 89 m altitudinales, en un bosque inundado por aguas negras, a 0,70 m en dirección suroccidente con respecto al margen del lago, con una altura media de 12 m; en este levantamiento predominan las especies del estrato latizal (Figura 4).

Se encontraron 24 familias, con 35 géneros y 44 especies, siendo Melastomataceae la más rica (tres géneros/cinco especies) seguida por Annonaceae (3/3), Cecropiaceae (2/3), Clusiaceae (2/3) y Myrtaceae (2/3); las de menor riqueza fueron Arecaceae, Boraginaceae, Capparaceae, Flacourtiaceae, Loranthaceae, Meliaceae, Moraceae, Myristicaceae, Olacaceae, Passifloraceae, Rubiaceae y Solanaceae con un género y una especie. El género con mayor presencia fue *Coccoloba* (tres especies), seguido por *Cecropia*, *Vismia*, *Acalypha*, *Ocotea*, *Mouriri*, *Tococa* y *Myrcia* cada uno con dos especies.

Para el estrato fustal se encontraron nueve familias, con 11 géneros y 13 especies, Melastomataceae (dos géneros/tres especies) fue la de mayor riqueza; para el estrato latizal se registran 18 familias, con 21 géneros y 22 especies, con menor riqueza se encontraron a Apocynaceae, Chrysobalanaceae y Sapotaceae con dos géneros y dos especies, seguidas

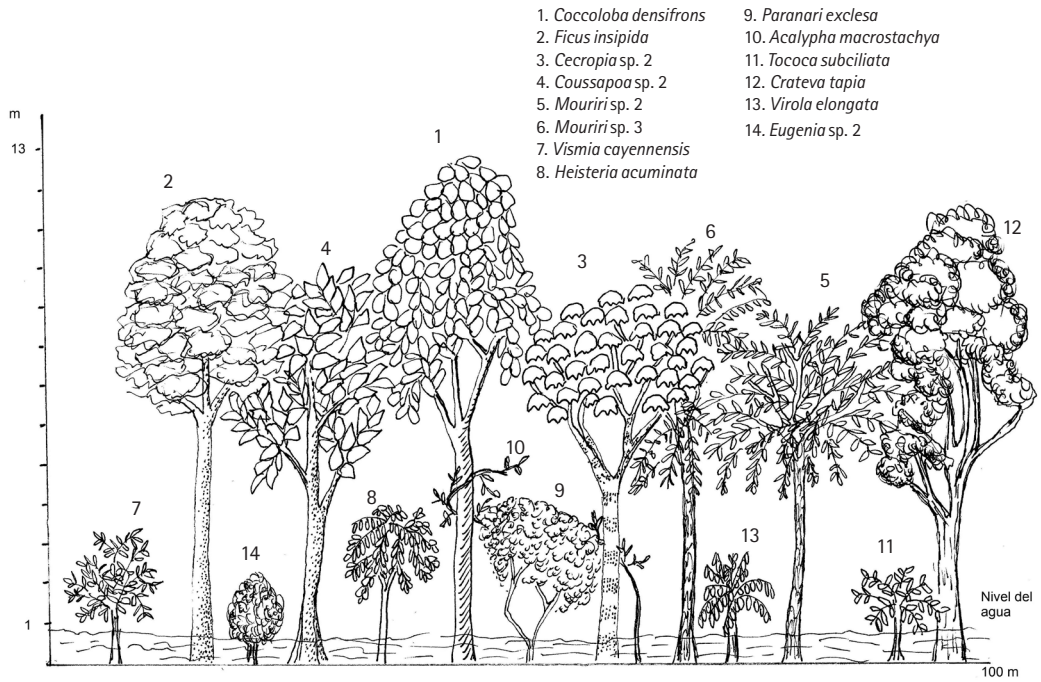


Figura 4. Flora del tercer levantamiento en el lago Tarapoto.

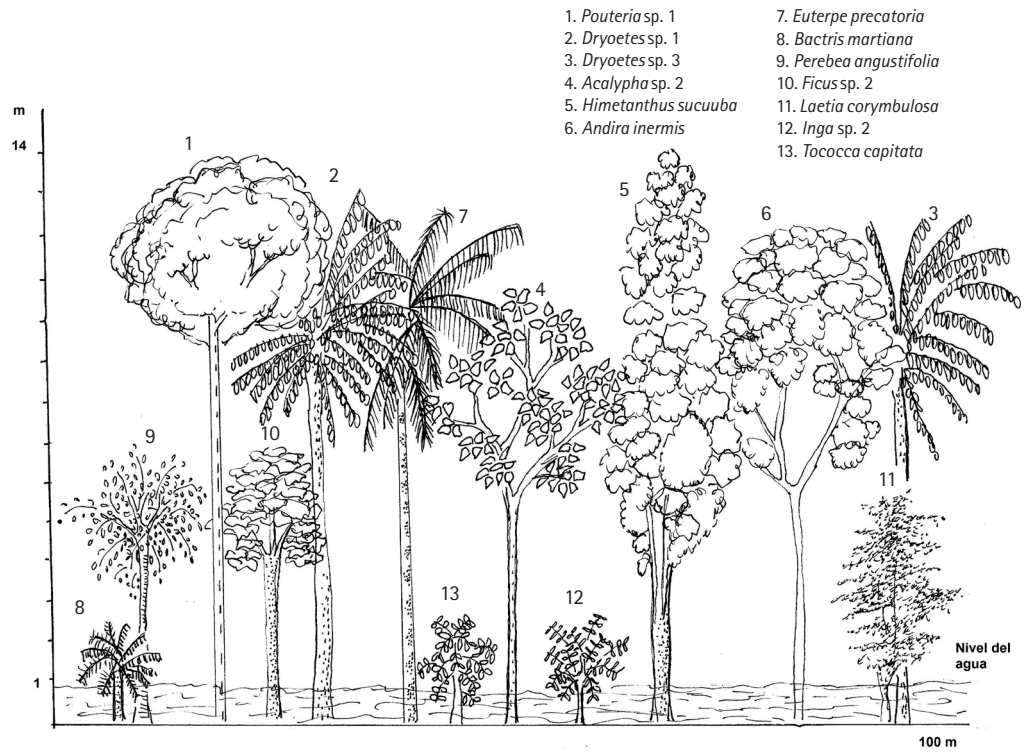


Figura 5. Flora del cuarto levantamiento en el lago Tarapoto.

de Melastomataceae (1/2). Para el estrato brinzal se registraron ocho familias (nueve géneros/nueve especies) donde Myrtaceae (2/2) fue la familia con mayor riqueza.

Cuarto levantamiento

En el lago Tarapoto (03°47'09,5" S - 70°26'33,0" W), a 88 m altitudinales, en un bosque inundado a 0,90 m por aguas negras, y a 50 m del borde del lago en dirección suroccidente. Bosque de 15,50 m de altura media, con signos de entresaca (Figura 5).

La riqueza vegetal en esta zona fue de 20 familias, con 31 géneros y 34 especies, Moraceae presentó la mayor riqueza con cuatro géneros y cinco especies, seguida por Euphorbiaceae (3/4), Annonaceae (2/2) y Apocynaceae (2/2); Bombacaceae, Cecropiaceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Flacourtiaceae, Melastomataceae y Mimosaceae presentaron menor riqueza con un género y una especie cada una; *Drypetes*, *Ficus* y *Myrcia* fueron los géneros de mayor riqueza.

El fustal registró 10 familias, con 14 géneros y 15 especies, Euphorbiaceae con dos géneros y tres especies, es la familia con mayor riqueza. En el latizal se encontraron nueve familias, con 10 géneros y 10 especies; Moraceae con dos géneros y dos especies fue el taxón más rico. Finalmente, en el estrato brinzal se registraron ocho familias, con nueve géneros y nueve especies; Moraceae con dos géneros y dos especies fue la familia con mayor riqueza.

Quinto levantamiento

Ubicado en el lago Caballo Cocha, en la ciudad de Caballo Cocha (Perú) (03°55'16,1"S-070°34'22,8"W), bosque inundado por aguas negras a 1,10 m en dirección suroriente del margen del lago. Bosque de altura media de 16,75 m, a 93 metros de altitud. Se evidenció entresaca y cercanía de una chagra (Figura 6).

La riqueza se registró con 22 familias, 31 géneros y 38 especies, donde Mimosaceae presentó la mayor riqueza (tres géneros/cinco especies) seguida por Arecaceae (3/3), Euphorbiaceae (2/3) y Polygonaceae (1/3); mientras Bombacaceae, Caesalpinaceae, Cecropiaceae, Combretaceae, Dichapetalaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Passifloraceae, Rubiaceae y Violaceae presentaron la menor riqueza

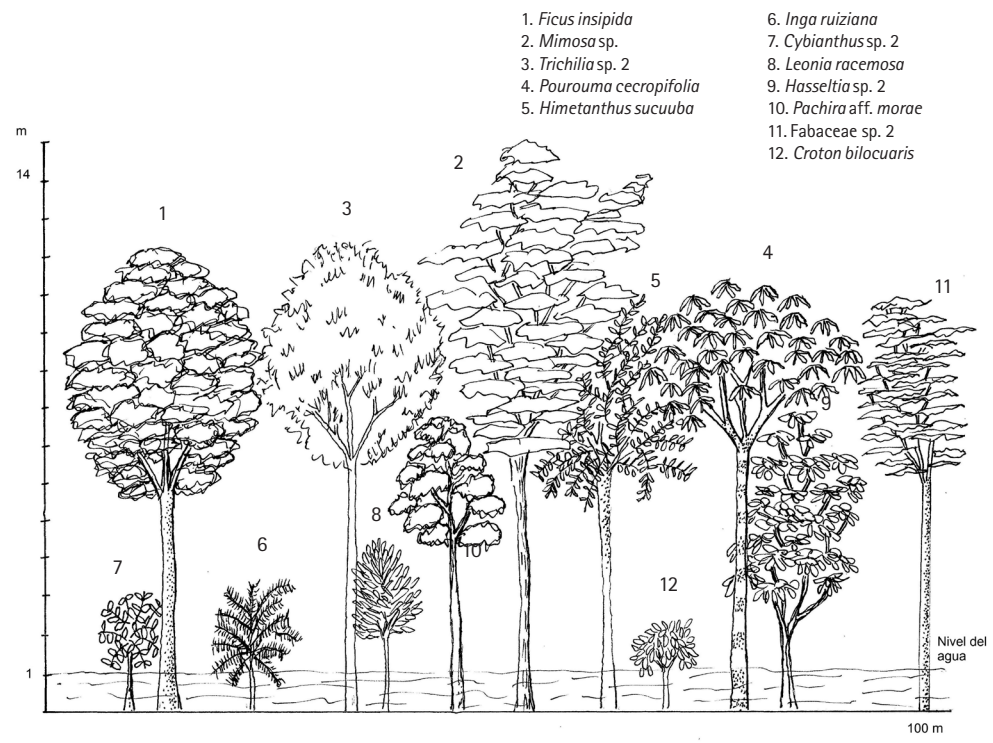


Figura 6. Flora del quinto levantamiento en el lago Caballo Cocha.

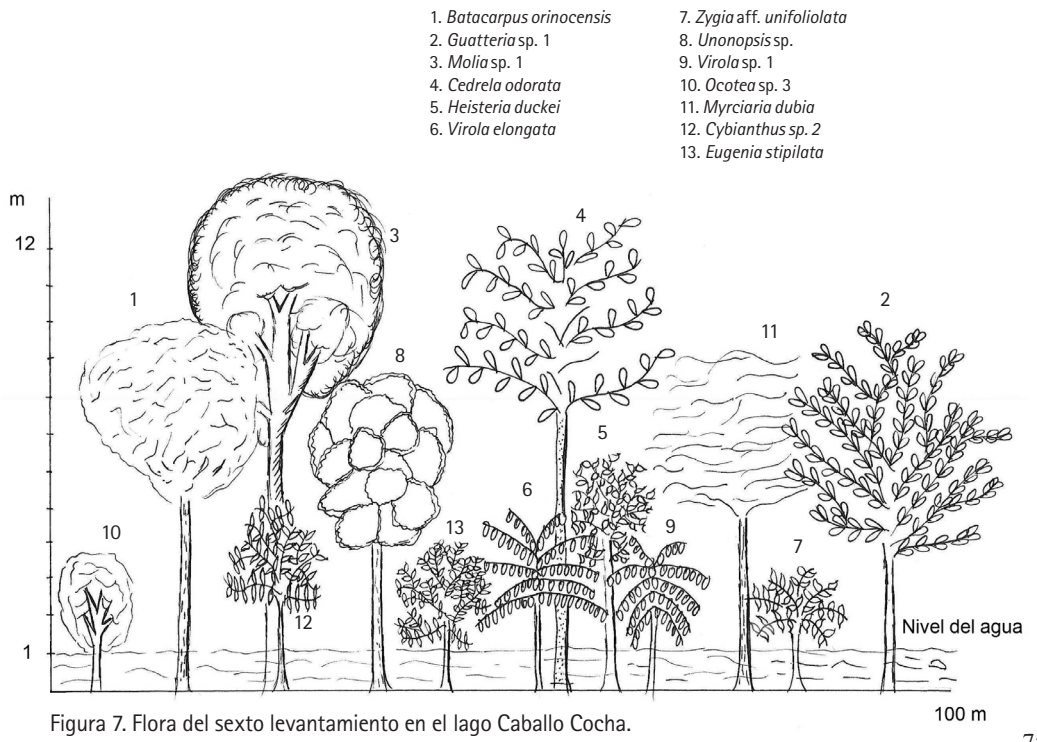


Figura 7. Flora del sexto levantamiento en el lago Caballo Cocha.

(un género/una especie); los géneros *Inga* y *Coccoloba* presentaron tres especies cada uno. Para el estrato fustal se registraron 11 familias, con 12 géneros y 14 especies; Mimosaceae (dos géneros/tres especies) fue la familia con mayor riqueza; en el estrato latizal se encontraron 17 familias, 21 géneros y 23 especies y la familia más rica fue Arecaceae (tres géneros/tres especies). El estrato brinzal no registró individuos.

Sexto levantamiento

En el lago Caballo Cocha (Perú; 03°54´54,3"S-70°34'29,9"W), a 93 m de altitud, en un bosque inundado por aguas negras, ubicado en a 1,20 m dirección suroriente del margen del lago; de 12 m de altura media y dominado por varíllales (Figura 7).

En este levantamiento se identificaron 19 familias, 27 géneros y 36 especies, donde Myristicaceae presentó la mayor riqueza (uno género/seis especies) seguida por Moraceae (4/4), Annonaceae (2/3) y Lauraceae (2/3); Anacardiaceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Flacourtiaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Polygonaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae son los taxones menos ricos con un género/una especie cada uno; los géneros más representativos fueron *Virola* (seis especies) seguido por *Unonopsis*, *Pourouma*, *Ocotea* y *Heisteria* (cada uno con dos especies).

Al analizar el estrato fustal, se encontraron nueve familias, 10 géneros y 10 especies; Annonaceae (dos géneros/dos especies) fue la familia con mayor riqueza y corresponde al estrato fustal. Para el latizal se hallaron 15 familias, 15 géneros y 17 especies; Lauraceae y Myristicaceae con un género y dos especies fueron las familias con mayor riqueza. En el estrato brinzal se registraron seis familias, siete géneros y nueve especies, siendo Myristicaceae la de mayor riqueza (un género/tres especies).

Séptimo levantamiento

Ubicado en el lago Caballo Cocha (03°54'06,6"S-70°34'03,5"W), en un bosque inundado por aguas negras, ubicado a 1,20 m en dirección suroriente del margen del lago; altura media de 16.33 m y 82 m de altitud. Zona con entresaca (Figura 8).

Se encontraron 19 familias, con 24 géneros y 28 especies, donde Annonaceae presentó la mayor riqueza (tres géneros/cuatro especies), seguida de Caesalpinaceae (2/2), Fabaceae (2/2), Myristicaceae (2/2) y

1. *Sloanea* sp. 2
2. *Andira* sp. 1
3. *Lauraceae* sp. 6
4. *Pourouma cecropiifolia*
5. *Rollinia* sp. 3
6. *Drypetes* sp. 2
7. *Pouroma* sp. 3
8. *Iryanthera juruensis*
9. *Garcinia macrophylla*
10. *Guatteria* sp.4
11. *Cybianthus* sp. 2
12. *Coccoloba densifrons*

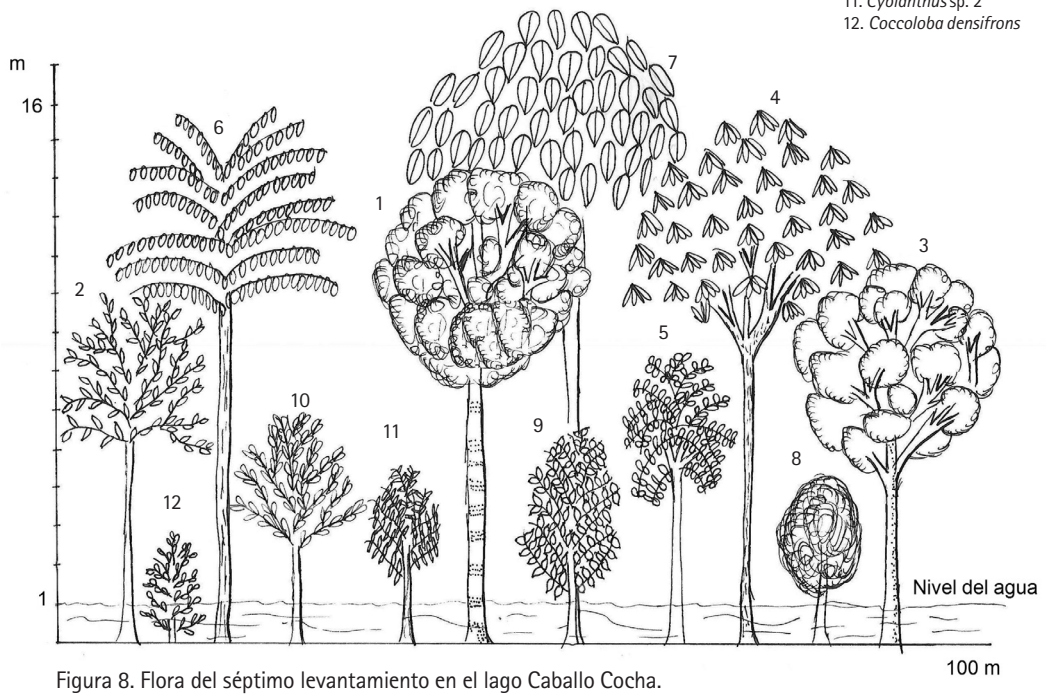


Figura 8. Flora del séptimo levantamiento en el lago Caballo Cocha.

1. *Micropholis guyanensis*
2. *Batocarpus orinocensis*
3. *Lecointea* sp. 1
4. *Coussapoa* sp. 1
5. *Unonopsis floribunda*
6. *Campsiadra angustifolia*
7. *Ocotea* sp. 3
8. *Abuta imene*
9. *Himantanthus sucuuba*
10. *Drypetes* sp. 3
11. *Iranthera juruensis*

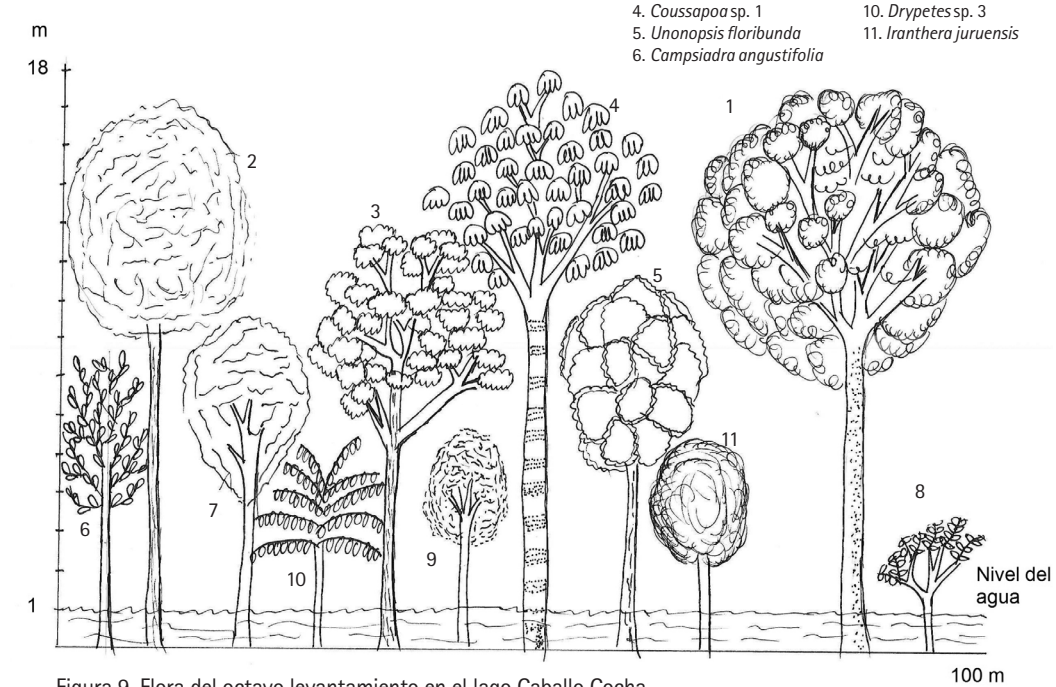


Figura 9. Flora del octavo levantamiento en el lago Caballo Cocha.

Lauraceae (1/2); Apocynaceae, Clusiaceae, Elaeocarpaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Moraceae, Myrsinaceae, Olacaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Sapotaceae y Tiliaceae presentaron menor riqueza (un género/una especie); *Guatteria*, *Pourouma* y *Drypetes* fueron los géneros con más riqueza con dos especies cada uno.

En cuanto al estrato fustal, pues se registraron 11 familias, 13 géneros y 14 especies; Annonaceae y Fabaceae con dos géneros/dos especies, seguidas de Cecropiaceae (1/2), fueron los taxones más ricos; en el estrato latizal se evidenciaron nueve familias, 12 géneros y 12 especies; Annonaceae, Caesalpinaceae y Myristicaceae (dos géneros/dos especies) fueron las de mayor riqueza; en el estrato brinzal se presentaron tres especies.

Octavo levantamiento

En el lago Caballo Cocha (03°53'56,4"S-70°33'50,4"W), en un bosque inundado por aguas negras, ubicado a 1,10 m en dirección suroriente del margen del lago, a 83 m de altitud y con altura media de 18,2 m. En la zona de muestreo se evidenció entresaca de material y cercanía a una chagra (Figura 9).

En esta área se evidenció la presencia de 22 familias, 30 géneros y 34 especies donde Rubiaceae presentó la mayor riqueza con tres géneros y cinco especies, seguida por Caesalpinaceae (3/3) y Moraceae (2/3); Annonaceae, Cecropiaceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Menispermaceae, Mimosaceae, Myristicaceae, Myrsinaceae y Violaceae presentaron menor riqueza (un género/una especie cada una); *Ficus*, *Eugenia*, *Alibertia* y *Duroia* fueron los géneros más representativos, cada uno con dos especies.

En el análisis de los estratos se encontraron 12 familias, 19 géneros y 20 especies en el fustal; Rubiaceae con tres géneros y cuatro especies, seguida de Caesalpinaceae (3/3), fueron los taxones con mayor riqueza. Para el latizal se registraron 10 familias, 11 géneros y 12 especies; Apocynaceae, con dos géneros y dos especies, fue el taxón con mayor riqueza hallada. En el estrato brinzal, únicamente se encontraron dos especies: *Iryanthera jururen* y *Eugenia* sp.3 (Anexo 1)



Platanillo (*Heliconia marginata*)



Victoria regia (*Victoria amazonica*)



Copoazú (*Theobroma grandiflorum*)

Tabla 1. Valores del índice de importancia (IVF) para las diez familias más importantes en una hectárea de un bosque de igapó estacional identificados por Suárez *et al.* (2014) para los lagos de Tarapoto y Caballo Cocha, comparados con los presentados en un bosque de igapó estacional localizado en la Estación Biológica Caparú, Vaupés, Colombia (Cano y Stevenson. 2009).

Cano y Stevenson (2009)		**Suárez *et al.* (2014)**	
Familia	**IVF**	**Familia**	**IVF**
Fabaceae	167,4	Moraceae	23,1
Lecythidaceae	95	Euphorbiaceae	21,1
Clusiaceae	93,8	Annonaceae	20,8
Chrysobalanaceae	87,3	Cecropiaceae	20,4
Euphorbiaceae	68,9	Fabaceae	18,2
Apocynaceae	58,8	Sapotaceae	18
Myristicaceae	54,6	Mimosaceae	17
Sapotaceae	51,5	Elaeocarpaceae	13,9
Lauraceae	45	Lauraceae	13,3
Annonaceae	44,9	Rubiaceae	13,2

DISCUSIÓN

El efecto de un aumento en los niveles de los ríos, las malas condiciones de drenaje, o la combinación de estas, generan importantes variaciones en la estructura horizontal y vertical de la vegetación propensa a inundación; lo anterior, aunado al origen de las aguas, determinan la composición y estructura del bosque (Urrego 1997). Para las áreas de muestreo se identificaron las familias Annonaceae (18 especies), Rubiaceae (15), Lauraceae (14), Mimosaceae (14) y Euphorbiaceae (12), con el mayor número de especies, lo cual es comparable con estudios realizados en la Amazonia colombiana como los de Gentry (1988), Rangel (1995), Cárdenas *et al.* (1997) y Duque *et al.* (2003). No obstante, los valores de IVF en el estrato fustal (23,12) están por debajo de los obtenidos por Cano y Stevenson (2009, IVF=167,4), con un mayor número de individuos por levantamiento (214 individuos), aunque existe similitud en el número de familias encontradas (Anexo 1, Tabla 1).

La riqueza de especies hallada en los bosques inundados de los lagos Tarapoto y Caballo Cocha para los estratos fustal, latizal y brinzal es de 205 especies en 0,8 ha (Anexo 1); dicha riqueza es similar a los bosques

de igapó (Revilla 1981, Ayres 1993, Cano y Stevenson 2009), y puede ser explicada por los fenómenos climáticos y ambientales según lo exponen Prance (1979), Irion y Adls (1979), Junk (1982,1984) y Adis (1984). Sin embargo, la característica que mayor incidencia tiene sobre la abundancia, riqueza y diversidad de tales bosques es el tipo agua, dictaminado por su origen e inundación (Balslev *et al*. 1987; Revilla 1990; Worbes *et al*. 1992; Campbell *et al*. 1992; Urrego 1997; Ter Steege *et al*. 2000; Stevenson *et al*. 2004; Cano y Stevenson 2009).

En los bosques inundables hay una relación entre la duración de la inundación, el número de especies (DAP >10 cm) y el número de individuos (Urrego 1997). En el presente trabajo, los bosques estudiados tienen un periodo prolongado de inundación (seis meses), un número alto de especies (103), un número bajo de individuos (264) para un área de 0,8 ha. Son datos que no concuerdan con lo propuesto por Urrego (1997), quien destaca, que en bosques con periodos de inundación prolongados (6-8 meses) se registra un número alto de individuos (947) con un número bajo de especies (48). Probablemente por la cercanía de los bosques del presente estudio con las comunidades, lo cual probablemente influyó en el bajo número de individuos y el alto número de especies, pues en estas zonas se seleccionan y extraen las especies con algún uso maderable y se dejan las que no lo presentan; es así como, los mayores valores de área basal se registraron para las especies que no presentan usos maderables (Anexo 2).

Los IVI registrados para los estratos fustal y latizal no presentaron especies que sobresalgan con valores altos de importancia, es decir, que reflejan una tendencia a la homogeneidad; lo anterior, probablemente se deba a la similitud en los usos que se le han dado a estos bosques. Sin embargo, el estrato brinzal presentó marcadas diferencias en el IVI por localidad, así como en Caballo Cocha, donde fluctuó entre 25,4 como el más alto y siete como el más bajo; y para Tarapoto, 35,5 como el más alto y 14,4 como el más bajo, tal diferencia está dada por los valores de área basal y la dominancia de las especies registradas para el área de estudio. Otro factor que puede afectar este valor corresponde a los estratos bajos como el herbáceo (Campbell *et al*. 1992, Urrego 1997), los cuales son más dependientes de la materia orgánica que se encuentra en el primer horizonte del suelo, dado que su sistema radicular difícilmente les permite alcanzar horizontes más profundos.

Es importante señalar que, en los muestreos realizados, las especies encontradas para los estratos latizal y brinzal no se evidencian en fustal, probablemente se deba a la carencia de propágulos viables y a que la sucesiones de especies en estos bosques dependen en gran parte de los pulsos de inundación (Boedeltje *et al*. 2003).

Según resultados de campo, se evidenció que los levantamientos realizados son diversos en cuanto a las especies registradas y equitativos en el sentido del número de especies. De acuerdo a los resultados obtenidos con el índice de diversidad (equidad de Shannon-Wiener), la alta diversidad presente en los levantamientos se debe a que en la totalidad del muestreo no hay especies con dominancias marcadas según el índice de dominancia Simpson; a partir de lo anterior, y teniendo en cuenta los resultados del IVI, se pueden agrupar en dos categorías: IVI homogéneamente repartidos e IVI concentrados en una o pocas especies.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), a la Fundación Omacha, a la Comunidad Andina de Naciones, al resguardo TICOYA y al Instituto Amazónico de Investigaciones científicas SINCHI por las facilidades y el apoyo para el desarrollo de este trabajo. A Fernando Trujillo, Julián Quesada, Jenny L. Ortiz, Julie Moncada, Laura Castro, Richard Macedo, Carlos Ferreira, Oscar García, Rodolfo Macedo, Elmer Ayambo y Carolina Andrade integrantes del equipo de trabajo de la Fundación Omacha por su colaboración y compañía, especialmente a Don Argemiro Coello del Águila por su tiempo, conocimiento, consejos y apoyo en la fase de campo. Por la ayuda en la determinación del material colectado, al equipo de trabajo de los herbarios COAH y UPTC. Las ilustraciones fueron realizadas por María Eugenia Morales y Viviana Alvarado (SisBio-UPTC).

LITERATURA CITADA

Adis, J. 1984. Seasonal igapó-forests of central Amazonian black-water rivers and their terrestrial arthropod fauna pp. 215-243. En: Sioli, H. (Ed.). The Amazon limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.

Ayres, J. 1993. As matas de várzea do Mamirauá médio rio Solimões. Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, 123 pp.

Balslev, H., J. Luteyn, B. Øllgaard & L. Holm-Nielsen. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. Opera Botanica 92:37-57.

Braga, P. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventarío florístico da floresta amazónica. Acta Amazónica 9:53-80.

Boedeltje, G., J. P. Bakker., A. T. Brinke., J. M. V. Groenendael & M. Soesbergen. 2004. Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. Journal of Ecology 92:786-796.

Campbell, D.G., J. L. Stone & J. A. Rosas. 1992. A comparison of the phytosociology and dynamics of three floodplain (várzea) forests of known ages, río Juruá, western Brazilian Amazon. Botanical Journal of the Linnean society 108:213-231.

Cano, Á. & P. Stevenson. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosques en la estación biológica Caparú, Vaupés. Colombia Forestal 12:63-80.

Castillo, C. 2006. Productividad y biomasa fitoperifítica en los lagos Yahuarcaca y Tarapoto (Amazonas-Colombia). Revista Ambiente Agua, Aire y Suelo 1:56-68.

Cárdenas, D., D. Giraldo & C. Arias. 1997. Vegetación pp. 185-228. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (Eds.). Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasilero. Eje Apaporis-Tabatinga PAT. IGAC, Bogotá.

Cárdenas, D., R. López & L. Acosta. 2004. Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá D. C.144 pp.

Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. Second edition. The New York Botanical Garden, New York. 555 pp.

Duque, A., D. Cárdenas & N. Rodríguez. 2003. Dominancia florística y variabilidad estructural en bosques de tierra firme en el noroccidente de la Amazonia Colombiana. Caldasia 25(1):139-152.

Gentry, A. H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. National Academy of Sciences 85(1):156-159.

Gentry, A. H. & R. S. Ortiz. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonia peruana pp. 154-166. En: Kalliola, R., M. Puhakka & W. Danjoy (Eds.). Amazonia peruana vegetación humada tropical en el llano subandino. PAUT y ONERN. Turku, Finlandia.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997. Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasilero: Eje Apaporis-Tabatinga. PAT. República de Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Bogotá, 410 pp.

Irion, G. & J. Adis. 1979. Evolução de floresta amazônicas inundadas, de igapó - um exemplo do rio Tarumã-Mirim. Acta Amazonica 9(2):299-303.

Junk, W.J. 1982. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. Revue d'hydrobiologique tropicale 15(4):285-301.

Junk, W.J. 1984. Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white water rivers pp. 215-243. En: Sioli. H (Eds.). The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.

Pires, J. M. 1973. Tipos de vegetação da Amazônica. Avul. Mus. Goeldi 20:179-202.

Prance, G. T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. Brittonia 31(1):26-38.

Prieto, C. A. & J. Arias. 2007. Diversidad biológica del sur de la Amazonia colombiana pp. 73-197. En: Ruiz, S., E. Sánchez., E. Tabares., A. Prieto., J. Arias., R. Gómez., D. Castellanos., P. García & L. Rodríguez (Eds.). Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana – Diagnóstico: CorpoAmazonia, Instituto Humboldt, Instituto SINCHI, UAESPNN, Bogotá D. C.

Rangel, J. O. 1995. Colombia diversidad biótica I. Universidad Nacional de Colombia-INDERENA, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D. C, 442 pp.

Rangel, J. O. & A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación pp. 59-88. En: J. O. Rangel-Ch., P. D. Lowy-C. & M. Aguilar-P. (eds.). Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.

Revilla, J. D. 1981. Aspectos florísticos e fitossociologicos da floresta inundável (igapó) Praia Grande, Rio negro, Amazonas, Brasil. Fundação Universidade do Amazonas e INPA, Manaos, 129 pp.

Revilla, J. D. 1990. Aspectos florísticos e estruturais da floresta inundável (várzea) do baixo Solimoes, Amazonas-Brasil. Fundação Universidade do Amazonas, Manaos, 150 pp.

Stevenson, P. R., M. Suescún & M. J. Quiñones. 2004. Characterization of forest types at the ciem, Tinigua Park, Colombia. Field studies of fauna and flora La Macarena 14:1-20.

Suárez C. I. 2014. Estructura y composición florística de la vegetación asociada a los márgenes de los lagos Tarapoto y Caballo Cocha, Amazonia colombiana y peruana. Trabajo de grado. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Fundación Omacha. 93 pp.

Ter Steege, H., D. Sabatier, H. Castellanos, T. van Andel, J. Duivenvoorden, A. A. De Oliveira, R. Ek, R. Lilwah, P. Maas & S. Mori. 2000. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. Journal of Tropical Ecology 16:801-828.

Urrego, L. E. 1997. Estudios de la Amazonia colombina. Los bosques inundables del medio Caquetá: caracterización y sucesión. Tropenbos Colombia, Medellín. 335 pp.

Worbes, M., H. Klinge., J. D. Revilla. & C. Martius. 1992. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. Journal of Vegetation Science 3:553-564.

Anexo 1. Número de colección [Nro. Col. de la serie *C. I. Suárez* (CIS)], lista de familias, especies, IVI, IVF, riqueza y número de individuos registrados en los estratos fustal, latizal y brinzal de los bosques aledaños a los lagos Tarapoto (Colombia) y Caballo Cocha (Perú).

Estrato	N° col	Familias/Especie	AB relativa %	Densidad relativa %	Frecuencia Relativa %	IVI	IVF	Riqueza	# de individuos
Fustal								104	264
		ANNONACEAE					20,4		
	CIS- 12	*Annona* sp.1	0,9	0,4	0,8	2,0			
	CIS- 126	*Guatteria guianensis* (Aubl.) R.E.Fr.	0,9	0,8	0,8	2,4			
	CIS- 189	*Guatteria* sp.1	0,8	0,8	0,8	2,3			
	CIS- 217	*Guatteria* sp.2	0,5	0,8	0,8	2,0			
	CIS- 96	*Oxandra mediocris* Diels	0,2	0,4	0,8	1,4			
	CIS- 160	*Rollinia* sp.2	0,3	0,4	0,8	1,5			
	CIS- 221	*Rollinia* sp.3	0,9	0,8	0,8	2,4			
	CIS- 129	*Rollinia* sp.5	1,0	0,4	0,8	2,2			
	CIS- 244	*Unonopsis floribunda* Diels	0,7	1,1	0,8	2,6			
	CIS- 49	*Unonopsis stipitata* Diels	0,9	1,1	0,8	2,8			
	CIS- 187	*Unonopsis veneficiorum* (Mart.) R.E.Fr.	0,2	0,4	0,8	1,3			
		APOCYNACEAE					6,0		
	CIS- 220	*Aspidosperma* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,4			
	CIS- 102	*Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	0,7	1,9	1,5	4,1			
		ARECACEAE					4,0		
	CIS- 105	*Euterpe precatoria* Mart.	0,3	1,9	1,5	3,7			
		CAESALPINACEAE					10,6		
	CIS- 236	*Campsiandra angustifolia* Spruce ex Benth.	1,0	1,1	0,8	2,9			
	CIS- 238	*Cynometra* sp.1	0,5	0,4	0,8	1,6			

	CIS- 246	*Dimorphandra* sp.1	2,9	0,4	0,8	4,1			
		CECROPIACEAE					23,2		
	CIS- 2	*Cecropia* sp.1	1,5	0,8	0,8	3,0			
	CIS- 90	*Cecropia* sp.2	0,4	2,3	0,8	3,4			
	CIS- 239	*Coussapoa* sp.1	5,6	0,4	0,8	6,7			
	CIS- 98	*Coussapoa* sp.2	1,6	0,8	0,8	3,1			
	CIS- 201	*Pourouma cecropiifolia* Mart.	0,5	3,4	2,3	6,2			
	CIS- 48	*Pourouma* sp.1	2,1	1,1	0,8	4,0			
	CIS- 222	*Pourouma* sp.3	1,5	0,4	0,8	2,7			
		CHRYSOBALANACEAE					6,3		
	CIS- 9	*Hirtella* sp.1	1,1	1,1	0,8	3,0			
		CLUSIACEAE					5,3		
	CIS- 199	*Garcinia madruno* (Kunth) Hammel	0,3	0,8	0,8	1,8			
	CIS- 42	*Vismia macrophylla* (Kunth)	0,2	1,5	1,5	3,2			
		COMBRETACEAE					4,1		
	CIS- 157	*Buchenavia congesta* Ducke	0,6	0,8	1,5	2,9			
		DICHAPETALACEAE					5,0		
	CIS- 10	*Tapura acreana* (Ule) Rizzini	1,1	0,4	0,8	2,2			
	CIS- 162	*Tapura amazonica* Poepp.	0,1	0,4	0,8	1,3			
		ELAEOCARPACEAE					13,5		
	CIS- 215	*Sloanea* sp.2	2,9	1,1	0,8	4,8			
		EUPHORBIACEAE					20,8		
	CIS- 94	*Acalypha* sp.2	0,9	2,3	1,5	4,7			
	CIS- 3	*Alchornea* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 13	*Alchornea* sp.2	0,5	0,4	0,8	1,6			
	CIS- 1	*Croton bilocularis* J. Murillo	0,4	1,9	1,5	3,8			
	CIS- 33	*Drypetes* sp.1	3,9	0,8	0,8	5,4			
	CIS- 51	*Drypetes* sp.2	1,0	0,8	1,5	3,2			
	CIS- 7	*Drypetes* sp.3	1,6	1,9	1,5	5,0			
	CIS- 153	*Hura crepitans* L.	0,5	0,4	0,8	1,6			

		FABACEAE					19,0		
	CIS- 16	*Andira inermis* (W. Wright) Kunth ex DC.	0,9	1,1	1,5	3,6			
	CIS- 218	*Andira* sp.1	0,2	1,5	0,8	2,5			
	CIS- 249	*Andira* sp.2	3,7	0,4	0,8	4,9			
	CIS- 225	*Lecointea* sp.1	2,1	1,5	1,5	5,2			
	CIS- 19	*Lecointea* sp.2	1,9	0,4	0,8	3,0			
	CIS- 131	*Lonchocarpus* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,4			
	CIS- 15	*Ormosia* sp.1	0,6	1,5	0,8	2,8			
		FLACOURTIACEAE					4,5		
	CIS- 11	*Casearia* sp.2	0,8	0,4	0,8	1,9			
		LAURACEAE					13,1		
	CIS- 20	*Aniba* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 158	*Nectandra* sp.1	0,3	0,8	0,8	1,8			
	CIS- 52	*Nectandra* sp.2	0,1	0,4	0,8	1,2			
	CIS- 92	*Ocotea* sp.2	0,8	0,4	0,8	1,9			
	CIS- 46	*Ocotea* sp.4	0,3	2,7	0,8	3,7			
	CIS- 219	Lauraceae sp.6	0,8	1,1	0,8	2,7			
		LECYTHIDACEAE					6,2		
	CIS- 237	*Couroupita subsessilis* Pilg.	1,0	0,8	0,8	2,5			
	CIS- 8	*Gustavia hexapetala* (Aubl.) Sm.	0,6	0,4	0,8	1,8			
		MELASTOMATACEAE					11,0		
	CIS- 97	*Henriettea stellaris* O. Berg ex Triana	0,5	0,4	0,8	1,6			
	CIS- 101	*Mouriri* sp.2	1,4	0,8	0,8	2,9			
	CIS- 100	*Mouriri* sp.3	1,1	0,8	0,8	2,6			
	CIS- 14	*Tococa* sp.2	2,1	0,4	0,8	3,2			
		MELIACEAE					10,3		
	CIS- 229	*Cedrela odorata* L.	1,0	0,4	0,8	2,1			
	CIS- 54	*Guarea* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 95	*Trichilia* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,3			

	CIS- 154	*Trichilia* sp.2	0,6	3,4	1,5	5,5			
		MIMOSACEAE					16,3		
	CIS- 216	*Inga acreana* (Harms)	0,6	0,8	0,8	2,1			
	CIS- 250	*Inga alata* (Benoist)	0,1	0,8	0,8	1,6			
	CIS- 161	*Inga pezizifera* (Benth.)	0,7	0,8	1,5	2,9			
	CIS- 151	*Inga ruiziana* (G. Don)	0,6	1,1	0,8	2,5			
	CIS- 265	*Inga* sp.3	0,5	1,1	0,8	2,4			
	CIS- 152	*Mimosa* sp.1	1,5	1,9	0,8	4,2			
	CIS- 4	*Parkia multijuga* Benth.	0,3	0,8	0,8	1,8			
		MORACEAE					20,1		
	CIS- 171	*Batocarpus* sp.1	2,3	3,0	1,5	6,8			
	CIS- 40	*Brosimum* sp.1	1,0	0,8	1,5	3,3			
	CIS- 91	*Ficus insipida* Willd.	2,5	3,8	2,3	8,5			
	CIS- 242	*Ficus* sp.3	1,3	0,8	0,8	2,8			
	CIS- 17	*Maclura* sp.1	0,6	0,4	0,8	1,7			
	CIS- 134	*Perebea* sp.1	0,4	0,4	0,8	1,5			
		MYRISTICACEAE					12,0		
	CIS- 210	*Iryanthera juruensis* Warb.	0,1	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 50	*Virola carinata* (Benth.) Warb.	1,7	0,4	0,8	2,8			
	CIS- 159	*Virola elongata* (Benth.) Warb.	0,3	0,4	0,8	1,5			
	CIS- 186	*Virola pavonis* (A. DC.) A.C. Sm.	0,1	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 47	*Virola* sp.2	0,2	2,7	0,8	3,6			
	CIS- 210	*Virola* sp.3	0,1	0,4	0,8	1,3			
		OCHNACEAE					2,2		
	CIS- 60	*Ouratea* aff. *pendula* Poepp. ex Engl.	0,1	0,8	0,8	1,6			
		OLACACEAE					3,8		
	CIS- 191	*Heisteria duckei* Sleumer	0,3	0,8	0,8	1,8			
	CIS- 57	*Heisteria* sp.2	0,1	0,4	0,8	1,2			
		POLYGONACEAE					13,1		

	CIS- 45	*Coccoloba densifrons* C. Mart. ex Meisn.	0,3	1,1	2,3	3,7			
	CIS- 163	*Coccoloba excelsa* Benth.	0,5	1,1	1,5	3,1			
	CIS- 89	*Coccoloba* sp.1	4,4	1,1	0,8	6,3			
		RUBIACEAE					13,7		
	CIS- 243	*Alibertia* sp.1	0,4	0,4	0,8	1,5			
	CIS- 227	*Alibertia* sp.2	0,1	0,4	0,8	1,2			
	CIS- 44	*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	0,2	3,0	0,8	3,9			
	CIS- 21	*Duroia* sp.1	0,7	0,8	1,5	3,0			
	CIS- 5	*Duroia* sp.2	0,2	1,1	2,3	3,6			
	CIS- 248	*Simiria cordifolia* (Hook. F.) Steyerm.	1,3	0,4	0,8	2,4			
		SAPINDACEAE					4,9		
	CIS- 53	*Talisia* sp.1	0,9	0,4	0,8	2,0			
		SAPOTACEAE					20,0		
	CIS- 56	*Micropholis egensis* (A. DC.) Pierre	0,1	0,4	0,8	1,2			
	CIS- 245	*Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre	8,7	0,8	0,8	10,2			
	CIS- 223	*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.	0,2	1,9	1,5	3,6			
	CIS- 18	*Pouteria cuspidata* (A. DC.) Baehni	1,1	0,4	0,8	2,2			
	CIS- 6	*Pouteria* sp.1	1,1	3,0	1,5	5,6			
		STERCULIACEAE					2,1		
	CIS- 190	*Theobroma* aff. *cacao* (L.)	0,2	0,4	0,8	1,3			
		TILIACEAE					5,3		
	CIS- 130	*Luehea* sp.1	0,2	0,4	0,8	1,3			
	CIS- 226	*Mollia* sp.1	0,7	1,1	2,3	4,1			
		VIOLACEAE					2,8		
	CIS- 59	*Leonia racemosa* Mart.	0,2	1,1	1,5	2,8			
Latizal								107	354
		ANACARDIACEAE					8,1		

	CIS- 25	*Spondia mombin* L.	0,5	4,8	1,5	6,8			
	CIS- 203	*Spondia venosa* Mart. ex Colla	0,3	0,3	0,7	1,3			
		ANNONACEAE					12,1		
	CIS- 167	*Annona duckei* Diels	0,2	0,6	0,7	1,5			
	CIS- 233	*Guatteria* sp.4	1,2	0,6	0,7	2,5			
	CIS- 67	*Rollinia cuspidata* Mart.	0,8	1,1	1,5	3,4			
	CIS- 65	*Rollinia edulis* Triana & Planch.	1,2	0,8	0,7	2,8			
	CIS- 192	*Unonopsis floribunda* Diels	1,9	0,6	0,7	3,2			
	CIS- 231	*Xylopia micans* R.E. Fr.	0,2	0,3	0,7	1,2			
		APOCYNACEAE					12,1		
	CIS- 102	*Himatanthus sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	0,7	5,9	2,2	8,9			
	CIS- 252	*Malouetia tamaquarina* (Aubl.) A. DC.	0,2	0,8	0,7	1,7			
	CIS- 115	*Rauvolfia leptophylla* A.	1,5	0,3	0,7	2,5			
		ARECACEAE					14,2		
	CIS- 264	*Bactris martiana* A.J.Hend.	0,8	7,6	2,9	11,3			
	CIS- 184	*Desmoncus polyacanthos* Mart.	0,3	0,3	0,7	1,3			
	CIS- 105	*Euterpe precatoria* Mart.	0,8	1,7	1,5	4,0			
		BIGNONIACEAE					5,5		
	CIS- 72	BIGNONIACEA sp.3	1,5	0,3	0,7	2,5			
		BOMBACACEAE					5,4		
	CIS- 137	*Pachira insignis* (Sw.) Sw. ex Savigny	0,2	0,3	0,7	1,2			
	CIS- 170	*Pachira* sp.1	1,9	0,3	0,7	2,9			
		BORAGINACEAE					3,2		
	CIS- 118	*Cordia nodosa* Lam.	0,4	1,1	0,7	2,3			
		CAESALPINACEAE					6,3		
	CIS- 246	*Dimorphandra* sp.1	1,2	0,3	0,7	2,2			
	CIS- 232	*Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth.	0,7	0,3	0,7	1,7			
	CIS- 185	*Senna macrophylla* (Kunth) H.S.	0,4	0,8	0,7	1,9			

		Irwin & Barneby							
		CAPPARACEAE					4,8		
	CIS- 111	*Capparis* sp.1	1,1	0,8	0,7	2,7			
		CECROPIACEAE					4,3		
	CIS- 2	*Cecropia* sp.1	1,2	0,3	0,7	2,2			
	CIS- 201	*Pourouma cecropiifolia* Mart.	0,2	0,3	0,7	1,2			
		CHRYSOBALANACEAE					7,7		
	CIS- 104	*Hirtella* sp.2	1,1	0,6	0,7	2,4			
	CIS- 259	*Licania* sp.3	0,9	0,3	0,7	1,9			
	CIS- 116	*Parinari excelsa* Sabine	1,8	0,6	0,7	3,1			
		CLUSIACEAE					8,9		
	CIS- 228	*Garcinia macrophylla* (Mart.) Hammel	1,4	0,6	0,7	2,7			
	CIS- 82	*Garcinia madruno* (Kunth) Hammel	0,3	0,6	1,5	2,4			
	CIS- 117	*Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers.	0,3	3,1	0,7	4,1			
		ELAEOCARPACEAE					3,7		
	CIS- 256	*Sloanea* sp.1	0,9	0,3	0,7	1,9			
		EUPHORBIACEAE					11,9		
	CIS- 106	*Acalypha* sp.1	2,1	0,3	0,7	3,1			
	CIS- 166	*Croton bilocularis* J. Murillo	1,8	0,3	0,7	2,8			
	CIS- 172	*Croton cuneatus* Klotzsch	0,6	0,3	0,7	1,6			
	CIS- 33	*Drypetes* sp.1	1,1	1,1	0,7	2,9			
	CIS- 68	*Drypetes* sp.3	0,4	2,0	2,2	4,6			
		FABACEAE					6,1		
	CIS- 26	*Swartzia* sp.1	0,5	0,3	0,7	1,5			
	CIS- 165	Fabaceae sp.2	1,3	0,6	0,7	2,6			
	CIS- 173	Fabaceae sp.3	0,6	0,3	0,7	1,6			
		FLACOURTIACEAE					9,7		
	CIS- 109	*Casearia* sp.2	0,3	0,3	0,7	1,3			
	CIS- 76	*Casearia* sp.3	1,0	0,6	0,7	2,3			

	CIS- 202	*Hasseltia* sp.1	0,6	0,6	0,7	1,9			
	CIS- 169	*Hasseltia* sp.2	1,9	0,3	0,7	2,9			
	CIS- 132	*Laetia corymbulosa* Spruce ex Benth.	1,8	0,3	0,7	2,8			
		LAURACEAE					10,7		
	CIS- 29	*Aniba* sp.2	1,5	0,8	0,7	3,1			
	CIS- 197	*Ocotea* sp.3	1,9	1,4	1,5	4,8			
	CIS- 194	*Ocotea* sp.5	0,2	0,3	0,7	1,2			
	CIS- 28	Lauraceae sp.2	0,5	0,3	0,7	1,5			
	CIS- 230	Lauraceae sp.7	1,1	0,3	0,7	2,1			
		LOGANIACEAE					6,6		
	CIS- 30	*Strychnos tarapotensis* Sprague & Sandwith	1,9	0,3	0,7	2,9			
		LORANTHACEAE					5,8		
	CIS- 114	*Psittacanthus cucullaris* (Lam.) Blume	1,7	0,3	0,7	2,7			
		MELASTOMATACEAE					16,4		
	CIS- 200	*Miconia* sp.1	0,8	0,3	0,7	1,8			
	CIS- 176	*Mouriri* sp.1	0,7	0,3	0,7	1,7			
	CIS- 175	*Tococa coronata* Benth.	1,1	1,7	0,7	3,5			
	CIS- 143	*Tococa* sp.1	0,3	5,6	1,5	7,4			
	CIS- 77	*Tococa* sp.3	0,9	1,7	1,5	4,1			
		MELIACEAE					5,1		
	CIS- 229	*Cedrela odorata* L.	1,4	0,3	0,7	2,4			
		MENISPERMACEAE					6,6		
	CIS- 258	*Abuta* sp.1	1,9	0,3	0,7	2,9			
		MIMOSACEAE					13,1		
	CIS- 24	*Inga bourgonii* (Aubl.) DC.	1,3	2,3	0,7	4,3			
	CIS- 168	*Inga* sp.1	1,3	0,3	0,7	2,3			
	CIS- 135	*Inga* sp.2	0,2	0,8	0,7	1,8			
	CIS- 182	*Zygia* aff. *unifoliolata* (Benth.) Pittier	0,5	1,7	1,5	3,7			

	CIS- 35	*Zygia inaequalis* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier	0,4	0,3	0,7	1,4			
	CIS- 107	*Zygia* sp.1	0,2	0,3	0,7	1,2			
		MORACEAE					20,9		
	CIS- 63	*Batocarpus* sp.1	1,5	3,4	1,5	6,4			
	CIS- 40	*Brosimum* sp.1	2,4	0,6	0,7	3,7			
	CIS- 39	*Ficus* sp.1	1,9	3,1	0,7	5,8			
	CIS- 133	*Ficus* sp.2	1,8	0,3	0,7	2,8			
	CIS- 255	*Ficus* sp.4	0,2	0,3	0,7	1,2			
	CIS- 23	*Ficus* sp.5	0,4	0,8	0,7	2,0			
	CIS- 17	*Maclura* sp.1	0,2	0,3	0,7	1,2			
	CIS- 134	*Perebea* sp.1	1,9	1,1	0,7	3,8			
		MYRISTICACEAE					11,7		
	CIS- 262	*Iryanthera juruensis* Warb.	0,9	1,7	1,5	4,1			
	CIS- 70	*Iryanthera laevis* Markgr.	0,6	0,3	0,7	1,6			
	CIS- 204	Virola elongata (Benth.) Warb.	1,8	1,4	0,7	3,9			
	CIS- 193	*Virola* sp.1	2,1	0,3	0,7	3,1			
	CIS- 210	*Virola* sp.3	0,2	0,3	0,7	1,2			
		MYRSINACEAE					8,1		
	CIS- 62	*Cybianthus* sp.1	0,4	1,1	1,5	3,0			
	CIS- 179	*Cybianthus* sp.2	1,2	2,8	2,2	6,2			
		MYRTACEAE					14,8		
	CIS- 257	*Eugenia* sp.1	0,3	0,3	0,7	1,3			
	CIS- 34	*Eugenia* sp.2	0,2	1,4	0,7	2,3			
	CIS- 22	*Eugenia* sp.4	0,6	1,7	0,7	3,1			
	CIS- 208	*Eugenia* stipitata McVaugh	1,4	0,3	0,7	2,4			
	CIS- 32	*Myrcia* sp.1	0,3	0,8	0,7	1,9			
	CIS- 136	*Myrcia* sp.2	0,2	0,3	0,7	1,2			
	CIS- 119	*Myrcia* sp.3	0,2	0,6	0,7	1,5			
	CIS- 205	*Myrciaria dubia* (Kunth) Kunth	1,7	0,3	0,7	2,7			

		NYCTAGINACEAE					4,6		
	CIS- 31	*Guapira* sp.1	0,8	1,4	0,7	2,9			
		OLACACEAE					7,7		
	CIS- 64	*Heisteria acuminata* (Bonpl.) Engl.	0,4	4,0	4,4	8,8			
	CIS- 38	*Heisteria* sp.1	0,3	0,8	1,5	2,6			
		PASIFLORÁCEA					3,2		
	CIS- 75	*Passiflora* sp.1	0,5	0,8	2,2	3,6			
		POLYGONACEAE					5,6		
	CIS- 112	*Coccoloba* aff. *ovata* Benth.	0,8	0,3	0,7	1,8			
	CIS- 174	*Coccoloba* sp.1	1,3	0,6	1,5	3,3			
		RUBIACEAE					11,8		
	CIS- 260	*Alibertia* sp.3	0,4	0,3	0,7	1,4			
	CIS- 27	*Faramea* sp.1	1,5	0,6	0,7	2,8			
	CIS- 139	*Faramea* sp.2	0,3	0,6	0,7	1,6			
	CIS- 74	*Psychotria* sp.1	1,5	0,3	0,7	2,5			
	CIS- 37	*Uncaria guianensis* (Aubl.) J.F. Gmel.	1,4	0,3	0,7	2,4			
	CIS- 71	Rubiaceae sp.2	0,8	0,3	0,7	1,8			
	CIS- 181	Rubiaceae sp.3	0,9	0,3	0,7	1,9			
		SAPINDACEAE					2,2		
	CIS- 69	*Paullinia capreolata* (Aubl.) Radlk.	0,4	0,3	0,7	1,4			
		SAPOTACEAE					6,5		
	CIS- 110	*Micropholis egensis* (A. DC.) Pierre	1,5	0,3	0,7	2,5			
	CIS- 6	*Pouteria* sp.1	1,4	0,3	0,7	2,4			
		SOLANACEAE					5,1		
	CIS- 73	*Cestrum* sp.1	1,5	0,3	0,7	2,5			
	CIS- 108	*Markea* sp.1	0,2	0,6	0,7	1,5			
		STERCULIACEAE					2,2		
	CIS- 36	*Herrania nitida* (Poepp.) R.E. Schult.	0,4	0,3	0,7	1,4			

		VIOLACEAE					7,4		
	CIS- 178	*Leonia racemosa* Mart.	1,9	1,1	0,7	3,8			
Brinzal								39	105
		ANNONACEAE					13,7		
	CIS- 125	*Annona* sp.2	1,5	1,0	2,3	4,8			
	CIS- 87	*Rollinia* sp.1	1,5	1,0	2,3	4,8			
	CIS- 235	*Xylopia micans* R.E. Fr.	1,5	1,0	2,3	4,8			
		APOCYNACEAE					8,4		
	CIS- 146	*Lacmellea* sp.1	2,4	1,0	2,3	5,7			
		BIGNONIACEAE					12,2		
	CIS- 78	Bignoniaceae sp.1	2,4	1,9	2,3	6,6			
	CIS- 83	Bignoniaceae sp.2	0,9	1,9	2,3	5,1			
		CECROPIACEAE					10,5		
	CIS- 211	*Pourouma* sp.2	3,4	1,0	2,3	6,7			
		CHRYSOBALANACEAE					10,1		
	CIS- 142	*Licania* sp.1	1,5	1,0	2,3	4,8			
	CIS- 213	*Licania* sp.2	1,5	1,0	2,3	4,8			
		CLUSIACEAE					12,3		
	CIS- 82	*Garcinia madruno* (Kunth) Hammel	1,5	3,8	4,7	10,0			
	CIS- 42	*Vismia macrophylla* (Kunth)	0,9	1,0	2,3	4,1			
		ELAEOCARPACEAE					5,3		
	CIS- 80	*Sloanea* sp.3	0,9	1,0	2,3	4,1			
		EUPHORBIACEAE					18,8		
	CIS- 85	*Conceveiba* sp.1	3,4	5,7	2,3	11,5			
	CIS- 150	*Hevea pauciflora* (Spruce ex Benth.) Müll.Arg	1,5	2,9	2,3	6,7			
		FABACEAE					7,6		
	CIS- 81	*Andira* sp.1	1,5	1,9	2,3	5,7			
		FLACOURTIACEAE					14,0		
	CIS- 86	*Casearia* sp.2	4,6	1,9	2,3	8,9			

		HIPPOCRATEACEAE					16,0		
	CIS- 41	Hippocrateaceae sp.1	2,4	8,6	2,3				
		LAURACEAE					18,8		
	CIS- 120	*Ocotea* sp.1	2,4	1,0	2,3				
	CIS- 79	Lauraceae sp.1	0,9	3,8	2,3				
	CIS- 209	Lauraceae sp.5	4,6	1,0	2,3				
		MELASTOMATACEAE					24,8		
	CIS- 143	*Tococa* sp.1	3,4	15,2	2,3				
		MIMOSACEAE					6,6		
	CIS- 123	*Inga chartacea* (Poepp.)	1,5	1,0	2,3				
		MORACEAE					21,6		
	CIS- 207	*Ficus insipida* Willd.	4,6	1,0	2,3				
	CIS- 148	*Ficus sp.3*	4,6	1,0	2,3				
	CIS- 17	*Maclura* sp.1	0,9	1,0	2,3				
		Sorocea sp.1	2,8	1,9	4,7				
		MYRISTICACEAE					41,4		
	CIS- 262	*Iryanthera juruensis* Warb.	3,4	4,8	2,3				
		Virola elongata (Benth.) Warb.	2,8	14,3	4,7				
		Virola sp.3	2,4	1,0	2,3				
		Virola sp.4	0,9	1,9	2,3				
		Virola sp.5	4,6	1,0	2,3				
		MYRTACEAE					28,2		
	CIS- 34	*Eugenia* sp.2	4,6	3,8	2,3				
		Eugenia sp.3	4,6	1,0	2,3				
		Eugenia stipitata McVaugh	4,6	1,0	2,3				
		Myrcia sp.1	2,5	3,8	4,7				
		PASSIFLORACEAE					6,2		
	CIS- 99	*Passiflora* sp.1	1,3	1,0	2,3				

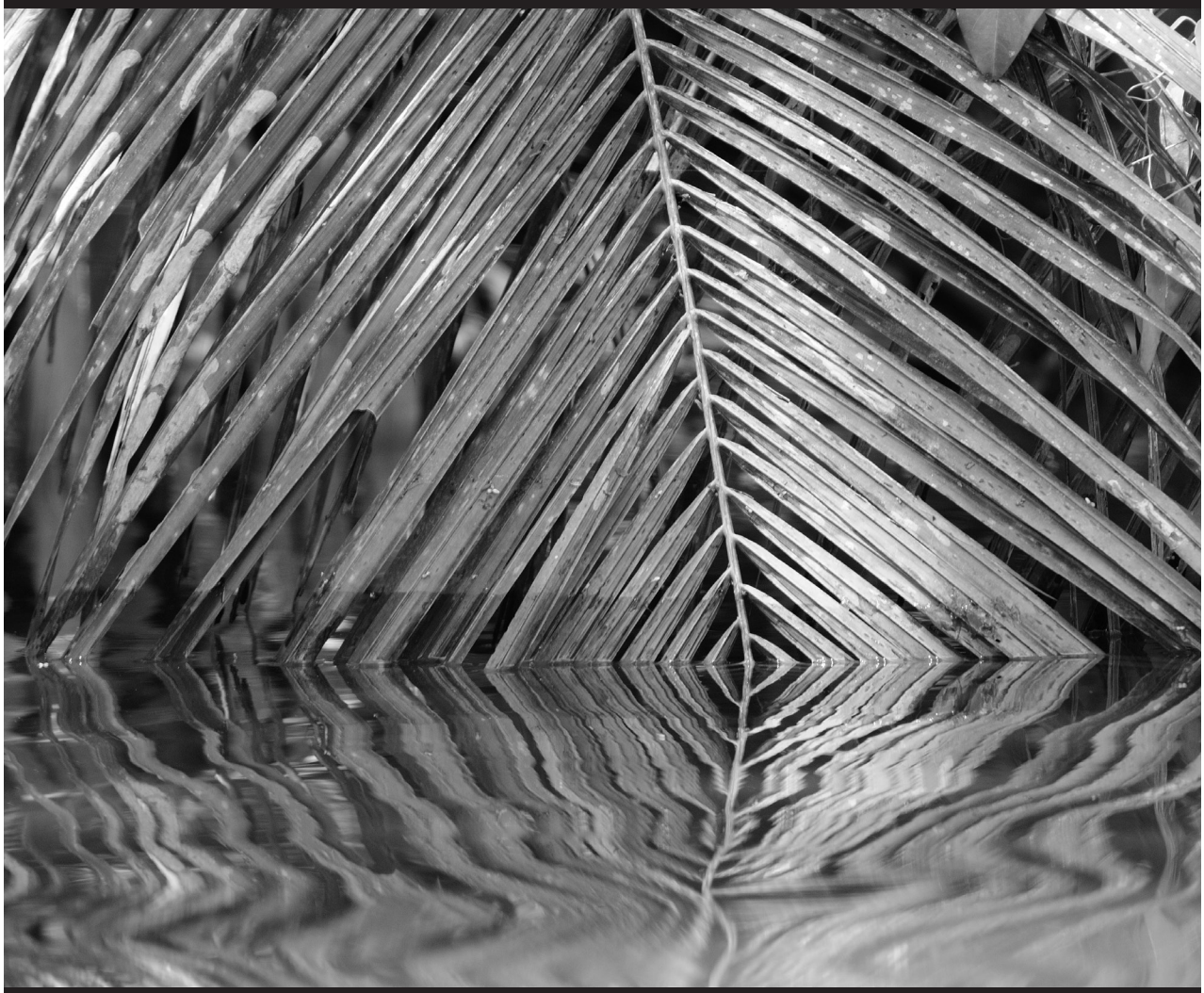
		POLYGONACEAE							
	CIS- 156	*Coccoloba densifrons* C. Mart. ex Meisn.	3,4	1,0	2,3		13,0		
	CIS- 147	**RUBIACEAE**	2,4	1,0	2,3				
	CIS- 122	*Genipa* sp.1	3,4	1,0	2,3				
		Rubiaceae sp.1							

ANEXO 2. LISTA DE ESPECIES DEL ESTRATO FUSTAL CON PROMEDIO Y USOS LOCALES REGISTRADOS EN LOS BOSQUES ALEDAÑOS A LOS LAGOS TARAPOTO (COLOMBIA) Y CABALLO COCHA (PERÚ).

ESPECIE	PROMEDIO de AB cm^2	USO
Micropholis guyanensis (A. DC.) Pierre	6020,0	
Coussapoa sp.1	3851,5	
Coccoloba sp.1	3047,0	Fruto consumido por peces y humanos.
Drypetes sp.1	2709,8	Se utiliza para armazón de casas.
Andira sp.2	2578,3	
Dimorphandra sp.1	2037,2	
Sloanea sp.2	2005,8	Frutos consumidos por peces y humanos.
Ficus insipida Willd.	1707,8	
Batocarpus sp.1	1571,9	La resina es medicinal.
Lecointea sp.1	1477,5	Curativa.
Pourouma sp.1	1451,6	Construcción de balsas.
Tococa sp.2	1428,9	Cura chichones.
Lecointea sp.2	1303,8	Se utiliza como laza.
Virola carinata (Benth.) Warb.	1184,4	
Coussapoa sp.2	1133,3	Consumido por peces y humanos.
Drypetes sp.3	1087,5	Maderable.
Pourouma sp.3	1070,8	Frutos consumo peces y humanos. Maderable.
Mimosa sp.1	1069,8	Maderable.
Cecropia sp.1	1006,1	
Mouriri sp.2	945,5	
Ficus sp.3	913,0	Maderable.
Simiria cordifolia (Hook. F.) Steyerm.	894,1	Maderable.
Mouriri sp.3	748,7	
Pouteria cuspidata (A. DC.) Baehni	748,7	
Hirtella sp.1	742,0	
Pouteria sp.1	735,9	Maderable. Consumido por peces y humanos.
Tapura acreana (Ule) Rizzini	733,4	
Rollinia sp.5	718,2	
Cedrela odorata L.	703,1	Maderable.
Brosimum sp.1	702,2	Resina lesiones en los músculos y huesos.
Campsiandra angustifolia Spruce ex Benth.	696,2	
Drypetes sp.2	675,5	
Couroupita subsessilis Pilg.	659,0	
Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.	638,2	
Guatteria guianensis (Aubl.) R.E.Fr.	636,8	Maderable.
Annona sp.1	630,3	
Talisia sp.1	630,3	Medicinal contra reumatismo.
Acalypha sp.2	628,2	Maderable.

ESPECIE	PROMEDIO de AB cm^2	USO
Unonopsis stipitata Diels	623,3	Maderable.
Rollinia sp.3	595,0	Maderable.
Lauraceae sp.6	586,6	
Casearia sp.2	561,5	Consumido por peces.
Guatteria sp.1	540,2	
Ocotea sp.2	522,1	
Mollia sp.1	506,1	Maderable.
Unonopsis floribunda Diels	504,2	Armazón de casas.
Duroia sp.1	494,7	
Himatanthus sucuuba (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	471,3	Medicinal cura ulceras.
Inga pezizifera (Benth.)	459,4	Fruto consumido por peces y humanos.
Gustavia hexapetala (Aubl.) Sm.	447,6	
Buchenavia congesta Ducke	421,8	Se utiliza para hacer botes.
Maclura sp.1	412,5	Construcción de balsas.
Inga acreana (Harms)	405,1	Frutos consumidos por peces y humanos.
Ormosia sp.1	396,0	
Inga ruiziana (G. Don)	394,1	Fruto consumido por peces y humanos.
Trichilia sp.2	389,0	Maderable.
Pourouma cecropiifolia Mart.	366,5	La corteza se utiliza para lavado de heridas.
Inga sp.3	352,3	
Cynometra sp.1	336,2	Maderable.
Henriettea stellaris O. Berg ex Triana	336,2	
Guatteria sp.2	333,9	
Coccoloba excelsa Benth.	328,7	Corteza curativa.
Hura crepitans L.	325,9	Construcción de balsas.
Alchornea sp.2	315,8	
Croton bilocularis J. Murillo	288,3	Med., cura la diarrea. El fruto es consumido por peces.
Alibertia sp.1	258,5	
Perebea sp.1	249,6	Fruto consumido por peces y humanos.
Cecropia sp.2	247,5	
Rollinia sp.2	240,7	
Ocotea sp.4	235,9	
Virola elongata (Benth.) Warb.	232,0	Maderable.
Coccoloba densifrons C. Mart. ex Meisn.	225,6	Fruto consumido por peces.
Garcinia madruno (Kunth) Hammel	225,5	Frutos consumidos por peces y humanos. La resina se utiliza para embrear canoas.

ESPECIE	PROMEDIO de AB cm^2	USO
Nectandra sp.1	223,5	
Euterpe precatoria Mart.	203,9	Fruto consumido por peces y humanos.
Heisteria duckei Sleumer	195,5	
Parkia multijuga Benth.	191,4	
Aspidosperma sp.1	154,1	Maderable.
Lonchocarpus sp.1	154,1	
Oxandra mediocris Diels	154,1	
Vismia macrophylla (Kunth)	152,8	La resina cura caracha.
Alchornea sp.1	147,1	
Unonopsis veneficiorum (Mart.) R.E. Fr.	147,1	Maderable.
Andira sp.1	141,9	Cura lesiones en la boca. Olor fuerte .
Luehea sp.1	140,4	
Theobroma aff. *cacao* (L.)	140,4	Fruto consumido por peces y humanos.
Trichilia sp.1	140,4	
Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk.	133,8	Maderable. Consumido por peces y humanos.
Virola sp.2	128,5	Se utiliza para hacer mangos de escoba.
Duroia sp.2	121,7	Maderable, se utiliza como listones y tablas.
Leonia racemosa Mart.	121,7	Consumido por peces y humanos.
Aniba sp.1	114,9	Maderable
Guarea sp.1	108,9	
Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	108,0	Consumido por peces y humanos. Maderable.
Inga alata (Benoist)	92,0	
Iryanthera juruensis Warb.	92,0	Cura boquera.
Tapura amazonica Poepp.	92,0	
Virola sp.3	92,0	
Virola pavonis (A. DC.) A.C. Sm.	86,7	La madera se utiliza para hacer artesanías.
Alibertia sp.2	81,5	
Heisteria sp.2	81,5	
Micropholis egensis (A. DC.) Pierre	81,5	
Nectandra sp.2	81,5	
Ouratea aff. *pendula* Poepp. ex Engl.	81,5	



3.2 · PERCEPCIÓN DEL USO Y MANEJO DEL AGUAJAL A TRAVÉS DEL USO DE LAS PALMAS (ARECACEAE) POR LA COMUNIDAD INDÍGENA TICUNA DE SANTA CLARA DE TARAPOTO, DEL RESGUARDO TICOYA DEL MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO, AMAZONAS, COLOMBIA

María Catalina Forero Tocancipá y Mireya Patricia Córdoba Sánchez



EL AGUAJAL

RESUMEN

En la comunidad de Santa Clara de Tarapoto, perteneciente al Resguardo TICOYA de jurisdicción del municipio de Puerto Nariño (Amazonas), se llevó a cabo una investigación, ayudada de herramientas participativas, con el fin de comprender la relación que dicha comunidad indígena mantiene con las palmas (Familia: Arecaceae) y el ecosistema del aguajal. Se identificaron 28 especies de palmas distribuidas en 14 géneros. *Bactris* (cinco) y *Astrocaryum* (cuatro) son los géneros con mayor número de especies, les siguen *Attalea*, *Euterpe*, *Geonoma* y *Oenocarpus* con dos especies cada una, y el resto de géneros con una sola especie. Según el uso que la comunidad le da a las palmas se pudieron reconocer: 14 especies usadas en la construcción, 14 para la elaboración de artesanías, 13 como alimento, siete en usos medicinales y varias especies más para la elaboración de utensilios de cocina, pesca y caza, así como en ceremonias y rituales tradicionales. Esta comunidad tiene un amplio conocimiento de la ecología de su territorio, lo que se ve reflejado en sus prácticas cotidianas, dando una aproximación a las relaciones que la comunidad mantiene con el ecosistema del aguajal explicado por un diagrama causal.

Palabras clave: palmas, ticunas, Tarapoto, Amazonia, etnobotánica.

ABSTRACT

In order to understand the relationship the indigenous community has established with the palm trees (Arecaceae) and Aguajal ecosystem, a study with a participatory approach was conducted at the TICOYA indigenous reserve, Santa Clara of Tarapoto, Puerto Nariño, Colombian Amazon. During this study, 28 species of palms were identified. These species are distributed among 14 genera. *Bactris* with five species is the largest genus, followed by *Astrocaryum* with four species, then *Attalea*, *Euterpe*, *Geonoma* and *Oenocarpus* with two species each and the rest of genera with single species. The uses given by the Tarapoto community for the 28 species sampled were identified as follows: construction (14

species), handcrafting (14 species), feeding (13 species), medicinal uses (7 species), and some other species used in the making of kitchen, fishing and hunting supplies, as well as in ceremonies and rituals. This indigenous group has an extensive knowledge of the ecology of its territory, reflected in their daily practices. The approach of the community maintained with the ecosystem aguajal is clearly explained by a causal diagram.

Keywords: palms, ticunas, Tarapoto, Amazon, ethnobotanics,

INTRODUCCIÓN

Las palmas (Figura 1) caracterizan el paisaje amazónico, constituyen uno de los elementos más importantes a nivel económico por su gran potencial como recurso natural y a nivel ecológico por su abundancia, diversidad y relaciones ecológicas (Galeano, 1992). Son uno de los recursos vegetales más útiles para las comunidades amazónicas ya que obtienen de ellas su sustento, su vivienda y múltiples artículos que satisfacen sus necesidades, como alimento, materia prima y tradiciones culturales (Arvello-Jiménez *et al*., 1989; Biller, 1991; citado por Morcote *et al*., 1996). Como consecuencia de las relaciones que establecen las comunidades indígenas amazónicas, las palmas tienen un papel simbólico importante asociado a su cosmovisión, y cumplen importantes funciones ecológicas y económicas (Acosta 1999).

Para la región amazónica colombiana se encuentran varios estudios etnobotánicos de las palmas, como los de Alexander Von Humboldt (1991), que fue pionero con su publicación "Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente" dando los primeros aportes para el estudio de los usos y las costumbres indígenas relacionadas con las palmas.

Dentro de los trabajos dedicados a la descripción de la familia Arecaceae y sus relaciones con las comunidades indígenas amazónicas se encuentran trabajos como los de Galeano (1992), Ruiz (1994), Pabón (1991), Henderson (1995), Morcote (1996,1998) y Arias (2005). La comunidad indígena ticuna ha sido muy poco estudiada en cuanto a los aspectos etnobotánicos que manejan. Leigh Glenboski (1983) desarrolló con los ticunas del río Loretoyacú su estudio "The Etnobotany of the Ticuna Indians Amazonas, Colombia", donde hizo un listado de especies de plantas usadas por esta etnia; enfatizando en su uso, registró nombres en español y sus equivalentes en ticuna, métodos de cultivo, importancia, recolección y preparación de estas plantas.



Figura 1. Las palmas son uno de los recursos vegetales más útiles para las comunidades indígenas, ya que obtienen de ellas múltiples artículos que satisfacen sus necesidades, como alimento, materia prima y tradiciones culturales.



El aguajal ofrece un gran abanico de oportunidades a las especies de fauna que habitan estas regiones amazónicas, ya sea procurando alimento o resguardo; en la imagen, una guacamaya bandera (*Ara macao*).

Los estudios etnobotánicos se basan en las relaciones del hombre con las plantas y la influencia de estas en la cultura, sus investigaciones han sido orientadas al listado de especies florísticas definiendo su utilidad (Yépez 1953, Poton 1991, Stauffer 2000) y describiendo sus patrones de uso en la alimentación, construcción, elaboración de herramientas, medicina, artesanías, vivienda, vestido y transporte, entre otros (Morales, 1992; Zuluaga, 1994; Davis, 1995). Las tendencias actuales en este tipo de estudios marcan los usos y manejos de las plantas y como estas se ven reflejadas en las transformaciones de los territorios (Davis 1995); por tal motivo se realizó este trabajo con la comunidad de Santa Clara de Tarapoto, donde las palmas forman parte fundamental de sus actividades con un enfoque basado en la dinámica de sistemas, dando una explicación sintética de las relaciones ecológicas de esta comunidad con el ecosistema de aguajal.

El aguajal es un bosque permanentemente inundado con predominancia de palmas de las especies *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*; constituye un ecosistema intermedio entre el bosque de planicie y de bajial y está considerado como un tipo de humedal (Lloyd y Palomino 1998).

La dinámica de sistemas busca analizar y modelar el comportamiento temporal en entornos complejos (Forrester 1961) basándose en la identificación de ciclos de retroalimentación entre los elementos y las demoras en la información y materiales dentro del sistema (Forrester 1969); este proceso conduce a una representación matemática aproximada de la realidad, facilitando el trabajo multidisciplinario al presentar una simulación más cercana al lenguaje natural (Andrade 2002) y organizando la información en un modelo de simulación por ordenador que ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo (Forrester 1998) y consta de tres fases generales: conceptualización, formulación y evaluación; estas fases se implementan por medio de la determinación de las variables a usar en el modelo y de las relaciones entre las variables, construcción de diagramas (causales y/o de flujo-tasa), determinación de la estructura matemática del modelo (ecuaciones), validación y experimentación (Gaia 1998).

Los diagramas causales son representaciones mentales de los sistemas, las realimentaciones que se dan en un sistema son definidas



Chambira (*Astrocaryum chambira*), una palma común de los humedales de Tarapoto.

como aquellos procesos circulares en que las decisiones conllevan a cambios que influyen en otras decisiones; aquí todas las acciones tienen lugar dentro de tales estructuras circulares, es decir, relaciones causa-efecto (Forrester, 1998). Y sirven para hacer un bosquejo de todos los elementos de una problemática sin entrar en los detalles matemáticos del posible modelo; están compuestos por la variable, entidad que define una causa y un vínculo causal, relación hipotética entre dos variables marcada por una polaridad, siendo positivas o negativas (Sistemas, 2005).

El objetivo de este artículo es establecer las relaciones ecosistémicas entre el aguajal y la comunidad ticuna de Santa Clara de Tarapoto, resaltando las categorías de uso de las palmas ya que estas hacen parte de sus prácticas tradicionales y la cosmovisión de su territorio, con el cual mantienen un estrecho vínculo. Para lo anterior se tuvieron en cuenta aspectos ecológicos de las palmas como su fenología, polinización, dispersión y distribución; y aspectos culturales, como su uso y manejo, y los mitos y leyendas asociados.



ÁREA DE ESTUDIO

El resguardo indígena ticuna, cocama y yagua (TICOYA) se encuentra localizado dentro del territorio del municipio de Puerto Nariño ubicado en el extremo suroriental de Colombia, departamento de Amazonas, a 87 km de la ciudad de Leticia (3º 47 S - 70º 21 W), su extensión es de 86.871 ha y fue constituido legalmente por la resolución número 021 del 13 de marzo de 1990 del INCORA. Este territorio corresponde históricamente a las comunidades indígenas ticunas, cocamas y yaguas (IGAG, 1994 en Acosta, 1999).

En 2014, se encuentran 16 asentamientos humanos nucleados indígenas y no indígenas, entre los cuales se encuentra la comunidad ticuna de Santa Clara de Tarapoto, la cual hace parte del sistema de lagos de Tarapoto ubicada en las coordenadas 3º 47,54 S y 70º 25,45.2 W, perteneciente a la zona baja del resguardo indígena TICOYA. Esta comunidad a nivel sociopolítico, presenta 38 habitantes en total, la población pertenece a la etnia ticuna, está dividida en siete familias (León y Cuello, 2005), las cuales pertenecen a los clanes Paucara, Paujil y Garza.

METODOLOGÍA

La investigación fue planteada desde la búsqueda de los significados e interpretaciones de los usos y manejos de las palmas (Arecaceae) por la comunidad indígena amazónica ticuna dentro del ecosistema del lago Tarapoto, haciendo un acercamiento a la realidad social de esta comunidad donde convergen diferentes aspectos ecológicos, económicos y culturales.

La recopilación de la información se realizó entre marzo y julio del 2005 con el aval de la comunidad y el respaldo del curaca menor de Tarapoto. La búsqueda y toma de la información se obtuvo a través del desarrollo de las siguientes actividades:

-Colección botánica: con la ayuda de un auxiliar de campo se ubicaron los sitios frecuentados por la comunidad en la búsqueda de palmas y se colectaron ejemplares botánicos teniendo en cuenta dos aspectos: 1) el ejemplar debía incluir partes fértiles como flores o frutos, y 2) debían colectarse dos ejemplares por cada especie; el material colectado fue prensado, preservado y secado, posteriormente fue montado como ejemplar de herbario y etiquetado con los números 020-048 de M.C. Forero. La colección botánica fue depositada en los herbarios (COAH)

del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas–Sinchi, y en el herbario (HPUJ) de la Pontificia Universidad Javeriana. La identificación de los especímenes colectados se hizo usando las claves taxonómicas de Galeano (1992), Henderson (1995) y Henderson *et al*. (1995) y haciendo comparación con ejemplares en herbario. Para el levantamiento de la información del uso y manejo desde el conocimiento tradicional se trabajó la observación participante, compartiendo actividades rutinarias como la recolección de yuca en sus chagras, la preparación de la fariña, elaboración del jugo de palma de asaí y la celebración del día de la madre; a lo largo de cada una de estas actividades se anotó lo observado en un diario de campo, con registro fotográfico y fílmico, además de realizar entrevistas y talleres con la comunidad.

-Entrevista abierta semiestructurada: se estableció un diálogo flexible con el entrevistado en torno a una guía de preguntas preparada con anterioridad (datos personales, ecología de palmas, el ecosistema, el manejo del bosque y percepciones culturales). Se realizaron a las parejas cabezas de hogar (ocho parejas) y al único adulto soltero de la comunidad.

-Talleres con herramientas participativas: fueron desarrollados con los adultos y con los niños de la comunidad, dependiendo de su enfoque. Al finalizar cada taller, se socializó el trabajo realizado con una exposición por parte de los participantes de los talleres.

Se hizo un primer taller, sobre cartografía social con los adultos de la comunidad de Santa Clara de Tarapoto; en este taller se buscó obtener mapas por género (femenino-masculino) de la visión de los aspectos ecológicos, económicos y culturales en el marco del uso y manejo que le da la población a su territorio, especialmente al ecosistema del aguajal.

El segundo taller, llamado Etnotaxonomía, se hizo bajo la metodología de visualización móvil, la cual permite reunir las ideas y percepciones de los pobladores de forma rápida, con ayuda de tarjetas de colores y clasificando la información de acuerdo a su finalidad (Geilfus, 1997). Este taller se hizo para identificar la clasificación y diferenciación que hace la comunidad de Santa Clara de Tarapoto para el uso y manejo de las especies de palma en su territorio. Con este fin se dividieron los participantes en dos grupos al azar y se les asignó la mitad de las especies de palma en una lista, a cada grupo se entregaron once tarjetas por especie de palma, cada tarjeta correspondiente a una parte de la palma, los participantes debían describir la característica de identificación de la especie.

Se realizó un tercer taller de pintura en el que los niños de la comunidad debían retratar las palmas y sus usos en el marco de los temas "las palmas que conozco" y "el uso que le doy a las palmas".

Métodos de análisis:

Las respuestas de las entrevistas dieron lugar a la categorización por temas: uso, manejo y conocimiento tradicional, según la división temática de la entrevista. Se hizo uso de gráficas de estadística descriptiva para cuantificar la información y poder obtener un porcentaje del manejo de la información solicitada en la población del estudio. Se realizó un diagrama causal de las relaciones que establece la comunidad estudiada con su territorio y el manejo de las palmas con el programa Vesim 5.0 (1988-2002), para esto se tuvieron en cuenta las relaciones causa-efecto de la interacción de la población y la dinámica del ecosistema del aguajal.

RESULTADOS

Las entrevistas y muestreos dieron como resultado el reconocimiento, por parte de la comunidad de Santa Clara de Tarapoto de 28 especies de palmas distribuidas en 14 géneros; siendo *Bactris* el género con mayor número de especies reconocidas (cinco), le siguen *Astrocaryum* (cuatro), *Attalea*, *Euterpe*, *Geonoma* y *Oenocarpus* con dos especies cada una, y el resto de géneros con una sola especie (Figura 2). De estas especies,

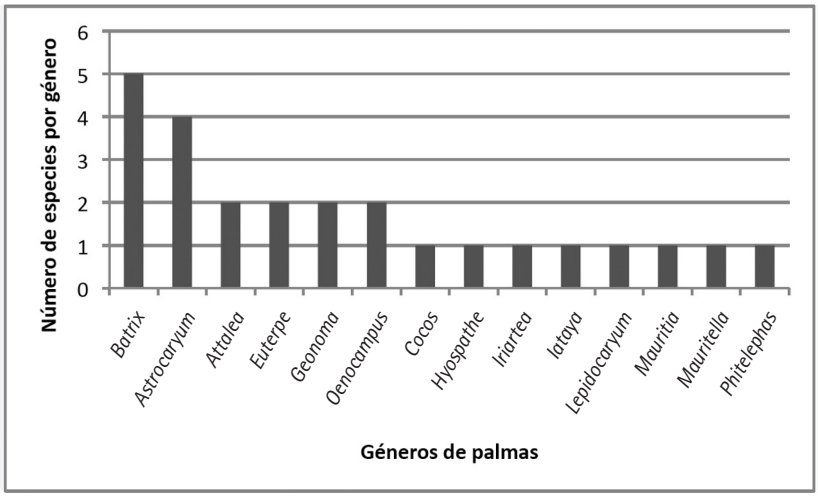


Figura 2. Frecuencia de los géneros de palmas encontrados en la comunidad de Tarapoto.

13 son utilizadas en alimentación de las cuales nueve son apetecidas por su fruto para la elaboración de refrescos y helados, dos por sus semillas, y cinco para la extracción de larvas de coleóptero (mojojoí), alimento tradicional en esta cultura; las semillas de 14 de las 28 especies son usadas para la elaboración de artesanías (joyas principalmente); de la especie coco de chambira, se extrae una fibra con la que son fabricadas otras artesanías como mochilas, hamacas, collares y manillas; 14 especies de palmas son utilizadas en esta comunidad para la construcción de casas, cercas y corrales; algunas especies son usadas para elaborar herramientas de trabajo en la cocina, las chagras, el bosque o en las faenas de caza o pesca; seis especies de esta familia tienen usos medicinales, las raíces de cinco especies son usadas para realizar infusiones medicinales para curar males como la malaria o infecciones urinarias, y el cogollo de una especie es usado para curar la picadura del alacrán.

Adicional a los usos materiales de las palmas por parte de las comunidades ribereñas del Amazonas, estos grupos poblacionales crean cultura alrededor de las palmas y de su aprovechamiento, ejemplos de esto son la recolección de los frutos de las palmas y la preparación del jugo de asaí, en el cual participan las mujeres, hombres y niños de la familia; el uso del aguaje en la construcción de la casa donde se prepara la homenajeada en la fiesta tradicional de la pelazón; o la decoración de una palma de asaí en torno a la cual gira el carnaval ticuna. Sin embargo, la misma comunidad muestra preocupación por la pérdida de estas prácticas debido a la tala intensiva de palmas, que ahorra trabajo y tiempo a la hora de recolectar los frutos.

En la Tabla 1 se describieron las categorías de uso de las palmas que identificó la comunidad de Tarapoto, estableciendo la parte de la palma que es usada para cada una de las categorías de uso. Según el valor de uso por categoría se pudo reconocer que las especies aguaje (*Mauritia flexuosa*) y asaí (*Euterpe precatoria*), presentaron el mayor valor de uso con cinco categorías de uso (alimento, artesanías, construcción, rituales y utensilios de cocina), seguidas de las especies bacaba (*Oenocarpus*

Tabla 1. Usos de las palmas que conoce y maneja la comunidad de Santa Clara de Tarapoto. **H** Hoja, **F** Fruto, **S** Semilla, **C** Cogollo, **T** Tronco, **R** Raíz, **M** Mojojoí.

			PARTE USADA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CATEGORÍA DE USO	H	F	S	C	T	R	M
Aguaje	*Mauritia flexuosa* L f.	Alimento		X					X
		Artesanías			X				
		Construcción	X						
		Rituales y fiestas	X						
		Utensilios de cocina					X		
Aguajillo	*Mauritella* sp.	Alimento		X					
		Construcción	X				X		
Asaí	*Euterpe precatoria* Martius	Alimento		X					
		Artesanías			X				
		Construcción	X						
		Medicinal						X	
		Rituales y fiestas	X				X		
		Utensilios de cocina	X						
Asaí pará	*Euterpe* sp.	Alimento		X					
		Medicinal						X	
Bacaba	*Oenocarpus bacaba* Mart.	Alimento			X				
		Artesanías		X					
		Construcción	X						
		Medicinal				X			
Caraná	*Lepidocaryum tenue* Mart.	Construcción	X						
Caraná bravo	*Itaya amicorum* H. E. Moore	Construcción	X						
Chontaduro	*Bactris gasipaes* H. B. K.	Alimento		X					X
		Construcción					X		
Coco de chambira	*Astrocaryum chambira* Burret.	Artesanías			X				
		Construcción					X		
		Fibras				X			
Coco grande	*Cocos nucifera* L.	Alimento			X				
		Artesanías			X				
Huicongo	*Astrocaryum murumuru* Mart.	Artesanías			X				
		Construcción					X		
Huiririma	*Astrocaryum jauari* Mart.	Artesanías			X				
		Utensilios de cocina	X						
Milpeso	*Oenocarpus bataua* Mart.	Alimento		X					
		Construcción	X				X		
Ñejilla de altura	*Bactris maraja* Mart.	Artesanías			X				
		Herramientas					X		
		Medicinal						X	
Ñejilla de la baja	*Bactris concinna* Mart.	Artesanías			X				
		Herramientas					X		
		Medicinal						X	
Pona	*Iriartea deltoidea* Ruiz y Pavón	Alimento							X
		Artesanías			X				
		Construcción	X				X		
		Utensilios de cocina					X		
Shapaja	*Attalea butyraceae* (Mutis ex L. f) Wess	Alimento							X
		Artesanías			X				
		Construcción	X				X		
Shapajilla	*Attalea* sp.	Alimento		X					X
		Artesanías			X				
		Construcción	X						
Tucuma	*Astrocaryum aculeatum* G. Mey	Alimento		X					
		Artesanías			X				
Yarina	*Phitelephas macropcarpa* Ruiz y Pavón	Alimento		X					
		Artesanías			X				
		Construcción	X						

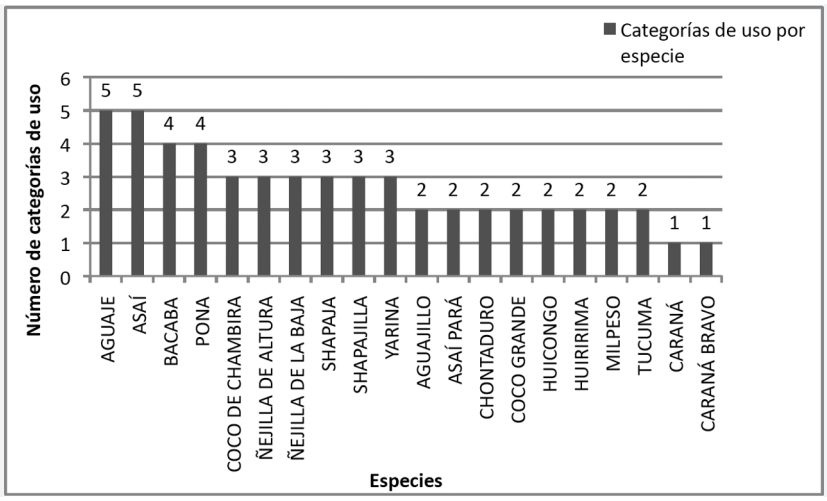


Figura 3. Valor de uso de las palmas por categoría de uso.

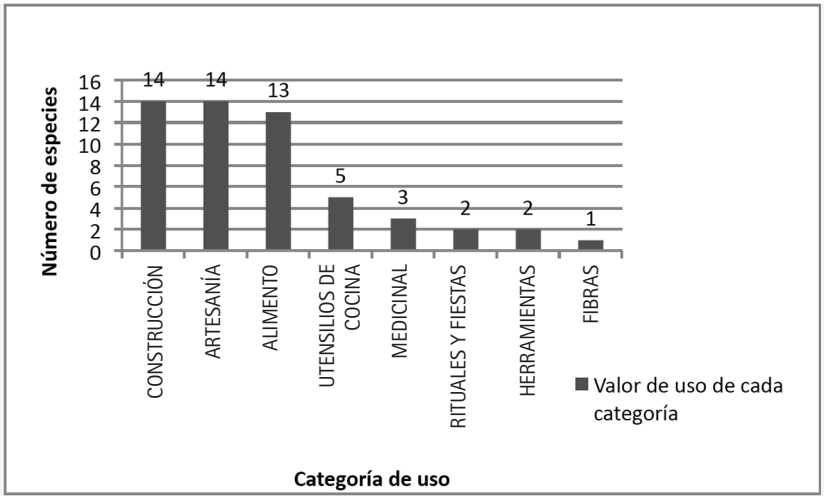


Figura 4. Valor de uso por categoría.

bacaba) y pona (*Iriartea deltoidea*) con cuatro categorías de uso, le siguen el coco de Chambira (*Astrocaryum chambira*), la ñejilla de altura (*Bactris maraja*), la ñejilla de la baja (*Bactris concinna*), la shapaja (*Attalea butyraceae*), la shapajilla (*Attalea* sp.) y la yarina (*Phitelephas macropcarpa*) con tres categorías de uso; luego se encuentran el aguajillo (*Mauritella* sp.), el asaí (*Euterpe* sp.), el chontaduro (*Bactris gasipaes*),

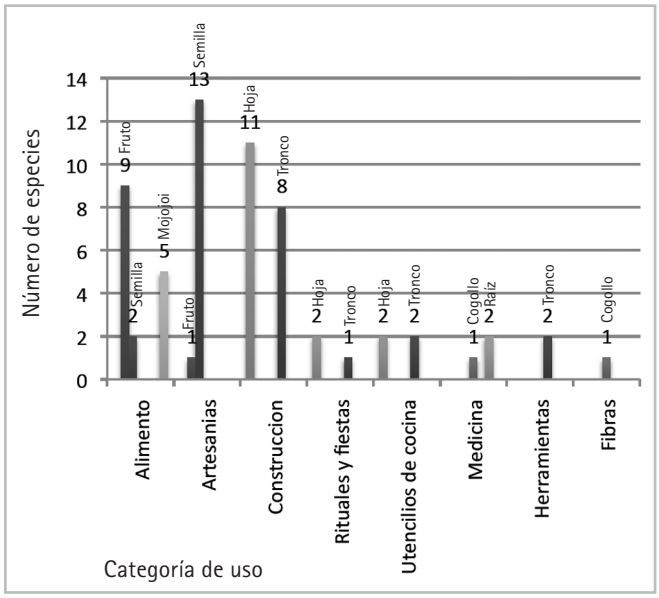


Figura 5. Valor de uso de las parte de la palma utilizada.

coco grande (*Cocos nucifera*), huicongo (*Astrocaryum murumuru*), la huririma (*Astrocaryum jauari*), el milpeso (*Oenocarpus bataua*) y la tucuma (*Astrocaryum aculeatum*) con dos categorías de uso; y con una sola categoría (construcción) a las especies caraná (*Lepidocaryum tenue*) y caraná bravo (*Itaya amicorum*) (Figura 3).

Las categorías con mayor valor de uso son construcción y artesanías con la presencia de 14 especies, seguidas de la categoría de alimento con 13 especies, utensilios de cocina con cinco especies, uso medicinal con tres especies, rituales y fiestas y herramientas con dos, y fibras con una sola especie (Figura 4).

En la utilidad del valor de uso se puede detallar cada parte de la palma que es usada y a qué categoría de uso pertenece, en la figura 5 se encuentran las ocho categorías de uso donde se ubican cada una de las partes de la palma usada para cada categoría, con el número de especies correspondientes según la parte usada de la palma; así, se puede ver que en trece especies la semilla es la parte de la palma con mayor utilidad para la elaboración de artesanías, seguida de la hoja con once especies para la construcción, luego se encuentra el fruto con nueve especies

Tabla 2. Características identificadas por la comunidad de Santa Clara de Tarapoto entre el aguajal de tierra alta y baja

CARACTERÍSTICAS	TIERRA ALTA	TIERRA BAJA
Temperatura	Es similar al de tierra baja.	Similar al de tierra alta.
Humedad	Menos húmedo que el de tierra baja.	Muy húmedo.
Suelo	Arenoso.	Arcilloso.
Precipitación	La misma que en tierra baja.	La misma que en tierra alta.
Inundación	Es poco profunda, aproximadamente un metro o menos.	Alcanza los 20 m de profundidad en época de aguas altas.
Fauna	Borugo, guara, danta, tintín, ratón de monte, guacamayo rojo y amarillo, loro americano, pava amarilla o negra, boa negra.	Borugo, guara, danta, tintín, ratón de monte, guacamayo rojo y amarillo, loro americano, pava amarilla o negra, sábalo, gamitana, paco, anguila, caimán negro, boa negra, mono blanco y negro, mono.
Plantas asociadas	Brea, aguaje, asaí, canela, yacarioba	Brea, aguaje, asaí, aguajillo, huicongo.

para la alimentación, el tronco con ocho especies para la construcción, el mojojoi con cinco especies para la alimentación, la raíz con dos especies para el uso medicinal, el cogollo con una especie para el uso medicinal y extracción de fibras (Figura 5).

Los talleres con herramientas participativas arrojaron como resultado que la comunidad de Tarapoto, dentro de sus conocimientos sobre las palmas maneja criterios ecológicos como la fenología, reconocen los agentes polinizadores y dispersores por especies de palmas, establecen los sitios de distribución de cada especie y logra identificar las diferentes características del ecosistema de aguajal, haciendo una distinción entre el ecosistema de aguajal de tierra alta y el de tierra baja (Tabla 2).

La comunidad logra identificar su territorio, teniendo en cuenta unidades de paisaje, ubicándolas en un mapa hecho desde su cosmovisión sobre el territorio; titulado “Aspectos Ambientales, Económicos y Culturales de la Comunidad Ticuna de Santa Clara de Tarapoto, Puerto Nariño, Amazonas, Colombia (Figura 6). La comunidad dispone de diez tipos de paisaje, los cuales están asociados a un animal o planta característica y ubican sus diferentes actividades económicas y culturales, enmarcadas en la movilidad que tienen en su territorio y hacia otras comunidades.

ASPECTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES DE LA COMUNIDAD INDÍGENA TICUNA DE SANTA CLARA DE TARAPOTO
RESGUARDO TICOYA - PUERTO NARIÑO - AMAZONAS - COLOMBIA - MAYO DE 2005
Luis Peña Ahué, Uriel Peña Ahué y Ma. Catalina Forero T.



CONVENCIONES

ASPECTOS ECOLÓGICOS☐
Tipos de Bosque Inundado

- Bajial con predominio de Bejucos
- Restinga no inundable con predominio de Cedro
- Restinga inundable con predominio de Renacos
- Bajial con predominio de Yacarioba y Canela
- Rastrojos – Bosques en recuperación – chagras antiguas
- Aguajal – predominio de palmas de Aguaje
- Asaísal – predominio de palma de Asaí
- Chagras
- Lagos – Lagunas – Ríos y Caños

ASPECTOS ECONÓMICOS Y CULTURALES

- Pesca
- Cacería
- Recolección de frutos
- Recolección de cortezas
- Tala de Árboles
- Dueños del monte
- Movilidad de la Comunidad

Figura 6. Mapa hecho desde la cosmovisión indígena sobre el territorio de Tarapoto.



Del fruto de la palma de asaí (*Euterpe precatoria*) se elabora un jugo tradicional, donde toda la comunidad participa en el proceso.



Las palmas forman el típico sistema del aguajal, el cual ofrece sustento a la fauna de la zona en especial a los peces en aguas altas.

En la Figura 7 se presenta un diagrama causal donde se encuentran las relaciones entre los diferentes elementos del ecosistema de aguajal con la comunidad de Santa Clara de Tarapoto. Los nombres escritos en mayúsculas corresponden a las variables de estado del sistema.

La primera variable es la población de la comunidad de Tarapoto que forma un ciclo de refuerzo con los nacimientos; mientras más son los nacimientos, la población se incrementa y en la medida en que esta lo hace, los nacimientos también; esto lo representa el ciclo 1. Por el contrario, se forma un ciclo de balance con las muertes, entre más muertes, menor es la población, ciclo 2. Esta primera variable es la que se involucra de lleno a interactuar y establecer diferentes relaciones con el ecosistema de aguajal y su territorio ya que es aquí donde encuentra su sustento diario y se desarrolla como comunidad.

El sustento alimenticio es una de las mayores preocupaciones que presenta esta comunidad, la cual depende del manejo de su territorio; aquí se ve afectada la cobertura vegetal, puesto que a mayor población, mayor será su transformación, ya que se intensificarán las actividades de subsistencia como la instalación de las chagras, la cacería y la pesca. La disponibilidad de los recursos ambientales se ve reflejada en el manejo que estos tengan y se ven directamente afectados por la intensificación de las actividades de la comunidad gracias a su crecimiento. En el diagrama esto se representa como "a mayor población, mayor será el área destinada para la implantación de chagras, por tal razón se incrementarán las áreas de rastrojos (chagras abandonadas), dando lugar a una relación negativa, ya que el cambio en la cobertura vegetal o bosque de várzea será mayor", por tal razón la disponibilidad de los recursos ambientales será menor; esto lo muestra el ciclo 3. La necesidad de mayor sustento alimenticio a medida que la población crece, lleva a incrementar sus actividades de subsistencia, esto significa que a mayor cacería y pesca, mayor será su sustento alimenticio, desencadenando una relación negativa en la que se reducirá la disposición de los recursos ambientales, aumentando el cambio en la cobertura vegetal en el área de várzea.

El ecosistema de aguajal brinda grandes recursos alimenticios a esta comunidad como son los frutos de palmas, larvas de mojojoí, gran variedad de peces en temporada de aguas altas, mamíferos que tradicionalmente han estado en su dieta alimenticia; además de ser muy útil e indispensable para su subsistencia. En el diagrama causal esto equivale a la variable denominada productos y servicios ecosistémicos del aguajal, siendo la principal en desencadenar una serie de relaciones mediadas por la población de Tarapoto. El ecosistema de aguajal es un tipo de cobertura vegetal que se encuentra dentro de la gran cobertura vegetal de várzea, por tal razón se encuentran encerradas en el cuadro grande, con el fin de identificar las relaciones de un caso específico entre la población de Tarapoto y un tipo de cobertura en particular.

Esta parte del diagrama causal (Figura 7) ilustra que los productos y servicios ecosistémicos del aguajal están directamente relacionados con el sustento alimenticio de la población, teniendo en cuenta el régimen de lluvias en su periodo de aguas altas, ya que es aquí donde se intensifican las actividades en este tipo de cobertura. Hay que tener en cuenta que el ecosistema de aguajal se encuentra conformado básicamente por palmas

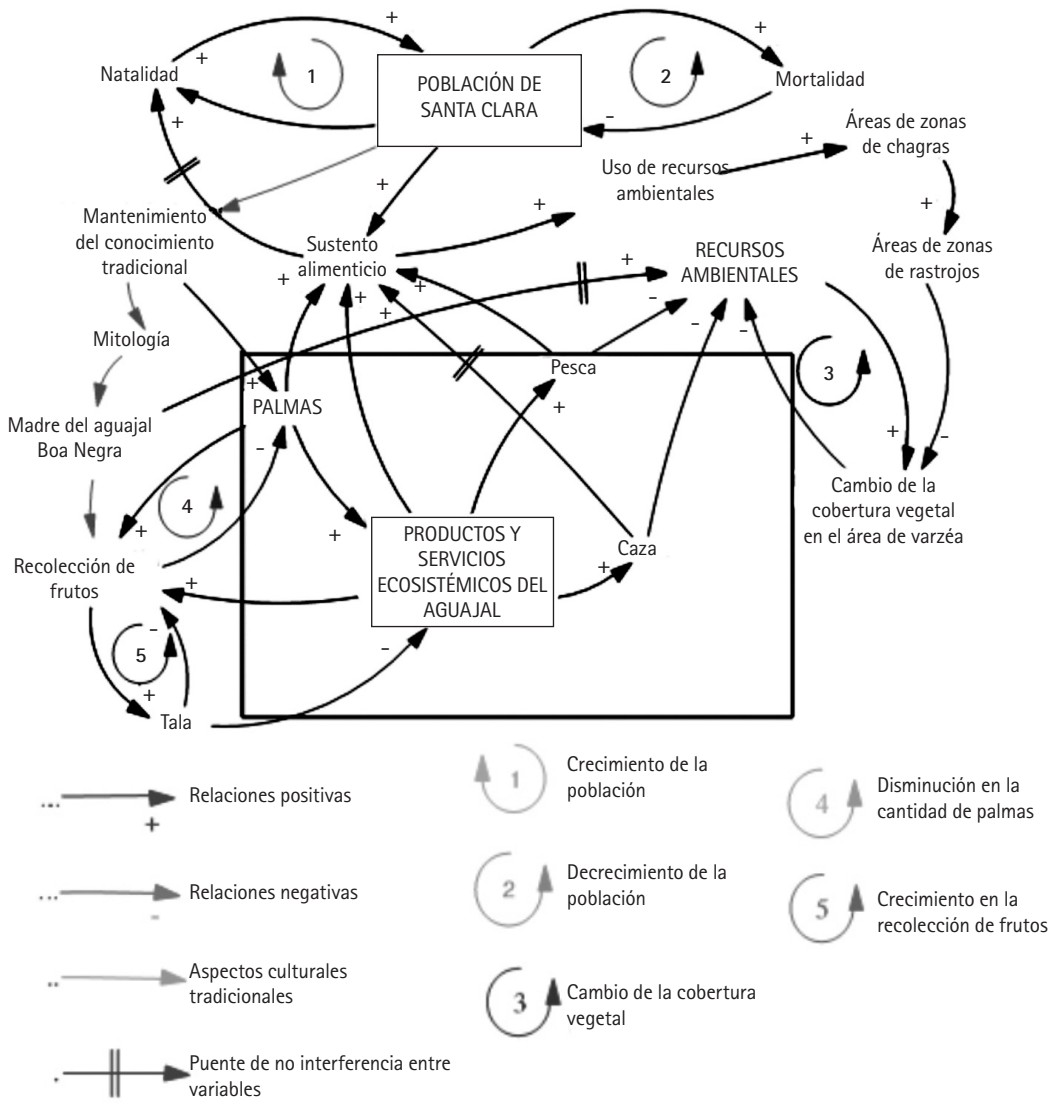


Figura 7. Diagrama causal de las relaciones, centradas en el sustento alimenticio, que la comunidad de Tarapoto establece con su territorio y con el ecosistema de Aguajal.

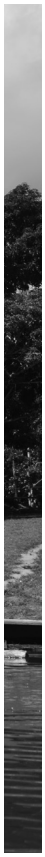
que hacen posible su funcionamiento, a mayor cantidad de palmas mayor es la producción de frutos, siendo un atractivo para mamíferos y peces; esto permite que en época de aguas altas sea un sitio de concentración de fauna desencadenando una relación positiva entre los productos y servicios ecosistémicos y las actividades de caza y pesca; es decir, a mayores productos ambientales, mayor será la caza y pesca por la población de Tarapoto, disminuyendo los recursos ambientales. De la misma forma al



Población de Santa Clara de Tarapoto.

tener más disponibilidad de palmas, mayor será la recolección de sus frutos, aumentando la tala de este recurso, causando una disminución en la recolección de frutos de palmas como lo muestra el ciclo 5 y una disminución en los productos y servicios ecosistémicos del aguajal, lo cual, a su vez, genera una disminución en la cantidad de palmas de este lugar, ciclo 4.

El tema de productos y servicios del ecosistema de aguajal está definido para este análisis como el resultado que hay entre los diferentes procesos y estructuras del ecosistema, dependiendo de su funcionalidad que puede ser valorada por los seres humanos (Groot *et al*, 2002). En este caso, el concepto es utilizado para describir procesos puntuales del ecosistema como su cobertura vegetal, las palmas en relación con las ventajas de uso que se derivan para la población de Tarapoto, como lo es en este caso la producción de alimentos.



Los ticuna tradicionalmente mantienen relaciones culturales con el aguajal, su mitología funciona como un regulador de ellas gracias al respeto que hay a la madre de este ecosistema: la boa negra, que hace que este sitio se considere tenebroso y hostil. Además, sus características bióticas y abióticas impiden que el acceso a este ecosistema sea favorable a lo largo del año. En el diagrama diseñado esto se representa en forma directa, puesto que a mayor conocimiento tradicional en la comunidad de Tarapoto mayor será el saber mitológico, generando un gran respeto como sitio sagrado y mitológico, y actuando como un ente regulador que restringe las actividades.

DISCUSIÓN

Aspectos como la toponimia, rituales, mitos, restricciones alimenticias, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales son el reflejo de la "humanización" del territorio, producto de las continuas interacciones entre el medio natural y sus pobladores desde épocas pasadas. El amplio conocimiento y manejo que presenta la comunidad ticuna de los recursos naturales y de su territorio se ve reflejado en el tratamiento etnobotánico de las 28 especies de palmas colectadas en asociación con el uso y manejo que le da la comunidad de Tarapoto a estas palmas. Estos hallazgos son respaldados por los registros de Henderson (1995), también asociados al conocimiento tradicional ticuna.

El caraná bravo (*Itaya amicorum*) fue reportado como la única especie de este género en la zona de estudio; el único reporte en Colombia de esta especie se localiza en el río Cahuinarí, en la región de Araracuara, un sitio de topografía quebradiza y suelos bien drenados. Adicionalmente, Galeano (1992) reporta muy pocas poblaciones de esta especie en Perú y Brasil, por lo cual puede considerarse una especie con importancia de conservación.

El uso de las palmas por parte de la comunidad de Tarapoto puede ser comparado con aquel que dan otras comunidades indígenas a este mismo recurso, como los nukak (Morcote *et al*. 1998, 1996; Cárdenas y Politis 2000), los miraña (La Rotta 1988) y las comunidades el Churumbelo (macoa) y Lagarto Cocha del departamento del Putumayo (Cárdenas *et al*. 2002). Tal es el caso del uso de *Astrocaryum* sp., *Attalea* sp., *B. maraja*, *B. gasipaes*, *E. precatoria*, *I. deltoidea*, *M. flexuosa*, *O. bacaba* y *O. bataua* para alimento, construcción y utensilios tanto por

los ticunas de Tarapoto como por los nukak (Morcote *et al*. 1998, 1996; Cárdenas y Politis 2000). De igual forma se encuentran los mismos usos en alimentación, construcción, medicina y artesanías para las especies *A. chambira*, *A. murumuru*, *B. gasipaes*, *E. precatoria*, *I. deltoidea*, *M. flexuosa*, *Mauritiella* sp., *O. bataua* y *P. macrocarpa* en las comunidades de Tarapoto, el Churumbelo (macoa) y Lagarto Cocha (Cárdenas *et al*. 2002); o el uso de *Bactris gasipaes*, *Euterpe precatoria*, *Lepidicaryum tenue* y *Mauritia flexuosa* en las comunidades Miraña y de Tarapoto para la alimentación, construcción y utensilios (La Rotta 1988).

Esta investigación permitió corroborar que el manejo que da la comunidad ticuna de Santa Clara de Tarapoto a su territorio se hace con base en su conocimiento, prácticas y creencias que derivan de la continuidad que ha tenido en la habitación de este espacio, tal como lo afirman Possey (1983, 1985, 1987, 1992), Belée (1989) y Harris (1989), citados por Morcote *et al*. (1996).

El conocimiento tradicional de esta comunidad es muy completo, manejando componentes físicos tanto del paisaje terrestre como del acuático, y los procesos ecológicos de su territorio basados en aspectos climáticos en relación con la transformación del paisaje y las áreas inundables. Su conocimiento también abarca la identificación de dispersores y polinizadores de las palmas de su territorio, la cual coincide con lo encontrado por Henderson (1995), en donde las abejas, hormigas y escarabajos son polinizadores de todas las especies de palmas, mientras roedores, primates y otros mamíferos son los encargados de la dispersión de las semillas.

El aguajal, por estar sujeto a inundaciones, hace parte de la interfase terrestre-acuática, por lo que cuenta con diferentes connotaciones mitológicas a lo largo del ciclo anual (Van der Hammen 1992); adicionalmente, cuenta con una simbología cultural, siendo un sitio sagrado cuya madre es la boa negra, a quien deben pedir permiso para hacer uso de los recursos que allí se encuentran para evitar castigos como enfermedades. Cabe anotar que el aguajal es un ecosistema que depende enormemente de la riqueza y abundancia de palmas que allí se encuentren, pues son los frutos de estas los que sostienen la comunidad de mamíferos y peces que llegan en aguas altas, y que sirven de sustento alimenticio a la comunidad junto con los frutos de las palmas y las larvas

de mojojoí que allí se encuentran. Procesos como la tala de las palmas para recoger sus frutos, contrario a la recolección manual que se hacía anteriormente, altera la funcionalidad del ecosistema que brinda sustento a la comunidad. Aunque las palmas no representan un valor económico para la comunidad de Santa Clara de Tarapoto, debido a la falta de conocimiento o a que la explotación comercial se da en tierra firme, estas plantas sí representan el sustento alimenticio de la comunidad, ya sea de forma directa o indirecta; y el mantenimiento de la unidad familiar y de las prácticas culturales de la comunidad, entre otros beneficios.

CONCLUSIONES

Las herramientas participativas son el acercamiento adecuado en el estudio de percepciones ecológicas desde los conocimientos para hacer un análisis etnográfico y social, y para complementar los estudios ecológicos y biológicos que se realizan tradicionalmente. Adicionalmente, este tipo de estudios permiten la integración de la comunidad, en un compartir de saberes sobre el bosque y las palmas, siendo útil para un aprendizaje mutuo entre niños, adultos y ancianos, unificando ideas aportadas a la reconstrucción de sus conocimientos.

Las relaciones establecidas entre los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen a un análisis ecológico del manejo de la familia Arecaceae por la comunidad Santa Clara de Tarapoto; además de ilustrar el manejo dado a su territorio, involucrando sus prácticas tradicionales y culturales que pueden orientar acciones encaminadas a la conservación del medio natural.

El etnoconocimiento de la comunidad de Tarapoto supera sus prácticas tradicionales, abarcando el conocimiento de aspectos ecológicos como fenología, agentes dispersores y polinizadores, distribución geográfica y uso de la familia Arecaceae. De las 28 especies de palmas colectadas, la comunidad de Santa clara de Tarapoto las conoce todas y hace uso de 20; usando 13 especies para alimentación, 14 para elaboración de artesanías, 14 para construcción de viviendas, dos para la fabricación de herramientas, cuatro para la elaboración de utensilios de cocina, una para la extracción de fibras y dos especies para rituales y fiestas. Las especies con mayor valor de uso son *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bacaba*, siendo ampliamente usadas en alimentación y teniendo un gran valor mitológico.

La etnografía y ecología de los usos que esta comunidad da a las especies de palmas que encuentra en su territorio permite comprender las relaciones de la comunidad con su entorno, así como su subsistencia como población humana y etnia ticuna. Lo anterior facilita la toma de decisiones para el manejo y conservación de los recursos encontrados en este territorio, y la elaboración de un "Plan de Vida" de la comunidad de Santa Clara de Tarapoto.

RECOMENDACIONES

La colección botánica es de gran importancia para estudiar la distribución e historia de las especies vegetales en el tiempo, este es el caso de la familia Areaceae, que por dificultad de acceso y gran tamaño ha sido poco colectada.

Un campo tan amplio como la etnobotánica no puede limitarse a dar como resultado un listado de especies y usos de plantas, se deben incluir los procesos y situaciones que han dado lugar a estos usos. Los resultados de la etnobotánica pueden ser completos basándose en las siguientes características postuladas por Martínez (1991) para la elaboración de este tipo de estudios:

-Cualquier grupo humano puede ser sujeto de este tipo de investigaciones, no debe limitarse a comunidades nativas o minorías étnicas.

-La funcionalidad de los estudios etnobotánicos está completa en el sentido en que los conocimientos sean compartidos con la comunidad estudiada mediante métodos participativos.

-La recuperación del conocimiento y pensamiento tradicional debe hacerse mediante formas convencionales y no convencionales de acuerdo a como lo pida la dinámica del grupo humano estudiado.

-Aunque siempre se busca rescatar y valorar el conocimiento tradicional, el conocimiento y manejo actual de los recursos no debe ser despreciado ni ignorado en este tipo de estudios.

-Debido a la importancia de las palmas en las comunidades del trapecio amazónico, una profundización en el estudio de este recurso implica un gran conocimiento sobre este recurso y el territorio amazónico.

-Debido a las escasa distribución del caraná bravo (*I. amicorum*), es importante hacer un estudio a profundidad de esta especie en el país, en el que se analicen aspectos ecológicos como su fenología, distribución geográfica y tablas de vida poblacionales; así como su importancia económica, cultural y de subsistencia en las diferentes comunidades.

LITERATURA CITADA

Acosta, L. E. 1999. La Dimensión Socioeconómica de los sistemas de Producción en la Etnia Ticuna / Resguardo de Puerto Nariño Trapecio Amazónico. Tesis en la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Convenio Universidad Javeriana, CIPAV, IMCA. Leticia.

Aldana., M; Daza, D. 2004. Tesis, Dinámica Fluvial de la isla de la Fantasia y Mocagua. Amazonas – Colombia. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Arias, J. C. 2005. Oferta de Productos Forestales Maderables Y no Maderables con Potencial Económico en un Bosque de Tierra Firme de la Amazonia Colombiana. Tesis de Magíster en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia, sede Leticia. IMANI. Amazonas. Colombia.

Cardenas, D, Polilitis, G. 2000. Territorio, Movilidad, Etnobotánica y manejo del Bosque por los Nukak Orientales- Amazonas Colombia. Estudios Antropológicos No. 3. Universidad de los Andes. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.

Cardenas, D; Marín, C, Suárez, L,E; Guerrero, A; Barrera P. 2002. Plantas Útiles en dos Comunidades del Departamento del Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. Ministerio del Medio Ambiente. Conciencias.

Davis, W. 1995. Ethnobotany: An Old Practice, a New Discipline. En: Ethnobotany. Evolution of a Discipline. Editado por Richard Schultes & Siri Von Reis. Discorides Press. Oregon. U.S.A.

Forrester, Jay W. (1961). Industrial Dynamics. Pegasus Communications.

Forrester, Jay W. (1969). Urban Dynamics. Pegasus Communications.

Forrester, J. W. 1998. Diseñando el Futuro. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

Gaia Caso Venezuela © copyright CESIMO, 1998. Deforestación y Políticas de Propiedad de la Tierra. Introducción a la Dinámica de Sistemas Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/CASES/VEN/firstp.html

Galeano, G, G,1992. Las Palmas de la Región de Araracuara. Estudios en la Amazonia Colombiana. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Volumen 1. Bogotá. Colombia.

Galeano, G, G, 1992. Patrones de Distribución de las Palmas de Colombia. Bull. Instuto. Fr. Estudios Andinos. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Geilfus, F. 1997. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo. Prochalate- IICA. S.S. El Salvador, 1ra edición.

Gosselink, J.G., E.P. Odum, y R.M. Pope. 1973. The Value of the Tidal Marsh. Center for Wetland Resources, Louisiana State University. Baton Rouge. LSU-SG-74-03.

Groot R.S., Wilson M.A. & Boumans R. M. J. 2002. A Typology for the Classification, Description and Evaluation of Ecosystem Functions, Good and Service. Ecological Economics.

Henderson, A. 1995. Plams of the Amazon. Oxford University Press, New York.

Henderson, A; Galeanno G. & Bernal, R. 1995. Field Guide to the Plams of the Americas. Princeton University Press. Pinceton. New Jersey.

Igag,1991. Proyecto ORAM: Informe sobre el Área Muestra Leticia - Puerto Nariño Amazonas. Primer borrador.

La Rotta, C. 1988. La Etnobotánica: Una aproximación Metodológica Desarrollada con la Comunidad Indígena Miraña (Amazonas Colombia). En Memorias del Primer Simposio Colombiano de Etnobotánica. Corporación de Araracuara. Colciencias. Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta. Colombia.

León. M.A. & Cuello, A. 2005. Informe General de la elaboración del diagnostico Poblacional de Salud Propia de las Comunidades de Área Rural del Resguardo TICOYA. Municipio de Puerto Nariño.

Leigh Glendoski L.1983. The Ethnobotany of the Tikuna Indians, Amazonas, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Lloyd, H & Palomino, A. M. 1998. Las Comunidades de Avifauna en Cinco Albergues Turísticos del Bosque Lluvioso de Tambopata, Madre de Dios, Perú. http://www.geocities.com/project_tambopata_peru/aves_introduccion.htm

Martínez, M. A. A. 1991. La etnobotánica en Latinoamérica. Memorias del Tercer Simposio Colombiano. Instituto Vallecaucano de investigaciones Científicas (INCIVA). Calima - Darién, Valle del Cauca, Colombia.

Morales, R. V. 1992. Etnobotánica, Disciplina Botánica o Etnológica. Estado del conocimiento en España. En Arbor: Ciencia, Pensamiento Y Cultura Vol. 141 no. 556 Abr. 1992

Morcote, G. R; Cabrera, G, B; Mahecha, D. R; Frankly, C. E; Cavalier, I. 1998. Las Palmas entre los Grupos Cazadores – Recolectores de la Amazonia Colombiana. Caldacia. Vol 20(1), 57-74. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Morcote, G. R; Cavalier, I. Mahecha, D. R; Frankly, C. E; Cabrera, G, B. 1996. El Manejo Milenario de las Palmas Amazónicas: de los Recolectores Precerámicos a los Nukak. I Congreso Colombiano de Etnobiología-CESPEDECIA. Vol 21 (67) Ene – Jul. 89-119.

Poton, C. R. 1991. Conservación de Nuestros Recursos Naturales. Memorias del Tercer Simposio Colombiano. Instituto Vallecaucano de investigaciones Científicas (INCIVA). Calima - Darién, Valle del Cauca, Colombia.

Sistemas. 2005. Dinámica de Sistemas. Curso virtual. http://dinamicasistemas.utalca.cl/curso/Orientacion/temas.htm

Stauffer, Fed, W. Narvaez, A. Gertsch, J. 2000. Contribución al Estudio de la Etnobotánica de las Palmas (Arecaceae) del Estado Amazonas, Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Publicación auspiciada por la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Caracas. Venezuela.

Van Der Hammen. 1992. El Manejo del Mundo, Naturaleza y Sociedad entre los Yukuna de la Amazonia Colombiana. Tropenbos. Colombia.

Von Humboldt, A. 1991. "Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente". (2.ª ed.). Monte Ávila Editores. Caracas – Venezuela. 5 volúmenes.

VENSIM® Ventana® Simulation Environment 5.0. 1988 – 2002. DSS, Professional, Standard, PLE Plus, PLE. www.vesim.com

Yepes, S. A. 1953. Introducción a la Etnobotánica en Colombia. Publicaciones del la Sociedad Colombiana de Etnología. Bogotá.

Zuluaga R., 1994. Germán. El Aprendizaje de las Plantas en la Senda del Conocimiento olvidado. Etnobotánica tradicional. Seguros Bolivar. Santafé de Bogotá. Colombia.



3.3 · MACRÓFITAS DEL SISTEMA DE LAGOS DE TARAPOTO, PUERTO NARIÑO (AMAZONAS)

Leidy Ardila Poveda y Santiago R. Duque[1]



MACRÓFITAS

RESUMEN

En el sistema de lagos Tarapoto, donde confluyen las aguas del río Amazonas y el río Loretoyacu, fueron estudiadas las plantas acuáticas, llamadas macrófitas, con el fin de ahondar en un conocimiento de esta comunidad, que poca importancia se le ha dado en los estudios de cuerpos de agua dulce en Colombia.

En esta investigación, que tuvo en cuenta las diferentes cuatro épocas del año (aguas ascendentes, aguas altas, aguas descendentes y aguas bajas), encontramos que múltiples especies se adaptan a diferentes medios y condiciones, variando parcialmente sus estructuras y ocupando distintos espacios, dentro de las llanuras de inundación, de acuerdo a la época del año. Se presentan las especies encontradas, por medio de una clasificación biotipológica que tiene en cuenta las formas de vida y crecimiento; así mismo, se exponen descripciones ecológicas para cada una de ellas.

Palabras clave: vegetación acuática, biotipología, llanuras inundables, río Amazonas, lagos.

INTRODUCCIÓN

En la cuenca amazónica, la principal asociación de plantas acuáticas son los gramalotales (Pérez-Arbeláez 1986; Rudas 1996; Duivevoorden & Cleef 1994; Prieto *et al*. 1995; Rangel 2008), definidos por el predominio de especies de la familia Graminae. Las plantas acuáticas o macrófitas juegan un papel importante para el mantenimiento de la diversidad en los ecosistemas de planicies inundables amazónicas (Piedade 1977; Junk 1984). Ocupan gran parte de la zona litoral de los cuerpos de agua y son de importancia, para las zonas ribereñas y todo el ecosistema acuático (Allen, 1971; Barbieri, 1983).

[1]Grupo de investigación en Limnología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia.

Las macrófitas juegan un papel importante en la economía de los pobladores, por ser la fuente de materia prima para muchas actividades; como la ganadería, la construcción y la navegación (Heiser, 1974; Albuquerque, 1978, Tapia y Flores-Ochoa, 1984, Fernandez-Baca, 1966) o porque, en algunos casos, tienen impactos negativos, como las "malezas" que dificultan la movilidad dentro de los humedales (Littler, 1968; Mitchell y Thomas, 1972; Lorenzi, 1982). Así mismo, se convierten en el sitio preferido para la pesca (Petr, 2000; Petry *et al*. 2003).

Las macrófitas, por su aporte dentro de la cadena de detritos disueltos o particularizados (Wetzel *et al*. 1972), crean las condiciones necesarias para el desarrollo de comunidades complejas de insectos, moluscos y crustáceos acuáticos (Duarte y Capador 2006); de esta manera, contribuyen con la alimentación y refugio de muchas especies de peces, en especial en sus fases juveniles o adultas de tamaño pequeño (Jiménez 1994; Petr 2000; Petry *et al*. 2003).

El desarrollo de alevines proporcionan una parte esencial del alimento de las especies mayores; por ejemplo, los delfines *Sotalia fluviatilis* e *Inia geoffrensis*, de modo que los gramalotales funcionan como sitios de crianza, para esta última (Castellanos, 1998). Es evidente una relación entre la abundancia de las macrófitas con las densidades de poblaciones de grandes peces, como el pirarucú (*Arapaima gigas*) (Lopez-Casas, 2008).

Las macrófitas que se desarrollan en el complejo de Tarapoto son fundamentales para el desarrollo de la vida en los lagos, al ser su principal productor primario y aportar desde diferentes aspectos el desarrollo de la vida. Las adaptaciones de su estructura morfológica y de la comunidad a las condiciones del medio, conducen a estudiarlas desde su ecología. Las formas de vida (biotipos) y de crecimiento (fisiotipos) de las plantas, así como su distribución horizontal y vertical, determinan la estructura biotipológica de la vegetación (Muller Dombois y Ellenberg, 1974). Son la base para clasificaciones definidas desde el punto de vista fisionómico-estructural y conducen al concepto de formación. La formación es el conjunto de asociaciones dominadas por los mismos biotipos o fisiotipos, indicando así la similitud del "hábitat esencial" (Beard, 1978). Estas agrupaciones se presentan a continuación, así como las descripciones ecológicas de cada especie que las conforman.

METODOLOGÍA

Se visitaron varios lagos del complejo sistema de Tarapoto, con diferente grado de conexión con el río Amazonas (de aguas blanca) y el río Loretoyacu (aguas negras) (López-Casas 2008) (Figura 1). En cada lago escogido se seleccionó un gramalotal para ser censado con el método de parcelas.

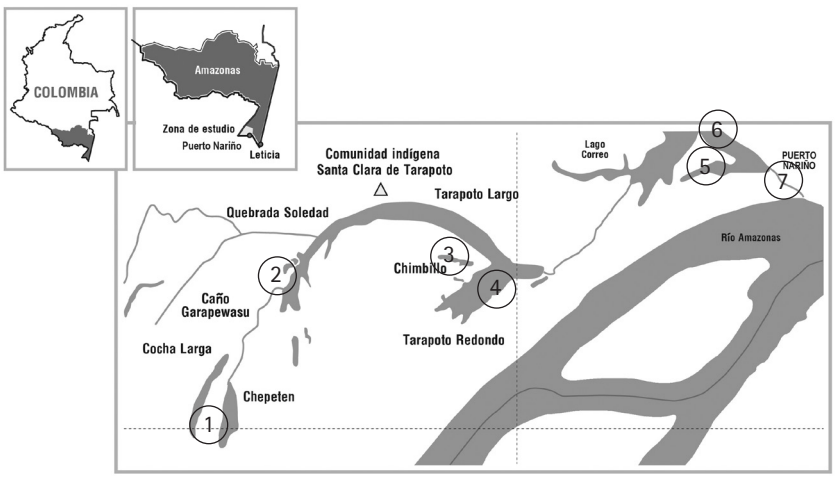


Figura 1. Mapa del sector de Puerto Nariño y la Comunidad de Santa Clara de Tarapoto (3° 47' 52,7" S 70° 25' 09,1" W), Con los lagos escogidos para el estudio.

1. Cochalargo (3° 49' 02,1" S 70° 28' 12,5" W)
2. Airuwe (3° 48' 04,6" S 70° 27' 32,0" W)
3. Tarapoto (3° 48' 38,7" S 70° 25' 53,6" W)
4. Chimbillo (3° 48' 15,1" S 70° 25' 35,3" W)
5. Yolvino (3° 46' 46,0" S 70° 22' 49,1" W)
6. Río Loretoyacu (3° 45' 10,1" S 70° 25' 08,0" W)
7. Cabecera de Puerto Nariño (3°47' 03,3" S 70° 21' 50,7" W)

Los mejores sitios para el estudio fueron seleccionados con los pobladores locales, para garantizar la presencia del gramalotal todo el año. La parcela correspondió a 5x5 m, dividiendo esta superficie en 25 cuadrantes de 1 m^2. Se seleccionaron al azar ocho de los cuadrantes, con el propósito de recolectar y registrar las especies encontradas. La identificación se realizó, tanto con los pobladores locales, como por expertos del Herbario Nacional Colombiano (ICN-UN). El material botánico fue prensado con alcohol y luego secado a 75°C por 24 horas.

RESULTADOS

Los gramalotales del sistema de lagos de Tarapoto parecen homogéneos; sin embargo, exhiben una complejidad en las asociaciones que conforman las especies, según las condiciones físicas, químicas y morfológicas de cada uno de los lagos, de acuerdo a la época del año en que se presentan. Como primer paso, presentamos la composición de especies que conforman los gramalotales de Tarapoto, agrupados según su forma de vida y crecimiento (Schmidt-Mumm 1988a, b). La clave utiliza para los biotipos o formas de vida, letras mayúsculas; para la división del biotipo, números; los fisiotipos, letras minúsculas; y para la especie, por cada uno de los ítems anteriores, números romanos (Tabla 1).

A) BIOTIPO PLANÓFITOS

Plantas errantes, sin raíces o con las raíces colgando en el agua.

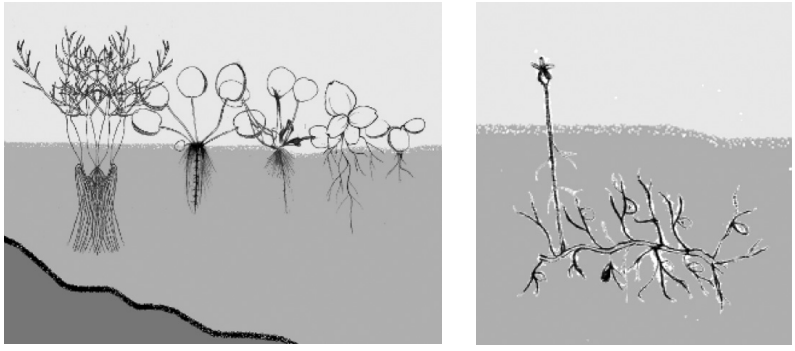


Figura 2. (a) Fisiotipos encontrados de la subdivisión acropleustófitos. (b) Forma de vida de las mesopleustófitas en los lagos.

A.1) Subdivisión de biotipo: ACROPLEUSTÓFITOS

Plantas errantes y flotantes, usan en CO_2 atmosférico.

A.1.a) Fisiotipo Lemnida: plantas pequeñas, muchas veces de estructura reducida.

-A.1.a.I) *Azolla filiculoides* (fariña de vaca marina menuda). Cubren la superficie de los cuerpos de agua, los ejemplares jóvenes son brillantes hasta grises verdosos y los más viejos se tornan rosados o rojos, hasta marrón oscuro (Velázquez 1994). Aunque se presume que sus cambios de coloración se deban a la intensidad de la luz. Crece entre la vegetación, necesita de mucha luz, prefiere aguas alcalinas ricas en nutrientes. Es una planta fijadora de nitrógeno, lo que le da un gran valor

Tabla 1. Biotipos y fisiotipos de las macrófitas presentes en el sistema de lagos Tarapoto.

Cód.	BIOTIPO	Cód.	SUBDIVISIÓN DEL BIOTIPO		Cód.	FISIOTIPO	Cód.	ESPECIE
A	**PLANOPHYTA** (errantes sin raíces o con raíces colgando)	1	**Acropleustophyta** en la interface aire - agua		a	Lemnida	I	*Azolla filiculoides*
					b	Salviniida	I	*Salvinia auriculata*
							III	*Phyllanthus fluitans*
							IV	*Limnobium laevigatum*
							V	*Ceratopteris pteridoides*
							VI	*Pistia stratiotes*
					c	Eichhorniida	I	*Eichhornia crassipes*
							II	*Pontederia rotundifolia*
		2	**Mesopleustophyta** sumergidas sin enraizar		a	Utricullariida	I	*Utricularia gibba*
B	**RIZOPHYTA** (enraizadas en el sedimento)	1	Hiperhydata o Helophyta La mayor parte de la planta encima del agua		a	Ludwigiida	I	*Pseudobombax munguba*
							II	*Eugenia inundata*
		2		Graminida Hierbas graminoides	a	Eleocharida	I	*Cyperus* sp1
							II	*Cyperus sphacelatus*
					b	Hymenachnida	I	*Echinochloa polystachya*
							II	*Echinochloa* sp1
							III	*Leersia hexandra*
							IV	*Hymenachne amplexicaulis*
							V	*Paspalum repens*
							VI	*Paspalum* sp1
							VII	*Panicum dichotomiflorum*
		3		Herbida: Hierbas de diferentes tamaños y plántulas de árboles	a	Polygonida	I	*Polygonum spectabile*
					b	Ipomeida	I	*Phaseolus pilosus*
							II	*Mikania congesta*
							III	*Ipomea dumetorum*
							IV	*Ipomoea cf. fistulosa*
					c	Decodontida	I	*Commelinacf erecta*
							II	*Ludwigiahelminthorrhiza*
					d	Aeschynomenida	I	*Aeschynomene* sp1
							II	*Macrolobium acaciifolium*
							III	*Mimosa pigra*
							V	*Neptunia oleracea*
					e	Sagittarida	I	*Montrichardia arborensis*
							II	*Limnocharis flava*
					f	Nelumbida	I	*Hydrocotyle ranunculoides*
		4	Ephydata: Con hojas flotantes		a	Nymphaeida	I	*Victoria amazonica*
			Hyphydata: adherida al sustrato		b	Hydrophyta Adnata	I	*Paspalum orbiculatum*

agronómico; por tanto, son ampliamente usadas, como abono verde y forraje, gracias a una asociación simbiótica, con la cianobacteria *Anabaena azollae*. Sus raíces colgantes sirven de protección para alevinos (Guterres *et al*. 2008). Se encuentra fácilmente en el área de inundación, del lago Yolvino y en el lago Zapatero.

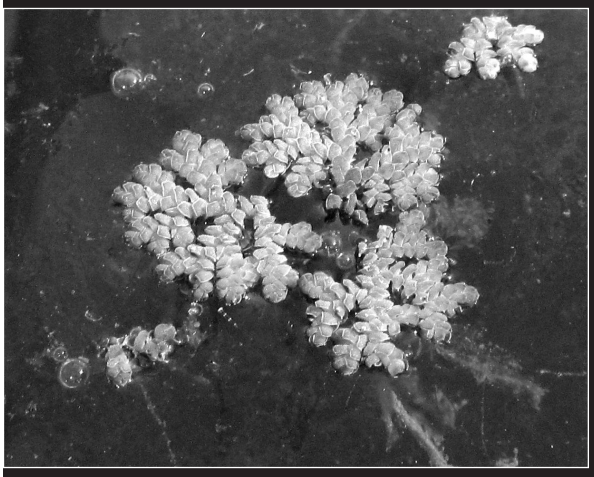
A.1.b) Fisiotipo Salviniida: Plantas con hojas unidas en la base por estolones, en forma de roseta y con hojas sin peciolos.

-A.1.b.I) *Salvinia auriculata* (fariña de vaca marina grande). Se encuentran significativamente relacionadas con otras plantas de la división Acropleustophyta. Esta planta se halla en pequeñas cantidades en el sistema de lagos, sobre todo en los bordes de los gramalotales; especialmente durante la época de aguas en ascenso. Las raíces retienen sólidos suspendidos en el agua, lo que contribuye un sustrato adecuado para el desarrollo de perifíton, del cual se alimentan los alevines.

-A.1.b.II) *Phyllanthus fluitans* (escama de pirarucú). Es una de las pocas plantas acuáticas representativas, de la gran familia de las Euphorbiaceae. Se trata de una pequeña planta flotante, con entrenudos muy cortos, pero con un sistema radicular bien desarrollado. Las flores son muy pequeñas y blancas. La planta, después de florecer, se decolora debido a la disminución de la intensidad de la luz. Prefiere agua rica en nutrientes, suave y ligeramente ácida. Desarrolla hojas rojizas a intensidades de luz muy altas (Guterres *et al*., 2008).

-A.1.b.III) *Limnobium laevigatum* (balso). Pertenecen a la familia Hyrocharitaceae, con cinco a diez hojas reunidas en la base. Los individuos son muy variables, generalmente se localizan en la interfase agua-tierra. Tiene hojas ovadas, las hojas jóvenes con un tejido esponjoso en el envés que le permite flotar y crecen hasta 10 cm de larga y sin aerénquima; cuando son adultas se enraízan de acuerdo con las oscilaciones del nivel del agua. La propagación se realiza principalmente, por fragmentación de pseudotallos y a veces por semilla (Velázquez 1994).

-A.1.b.IV) *Ceratopteris pteridoides* (lechuga de agua). Pertenece a la familia Parkeriaceae y se desarrolla asexualmente, con propágulos, que crecen en las comisuras de las hojas, luego se desprenden y desarrollan cuatro hojas flotantes juveniles en las que crecen unos pseudotallos de tejidos de aire, que le ayudan a la flotación. Las esporas de estos helechos acuáticos se producen en los bordes de las láminas, que luego, se rompen y se enrollan hacia los haces centrales de las hojas, por lo que cuando son fértiles cambian su apariencia y se engruesan en la parte basal.



Azolla filiculoides



Salvinia auriculata



Phyllanthus fluitans



Limnobium laevigatum



Ceratopteris pteridoides



Ceratopteris pteridoides, lámina en estado fértil



Pistia stratiotes



Pistia stratiotes, crecimiento gregario



Eichhornia crassipes,



Eichhornia crassipes, inflorescencia



Pontederia rotundifolia



Utricularia gibba

-A.1.b.IV) *Pistia stratiotes* (repollito de agua). Crece rápidamente al inicio de la inundación, hasta el descenso del agua; cuando el río Amazonas aporta grandes cantidades de nutrientes al agua de los lagos, se crean tapetes que los llenan así como a los caños. En estos últimos, la especie se desarrolla sola o asociada con *Pontedeira rotundifolia*; mientras que en los lagos por lo general se encuentra asociada a los gramalotes. Durante la época de aguas bajas se observan individuos de tamaño diminuto en suelos húmedos, donde suelen enraizarse, aunque la gran mayoría mueren cuando aparecen las playas.

A.1.c) Fisiotipo Eichhorniida. Plantas unidas basalmente en forma de roseta, con estolones flotantes, hojas emergentes con peciolo esponjoso.

- A.1.c.I) *Eichhornia crassipes* (buchón). Al inundar el río Amazonas las llanuras, estas plantas crecen exponencialmente dada su capacidad de rápida incorporación de nutrientes y transformación en biomasa. Prefieren sistemas lóticos y aguas bien oxigenadas. Durante el muestreo no se encontraron ejemplares entre el gramalotal y, cuando se localizaron, siempre en los bordes del parche o en las riberas.

- A.1.c.II) *Pontederia rotundifolia* (oreja de danta). Crecen rápidamente durante la inundación y crean tapetes dominados por esta especie, principalmente en los caños; mientras que en los lagos se encontró asociado a diversas especies y con ejemplares de menor tamaño que los hallados en sistemas de aguas corrientes.

A.2) Subdivisión Mesopleustophyta

Plantas sumergidas pero no enraizadas, que usan el CO_2 del agua

A.2.a) Fisiotipo Utricularíida: Plantas con hojas modificadas para la captura de animales acuáticos.

- A.2.a.I) *Utricularia gibba* (sin un nombre vulgar ni regional conocido). Son plantas de largos filamentos o con raicillas modificadas que crecen perpendiculares al eje, donde se forman los característicos utrículos (estructuras típicas de esta especie que le permiten la captura de macroinvertebrados). Solo un filamento verde claro se extiende entre las raíces de otras plantas durante el inicio de la inundación. Más adelante, comienzan a desarrollarse las raicillas; cuando el nivel del agua sube al máximo, ya han desarrollado utrículos hasta el descenso y durante el periodo de aguas bajas, cuando desaparecen dada la alta concentración de nutrientes en el agua.

B) BIOTIPO RIZOPHYTA

Plantas enraizadas a un sedimento.

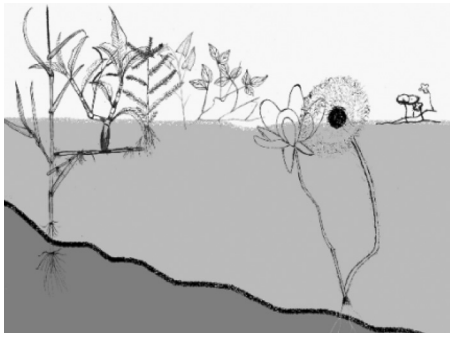


Figura 3. Divisiones forma de vida Rizophyta.

B.1) División de biotipo Hiperhydata o Helophyta

Parte de la planta, el mayor tiempo por encima del agua; este grupo pasa gradualmente a la vegetación terrestre.

B.1.a) Fisiotipo Ludwigiida. Hierbas con tejidos leñosos solo en su base, el tallo sale verticalmente del agua; hojas usualmente lanceoladas, elípticas o compuestas.

-B.1.a.I) *Pseudobombax munguba* (punga, árbol de algodón). Árbol de la familia Bombacaceae, que alcanza los 20 metros de altura, con ramas jóvenes huecas y asociadas a hormigas. Las flores son grandes, de color crema, solitarias. Produce frutos en forma de capsulas rojas cuando maduran, con semillas recubiertas de abundante algodón amarillento, que usan las comunidades indígenas en bailes tradicionales. Se reproduce por semillas, tiene crecimiento rápido y vida media, a corta (Cardenas *et al*., 2005). Pierde sus hojas durante la fructificación, en época de agua en ascenso. Las semillas se desarrollan rápidamente, en la fase terrestre, sobre los suelos superhúmedos, pero al inundarse la mayoría de las plántulas muere.

-B.1.a.II) *Ludwigia* spp (sin nombre regional). Plantas con flores de corolas amarillas, de la familia Oneograceae. El tallo contiene tejido que le permite flotar; aunque algunas especies presentan lignificación, se desarrollan entre los gruesos tapetes de gramalotales durante fases de aguas altas; durante la fase de aguas bajas, estas plantas se enraízan y presentan su máximo desarrollo, tanto en altura como cobertura, formando colonias arbustos que crecen sobre playas desnudas; pues prefieren los suelos saturados de agua y colonizan la tierra fácilmente.



Ludwigia spp, detalle de la flor



Eugenia inundata



Cyperus sp



Cyperus sphacelatus



Echinocloa polystachia



Hymenachne amplexicaulis

-B.1.a.II) *Eugenia inundata* (camu-camu, aratí). De la familia Myrtaceae, es un arbusto 1,5 a 3 m de altura, hojas opuestas, fruto en vaya roja que se oscurece mientras madura. Esta planta es usada en la preparación de jugos y helados. Su crecimiento se da principalmente, durante la época de aguas bajas, cuando también ocurre la fructificación. Constituye una planta importante como comida para peces.

B.2) Subdivisión Graminida

Hierbas con un tallo alargado que sale verticalmente del agua y/o postrado sobre ella; con hojas largas cilíndricas, o estrechas y planas; las hojas algunas veces muy reducidas y subacuáticas, el tallo puede actuar como principal órgano fotosintético.

B.2.a) Fisiotipo Eleochariida. Pastos con tallos, que salen verticalmente del agua, con hojas laminares o reducidas a vainas foliares.

-B.2.a.I) *Cyperus* sp1 (piripiri). Agrupaciones de hojas enrolladas o planas, reducidas y ásperas, que se unen basalmente sobre el espejo de agua, en suelos saturados o en tierra firme. Se adaptan a fuertes cambios del nivel de agua, sobreviviendo sin mayores inconvenientes a la mayor parte del periodo hidrológico. Prefieren la interfase agua-tierra.

-B.2.a.II) *Cyperus sphacelatus* (piripiri de hoja ancha). Hojas unidas basalmente, flotantes o enraizadas en los bordes de los lagos, hojas anchas y largas. Se encuentran durante la época de aguas altas, durante el mes de abril, flotando entre el gramalotal, especialmente con *E. polystachia*. También se observó su presencia, durante la época de aguas bajas, enraizadas en suelos sobresaturados de agua, nunca en suelos secos.

B.2.b) Fisiotipo Hymenachnida. Pastos enraizadas en la ribera, postrados con tallo flotante, que queda levemente por debajo del espejo de agua, pero con retoños y hojas aéreas; en este fisiotipo se encuentran los gramalotes. Estos son grupos de plantas de aspecto parecido, de las familias y géneros, que causan confusiones a la hora de realizar una determinación taxonómica. Este conjunto de plantas es muy diverso.

-B.2.b.I) *Echinocloa polystachia* (gramalote espinoso o gramalote peludo). Esta gramínea predomina en el lago Airüwe, es corpulenta, dentro del tallo se encuentra tejidos aerenquimáticos, tiene pelos urticantes sobre el tallo y sobre todo en las bases de las hojas. Crece en grandes parches y alcanza alturas hasta de 2 m. Constituye el alimento favorito del

manatí amazónico, pero su presencia está restringida a ciertos lagos del sistema, que deberían tener protección especial. Esta especie se asocia principalmente con *Leersia hexandra*, con quien lucha por espacio, al aumentar la cobertura: siendo favorable para su desarrollo, la época de aguas altas y para la especie *E. polystachia*. En este gramalotal, por sus tallos gruesos, altos y entrecruzados sirven de refugio y sitios de desove al caimán negro y blanco. Donde existe el agua, tiende a secarse, pues acumula gran cantidad de sólidos disueltos y crea suelo.

-B.2.b.II) *Leersia hexandra* (pasto cortadera). Hierba anfibia y emergente, a veces trepadora, perenne. Su aspecto vegetativo es muy variable con las condiciones de humedad y fertilidad. La mayor cobertura se presenta durante la época de aguas bajas, cuando crece incrementa ampliamente su biomasa. Esta asociación no permite el crecimiento de otras especies, durante la fase de aguas en ascenso y altas se reducen en altura y en cobertura.

-B.2.b.III) *Hymenachne amplexicaulis* (gramalote chileno). Es excelente para forraje, porque contiene el 20% de proteína bruta (Gutierres *et al*., 2008). Este gramalote fue observado en el lago Cocha Larga, principalmente en época de aguas en ascenso. Unos pocos tallos aparecen durante la mayor parte del periodo hidrológico. Esta especie se encontró asociada a *Phaseolus* aff *pilosus* y *Mikania congesta* durante la época de aguas altas, y a *L. hexandra* durante las épocas de aguas bajas. Estas especies son preferidas en la alimentación del manatí, por tanto este gramalotal permanente constituye un sitio de gran importancia.

-B.2.b.IV) *Paspalum repens* (gramalote liso). Es el más abundante en todo el sistema estudiado, crece rápidamente, las raíces salen de nudos y son numerosas, estas retienen gran cantidad de sólidos del agua, que acumulan, formando una especie de suelo flotante. Al inicio de las aguas en descenso, comienzan a incrementar su biomasa y a replegarse hacia los bordes de los lagos. Mientras que en la estación de aguas bajas ya no se encuentran sobre el espejo de agua, únicamente en los bordes protegidos por vegetación herbácea y arbórea. Se asocia principalmente a *P. stratiotes* y *P. rotundifolia*, quienes aumentan rápidamente su cobertura al inicio de la inundación y durante aguas altas, obstruyendo temporalmente la entrada a caños y lagos.

-B.2.b.V) *Panicum aquaticum* var. *choroticum* (pasto tortuga). Gramínea que se desarrolla principalmente durante la época de aguas bajas, en suelos sobresaturados de agua a secos. En la inundación, la presión del agua desprende segmentos de los tallos y viajan a través del



Paspalum repens



Panicum aquaticum



Polygonum spectabile



Phaseolus pilosus



Ipomoea dumetorum



Neptunia oleraceae

agua, dispersándose por todo el lago. Se asocia con *Paspalum repens*, únicamente en la cabecera del lago Tarapoto Redondo.Tiene el nombre de pasto tortuga por ser alimento de cupiso (*Podocnemis sextuberculata*).

B.3) Subdivisión Herbida. Tallo completamente emergido, hojas de diferentes tamaños y formas con importancia vegetativa, durante la mayor parte del periodo de crecimiento.

B.3.a)Fisiotipo Polygonida: Hierbas de tamaño mediano a pequeño, hojas usualmente lanceoladas, elípticas o compuestas, plantas a menudo con hojas subacuáticas muy divididas.

-B.3.a.I) *Polygonum spectabile* (tabaco, tabaquillo). Es una planta pionera, colonizadora del margen de sedimentación del río. Se propaga por semillas o vegetativamente por pedazos, que salen de la base del tallo, y que se enraízan. Su predominio impide el crecimiento de otras plantas; cuando aparecen en asociaciones, se observan pocos individuos y de menor tamaño. Se conoce como forrajera, medicinal y tóxica para los peces (Gutierres *et al.*, 2008); son usadas para la fiebre y el dolor de cabeza por los habitantes de la zona.

B.3.b) Fisiotipo Ipomeida. Plantas emergidas trepadoras, o parásitas.

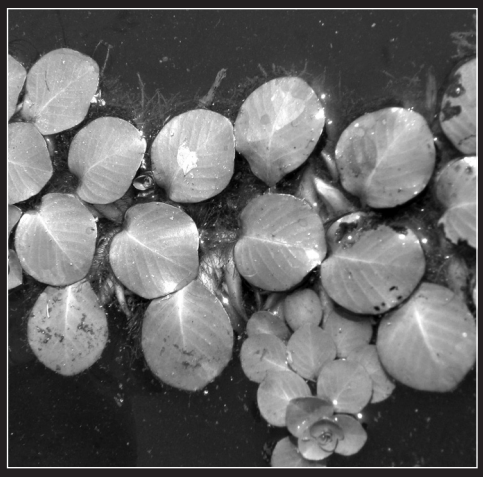
-B.3.b.I) *Phaseolus pilosus* (frijolillo liso). Esta planta forma grandes tapetes, donde predominan en un 80%, permitiendo acumular necromasa sumergida, lo que crea un sustrato apto para el desarrollo de varias especies de hierbas, no necesariamente acuáticas. Estas acumulaciones de necromasa sirven como microhábitat para el desarrollo de peces y diversos insectos. Además, retiene gran cantidad de sólidos presentes en el agua y crea un colchón, que dificulta la entrada a los sitios donde se desarrolla. Constituye un importante alimento para el manatí, el cual ingiere sus tallos.

-B.3.b.II) *Mikania congesta* (frijolillo peludo, porotillo). Hierba enredadera asociada a *P. pilosus*, una especie de la familia Asteraceae, que se encuentra en el lago Cocha Largo, únicamente durante la época de agua alta. Los tallos sumergidos son gruesos y huecos lo que le ayuda en la flotación. De los nudos se desprenden largas raíces, que acumulan grandes cantidades de sólidos disueltos en el agua. Las flores son blancas, pequeñas y se unen en inflorescencias en forma de umbelas; sus semillas son pequeñas y se dispersan con el viento y el agua.

-B.3.b.III) *Ipomoea dumetorum* (camotillo). Esta planta de la familia Convulvalaceae, de tallo liso, con los entrenudos sumergidos, de



Ludwigia helmintorrhiza



Ludwigia helmintorrhiza , detalle de hojas



Aeschynomene sp.



Macrolobium acaciiafolium



Limnocharis flava



Hydrocotyle ranunculoides



Victoria amazonica

donde salen raíces. Hojas alternas largamente pecioladas, flor con cinco pétalos fusionados, en forma de copa, vistosa, rosada a púrpura en la base interna. Muchas especies del género *Ipomoea* son consideradas hierbas dañinas o invasoras. Varias especies presentan látex o compuestos tóxicos. Es cultivada en algunos países asiáticos (China, Malasia) como verdura (Gutierres *et al*., 2008).

-B.3.b.IV) *Ipomoeaaff fistulosa* (camotillo grande). Liana anfibia con tallo glabro, entrenudos bien delimitados, hojas alternas largamente pecioladas, flores vistosas de color rosa claro, o púrpura; con una región interna más oscura, cáliz y corola distintos. Esta planta se encontró en el lago Cochalargo, creciendo entre la pradera flotante, dominada por P. Pilosus, únicamente en la época de aguas bajas.

B.3.c) Fisiotipo Decodontida. Hierbas con tallos flotantes, frecuentemente forman extensos tapetes, los vástagos con hojas elípticas o lanceoladas. Puede haber formación de tejido esponjoso, o neumatóforos.

-B.3.c.I) *Ludwigia helmintorrhiza* (verdulago). Hierba emergente que pertenece a la familia Onagraceae, tallo glabro, verde herbáceo, que se extiende horizontalmente sobre el agua, con tejido aerenquimático, hojas alternas y flor con cinco pétalos (Velásquez, 1994). Sobrevive en suelos húmedos, pero desaparece en época de aguas bajas y solo se presenta en épocas de aguas altas, en lagos inundados, más influenciados por el Amazonas.

B.3.d) Fisiotipo Aeschynomenida. Hierbas con tallos flotantes, sus vástagos con hojas compuestas, algunas veces sensitivas y tallo con aerénquima.

-B.3.d.I) *Aeschynomene* (frijolillo terrestre). Hierba de la familia Fabaceae, crece en las orillas de los lagos, aunque a veces las plántulas se pueden encontrar entre las praderas flotantes. Frutos en vaina leguminosos y con flores amarillas pequeñas. Se desarrolla en grandes cantidades, durante la época de aguas bajas, sobre todo en tierra firme, resiste muy bien a la sequía y desaparece durante la inundación.

-B.3.d.II) *Macrolobium acaciiafolium* (araparí, moneda o cincuenta centavos). Puede tener hasta 30 m de altura y tallos hasta de 100 cm de diámetro. Flor pentámera. El fruto es tipo legumbre desnudo y semillas reniformes. Esta especie es considerada medicinal (Gutierres *et al*., 2008). Las semillas se desarrollan sobre los gramalotales, donde

aparecen frecuentemente plántulas; estas pueden encontrarse tanto en praderas flotantes, como enraizadas en épocas de aguas bajas, donde se desarrollan en gran cantidad. Algunas de estas plántulas se desprenden del fondo y continúan con su desarrollo con ayuda de los gramalotales; pero muchas de ellas mueren tras la inundación.

-B.3.d.III) *Neptunia oleraceae* (sin nombre regional). Subarbusto anfibio con rizoma sumergido, fruto tipo legumbre dehiscente (Gutierres *et al*., 2008). Vive en el borde de los lagos, en suelos sobresaturados y se extiende sobre el espejo de agua. También se propaga por pedazos enraizados, aparece únicamente durante las fases de aguas en descenso y aguas bajas. Se puede encontrar en el lago Yolvino.

-B.3.e) Fisiotipo Sagittarida. Hierbas foliosas, las hojas cordatas, sagitadas o lanceoladas se extienden por encima del agua, mientras el vástago permanece sumergido.

-B.3.e.I) *Montrichardia arborensis* (aninga). Planta con tallo erecto, sumergido y reducido con látex (Gutierres *et al*., 2008). Se resalta su valor como comida del manatí, ya que las plantas lactíferas son generalmente tóxicas. Crecen en colonias en los lagos, formando ecosistemas especiales para el desarrollo de reptiles, como la anaconda (*Eunectes murinus*). Se forman grandes parches, que se mueven en el agua con ayuda del viento y se observan como islas flotantes, esto puede impedir temporalmente el ingreso a los lagos.

-B.3.e.II) *Limnocharis flava* (sin nombre regional). Planta latescente y fruto tipo cápsula (Gutierres *et al*., 2008). La propagación se realiza por semillas, además de vegetativamente por división del rizoma. Después de la floración se origina una nueva planta, que tiene una fase joven sumergida. El fruto se madura en el agua, la semilla se forma como una goma, que es transportada por el agua y los animales. Aumenta en ambientes perturbados o eutrofizados. Siendo una planta latescente, es curioso que sea consumida por el manatí (Gutierres *et al*., 2008). Prefiere aguas bien oxigenadas, someras y se encuentra en aguas negras o más influenciadas por el río Loretoyacu.

B.3.f) Fisiotipo Nelumbida. Hierbas foliosas con peciolo, que se extiende por encima del agua y hojas emergentes circulares y peltadas.

-B.3.f.I) *Hydrocotyle ranunculoides* (sombrilla). Planta de la familia Apiaceae estalonífera con hojas flotantes, tallo sumergido, con los entrenudos bien delimitados; raíces adventicias surgen de los entrenudos,

hojas alternas largamente pecioladas rosadas, peltadas, con peciolos rosados e inflorescencia en umbela. Se desarrolla en lugares abiertos. Es polinizada por variedad de insectos, pudiendo ocurrir autopolinización.

B.4) Subdivisión Ephydata

Plantas con hojas flotantes que se hallan parcialmente en contacto con la atmósfera. Usualmente no sumergidas, pueden usar el CO_2 del aire.

B.4.a) Fisiotipo Nymphaeida. Hojas flotantes cordadas, circulares u oblongo-lanceoladas, (Nymphoida); si se presenta heterofilia, las hojas subacuáticas no son capilares.

-B.4.a.I) *Victoria amazonica* (victoria amazónica o victoria regia). Hojas orbiculares, de 1 a 2 m de diámetro, pubescente espinosas; borde levantado (revoluto) de 6 a 12 cm de alto; superficie superior verde, la inferior rojo-purpúreo, espinosa; nervios prominentes. Las flores son protóginas, polinizadas especialmente por especies de abejas del género *Cyclocephala*. La apertura de las flores ocurre en las horas crepusculares, estando regulada por la intensidad de luz. Por otra parte, la emisión de la fragancia se intensifica con el aumento de la temperatura. El primer día de la abertura de la flor atrapa los insectos y los retiene encerrados por 24 horas, alimentándose por los apéndices paracarpelares; después de fecundadas se sumergen hasta el fondo y gradualmente comienza la descomposición del fruto; liberando las semillas, las cuales flotan y se dispersan por el agua (hidrocoria) (Velásquez, 1994). Aunque son representativas del Amazonas, estas plantas solo se encuentran en lagos muy influenciados por el Amazonas, someros y se presentan en especial en épocas de aguas bajas y en ascenso.

B.5) Subdivisión Haptophyta

Plantas adheridas a un substrato, de organización relativamente simplificada, con rizoides o raíces modificadas, para fijarse al substrato y muchas veces con un marcado ritmo anual.

B.5.a) Fisiotipo Hydrophyta adnata. Hierbas que se encuentran adheridas a vivir a un substrato, en aguas tranquilas, con muy poca corriente.

-B.5.a.I) *Paspalum orbiculatum* (grama de vaca marina). Gramínea adherida al sustrato, aparece durante las fases de aguas en descenso y aguas bajas, extendiéndose ampliamente. Sobrevive en suelos sobresaturados de agua y secos en las orillas de los lagos, desaparece durante las fases de agua de ascenso y agua altas. Es una de las pocas plantas que sobrevive sumergida en las aguas amazónicas.

DISCUSIÓN

El enfoque fisonómico abordado parte de la hipótesis de que para un medio determinado se corresponde un solo tipo fisonómico de vegetación, con múltiples comunidades de plantas posibles; por lo tanto, para lograr una tipificación más precisa, se realizó una caracterización florística que reconoció las especies, las formas de vida y el crecimiento.

Dentro de 125 m^2 de praderas flotantes estudiados, durante un ciclo hidrológico, en los diferentes lagos, del sector de Puerto Nariño, se encontraron 38 especies de plantas, que conforman diferentes asociaciones vegetales. Estudios realizados cerca Manaus (Brasil), han encontrado una riqueza de 34 especies acuáticas y semiacuáticas (Junk y Piedade, 1993), mientras que en el sector de Puerto Nariño, Padilla (2008) reportó 32 especies, entre acuáticas, semiacuáticas y palustres, que en buena medida, hacen parte de la oferta de alimento del manatí.

Los pescadores más experimentados del sector distinguen varios tipos de gramalotes, les asignan nombres y además diferencian a varias de estas especies. Sin embargo, en etapas juveniles tienden a confundirlas, aunque su conocimiento es fundamental en las actividades de pesca, por las relaciones que tienen estas plantas con los peces.

Las transformaciones fisionómicas que sufren las plantas son poco conocidas por las personas locales, no solo en los pastos, sino en otras plantas acuáticas, como *Ceratopteris pteridoides*, la cual cambia su morfología, además de las formas de crecimiento (fisiotipo), varias veces durante sus fases de vida; aunque estas transformaciones están poco referenciadas en la bibliografía, solo Velásquez (1994) la describe, como especie altamente polimorfa.

Las plantas enraizadas presentan la mayor riqueza de especies. Dentro del biotipo Rizopleustófitos, el fisiotipo mejor representado, (Hymenocharide) es el grupo de las gramíneas. En estudios de plantas herbáceas de las zonas inundables se han encontrado a las gramíneas como la familia mejor representada, con 60 especies (Junk y Piedade, 1993). Lo que explica que existan diferentes composiciones específicas, para cada uno de los parches de vegetación estudiados; a pesar de que la planta más cosmopolita y la de mayor producción de biomasa es la *Paspalum repens*, según lo encontrado en esta investigación.

Raras veces se comparten especies entre gramalotales, y estas pueden variar dentro de un mismo cuerpo de agua a lo largo del periodo hidrológico. Lo cual puede obedecer a que las plantas acuáticas tienen la capacidad de adaptación a diferentes épocas climáticas, ya sea modificando sus hábitos o su morfología, o regulando su consumo de energía en la producción de órganos, dependiendo de la especie.

Este trabajo constituye el primer acercamiento fito-sociológico detallado para esta asociación vegetal en la cuenca del Amazonas en Colombia, pero aún se requieren estudios con el mismo grado de detalle para las riberas de los ríos.

AGRADECIMIENTOS

A la asociación indígena TICOYA, que permitió la realización de este trabajo dentro del resguardo. A la Fundación Omacha por el apoyo logístico en la realización de la fase de campo. A Tropenbos Colombia, IDEA WILD y el Proyecto Saber y Gestión Ambiental en la Amazonia SYGA, por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la fase de campo. A la Universidad Nacional de Colombia, Sedes Amazonia y Bogotá por el apoyo con los laboratorios y análisis de datos. Finalmente, a los profesionales del Instituto de Ciencias Naturales por la ayuda en la determinación de los especímenes.

LITERATURA CITADA

Albuquerque, W. (. (1978). Identificaçao de plantas invasoras de cultura da regiao de Manaus. *Tese de Mestrado*, 11(3), 475-471.

Allen, K. (1971). Continental Drift and the Evolution of the biota on Southern Continents. 46 (4), 335-378.

Beard, J. S. (1978). The pysionomic approach. En W. (ed), *Classification of plants communities* (págs. 33-64.). Junk by publshers, The Hague.

Castellanos, L. (1998). *Caracterización de algunos elementos del hábitat usado porlos delfines Inia geoffrensis (Blainville, 1817) y Sotalia fluviatilis*. Tesis. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Duivevoorden, J., & Cleef, A. (1994). Amazonian savanna vegetation on the sandstone plateau near Araracuara, Colombia. *Phytocoenologia* (24), 197-232.

Esteves, F., & Barbieri, R. (1983). Dry weight and chemecal changes during descomposition of tropical macrophytes in Lobo Reservoir. *Aquat*. Bot., 285-295.

Fernandez-Baca, S., & O. (1966). Estudio comparativo de la digestabilidad de los forrajes en ovinos y apacas. *Fac. Med. Vet.*

Guterres, M., Marmotel, M., Martins, D., Farias, R., & Singer, R. (2008). *Anatomia e morfologia de plantas aquáticas da Amazonia utilizadas como potencial alimento por Peixe-Boi amazonico*. Mamirauá: Belem Instituto de Desenvolvimento Suistentável.

Heiser, C. (1974). Totoras, taxonomy and Thor. *Plant Science Bulletin*, 20, 22-26.

Junk. (1984). Investigacion on the ecology and producton biology of the "floating-meadows" (*Paspalum echinochloetum*) on the middle Amazon. *Amazoniana*, 449-495.

Junk, W., & W, O. (1984). Ecology of aquatic macrophytes in the Amazonia. H. Soili.

Littler, E. (1968). The control of water weeds. *Weed Res* (), 9, 79-105.

Lopez-Casas, S. (2008). *Densidad poblacional y clases de tamaño del Pirarucu Arapaima gigas (Pisces: Osteoglossidae) en los lagos del sistema de Tarapoto, Amazonia Colombiana*. Tesis de Maestria . Leticia , Amazonas: : Universidad Nacional sede Amazonia.

Lorenzi, H. (1982). Plantas daninhas do Brasil. Novo Odessa.

Mitchell, J. &. (1972). Ecology of water weeds in the Neotropics. *Thec. papers Hydro*, 12, 50.

Muller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetatiom ecology*. New York: Joh Wiley & Soons.

Péres-Arbelaes, P. (1986). *Plantas útiles de Colombia*. Madrid: Ministerio de Fomento.

Petr, T. (2000). Interaction between fish and aquatic macrophytes in Inland Waters. (396), 185.

Petry, P., Baley, P., & Markle, F. (2003). Relationships between fish assemblages, macrophytes and enviromental gradients in the Amazon river floodplain. *Journal of Fish Biology* (63), 547-579.

Piedade, T. (1977). Introduçao a teoria da classificaçao. *Interciencia*, 182-185.

Prieto, C., Rangel, O., Rudas, A., & Palacios, P. (1995). Aspectos estructurales y tipos de vegetación de la isla Mocagua, Río Amazonas. *Caldasia*, 17((82-85)), 463-480.

Rangel, O. (2008). La vegetación de la región amazonica. En O. Rangel, *Combia diversidad biotica VII* (Primera ed., Vol. VII, págs. 1-53). Bogotá: ARFO editores e impresores Ltda.

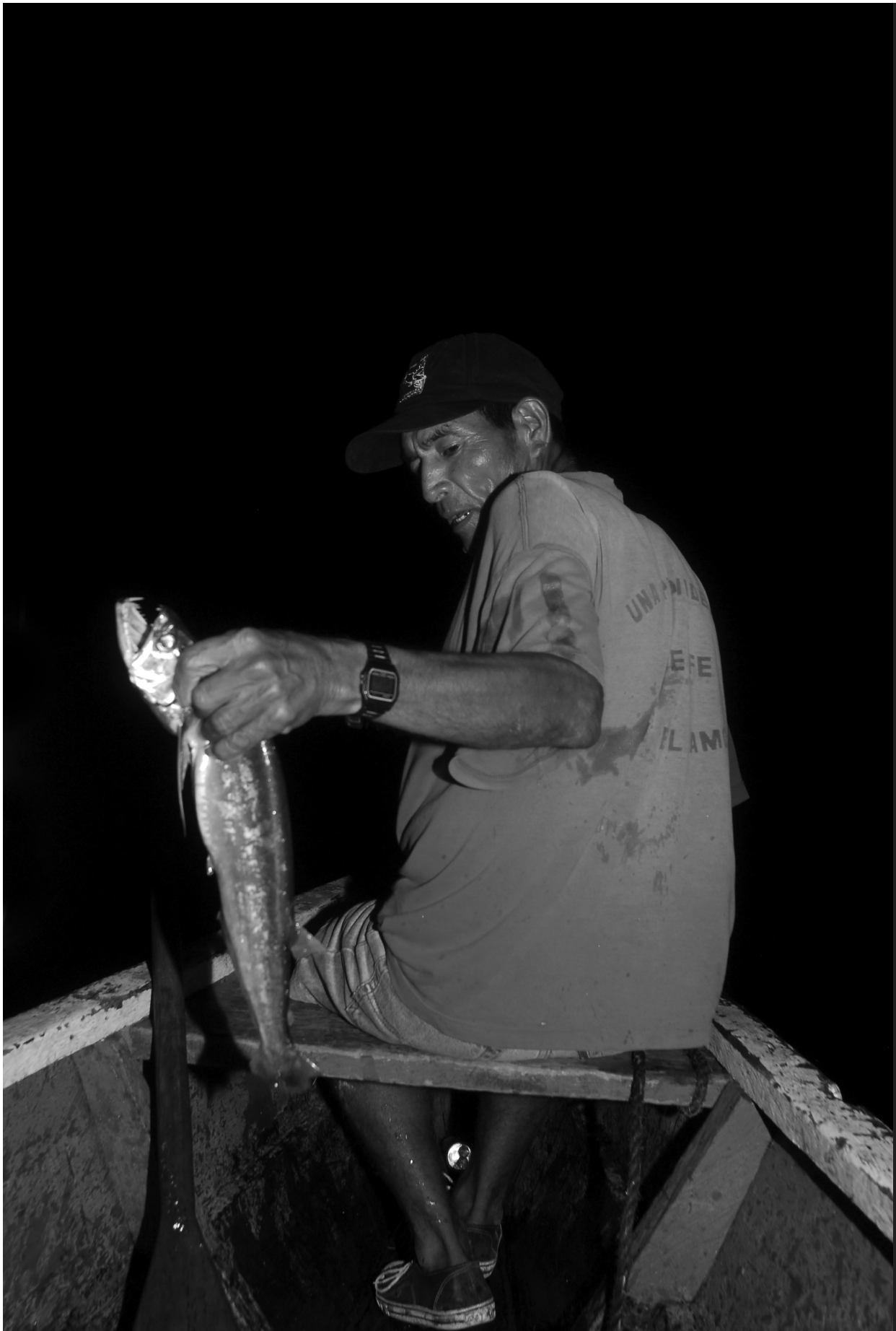
Rudas, L. (1996). *Análisis florístico de la vegetación del parque Amacayacu (Amazonas)*. Trabajo de maestria en sistemática. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Schmidt-Mumm, U. (1988). Notas sobre la vegetaciòn acuatica de Colombia II: Fisionomia. Revista de la facultad de ciencias de la Universidad Javeeriana, 85-119.

Schmidt-Mumm, U. (1998). Notas sobre vegetación acuática de Colombia I: Estructura. *Revista de la facultad de ciencias de la Universidad Javeriana*, 1(2), 108-121.

Tapia, N. F.-O. (1984). *Pastoreo y pastizales de los Andes del sur de Perú*. Instituto de investigaciones Prom. Agrop.

Velasquez, J. (1994). *Plantas acuáticas vasculares de Venezuela*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.



CAPÍTULO 4

Ictiología





4.1 · DIVERSIDAD ÍCTICA DEL SISTEMA DE LAGOS DE TARAPOTO, AMAZONIA COLOMBIANA

Alexander Urbano-Bonilla[1], José Iván Mojica[2];
Edwin Agudelo Córdoba[3] y Javier A. Maldonado Ocampo[4]



ICTIOFAUNA

RESUMEN

Los lagos amazónicos, sujetos a la influencia periódica de los grandes ríos, albergan una gran diversidad de especies de peces, de importancia no solo ecológica y funcional, sino también por su uso como recurso pesquero. Este estudio presenta el listado de la ictiofauna del sistema de los lagos de Tarapoto, el cual fue elaborado a partir de la revisión de literatura y colecciones, visitas a centro de acopio de peces y colectas en campo. Se registró un total de 169 especies, agrupadas en siete órdenes y 32 familias taxonómicas. Los órdenes Characiformes (87) y Siluriformes (57) representaron la mayor riqueza específica, al igual que las familias Characidae (27), Curimatidae (19) y Pimelodidae (16). En relación con el recurso pesquero, 68 especies son de consumo, de estas, 37 son migratorias y seis presentan algún grado de amenaza (*Arapaima gigas*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *P. tigrinum* y *Zungaro zungaro*). De las especies registradas, cuatro son registros nuevos para la Amazonia colombiana. Se concluye además, la necesidad de realizar mayores exploraciones ictiológicas en la región, a fin de obtener estimaciones de su real diversidad de especies.

Palabras clave: Amazonas, conservación, lagos, ictiofauna, peces

[1]Laboratorio de Ictiología, Maestría en Ciencias Biológicas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, carrera 7 N° 43-82, Bogotá D. C., Colombia. a.urbano@javeriana.edu.co

[2]Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, D. C., Colombia. jimojicac@unal.edu.co

[3]Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Avenida Vásquez Cobo, calle 15-16, Leticia Amazonas Colombia. eagudelo@sinchi.org.co

[4]Laboratorio de Ictiología, Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, carrera 7 N° 43-82, Bogotá D. C., Colombia. maldonadoj@javeriana.edu.co

ABSTRACT

Amazonian lakes are influenced by the periodic pulses of large rivers and house a huge fish diversity with ecological and functional importance, serving as an important resource for the fishery industry. In this study we present a checklist of the fishes found the Tarapoto lake system, based on literature review and the study of collections alongside with visits to fish reception centers and field collections. We recorded 1698 species arranged in seven orders and 32 families. The orders Characiformes and Siluriformes represented most of the alpha richness; at family level, the Characidae (27), Curimatidae (19) and Pimelodidae (16) comprised most of the species. From this species pool we recorded 68 edible species, 37 of which are migratory and six that have been assessed as threatened (*Arapaima gigas*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Brachyplatystoma vaillantii*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *P. tigrinum* y *Zungaro zungaro*). Four of the species recorded in this study represent new records for the Colombian Amazon. We conclude that there is thorough need for further ichthyological fieldwork in that region in order to have a better estimate of its real ichthyological diversity.

Key Words: Amazon, conservation, lakes, ichthyofauna, fish

INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica del Amazonas, con un área de drenaje de aproximadamente 7.500.000 km^2, es la más grande de Suramérica y en Colombia ocupa cerca del 31% (420.000 km^2) del territorio nacional (Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo 2006). Hidrográficamente, esta cuenca presenta lagunas, ríos y arroyos selváticos asociados que, al drenar sobre diferentes tipos de suelos y geologías, hace que exista variación de los parámetros fisicoquímicos de sus aguas, lo que permite encontrar diferentes tipos de aguas: blancas, negras y mixtas (Duque *et al*. 1997; Furch y Junk 1997). Estos sistemas amazónicos conforman mosaicos de ecosistemas acuáticos que albergan una gran diversidad de especies de peces (Henderson y Crampton 1997; Junk *et al*. 1997).

Para la cuenca amazónica en Colombia se han registrado un total de 788 especies de peces y se considera, por tanto, como la de mayor diversidad íctica en el país (Maldonado-Ocampo *et al*. 2008). Por su parte, en la cuenca del río Amazonas, en la región de Leticia, se han documentado 364 especies (Mojica *et al*. 2005), que habitan tanto en los arroyos selváticos de terra firme (Prada-Pedreros 1987; Arbeláez 2000;

Prieto 2000; Castellanos 2002; Castellanos *et al*. 2003; Arbeláez *et al*. 2004, 2008; Ramírez 2004; Galvis *et al*. 2003, 2007, Mojica *et al*. 2009), como en el cauce principal del río Amazonas y sus lagos de inundación (Agudelo *et al*. 2000; Vejarano 2000; Santos 2000; Arce y Sánchez 2002; Arce *et al*. 2003; Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo 2006; Galvis *et al*. 2003, 2006). Este tipo de lagos amazónicos son considerados como áreas estratégicas de importancia ecológica y funcional (Henderson y Crampton 1997; Tejerina-Garro *et al*. 1998; Granado-Lorencio *et al*. 2005, 2007). En este contexto, se presenta aquí el listado actualizado de la ictiofauna del sistema de los lagos de Tarapoto (Anexo 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la elaboración del listado de peces del sistema de lagos de Tarapoto se utilizaron tres fuentes de información: I) revisión de literatura y colecciones ictiológicas. Se recopiló toda la literatura relacionada y se revisaron los lotes de peces de esta zona depositados en la Colección de peces del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN), del Museo Javeriano de Historia Natural "Lorenzo Uribe, S.J." (MPUJ) y del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI"; II) visitas a centro de acopio de peces (Puerto Nariño, Amazonas) y III) colectas en campo, realizadas entre el 13 y 22 de diciembre de 2011 (época de lluvias e inundación) en siete puntos del lago Tarapoto (Figura 1).

Para la presentación de la lista se sigue el sistema de clasificación de Eschmeyer y Fricke (2014). En el listado de especies se incluyen las especies incluidas en alguna categoría de amenaza (Mojica *et al*. 2012); las especies de interés pesquero (Lasso *et al*. 2011), incluyendo aquellas que tradicionalmente son aprovechadas por las comunidades indígenas y las consideradas como migratorias (Usma *et al*. 2013).

RESULTADOS

Para el sistema de los lagos de Tarapoto se registró un total de 169 especies, agrupadas en nueve órdenes y 33 familias (Anexo 1). Los órdenes con la mayor representación específica fueron Characiformes con 87 especies (51,5%), Siluriformes con 57 (33,7%) y Perciformes con 14 (8,3%). Los seis órdenes restantes presentaron de tres a una sola especie (Tabla1).

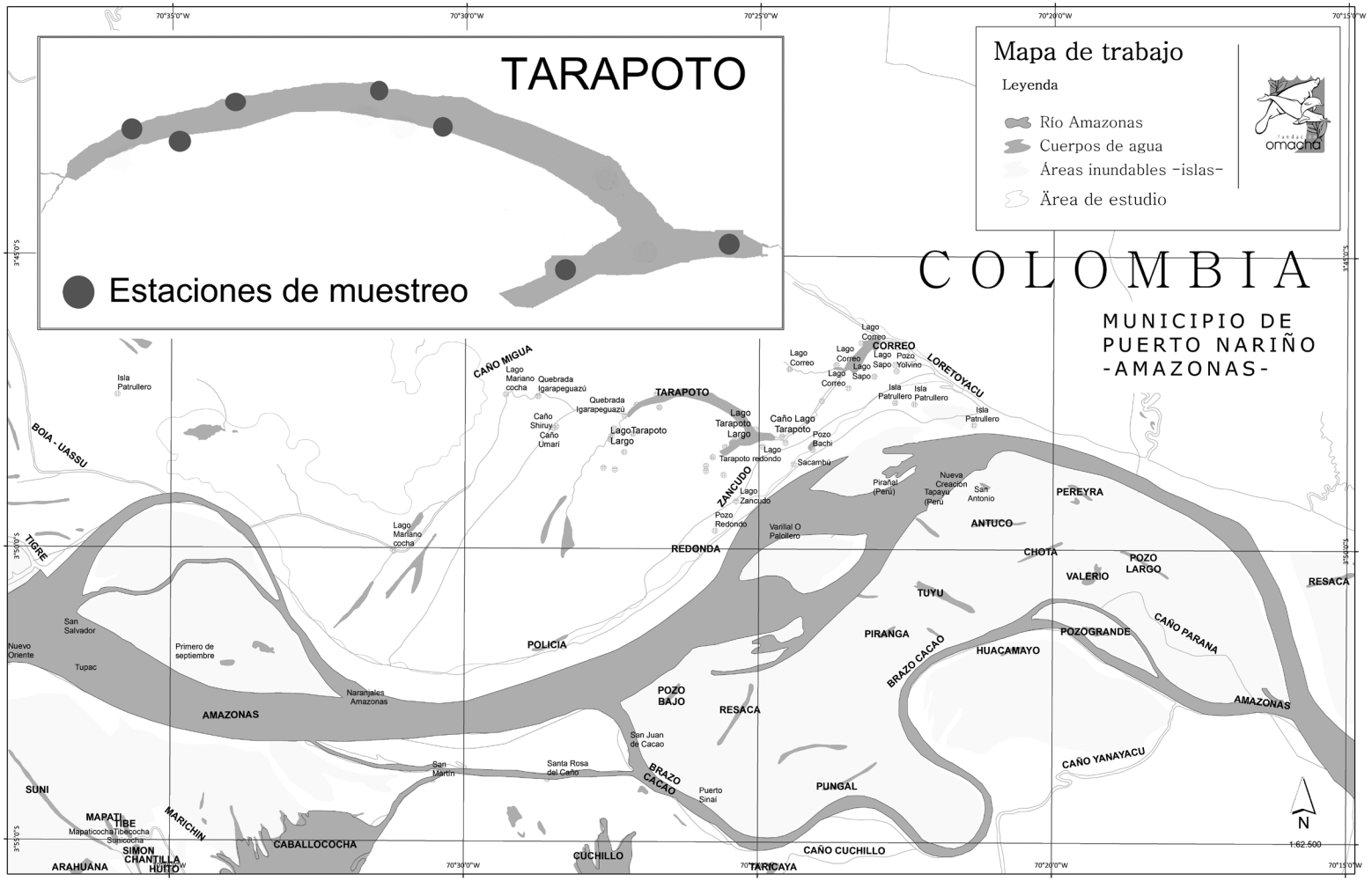


Figura 1. Puntos de muestreo en el lago Tarapoto.

La familia con la mayor riqueza fue Characidae con 27 especies, Curimatidae con 19, Pimelodidae con 16, Cichlidae con 13 y Doradidae con 12, las cuales representan más del 50 % del total de las especies. Las restantes 28 familias tienen de 11 a una especie (Tabla 2). En este estudio se incluyen nuevos registros para la Amazonia colombiana: *Triportheus auritus* (Valenciennes, 1850), *Vandellia sanguinea* Eigenmann 1917 y *Ossancora punctata* (Kner 1855) no reportados previamente en la literatura consultada. Con relación al recurso pesquero, de las 169 especies registradas, 68 son de consumo (subsistencia y económico) por parte de las comunidades indígenas, de estas, 37 son migratorias (Usma *et al*. 2013); así mismo, en el sistema de los lagos de Tarapoto se identificaron seis especies con algún grado de amenaza: *Arapaima gigas* (pirarucú), *Osteoglossum bicirrhosum* (arawana), *Brachyplatystoma vaillantii* (piramutaba), *Pseudoplatystoma punctifer* (pintadillo rayado), *P. tigrinum* (pintadillo tigre) y *Zungaro zungaro* (pacamú).

DISCUSIÓN

Los bosques circundantes de los lagos y lagunas ofrecen gran cantidad de recursos alimenticios que, junto a la conexión de estos a los ríos, permiten el intercambio de muchas especies de peces (Granado-Lorencio 2005). En los últimos años varios han sido los intentos para estimar la riqueza de peces de la cuenca amazónica, sin embargo esta cifra sigue en aumento, dado que existe un número importante de lagos y planos de inundación que aún no han sido explorados.

Orden	Familias	%	Géneros	%	Especies	%
Characiformes	16	48,5	46	42,2	87	51,5
Siluriformes	7	21,2	43	39,4	57	33,7
Perciformes	2	6,1	10	9,2	14	8,3
Gymnotiformes	2	6,1	2	1,8	3	1,8
Myliobatiformes	1	3,0	3	2,8	3	1,8
Osteoglossiformes	2	6,1	2	1,8	2	1,2
Clupeiformes	1	3,0	1	0,9	1	0,6
Synbranchiformes	1	3,0	1	0,9	1	0,6
Tetraodontiformes	1	3,0	1	0,9	1	0,6
Total	**33**	**100**	**109**	**100**	**169**	**100**

Tabla 1. Número y porcentaje de familias, géneros y especies para cada uno de los órdenes de peces en el sistema de lagos de Tarapoto.

Familia	Género	Especie
Characidae	14	27
Curimatidae	6	19
Pimelodidae	10	16
Cichlidae	9	13
Doradidae	8	12
Serrasalmidae	6	11
Loricariidae	10	11
Auchenipteridae	5	7
Anostomidae	3	5
Callichthyidae	5	5
Trichomycteridae	4	5
Cynodontidae	3	4
Triportheidae	1	4
Hemiodontidae	3	3
Potamotrygonidae	3	3
Bryconidae	1	3
Prochilodontidae	2	2
Acestrorhynchidae	1	2
Chalceidae	1	2
Sternopygidae	1	2
Arapaimidae	1	1
Osteoglossidae	1	1
Pristigasteridae	1	1
Erythrinidae	1	1
Lebiasinidae	1	1
Gasteropelecidae	1	1
Ctenoluciidae	1	1
Crenuchidae	1	1
Heptapteridae	1	1
Hypopomidae	1	1
Synbranchidae	1	1
Sciaenidae	1	1
Tetraodontidae	1	1

Tabla 2. Número de géneros y especies por familia en el sistema de lagos de Tarapoto.

El número de especies aquí documentadas (169) indica una muy alta riqueza íctica en el sistema de los lagos de Tarapoto, equivalente al 46% del total de especies conocidas para todos los diferentes ecosistemas acuáticos de las inmediaciones de Leticia (364), distante a tan solo 60 km. Más interesante aún si se compara con las 208 especies reportadas recientemente para la amazonia peruana, colectadas en una región de casi 400.000 km^2, en la cuenca alta de los ríos Yuruá, Ucayali y Purús, y solo 58 especies en los sistemas de lagos de estos ríos (Albert *et al*. 2011).

La diversidad íctica de los sistemas amazónicos es el producto de múltiples factores como el clima, la geología, la hidrología y tipos de aguas (Lundberg *et al*. 2010; Albert *et al*. 2011). En la cuenca del Amazonas, las áreas cercanas a los márgenes de los ríos que se inundan durante la estación lluviosa se conocen como várzeas (aguas blancas y ricas en sedimentos minerales), mientras que en los bosques de tierra firme, los igapós son de aguas negras, con baja carga de sedimentos y alta de material orgánico (Sioli 1968; Junk 1997). El sistema de los lagos de Tarapoto, es una transición a igapó (Duque *et al*, 1997), es decir, hay una mezcla de dos tipos de aguas, por lo menos durante el periodo de aguas altas, que junto con bosques circundantes ofrecen gran cantidad de recursos alimenticios que permiten la dinámica trófica del ecosistema y explican la gran diversidad de especies.

Especies comunes de consumo (subsistencia y económico) por parte de las comunidades indígenas de los ecosistemas del lago Tarapoto.



Mylossoma aureum



Prochilodus nigricans



Semaprochilodus insignis



Osteoglossum bicirrhosum



Plagioscion squamosissimus



A) *Pseudoplatystoma tigrinum*. B) *Pseudoplatystoma punctifer*



Sorubim elongatus



Sorubimichthys planiceps



Oxydoras niger



Astronotus ocellatus



Zungaro zungaro y otras especies de peces.

La diversidad íctica asociada a lagos amazónicos ha sido bien discutida (Granado-Lorencio 2005, 2007), al igual que la prevalencia de los Characiformes y Siluriformes en la composición y estructura de la ictiofauna en la laguna Yahuarcaca en Colombia (Vejarano 2000; Santos 2000; Mojica *et al*. 2005), así como también otros lagos amazónicos de Ecuador (Galacatos *et al*. 1996) y Brasil (Junk *et al*. 1983; Soares *et al*. 1986; Vono y Barbosa 2001; Petry *et al*. 2003); esto es acorde con el patrón registrado en el sistema de Tarapoto en donde la predominancia de estos órdenes es del 85,2 % de las especies registradas.

Para la cuenca del Amazonas se registran 88 especies migratorias (Usma *et al*. 2013); de este número, en el sistema Tarapoto se identificaron 37 (42 %), de las cuales seis presentan algún grado de amenaza (Mojica *et al*. 2012). La importancia de los lagos amazónicos está asociada a que constituyen áreas de criaderos y de alimentación de muchas especies de peces (Goulding 1980; Araujo-Lima y Oliveira, 1998; Saint-Paul *et al*. 2000), además, sirven como dispensadores de semillas y de alimento de peces (Tejerina-Garro *et al*. 1998; Zapata y Usma 2013).

No obstante, muchas especies migratorias en la Amazonia se encuentran amenazadas por sustancias como metales y petróleo en asociación con la explotación minera, pesticidas y herbicidas, que se relacionan al crecimiento de la población humana y la urbanización en las riberas (Almeida -Val *et al*. 2006; Barletta *et al*. 2012), así como a la deforestación en ecosistemas del piedemonte andino-amazónico (Zapata y Usma 2013) también peligran por ser un componente importante de las industrias pesqueras de agua dulce en el Neotrópico (Carolsfeld y Harvey, 2003; Lasso *et al*. 2011), lo cual ha llevado a reducir las pesquerías en la cuenca del Amazonas (Petrere *et al*. 2004; Lasso *et al*. 2011).

Históricamente las comunidades indígenas que viven en las riberas del lago Tarapoto y los sistemas asociados dependen casi totalmente de la pesca, en este estudio se lograron identificar 68 especies de interés pesquero (Anexo 1); actualmente, solo existen vedas para la arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) y el pirarucú (*Arapaima gigas*), lo que implica que no hay controles ni vedas de pesca para las demás especies de consumo de la Amazonia colombiana (Zapata y Usma 2013). En el sistema del lago Tarapoto, la pesca artesanal es una actividad que hace parte importante de la dieta de la población y con el crecimiento de los

grupos sociales (indígenas, mestizos y colonos), esta actividad conlleva al uso de artes y métodos de pesca nocivos y agresivos que favorece la captura de las especies de mayor aceptación o consumo, que en muchos de los casos corresponden a individuos juveniles, sin que hayan tenido la oportunidad de reproducción.

Dada la alta diversidad de peces y su importancia como recurso pesquero, sería prudente desarrollar programas de investigación básica de estos organismos como caracterización de hábitat, dinámica de poblaciones e historias de vida; de igual forma se sugiere caracterizar las unidades económicas de pesca, artes de pesca, métodos utilizados, frecuencia e intensidad de la actividad pesquera; así como la implementación de planes de manejo y conservación que permitan el mantenimiento de las especies y aseguren su aprovechamiento sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden sus agradecimientos a la Fundación Omacha, dirigida por Fernando Trujillo por financiar el proyecto "Gestión Binacional de Humedales con fines de Seguridad Alimentaria y Conservación". A mis amigos Garel Chanchari y Carlos Andrés Ferreira por su profesionalismo, entrega y dedicación en cada una de las fases de campo del proyecto. Al profesor Saúl Prada-Pedreros, Curador del Museo Javeriano de Historia Natural "Lorenzo Uribe Uribe S.J" por facilitar el acceso a la colección de la Universidad Javeriana. A Donald Taphorn y Juan David Bogotá-Gregory en la verificación taxonómica de las especies, a Gustavo Ballen y Jhon E. Zamudio por su valioso tiempo y comentarios.

LITERATURA CITADA

Agudelo E., Y. Salinas., C.L. Sánchez., D.L. Muñoz., J.C. Alonso., M.E. Arteaga., O.J Rodríguez., N. R. Anzola., L.E. Acosta., M. Núñez & H. Valdés. 2000. Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) – Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Albert, J.S, T.P. Carvalho., P. Petry., M.A. Meghan A. Holder., E. L. Maxime., J. Espino., I. Corahua., R. Quispe., B. Rengifo., H. Ortega & R.E. Reis. 2011. Aquatic Biodiversity in the Amazon: Habitat Specialization and Geographic Isolation Promote Species Richness. Animals 1: 205-241.

Arbelaéz F., E. Prieto, M. Santos, S. Vejarano. 2000. Study of the ichthyologycal composition in three aquatic environments of the colombian Amazonia during three periods of a year. 80th Annual Meeting American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S. México.

Arbelaéz F., G. Galvis, J. Mojica, S. Duque. 2004. Composition and richnes of the ichthyofauna in a terra firme forest stream of the Colombian Amazonia. Amazoniana, XVII (1/2):95-107.

Arbeláez F., J. F. Duienvoorden, & J. A. Maldonado-Ocampo. 2008. Geological differentiation explains diversity and composition of fish communities in upland streams in the southern Amazon of Colombia. Journal of Tropical Ecology 24:505-515

Arce M., P. Sánchez. 2002. Estudio ecológico de la fauna íctica del río Amazonas en los alrededores de Leticia, Amazonia Colombiana. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Arce M., P. Sánchez, J. Mojica, G. Galvis. 2003. Composition of minor and median size fish community from the Amazon River during a low water period. Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists, American Society of Ichthyology and Herpetology (AIHA), Manaos, Brasil.

Barletta, M., A. J. Jaureguizar., C. Baigun., N.F. Fontoura., A.A Agostinho, V. M. F. D Almeida-Val, & M. F. M. Corrêa,. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. Journal of Fish Biology, 76(9), 2118-2176.

Bogotá-Gregory, J. D & Maldonado-Ocampo, J. A. 2006. Peces de la zona hidrogeográfica de la Amazonia, Colombia. Biota Colombiana, 7(1), 55-94.

Carolsfeld, Y. & B. Harvey. 2003. Introduction: fishes of the floods. Pp. 1-18. En: Carolsfeld, Y., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (Eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status. International Development Centre - The World Bank, Ottawa, Canada.

Castellanos C. 2002. Distribución espacial de los peces de una quebrada de aguas negras amazónicas, Leticia, Colombia. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Castellanos C., G. Galvis, J.I Mojica & S. R. Duque. 2003. Spatial distribution of the fish community in a black water forest stream, Colombian Amazon basin. Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists, American Society of Ichthyology and Herpetology (AIHA), Manaos, Brasil.

Duque S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez., E. Roessler. 1997. Limnología. pp.71-134 En: IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo – Brasilero (Eje Apaporis – Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia. Santafé de Bogotá.

Eschmeyer, W. N & R. Fricke. 2014. Catalog of fishes (California Academy of Sciences, San Francisco.

Furch, K & W.J. Junk. 1997. Physicochemical conditions in the floodplain. pp. 69–108. In: W.J. Junk (ed.) The Central Amazonian Floodplain, Floodplain: Ecology of a Pulsing System, Ecological Studies Vol. 126, Springer, Berlin.

Furch, K. & Junk, W.J. 1984. Dissolved carbon in a floodplain lake of the Amazon and the river channel. Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers (eds E.T.H. Degens, S. Kempe & R. Herrera), pp. 267–283. UNEP/SCOPE/Geologisches and Palaeontologisches Institüt, Hamburg.

Galacatos, K., D. J. Stewart & M. Ibarra. 1996. Fish community patterns of lagoons and associated tributaries in the Ecuadorian Amazon. Copeia, 875-894.

Granado-Lorencio, C., Lima C., & J.L. Cerviá &. 2005. Abundance-distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodpain lakes. Ecography 28:515-520.

Granado-Lorencio, C., J.L. Cerviá & C.A. Lima. 2007. Floodplain lake fish assemblages in the Amazon River: directions in conservation biology. Biodiversity and Conservation, 16(3), 679-692.

Galvis G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano, F. Arbeláez, E. Prieto, M. Leiva. (2006). Peces del Medio Amazonas, Región de Leticia. Serie de Guías Tropicales de campo No, 5. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia, 548pp.

Galvis G., P. Sánchez, L. Mesa, Y. López, M.A. Gutiérrez, A. Gutiérrez, M. Leyva, C. Castellanos. 2007. Peces de la Amazonia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, INCODER, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales, Instituto Sinchi. Bogotá, Colombia, 489pp.

Galvis G., J. Mojica, J. Lobón-Cervía, C. Granado-Lorencio & S. R. Duque. 2003. Fishes of the Leticia Region, Colombian Amazon Basin. Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists, American Society of Ichthyology and Herpetology (AIHA), Manaos Brasil.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forest: exploration in Amazonian natural history. University of California Press, Berkeley. 280 pp.

Henderson, P. A & W. G. Crampton. 1997. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. Journal of Tropical Ecology, 13(2), 175-198.

Junk, W. J., G.M. Soares & F.M Carvalho. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camale˜ao), with special reference to extreme oxygen conditions. Amazoniana 7, 397–431.

Junk, W. J. (Ed.). (1997). The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system (Vol. 126). Springer.

Junk, W.J., M.Q.M. Soares & U. Saint-Paul 1997. The fishes. pp. 385–408. In: W.J. Junk (ed.) The Central Amazon Floodplain, Ecology of a Pulsing System, Ecological Studies 126, Springer, Berlin.

Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Editores). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.

Lundberg, J. G., Sabaj Pérez, M. H., Dahdul, W. M., & Aguilera, O. A. 2010. The Amazonian Neogene fish fauna. Amazonia: Landscape and Species Evolution: A look into the past, 281-301.

Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. P., & Usma, J. S. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. Biota Colombiana, 9(2).

Mojica J.I., G. Gálvis, F. Arbeláez, M. Santos, S. Vejarano, E. Prieto-Piraquive, M. Arce, P. Sánchez-Duarte, C. Castellanos, A. Gutiérrez, S. R. Duque, J. Lobón-Cerviá, C. Granado-Lorencio. 2005. Peces de la cuenca del río Amazonas en Colombia: Región de Leticia, Biota Colombiana (6)2:191-210.

Mojica, J.I., Castellanos, C. & Lobón-Cerviá, J. 2009. High temporal species turnover enhances the complexity of fish assemblages in Amazonian terra firme streams. Ecology of Freshwater Fish 18: 518-526.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Petrere, Jr. M., R. Barthem, E. Agudelo & B. Corrales. 2004. Review of the large catfish

fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (Brachyplatystoma

filamentosum Lichtenstein). Reviews in Fish Biology and Fisheries 14: 403–414.

Petry, P., P.B. Bayley & D.F. Markle. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. Journal of Fish Biology, 63(3), 547-579.

Prada-Pedreros S. 1987. Acercamientos etnopiscícolas con los indios Ticuna del Parque Nacional Natural Amacayacu. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Prieto E. 2000. Estudio ictiológico de un caño de aguas negras de la Amazonia colombiana, Leticia, Amazonas. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Ramírez F. 2004. Morfología del aparato bucal y digestivo y su relación con la dieta de algunas especies de peces en una quebrada de aguas negras (Amazonia colombiana). Tesis de grado. Carrera de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Saint-Paul, U., J. Zuanon., M. A. V. Correa., M. García., N.N. Fabré., U. Berger & W.J Junk. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. Environmental Biology of Fishes, 57(3), 235-250.

Santos M. 2000. Aspectos ecológicos de la fauna íctica dominante en la laguna Yahuarcaca (Amazonía colombiana). Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Sioli, H. 1968. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. Amazoniana. Kiel (Alemania). Vol , N° 3, pp. 267-277

Soares, M. G. M., R.G. Almeida & W.J. Junk. 1986. The trophic status of the fish fauna in Lago Camaleao, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. Amazoniana. Kiel, 9(4), 511-526.

Tejerina-Garro, F. L., R. Fortin & M. A. Rodríguez. 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. Environmental Biology of Fishes, 51(4), 399-410.

Ramírez F. 2004. Morfología del aparato bucal y digestivo y su relación con la dieta de algunas especies de peces en una quebrada de aguas negras (Amazonia colombiana). Tesis de grado. Carrera de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Vono, V & F.A. Barbosa. 2001. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. Environmental Biology of Fishes, 61(4), 371-379.

Vejarano S. 2000. Ictiofauna de la laguna Yahuarcaca y aspectos tróficos y reproductivos de cinco especies predominantes, Leticia, Colombia. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Usma J.S., F. Villa-Navarro., C. Lasso., F. Castro., P. T. Zúñiga-Upegui., C. Cipamocha., A. Ortega-Lara., R. E. Ajiaco., H. Ramírez-Gil., L. F. Jiménez., J. A. Maldonado-Ocampo., J. Muñoz & J. T. Suárez. 2013. Peces dulce acuícolas de Colombia. Pp. 79-128. En: Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

Zapata, L. A. & J. S. Usma (Editores). 2013. Guía de las especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Peces. Vol. 2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 486.

ANEXO 1
LISTADO DE LA ICTIOFAUNA DEL SISTEMA DE LAGOS DE TARAPOTO

COLECCIÓN DE REFERENCIA (**C.R.**), MIGRATORIA (**M.**), CATEGORÍA AMENAZA (**C.A.**)
ESPECIES DE CONSUMO-SISTEMA TARAPOTO (**E.C.**)

TAXÓN	C.R.	C.A.	M.	E.C.
ORDEN MYLIOBATIFORMES				
Familia Potamotrygonidae				
Heliotrygon cf. *gomesi* Carvalho & Lovejoy 2011	SINCHI			
Paratrygon aiereba (Müller & Henle 1841)	SINCHI			
Potamotrygon scobina Garman 1913	SINCHI			
ORDEN OSTEOGLOSSIFORMES				
Familia Arapaimidae				x
Arapaima gigas (Schinz, 1822)	*	A2d	x	x
Familia Osteoglossidae				
Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier, 1829)	PUJ	A2d		x
ORDEN CLUPEIFORMES				
Familia Pristigasteridae				
Pellona castelnaeana Valenciennes, 1847	PUJ			x
ORDEN CHARACIFORMES				
Familia Hemiodontidae				
Anodus elongatus Agassiz, 1829	ICN-MHN			
Hemiodus microlepis Kner, 1858	PUJ, ICN-MHN			
Hemiodus sp.	ICN-MHN			
Familia Curimatidae				
Curimata cisandina (Allen, 1942)	ICN-MHN			
Curimata incompta Vari, 1984	ICN-MHN			
Curimata vittata (Kner, 1858)	ICN-MHN		x	x
Curimata sp.	ICN-MHN			
Curimatella alburna (Müller & Troschel, 1844)	ICN-MHN		x	
Curimatella dorsalis (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	PUJ			
Curimatella immaculata (Fernández-Yépez, 1948)	PUJ, ICN-MHN			
Curimatella meyeri (Steindachner, 1882)	ICN-MHN			
Cyphocharax spilurus (Günther, 1864)	PUJ			
Potamorhina altamazonica (Cope, 1878)	PUJ, ICN-MHN		x	x
Potamorhina latior (Spix & Agassiz, 1829)	PUJ, ICN-MHN			x
Potamorhina pristigaster (Steindachner, 1876)	ICN-MHN			x
Psectrogaster amazonica Eigenmann & Eigenmann, 1889	ICN-MHN			
Psectrogaster essequibensis (Günther, 1864)	ICN-MHN			
Psectrogaster rhomboides Eigenmann & Eigenmann, 1889	PUJ			
Psectrogaster rutiloides (Kner, 1858)	ICN-MHN			
Steindachnerina argentea (Gill, 1858)	PUJ			
Steindachnerina bimaculata (Steindachner, 1876)	ICN-MHN			
Steindachnerina leucisca (Günther 1868)	ICN-MHN			

† NUEVOS REGISTROS PARA LA CUENCA DEL AMAZONAS EN COLOMBIA
CATEGORÍAS DE AMENAZA: VULNERABLE (A2C, D), CASI AMENAZADA (NT).
* NO FUE COLECTADA NI OBSERVADA, SIN EMBARGO EN LOS LAGOS ES CAPTURADA (SEGÚN ENCUESTAS).

TAXÓN	C.R.	C.A.	M	E.C.
Familia Prochilodontidae				
Prochilodus nigricans Spix & Agassiz, 1829	PUJ		x	x
Semaprochilodus insignis (Jardine & Schomburgk, 1841)	PUJ		x	x
Familia Anostomidae				
Leporinus friderici gr. (Bloch, 1794)	PUJ		x	x
Leporinus wolfei Fowler, 1940	PUJ			
Rhytiodus argenteofuscus Kner, 1858	PUJ, ICN-MHN			
Rhytiodus microlepis Kner, 1858	ICN-MHN			
Schizodon fasciatus Spix & Agassiz, 1829	PUJ, ICN-MHN		x	x
Familia Erythrinidae				
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	PUJ, ICN-MHN			x
Familia Lebiasinidae				
Nannostomus eques Steindachner, 1876	ICN-MHN			
Familia Gasteropelecidae				
Thoracocharax stellatus (Kner, 1858)	PUJ, ICN-MHN			
Family Ctenoluciidae				
Boulengerella maculata (Valenciennes, 1850)	ICN-MHN			
Familia Acestrorhynchidae				
Subfamilia Acestrorhynchinae				
Acestrorhynchus abbreviatus (Cope, 1878)	PUJ			x
Acestrorhynchus microlepis (Schomburgk, 1841)	PUJ			x
Familia Cynodontidae				
Cynodon gibbus Spix & Agassiz, 1829	ICN-MHN		x	x
Hydrolycus armatus (Jardine & Schomburgk, 1841)	PUJ		x	x
Hydrolycus scomberoides (Cuvier, 1816)	PUJ		x	x
Rhaphiodon vulpinus Spix & Agassiz, 1829	ICN-MHN		x	x
Familia Serrasalmidae				
Myloplus rubripinnis (Müller & Troschel, 1844)	PUJ			x
Mylossoma aureum (Agassiz, 1829)	PUJ, ICN-MHN		x	x
Mylossoma duriventre (Cuvier, 1818)	PUJ, ICN-MHN		x	x
Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818)	PUJ		x	x
Pristobrycon striolatus (Steindachner, 1908)	PUJ			x
Pygocentrus nattereri Kner, 1858	PUJ, ICN-MHN			x
Serrasalmus elongatus Kner, 1858	PUJ			x
Serrasalmus hollandi Eigenmann, 1915	PUJ			x
Serrasalmus irritans Peters, 1877	PUJ			x
Serrasalmus medinai Ramírez, 1965	PUJ			x
Serrasalmus rhombeus (Linnaeus, 1766)	PUJ, ICN-MHN			x

TAXÓN	C.R.	C.A.	M.	E.C.
Familia Characidae				
Subfamilia Stethaprioninae				
Gymnocorymbus thayeri Eigenmann 1908	ICN-MHN			
Poptella cf. *brevispina* Reis, 1989	ICN-MHN			
Stethaprion erythrops (Cope, 1870)	PUJ, ICN-MHN			
Subfamilia Aphyocharacinae				
Aphyocharax alburnus	ICN-MHN			
Aphyocharax erythrurus Eigenmann, 1912	PUJ			
Aphyocharax pusillus	ICN-MHN			
Prionobrama filigera (Cope,1870)	ICN-MHN			
Subfamilia Characinae				
Charax niger Lucena, 1989	PUJ, ICN-MHN			
Charax tectifer (Cope, 1870)	PUJ, ICN-MHN			
Galeocharax gulo (Cope, 1870)	ICN-MHN			
Phenacogaster pectinatus (Cope, 1870)	ICN-MHN			
Roeboides affinis (Günther, 1868)	PUJ, ICN-MHN			
Subfamilia Tetragonopterinae				
Tetragonopterus argenteus Cuvier, 1816	PUJ, ICN-MHN		x	
Tetragonopterus chalceus Spix & Agassiz, 1829	PUJ, ICN-MHN			
Subfamilia "Clado Hemigrammus"				
Hemigrammus luelingi Géry, 1964	ICN-MHN			
Hemigrammus marginatus Ellis, 1911	ICN-MHN			
Hemigrammus unilineatus (Gill, 1858)	ICN-MHN			
Hemigrammus sp.	ICN-MHN			
Hyphessobrycon copelandi Durbin 1908	ICN-MHN			
Moenkhausia cotinho Eigenmann, 1908	PUJ		x	
Moenkhausia dichroura (Kner, 1858)	PUJ, ICN-MHN			
Moenkhausia intermedia Eigenmann, 1908	ICN-MHN			
Moenkhausia lepidura (Kner,1858)	ICN-MHN		x	
Subfamilia "Clado Astyanax"				
Ctenobrycon hauxwellianus (Cope, 1870)	PUJ, ICN-MHN			
Ctenobrycon spilurus (Valenciennes, 1850)	PUJ			
Subfamily Stevardiinae				
Creagrutus cochui Géry, 1964	ICN-MHN			
Creagrutus sp.	ICN-MHN			
Familia Bryconidae				
Subfamilia Bryconinae				
Brycon cephalus (Günther, 1869)	PUJ		x	x
Brycon melanopterus (Cope, 1872)	PUJ, ICN-MHN		x	x
Brycon sp.	ICN-MHN			

TAXÓN	C.R.	C.A.	M	E.C.
Familia Triportheidae				
Subfamilia Triportheinae				
Triportheus albus Cope, 1872	ICN-MHN		x	x
Triportheus angulatus (Spix & Agassiz, 1829)	ICN-MHN		x	x
Triportheus auritus (Valenciennes, 1850) †	ICN-MHN			x
Triportheus elongatus (Günther, 1864)	PUJ, ICN-MHN			x
Familia Chalceidae				
Chalceus erythrurus (Cope, 1870)	PUJ			
Chalceus macrolepidotus Cuvier, 1816	PUJ		x	
Familia Crenuchidae				
Subfamilia Characidiinae				
Characidium sp.	ICN-MHN			
ORDEN SILURIFORMES				
Familia Callichthyidae				
Subfamilia Corydoradinae				
Brochis splendens (Castelnau, 1855)	PUJ			
Corydoras armatus (Günther, 1868)	PUJ, ICN-MHN			
Subfamilia Callichthyinae				
Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)	ICN-MHN			
Dianema longibarbis Cope, 1872	PUJ			
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)	PUJ, ICN-MHN			x
Familia Loricariidae				
Subfamilia Hypoptopomatinae				
Hypoptopoma c.f *psilogaster* Fowler, 1915	PUJ			
Hypoptopoma sp.	ICN-MHN			
Subfamilia Loricariinae				
Farlowella oxyrrhyncha (Kner, 1853)	PUJ			
Limatulichthys griseus (Eigenmann, 1909)	PUJ			
Rineloricaria sp.	ICN-MHN			
Subfamilia Hypostominae				
Aphanotorulus unicolor (Steindachner, 1908)	PUJ			x
Pterygoplichthys pardalis (Castelnau, 1855)	PUJ, ICN-MHN			x
Hypostomus sp.	ICN-MHN			
Subfamilia Ancistrinae				
Acanthicus hystrix Spix & Agassiz, 1829	PUJ			x
Chaetostoma sp.	ICN-MHN			
Dekeyseria amazonica Rapp Py-Daniel, 1985	PUJ, ICN-MHN			

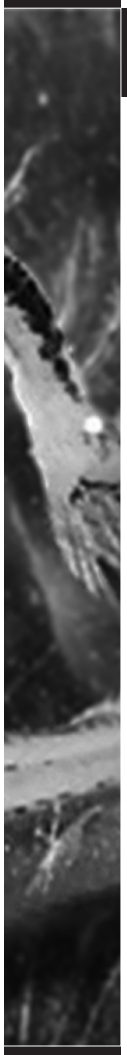
TAXÓN	C.R	C.A.	M	E.C.
Familia Pimelodidae				
Brachyplatystoma vaillantii (Valenciennes, 1840)	PUJ	A2c,d	x	x
Calophysus macropterus (Lichtenstein, 1819)	PUJ, ICN-MHN		x	x
Hemisorubim platyrhynchus (Valenciennes, 1840)	PUJ			x
Hypophthalmus marginatus Valenciennes 1840	ICN-MHN		x	x
Hypophthalmus sp.	ICN-MHN			
Leiarius marmoratus (Gill, 1870)	PUJ		x	x
Pimelodus cf. *blochii* Valenciennes, 1840	PUJ, ICN-MHN		x	x
Pimelodus ornatus Kner, 1858	ICN-MHN		x	x
Pimelodus pictus Steindachner, 1877	ICN-MHN		x	x
Pseudoplatystoma punctifer (Castelnau, 1855)	PUJ	A2c,d		x
Pseudoplatystoma tigrinum (Valenciennes, 1840)	PUJ	A2c,d	x	x
Sorubim elongatus Litmann, Burr, Smith & Isern, 2001	PUJ, ICN-MHN			x
Sorubim lima (Bloch & Schneider, 1801)	PUJ, ICN-MHN	NT	x	x
Sorubimichthys planiceps (Spix y Agassiz, 1829)	PUJ, ICN-MHN	NT	x	x
Sorubim maniradii Littman, Burr & Buitrago-Suárez, 2001	ICN-MHN			x
Zungaro zungaro (Humboldt, 1821)	PUJ, ICN-MHN	A2c,d	x	x
Familia Heptapteridae				
Pimelodella altipinnis (Steindachner, 1864)	ICN-MHN			
Familia Trichomycteridae				
Henonemus punctatus (Boulenger, 1887)	ICN-MHN			
Plectrochilus cf. *wieneri* (Pellegrin,1909)	ICN-MHN			
Subfamilia Stegophilinae				
Pseudostegophilus nemurus (Günther, 1869)	ICN-MHN			
Subfamilia Vandelliinae				
Vandellia cirrhosa Valenciennes, 1846	ICN-MHN			
Vandellia sanguinea Eigenmann 1917 †	ICN-MHN			
Familia Doradidae				
Anadoras grypus (Cope, 1872)	PUJ, ICN-MHN			
Doras carinatus (Linnaeus,1766)	ICN-MHN			
Doras punctatus Kner, 1853	ICN-MHN			
Hemidoras stenopeltis (Kner, 1855)	ICN-MHN			
Nemadoras elongatus (Boulenger, 1898)	ICN-MHN			
Nemadoras humeralis (Kner,1855)	ICN-MHN			
Nemadoras trimaculatus (Boulenger, 1898)	ICN-MHN			
Ossancora punctata (Kner 1855) †	ICN-MHN			
Oxydoras niger (Valenciennes, 1821)	PUJ		x	x
Pterodoras granulosus (Valenciennes, 1821)	PUJ, ICN-MHN			x
Pterodoras rivasi (Fernández-Yépez, 1950)	PUJ		x	x
Trachydoras steindachneri (Perugia, 1897)	ICN-MHN			

TAXÓN	C.R	C.A.	M	E.C.
Familia Auchenipteridae				
Subfamilia Auchenipterinae				
Ageneiosus brevis Steindachner, 1881	PUJ			
Auchenipterichthys thoracatus (Kner, 1858)	ICN-MHN			
Auchenipterus ambyiacus Fowler, 1915	PUJ, ICN-MHN			x
Auchenipterus nuchalis (Spix & Agassiz, 1829)	PUJ, ICN-MHN			x
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)	PUJ			x
Subfamilia Centromochlinae				
Centromochlus existimatus Mees, 1974	ICN-MHN			
Centromochlus heckelii (De Filippi, 1853)	PUJ, ICN-MHN			
ORDEN GYMNOTIFORMES				
Familia Sternopygidae				
Eigenmannia limbata (Schreiner & Miranda Ribeiro 1903)	PUJ			
Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1842)	PUJ, ICN-MHN			
Familia Hypopomidae				
Brachyhypopomus sp.	ICN-MHN			
ORDEN SYNBRANCHIFORMES				
Familia Synbranchidae				
Synbranchus marmoratus Bloch, 1795	ICN-MHN			
ORDEN PERCIFORMES				
Familia Sciaenidae				
Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)			x	x
Familia Cichlidae	ICN-MHN			
Apistogramma agassizii				
Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)	ICN-MHN			x
Bujurquina mariae (Eigenmann, 1922)	PUJ			x
Bujurquina sp.	PUJ, ICN-MHN			
Cichlasoma amazonarum Kullander, 1983	ICN-MHN			
Crenicichla anthurus Cope, 1872	PUJ, ICN-MHN			
Geophagus c.f *winemilleri* López-Fernández & Taphorn, 2004	PUJ			x
Geophagus sp.	PUJ			
Hypselacara sp.	ICN-MHN			
Mesonauta festivus (Heckel, 1840)	PUJ			
Mesonauta insignis (Heckel, 1840)	PUJ			
Mesonauta mirificus Kullander & Silvergrip, 1991	PUJ, ICN-MHN			
Pterophyllum scalare (Schultze, 1823)	PUJ			
ORDEN TETRAODONTIFORMES	PUJ			
Familia Tetraodontidae				
Colomesus asellus (Müller & Troschel, 1849)	ICN-MHN			



4.2 · COMPOSICIÓN DEL ICTIOPLANCTON EN DOS LAGUNAS DEL PLANO INUNDABLE DEL RÍO AMAZONAS: CABALLO COCHA (PERÚ) Y TARAPOTO (COLOMBIA)

Cintia Moreno Arias[1]



ICTIOPLÁNCTON

RESUMEN

Los peces que habitan en zonas influenciadas por los pulsos de inundación están adaptados a las variaciones anuales en las condiciones del hábitat que se presentan en estos sistemas, reflejado en una gran variedad de estrategias reproductivas, como tipo de desove, cuidado parental, migraciones, tipo de huevos, etc. Los trabajos con ictioplancton son la mejor forma de estudiar esta actividad, pues permiten conocer claramente los eventos reproductivos. En este trabajo se realizó un inventario de ictioplancton en dos lagos de la planicie de inundación del río Amazonas, el lago Tarapoto en Colombia y el lago Caballo Cocha en Perú durante el final del segundo periodo de aguas bajas de 2012 (octubre-noviembre). Se encontraron 30 taxones a correspondientes a los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Synbranchiformes; solo cinco taxones fueron identificados hasta especie, los restantes se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible, usando claves taxonómicas e información de la literatura.

Palabras claves: delfines de río, Amazonas, lagos, uso del hábitat.

ABSTRACT

Fishes inhabiting zones with floodpulse influence are adapted to annual variations in habitat conditions, reflected in a great variety of reproductive strategies regarding the spawning type, parental care, migration, and type of eggs, among others. Ichtyoplankton studies are the best method to learn about this relation between floodpulse and fish reproduction, because it enables the knowledge and understanding of the reproductive events. In this paper an inventory of ichthyoplankton was conducted in two lakes in the floodplain of the Amazon River, the Tarapoto Lake in Colombia and Caballo Cocha Lake in Peru. Samples were taken during the end of

[1] Grupo de Ictiología Universidad de Antioquia – GIUA. Universidad de Antioquia, AA 1226 Medellín, Colombia.

the second period of low water in 2012 (October-November). Thirty taxa corresponding to the orders Characiformes, Siluriformes, Perciformes, and Synbranchiformes, were found, only five could be identified to species level, the remaining were identified to lower taxonomic level permitted by taxonomic keys and literature information.

INTRODUCCIÓN

En la región amazónica se encuentra el sistema fluvial interconectado más grande del planeta, que incluye las cuencas de los ríos Amazonas, Orinoco y el escudo Guayanés. Además, el Amazonas es el río más grande del mundo, con un flujo total mayor que el de los siguientes ocho ríos de mayor tamaño juntos (Albert *et al*. 2011). Este sistema se ve afectado por el pulso hidrológico, el cual responde a la elevación y descenso en el nivel del río que ingresa, en el periodo de aguas altas, a las planicies inundables, generando cambios drásticos en el hábitat, pues pasa de una fase terrestre a una acuática en un ciclo anual. Esto produce cambios en las características físicas y químicas del agua de los lagos y lagunas ubicados en dichas planicies (Junk 2003). Estas variaciones responden al régimen hidrológico de la zona, el cual responde a su vez a las condiciones pluviométricas de su cuenca de captación, determinada por el paso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y a las precipitaciones en el área (Junk 2005; Hamilton *et al.* 2007).

Los organismos que han evolucionado en estos sistemas desarrollaron adaptaciones y estrategias a la marcada estacionalidad, en aspectos de su historia de vida, como alimentación, comportamiento migratorio, crecimiento y reproducción. En peces neotropicales la reproducción se ve afectada fuertemente por las variaciones en el ambiente, por lo que presentan estrategias que optimizan el proceso y aseguran el paso de la información genética a la siguiente generación (Munro 1990). Entre estas estrategias están las diferentes formas de intercambio genético, distribución de recursos y tiempo, lugares y épocas de desove, comportamientos migratorios, cuidado de la prole, tipo de desove, número y tipo de huevos (tamaño, reservas, envolturas, adhesividad, pigmentos...), tiempo de incubación y de desarrollo embrionario (Balon 1975; Nakatani *et al*. 2001). Dichas estrategias están asociadas a las condiciones que favorecen el desarrollo inicial de los huevos y larvas, aprovechando los lugares y las épocas con mayor disponibilidad de alimento que permiten un mayor éxito reproductivo (Valozzer 1996).

Los peces teleósteos ovíparos iteróparos pueden dividirse en dos grupos de acuerdo a la estrategia que emplean, denominados por Godinho *et al*. (2010) como peces lóticos y lénticos, para referirse a las especies qué desovan en ríos principales y especies que desovan en ambientes de menor corriente como lagos, caños, ríos pequeños; respectivamente. Los peces lóticos presentan migraciones reproductivas, un solo evento de desove, ausencia de cuidado parental, temporada de desove corta, huevos libres, fecundidad alta, embriogénesis acelerada y mayor tamaño corporal. Por el contrario, los peces lénticos se caracterizan por presentar una temporada de desove más larga, múltiples desoves, cuidado parental, huevos adhesivos, fecundidad relativa baja, embriogénesis lenta, menor tamaño y ausencia de migraciones. Sin embargo, estos dos grupos son extremos de un continuo, por lo que es común encontrar excepciones en todos o casi todos estos factores en diferentes especies.

El estudio del ictioplancton es de vital importancia en la biología de las especies de peces, pues aporta información del desarrollo morfológico, comportamiento y taxonomía de las especies (Hempel 1973, Kelso *et al*. 1996, Sánches *et al*. 1999), que permite evaluar el estado de las poblaciones de peces con mayor precisión, y posibilita delimitar áreas y épocas de desove, lo cual es de vital importancia para definir planes de manejo y conservación de los recursos pesqueros (Nakatani *et al*. 2001), entre otras aplicaciones. Sin embargo, existe un gran vacío en la comprensión de los procesos reproductivos en peces debido al desconocimiento de la mayoría de aspectos relacionados con las primeras fases del ciclo de vida como la distribución, abundancia y temporalidad de embriones y larvas (ictioplancton), lo cual se debe en gran parte a vacíos taxonómicos en esta área.

A pesar de su extraordinaria importancia, no es mucho lo que se conoce sobre los estadíos tempranos de los peces en ambientes amazónicos y son muy pocos los trabajos publicados, los cuales, además, han centrado sus esfuerzos en el Amazonas brasilero (Araujo-Lima 1985, Araujo-Lima 1991, Agostinho *et al*. 1993, Araujo-Lima *et al*. 1993, Nascimento y Araujo-Lima 1993, Araujo-Lima 1994, Araujo-Lima *et al*. 1994, Araujo-Lima y Oliveira 1998 y Fernández 1997) y algunos en el río Paraná, destacándose los trabajos realizados por Nakatani *et al*. (1993, 1997a, 1997b y 2001). En el Amazonas colombiano se cuenta en 2014 únicamente con el trabajo realizado por Gutiérrez y Gálviz (2004) en el lago Tarapoto.

MÉTODOS

Área de Estudio

Según Duque *et al*. (1997), el Amazonas es un río de origen andino de aguas blancas tipo 1. En el área de estudio tiene cauce sinuoso, canales laterales, islas y lagos en las llanuras de inundación; el caudal a la altura de Leticia presenta valores máximos de marzo a julio (60.800 m^3/s) y menores de agosto a octubre (12.400 m^3/s), con fluctuaciones de hasta 11 m en el nivel de las aguas. Estas variaciones se deben al aporte de los tributarios de su cuenca alta. La región se encuentra bajo la influencia de la zona de confluencia intertropical (ZCIT), por lo que el comportamiento de la precipitación es monomodal con mayores precipitaciones de enero a febrero y mínimas de julio a agosto con una precipitación promedio anual de 3.204 mm, temperatura media anual de 25,8ºC, humedad relativa 87% y la evapotranspiración de 4 mm/día (Duque *et al*. 1997).

El muestreo se realizó en dos lagos pertenecientes al sistema del plano inundable del río Amazonas; el Caballo Cocha en Perú y el Tarapoto en Colombia. El lago Caballo Cocha se encuentra ubicado entre las coordenadas 3°54´56,2" S y 70°32´40,7" O, se conecta al río Amazonas a través de un canal denominado el canal de Caballo Cocha de aproximadamente 7,1 km de longitud. Su extensión comprende alrededor de 820,3 ha de espejo de agua con un perímetro de 15,53 km en aguas bajas y 965,1 ha y 18,41 km en aguas en ascenso (Pantoja 2010). El lago Tarapoto está ubicado entre las coordenadas 3°47'26,2" S y 70°26,2'63" O, pertenece a un sistema de várzea y fue un antiguo brazo del río Amazonas, por lo que los parámetros fisicoquímicos son de mezcla de aguas caracterizado según Duque *et al*. (1997) como un lago de várzea hacia igapó. Según el mismo autor, este lago pertenece a un sistema léntico de aguas blancas tipo 1 con influencia del río Amazonas, que se caracteriza por tener alta transparencia, baja turbidez y altos valores de biomasa fitoplanctónica. El color negro de sus aguas se debe a que las aguas del río Loretoyacu y otros afluentes amazónicos ocupan la capa superior en la columna de agua (Gutiérrez y Gálviz 2004).

Diseño de muestreo

Las muestras de ictioplancton fueron obtenidas en las primeras horas de la mañana (06:00 – 10:00 h), haciendo arrastres en el espejo de agua del lago y en todos los caños que tienen conexión con el mismo. Para esto fueron empleadas dos metodologías dependiendo de las condiciones del

hábitat: en el espejo de agua del lago y los caños libres de vegetación las muestras de ictioplancton fueron tomadas con una red de 400 micras de ojo de malla y 0,38 m de diámetro en su boca amarrada a un bote y sumergida a 0,5 m de la superficie. La red filtró contraflujo durante 20 minutos en el lago y el caño principal, y durante dos minutos en los demás caños. La velocidad del arrastre fue de entre 5-8 km/h, haciendo un recorrido en zig-zag en el lago, o siguiendo el curso de los caños.

Adicionalmente, se colectó el ictioplancton presente en las bocas de los caños y en algunos puntos al azar de la orilla del lago, entre la vegetación (gramíneas en su mayoría), usando una red de 400 micras de ojo de malla con aro de 0,20 m de diámetro, unido a un tubo que permitía maniobrar la red dentro de la vegetación desde el bote. Todo el material fue almacenado en tarros plásticos no traslúcidos rotulados debidamente con la estación de muestreo, la fecha y la hora, y fue agregado alcohol al 96% para su preservación y posterior separación y análisis.

Laboratorio

Cada muestra fue lavada y el ictioplancton fue separado del resto de material filtrado por las redes empleando tamices de diferente ojo de malla y una fuente de luz directa para facilitar su observación. El ictioplancton fue almacenado en viales con alcohol al 96% para posterior análisis e identificación. Cada vial fue debidamente marcado con el sitio y fecha de colecta. La identificación de los especímenes fue llevada a cabo empleando un estereoscopio Olympus con aumento de 0,65x a 4x y un microscopio Olympus con aumentos de 10x y 40x cuando fue necesaria mayor resolución. Las larvas fueron separadas según el avance en su desarrollo de acuerdo a lo propuesto por Kendall *et al*. (1984) con modificaciones de Nakatani (2001).

Las larvas fueron clasificadas en cuatro estadíos, siguiendo la secuencia de desarrollo de la aleta caudal y sus elementos de soporte:

-Larval vitelino: comprendido entre la eclosión y el inicio de la alimentación exógena (ojo completa o parcialmente pigmentado, boca y ano abiertos).

-Preflexión: va desde el inicio de la alimentación exógena hasta el inicio de flexión de la notocorda, con el aparecimiento de los elementos de soporte de la aleta caudal.

-Flexión: va desde el inicio de flexión de la notocorda, con el aparecimiento de los elementos de soporte de la aleta caudal, hasta la completa flexión de la misma, aparecimiento del botón de las aletas pélvicas y el inicio de la segmentación de los radios de las aletas dorsal y anal.

-Posflexión: va desde la completa flexión de la misma, aparecimiento del botón de las aletas pélvicas y el inicio de la segmentación de los radios de las aletas dorsal y anal hasta la completa formación de los radios de las aletas pectorales, absorción de la aleta embrionaria y el aparecimiento de escamas.

-Los juveniles son considerados pequeños adultos, caracterizados por la completa formación de los radios de las aletas y surgimiento de las escamas, hasta la primera maduración sexual (Nakatani *et al*. 2010).

Para la identificación de los especímenes se empleó el método de secuencia regresiva del desarrollo y fueron usadas las claves y descripciones de Gutiérrez y Gálviz (2004) y Nakatani *et al*. (2010).

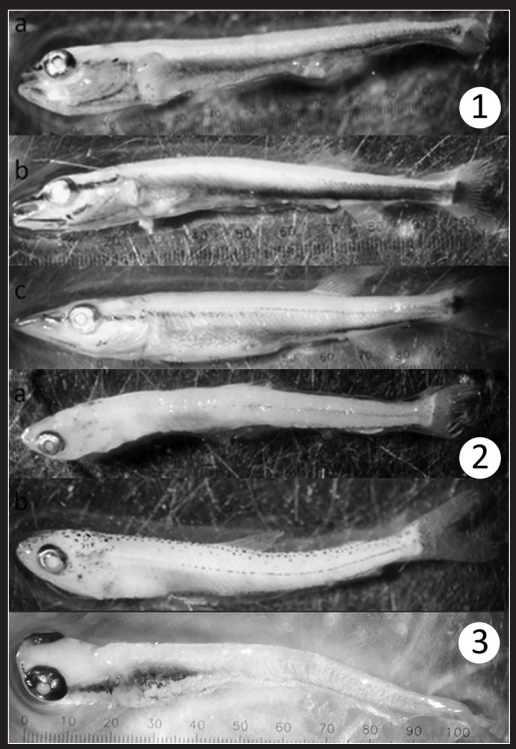
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 1.445 individuos fueron colectados y examinados, 871 en el lago Caballo Cocha y 574 en el lago Tarapoto. Estos individuos fueron agrupados en 29 taxones (Anexo 1), cinco identificados a nivel de especie, ocho a nivel de género, ocho a nivel de familia y ocho a nivel de orden; reflejo del gran vacío en el estudio del ictioplancton, por lo que no hay descripciones y claves taxonómicas para la identificación de larvas de peces amazónicos.

Todos los individuos colectados corresponden a cuatro órdenes: Characiformes (98, 68% de la abundancia y 89,7% de la riqueza), Perciformes (0,69% de la abundancia y 3,34% de la riqueza), Siluriformes (0,55% de la abundancia y 3,34% de la riqueza) y Synbranchiformes (0,067% de la abundancia y 3,34% de la riqueza) (Tabla 1). Esta prevalencia del orden Characiformes ya ha sido observada por otros autores en el sistema del río Amazonas (Araújo-Lima y Oliveira 1998; Leite *et al*. 2006) y del río Madeira (Goulding 1980), quienes tampoco encontraron larvas ni juveniles de siluriformes de la familia Pimelodidae. Sin embargo, Gutiérrez y Gálviz (2004) encontraron una alta proporción de taxones dentro de esta familia (20 de 56 taxones encontrados) en la región de

ANEXO 1

Un total de 1.445 individuos fueron colectados, 871 en el lago Caballo Cocha y 574 en el lago Tarapoto. Estos ejemplares fueron agrupados en 29 taxones, cinco identificados a nivel de especie, ocho a nivel de género, ocho a nivel de familia y ocho a nivel de orden; los cuales quedan expuestos en estas once planchas identificativas.

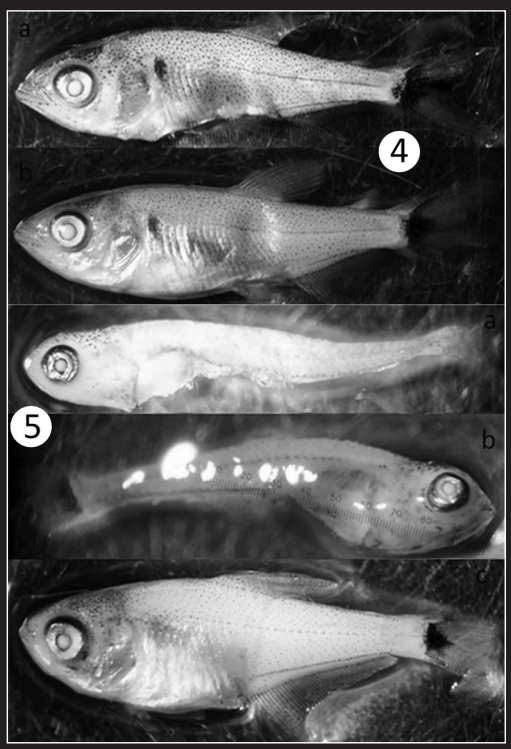


Plancha 1:

1 *Acestrorhynchus* sp. a) Preflexión, b) Flexión y c) Posflexión.

2 *Anodus elongatus.* a) Flexión y b) Posflexión.

3 *Schizodon* sp. Preflexión.



Plancha 2:

4 *Brycon* sp. a) Posflexión y b) Juvenil.

5 Characidae sp. a) Preflexión, b) Flexión y c) Posflexión.

Plancha 3:

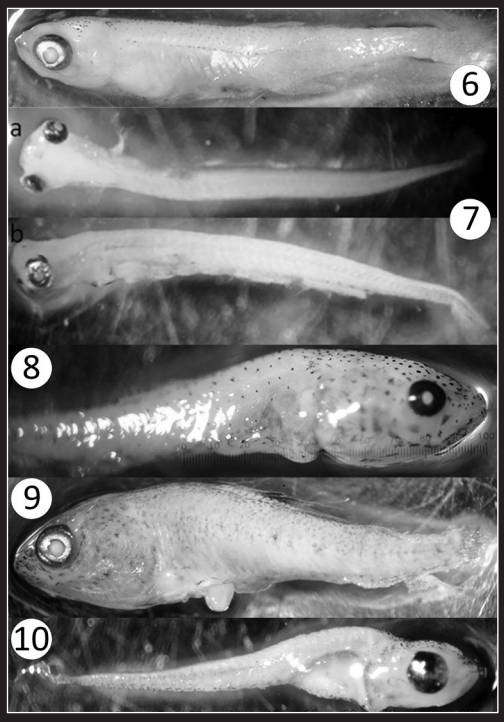
6 Anostomidae sp. Posflexión.

7 Characiforme sp1. Preflexión. a) Vista dorsal y b) Vista lateral.

8 Characiforme sp2. Flexión.

9 Characiforme sp3. Flexión.

10 Characiforme sp4. Preflexión.



Plancha 4:

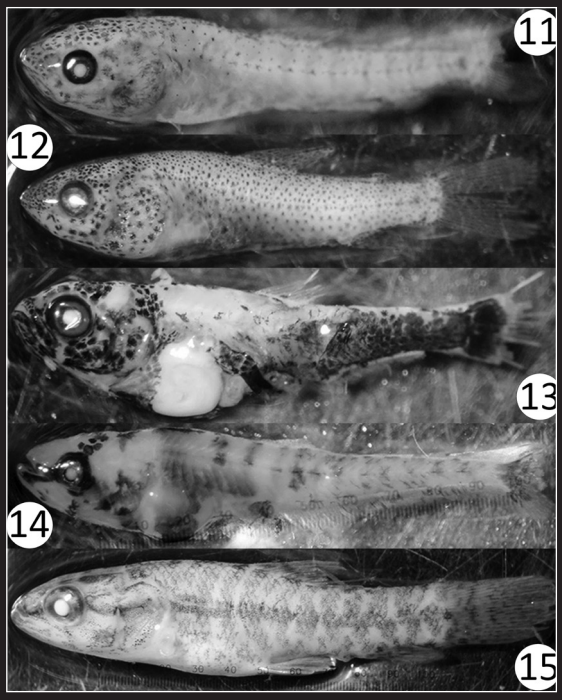
11 Characiforme sp5. Flexión.

12 Characiforme sp6. Posflexión.

13 Characiforme sp7. Flexión final.

14 Characiforme sp8. Flexión.

15 *Hoplias* sp. Juvenil.



Plancha 5:

16 *Colossoma macropomum*. a) Flexión y b) Posflexión;.

17 Curimatidae sp. a) Flexión y b) Posflexión.





Plancha 6:

18 Leporinus sp. a) Flexión, b) Posflexión y c) Juvenil.

19 *Mylossoma duriventre*. a) Flexión y b) Posflexión.

Plancha 7:

20 *Mylossoma aureum*. a) Preflexión, b) Posflexión inicial, c) Posflexión final y d) Juvenil.

Plancha 8:

21 *Psectrogaster* sp. a) Flexión y b) Posflexión.

22 Serrasalmidae sp1. Flexión.

23 Serrasalmidae sp3. a) Posflexión inicial y b) Posflexión final.

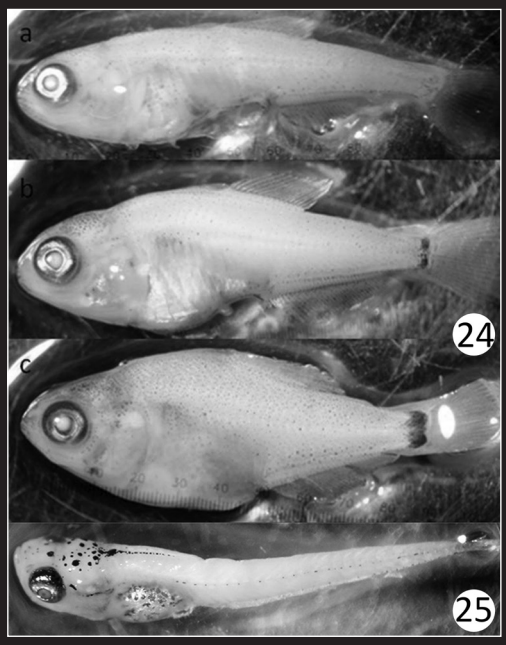


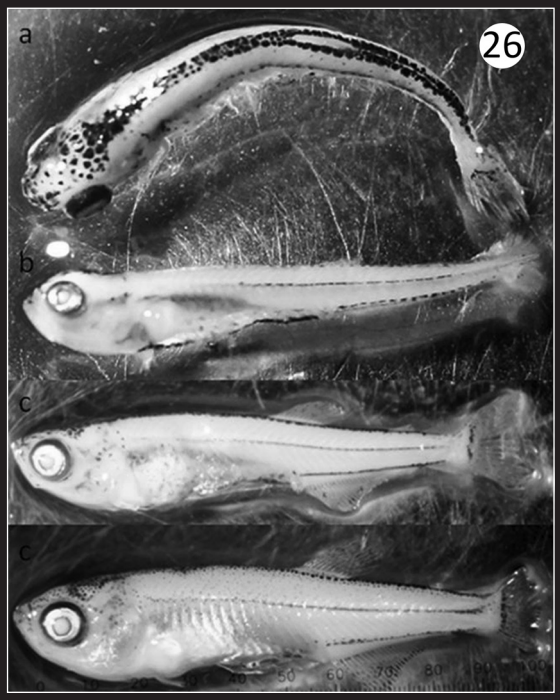


Plancha 9:
24 Serrasalmidae sp2. a) Flexión, b) Posflexión inicial y c) Posflexión final.
25 Thoracocharax sp. Preflexión.

Plancha 10:
26 *Triportheus* sp. a) Preflexión vista dorsal, b) Preflexión vista lateral, c) Flexión y d) Posflexión.

Plancha 11:
27 Cichlidae sp. Posflexión.
28 Loricariidae sp. Posflexión.
29 *Synbranchus marmoratus*. Posflexión.







Puerto Nariño en el periodo de aguas ascendentes de 2003, encontrando que las especies de esta familia, en su mayoría de gran impacto comercial, encuentran refugio en la zona, lo que resalta su importancia para la conservación de las mismas. La ausencia de siluriformes en este trabajo puede obedecer a que estos aún se encontraban remontando el río Amazonas para realizar los desoves durante el periodo de aguas altas.

Tabla 1. Abundancia de taxones encontrados por estadío de desarrollo en Caballo Cocha y Tarapoto.

			Caballo Cocha				Tarapoto				
Orden	**Familia**	**Taxa**	**Prefl.**	**Flex.**	**Posfl.**	**Juv.**	**Prefl.**	**Flex.**	**Posfl.**	**Juv.**	**Total**
Characiformes	**Acestrorhynchidae**	Acestrorhynchus sp.	2				3	9	11		25
	Anostomidae	Anostomidae sp.	2						1		3
		Leporinus sp.		3	49	5					57
		Schizodon sp.	4								4
	Bryconidae	Brycon sp.			10						10
	Characidae	Characidae sp.	3		1				81		85
	Characiformes	Characiforme sp1	8								8
		Characiforme sp2		1							1
		Characiforme sp3			1						1
		Characiforme sp4	2								2
		Characiforme sp5		1							1
		Characiforme sp6			2	1					3
		Characiforme sp7					6	4	14		24
		Characiforme sp8							1		1
	Curimatidae	Curimatidae sp.	1	4	12						17
		Psectrogaster sp.		2	1						3
	Erythrinidae	Hoplias sp.								1	1
	Gasteropelecidae	Thoracocharax sp.	1								1
	Hemiodontidae	Anodus elongatus	161	144	74				3		382
	Serrasalmidae	Colossoma macropomum		1	4	1					6
		Mylossoma aureum	2	13	24	1				1	41
		Mylossoma duriventre		1	2						3
		Serrasalmidae sp1	1	4							5
		Serrasalmidae sp2					24	15	151		190
		Serrasalmidae sp3					13				13
	Triportheidae	Triportheus sp.	104	160	54	1	50	46	123		538
Perciformes	**Cichlidae**	Cichlidae sp.						3	6	1	10
Siluriformes	**Loricariidae**	Loricariidae sp.			3				4	1	8
Synbranchiformes	**Synbranchidae**	Synbranchus marmoratus							1		1
Total general			**291**	**334**	**237**	**9**	**96**	**78**	**396**	**4**	**1445**

Puesto que el régimen de los pulsos de inundación en la región amazónica es determinante en el ciclo de vida de los peces, produciendo las señales ambientales que inducen actividades como la reproducción, y dado que el reclutamiento en peces depende, entre otras cosas, del sincronismo entre el momento y el sitio de reproducción (Santos *et al*. 2010); es posible que la baja riqueza encontrada en este estudio responda, entre otras cosas, a la época de muestreo (aguas bajas – comienzo de aguas ascendentes), periodo en el cual el río y sus lagunas fluctúan de nivel y el sentido de flujo río-laguna-río puede cambiar de un día para otro según sean más fuertes las lluvias locales o las del piedemonte de los Andes (Galvis *et al*. 2006). Es por esto que las especies que realizan migraciones apenas están comenzando su periodo reproductivo o incluso muchas no lo han comenzado, pues hay estudios que concluyen que la mayor actividad reproductiva de los peces en la cuenca amazónica se da en los periodos de aguas ascendentes y aguas altas (Fernandes y Merona 1988; Isaac *et al*. 2000; Santos *et al*. 2010); además, muchas de las especies desovan en el canal principal del río Amazonas y otros ríos principales (Goulding 1980; Fernández 1997) y no en los sistemas lénticos, usando estos últimos como zona de crianza, a los cuales llegan con las inundaciones, cuando los ríos se desbordan y entran al plano inundable y sus lagos.

Además, la distribución de huevos y larvas varía tanto espacial como temporalmente dentro de un año y a través de varios años, por fluctuaciones poblacionales debido a condiciones intrínsecas de las mismas poblaciones, a la variabilidad anual de las lluvias, la temperatura y las variables fisicoquímicas del ambiente acuático como, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica, entre otras (Nakatani *et al*. 1997a, Nakatani *et al*. 2001, Kelso y Rutherford 1996), por lo que estos resultados dan cuenta de solo una pequeña fracción de las especies que utilizan estos ambientes como zonas de crianza, siendo necesario realizar nuevas colectas en otras épocas para conocer mejor la dinámica reproductiva y de reclutamiento de las especies amazónicas.

Las estrategias reproductivas en peces dulceacuícolas son muy diversas, particularmente en el Amazonas y su zona inundable, las cuales se ven afectadas por el pulso de inundación, que regula la ganancia y utilización de la energía para llevar a cabo la reproducción (Santos *et al*. 2010). En este estudio, los taxones más abundantes fueron T*riportheus*

sp., *Anodus elongatus* y *Serrasalmidae* sp., seguidos de *Characidae* sp., *Leporinus* sp. y *Mylossoma aureum*. De estos, *A. elongatus*, *Triportheus* sp., *Leporinus* sp., y *M. aureum* fueron los más abundantes en el lago Caballo Cocha; y *Triportheus* sp., *Serrasalmidae* sp. y *Characidae* sp. en el lago Tarapoto. La presencia y abundancia de estas especies es reflejo de sus estrategias reproductivas, como se discute a continuación.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el lago Caballo Cocha encajan en el patrón reproductivo de migración propuesto por Goulding (1980), en el que los peces adultos migran de ambientes de aguas pobres hacia los ríos de aguas ricas en nutrientes para efectuar los desoves, y posteriormente sus larvas alcanzan los lagos por deriva cuando el nivel del río sube y las larvas son empujadas a través de los caños y la zona inundable a los lagos, en donde podrán llevar a cabo su desarrollo. En el momento del muestreo, el lago Caballo Cocha había presentado algunos picos de subida del nivel del agua, durante los cuales es posible que hayan ingresado las larvas de estas especies.

A excepción de *Triportheus* sp., las larvas más abundantes en el lago Tarapoto corresponden a especies lénticas, que realizan los desoves en los mismos lagos, caños o ríos más pequeños como el Loretoyacu. La alta abundancia de *Triportheus* sp. indica que realiza sus desoves en el río Amazonas temprano durante las primeras crecientes y que ingresa en los lagos de la planicie de inundación con los primeros picos de crecidas del río, probablemente a través de pequeños caños como el caño Zancudillo que tiene conexión con el Amazonas, modelo que fue propuesto por Gutiérrez y Gálviz (2004). Así mismo, Junk (1985) propone que los individuos de *T. elongatus* realizan una postura masiva al año que corresponde al momento en que el nivel del río empieza a aumentar.

Ya ha sido reportado por otros autores (Goulding 1980; Lima y Araújo-Lima 2004;Leite *et al*. 2006) que especies como *Mylossoma aureum*, *Colossoma macropomum*, *Anodus elongatus*, *Triportheus elongatus*, *Brycon* sp. y *Leporinus* sp., se encuentran en ambientes amazónicos con diferente tipo de aguas, pero sus larvas y juveniles son encontradas solo en los sistemas de aguas blancas, como aquellos asociados al río Amazonas. Se reporta también, que son especies propias de lagos y permanecen allí y en el área de várzea, excepto cuando migran lateralmente a desovar en el río, aunque sus larvas se desarrollan en la várzea. Además de las

larvas provenientes del río, muchas especies se reproducen en el propio lago, como es el caso de especies de las familias Cichlidae, Loricariidae y Erythrinidae, que también aportan en la ocurrencia de picos aislados de larvas. Los peces no migratorios, como los pertenecientes a estas familias pueden desovar durante todos los periodos hidrológicos, indicando que los cambios de nivel de las aguas tienen poco efecto en sus procesos reproductivos (Wellcomme 1985).

Nueve taxones solo estuvieron representados por un individuo durante todo el muestreo, estos son: Characiforme sp2, Characiforme sp3, Characiforme sp5, Characiforme sp7, Characiforme sp8, *Hoplias* sp., *Synbranchus marmoratus* y *Thoracocharax* sp. (Tabla 1). Esto, al igual que la ausencia de huevos y embriones en las colectas, puede deberse en parte a los métodos de colecta empleados, pues se sabe que los huevos de especies lénticas presentan algún tipo de adhesión al sustrato (Godinho *et al*. 2010); adicionalmente, al haber cuidado parental es posible que haya elaboración de nidos en el fondo, por lo que las redes, que tienen filtración superficial, sesgan la colecta. *Hoplias* sp. es un caso que presenta esta condición, ya que los adultos son sedentarios y tienen cuidado parental, sus larvas pueden encontrarse en ambientes lóticos, lénticos y semilóticos. Según Bialetski *et al*. (2002), *Hoplias malabaricus* desova antes de la inundación, de modo que sus larvas

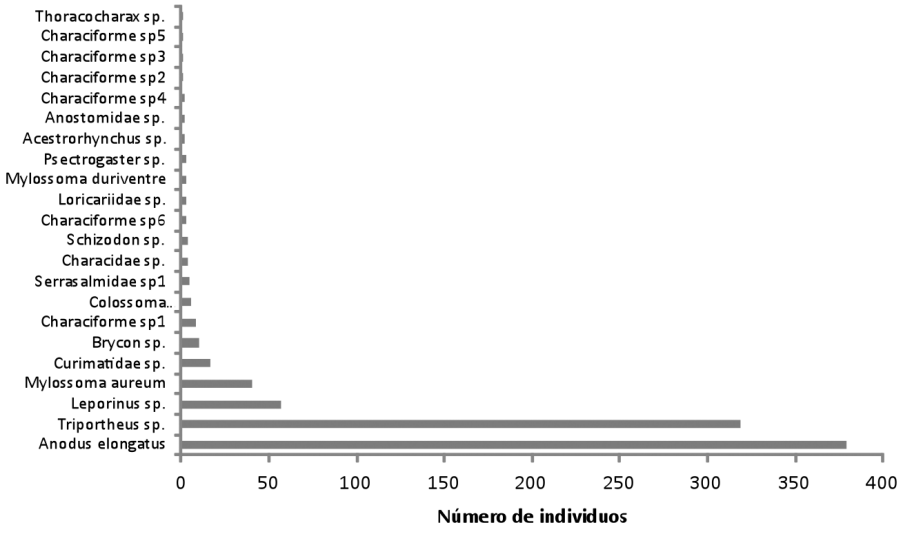


Figura 1. Abundancia de los taxones encontrados en el lago Caballo Cocha.

alcanzan estados de desarrollo avanzados mientras otras especies aún están desovando, minimizando así la depredación y optimizando el uso del alimento disponible; sin embargo, el hábito que tienen las larvas o el comportamiento de cuidado parental de los adultos pudieron afectar su colecta en este estudio.

De los 30 taxones encontrados, solo siete estuvieron presentes en ambos lagos: *Acestrorhynchus* sp., *Anodus elongatus*, Characidae sp., Loricariidae sp., *Mylossoma aureum*, y *Triportheus* sp. (Tabla 1). Se ha visto que la estructuración de las comunidades en ambientes lénticos se ve afectada por la transparencia, la profundidad y la concentración de oxígeno, principalmente (Tejerina-Garro *et al*. 1998), lo que puede explicar la baja proporción de especies compartidos entre los dos lagos, ya que las condiciones, especialmente de transparencia y profundidad, pueden llegar a ser muy diferentes entre ambos sistemas. Además, se espera que la estructura de la comunidad de peces sea diferente entre lagos que tienen diferente grado de conexión con el canal principal del río (Junk *et al*. 1983).

Con relación a los estadíos de desarrollo, todo el ictioplancton colectado corresponde a larvas y juveniles, no se encontraron embriones en ninguna fase (huevo, embrión inicial, embrión final); probablemente porque las especies que desovan en lagos adhieren sus huevos a algún sustrato, pueden hacer nidos o pueden "incubar" en sus propias bocas, lo que

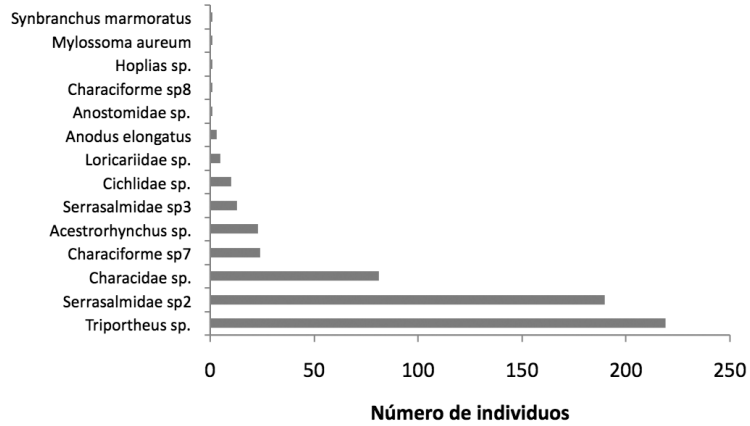


Figura 2. Abundancia de los taxones encontrados en el lago Tarapoto.

hace que estos sean muy difíciles de colectar. Las larvas se encontraron en todas sus fases de desarrollo (preflexión, flexión, posflexión) y fueron colectados además algunos juveniles. La mayor concentración de larvas en estadíos avanzados ocurre en áreas de inundación reciente, en donde hay una gran disponibilidad de refugio y alimento (Leite y Araújo-Lima, 2002). Muchas de estas áreas se encuentran en las márgenes de los lagos, particularmente en los primeros meses de inundación (Leite *et al*. 2006). Lo cual coincide con los resultados obtenidos, ya que la mayor abundancia de larvas fue colectada en los bordes de los lagos y en los caños, entre las raíces y las plantas sumergidas.

En conclusión, puede decirse que los lagos Caballo Cocha y Tarapoto son áreas importantes para el desarrollo de las larvas de peces. Sin embargo, es evidente la necesidad de realizar trabajos base a mediano y largo término, empleando diferentes metodologías y tomando en cuenta diferentes factores tanto bióticos como abióticos; para poder conocer a fondo la diversidad y abundancia del recurso pesquero y su dinámica dentro del ecosistema, información básica importante para plantear políticas de utilización que aseguren un uso sustentable de los recursos ícticos del país y de la Amazonia sin llevar a desequilibrios ambientales, y evitar planes de manejo basados en suposiciones. Más cuando gran parte de los individuos colectados corresponden a especies de importancia comercial, como es el caso de *Mylossoma aureum*, *Mylossoma duriventris*, *Triportheus* sp., *Leporinus* sp., *Colossoma macropomum*, *Anodus elongatus*, *Brycon* sp., *Cichlidae* sp., *Curimatidae* sp. y los serrasálmidos, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

A la Comunidad Andina de Naciones que financió este estudio en el marco del Proyecto "Gestión Binacional de Humedales con fines de Seguridad Alimentaria y Conservación" y a la fundación Omacha, especialmente a Julián Quesada, Carlos Ferrer, Lorena Ortiz y Rodolfo Macedo por el apoyo logístico en campo. Al Laboratorio de Ictiología de la Universidad de Antioquia por brindarme el espacio para el análisis del material colectado. A José Caly por su ayuda para procesar el material y a Andrés Montoya por su ayuda para identificarlo. A Cornelio Bota por su ayuda con la revisión y valiosos comentarios al texto, y su gran ayuda en la elaboración de las planchas.

LITERATURA CITADA

Agostinho A., A. Vazzoler, L. Gomes & E. Okada.1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. Revista de Hydrobiología Tropical 26(1):19-90.

Albert J.S., P. Petry & R.E. Reis. 2011. Capítulo 2: Major Biogeographic and Phylogenetic Patterns Pp 21-56. En: Albert J.S. & R.E. Reis (Eds.). Historical Biogeography of Neotropical freshwater Fishes. University of California, 388pp.

Araujo-Lima C. 1985. Aspectos biológicos de peixes amazonicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazonia central. Revista Brasileira de Biologia 45:423-431.

Araujo-Lima C. 1991. A larva da branquinha comum, *Potamorihina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia central. Revista Brasileira de Biologia 51(1):45-56.

Araujo-Lima C. 1994. Egg size and larval development in central Amazon fish. Journal of Fish Biology 44:371-389.

Araujo-Lima C. & E.C. Oliveira. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. Journal of Fish Biology 53(Suplement A):297-306.

Araujo-Lima C., L. Kirovsky & A. Garcia. 1993. As larvas dos pacus, *Mylossoma spp* (Teleostei; Characcidae), da Amazonia Central. Revista Brasileira de Biologia 53(4):591-600.

Araujo-Lima C., D. Savastano & L. Cardeliquio. 1994. Drift of *Colomessus asellus* (Teleostei: Tetraodontidae) larvae in the Amazon river. Revista de Hydrobiología Tropical 27(1):33-38.

Bialetzki A., K. Nakatani, P. Sanchez & G. Baumgartner. 2002. Spatial and temporal distribution of larvae and juveniles of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) In the upper Paraná river floodplain. Brazilian Journal of Biology 62(2): 211-222.

Duque S., J. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología. En: Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasilero. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santafé de Bogotá.

Fernandes C. C. & B. Merona. 1988. Lateral migrations of fish on a floodplain system in the Central Amazon (Careiro Island - Lake Rei), Br. Preliminary Analysis. Memoria de La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 48(2):409-432.

Fernández C. 1997. Lateral Migrations of Fishes in Amazon, Floodplains. Ecology of Freshwater Fish 6:36-44.

Galvis G., J.I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce & M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas. Región de Leticia. Serie guías tropicales de campo, 548pp

Goulding M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in the amazonian natural history. University of California press.

Gutiérrez M.A. & G. Gálvis. 2004. Estudio de los estados larvales de la ictiofauna en la zona de Puerto Nariño, Amazonia Colombiana, durante el período de aguas ascendentes (2003). Acta Biológica Colombiana 9(2):139pp.

Hamilton S.K., J. Kellndorfer, B. Lehner & M. Tobler. 2007. Remote sensing of floodplain geomorphology as a surrogate for biodiversity in a tropical river system (Madre de Dios, Peru). Geomorphology 89:23-38.

Isaac V. J., V. L. C. Rocha & S. Q. C. Mota. 2000. Ciclo reprodutivo de algumas espécies de peixes comerciais do baixo Amazonas pp.31-61. En: Recursos pesqueiros do Médio Amazonas – Biologia e Estatística Pesqueira. Série Estudo Pesca, Coleção Meio Ambiente. Brasília, Ibama, 86p.

Junk W.L., G.M. Soares & F.M. Carvalho. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleao), with special reference to extreme oxygen conditions. Amazoniana 7:397-431.

Junk W.J. 1985. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. Amazoniana 9(3):315-352.

Junk W.J. & K.M. Wantzen. 2003. The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and Applications - An Update. Pp.117-140. En: Welcomme R.L. & T. Petr (Eds.). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publication 2004/16.

Junk W.J. 2005. Flood pulsing and the linkage between terrestrial, aquatic, and wetland systems. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie 29:11-38

Kelso W. & A. Rutherford. 1996. Collection, preservation, and identification of fish eggs and larvae. En: Fisheries Techniques. B. Murphy & D. Willis. Bethesda, Maryland. American Fisheries Society:255-285.

Leite R.G., J. V. V. D. Silva, & C. E. Freitas. 2006. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 36(4):557-562.

Lima, A.C; Araújo-Lima, C.A.R.M. 2004. The distribution of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology* 49:1-14.

Lowe-McConnell R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, New York (USA), 382pp

Munro A.D. 1990. General Introduction. pp.1-12. En: Munro A.D., A.P. Scott & T.J. Lam (Eds.). Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences. Boca Raton, Florida CRC Press Inc.

Nakatani K., J. Latini, G., Baumgartner & M. Baumgartner. 1993. Distribução espacial e temporal das larvas de curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel 1984) (Osteichthyes, Sciaenidae), no reservatório de Itaipu. Revista Unimar 15 (suplemento):191-209

Nakatani K., G. Baumgartner & M. Cavicchioli. 1997a. Ecologia de ovos e larvas de peixes. En: Vazzoler A., A. Agostinho & N. Hahn (Eds.). A planicie de inundaçao do alto ri Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeonómicos. Ed. Universidade Estadual de Maringa.

Nakatani K., G. Baumgartner, A. Bialtetzki & P. Sanches. 1997b. Ovos e larvas de peixes do reservatório de Segredo. En: Agostinho, A & L. Gomes (Eds.). Reservatório de Segredo: Bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem.

Nakatani K., A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialetzki, P. Sanches, M. Cavicchioli & C. Pavanelli. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificaçao. Ed. Universidade Estadual de Maringa.

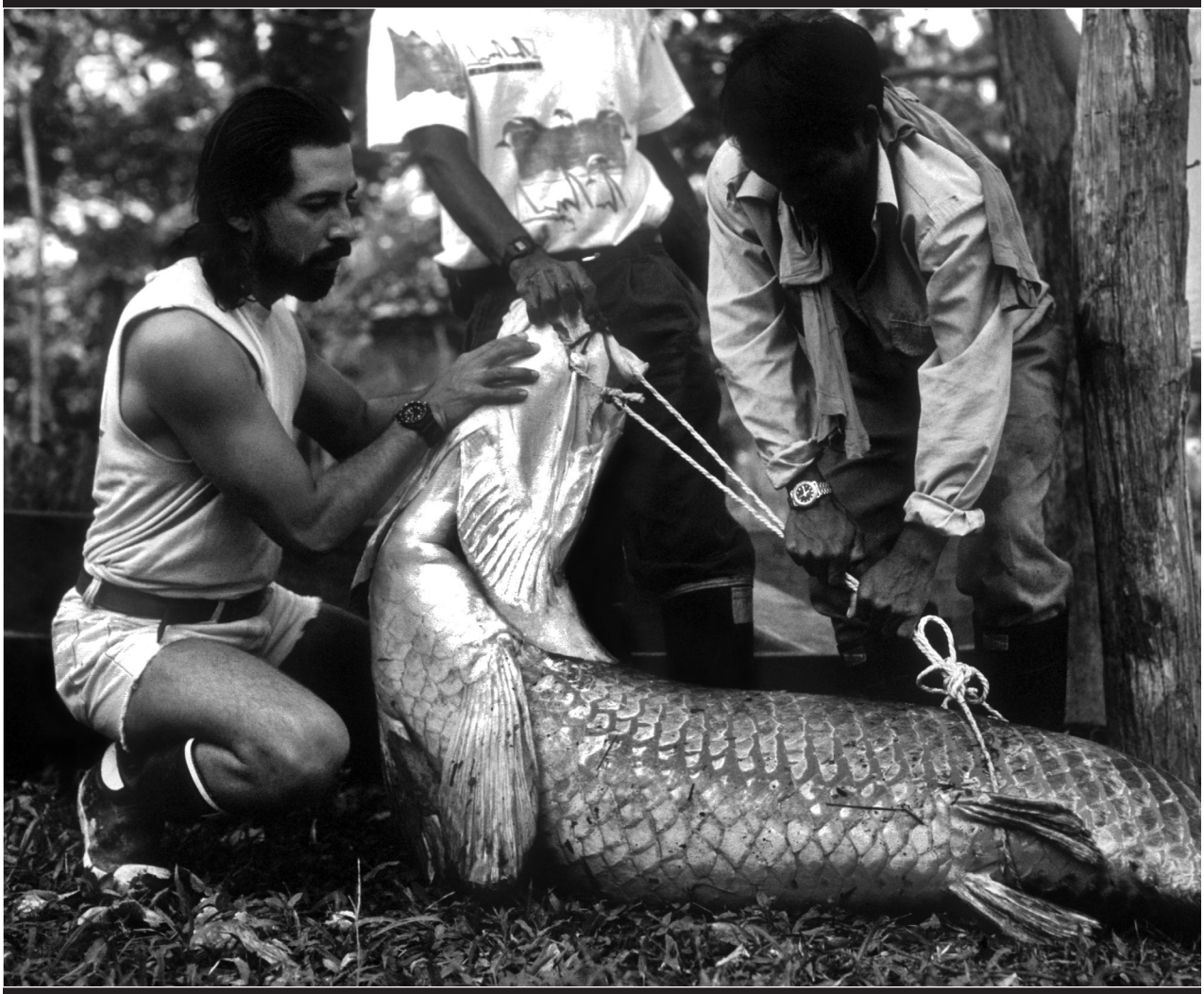
Nascimento F. & C. Araujo-Lima. 1993. Descrição das larvas de *Psectrogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia central. Acta Amazonica 23(4):457-472

Pantoja A.L. 2010. Influencia del Pulso de Inundación sobre las comunidades planctónicas de los lagos peruanos Caballo Cocha y Cushillo Cocha (Cuenca río Amazonas). Tesis de Grado, Universidad del Cauca, Popayán, 129 pp.

Santos R. N. D., S. Amadio & E. J. Ferreira. 2010. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian fish species. Neotropical Ichthyology 8(1):155-162.

Tejerina-Garro F. L., R. Fortin, & M. A. Rodríguez. 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. Environmental Biology of Fishes 51(4):399-410.

Urbano A. 2012. Determinación de la Composición íctica de los lagos de Tarapoto y Caballo Cocha. Informe técnico, Fundación Omacha, 10 pp.



4.3 · BIOLOGÍA REPRODUCTIVA Y DIETA DEL PIRARUCÚ (*ARAPAIMA GIGAS*) (OSTEICHTHYES: ARAPAIMIDAE), EN LOS LAGOS DE TARAPOTO, AMAZONIA COLOMBIANA

Sandra Beltrán Pedreros[1,2] y Johanna Hurtado Astaiza[3]



PIRARUCÚ (BIOLOGÍA)

RESUMEN

En 1997 se estudió la biología poblacional del pirarucú (*Arapaima gigas* Schinz 1822) con animales capturados por pescadores locales en los lagos de Tarapoto y El Correo (municipio resguardo de Puerto Nariño, Amazonia colombiana). Los hábitos alimentarios y estadios de maduración gonadal fueron analizados en función del ciclo hidrológico. Fueron definidas relaciones biométricas (longitud corporal total con el peso, la longitud de la cabeza y de la lengua) y estimados el factor de condición, la proporción de sexos, longitud de la primera maduración sexual, la época y tipo de desova y la fecundidad. La especie se alimenta principalmente de peces (F=93%) y crustáceos (F=52,1%), siendo las familias de mayor importancia en la dieta: Prochilodontidae, Curimatidae y Characidae. La proporción sexual fue de 1:1,2 (H:M) y ambos sexos alcanzaron la madurez sexual a los 150 cm de longitud total. La desova parece ser total y acontece entre septiembre y noviembre (fin de la seca hasta inicio de la llena), y la fecundidad total media fue de 58.125,5 ovócitos maduros/gónada. Los coeficientes a y b de la relación peso/longitud no mostraron diferencia significativa entre los sexos y la relación fue P=7,5x10-6 C3,05. La relación longitud corporal con la lengua fue CL=-0,06+0,1C y con la cabeza fue Cc=0,8+0,2C.

Palabras clave: *Arapaima gigas*, pirarucú, Amazonas colombiano, dieta, reproducción.

ABSTRACT

Populational biology of pirarucu (*Arapaima gigas*) was studied in Tarapoto and El Correo lakes (Municipality and Indigenous Protection Area

[1] Profa. Dra. Investigadora Fundación Omacha, beltranpedreros@hotmail.com

[2] Profesora e Investigadora Faculdade La Salle Manaus (AM- Brasil)

[3] Dra. Investigadora La Selva Biological Station, Organization for Tropical Studies, Sarapiqui, Costa Rica.

of Puerto Nariño, Colombian Amazon) in 1997. Specimens were caught by the local fisherman. Feeding habits and gonadal maturity stages were analyzed in relation to the hydrologic cycle. Biometrics relations (body length in relation to weight, head and tongue lengths) were defined, and condition factor, sex ratio, size at first sexual maturity, type and period of spawning and fecundity were calculated. Fish (F=93%) and crustaceans (F=52,1%) were the main food items among prey fishes, the most important families were Prochilodontidae, Curimatidae and Characidae. The sex ratio was 1:1,2 F:M. Females and males reached sexual maturity at 150 cm total long, and the presumably total spawning occurred between September and November (dry and beginning of the flooding season) and the average absolute fecundity was of 58.125,5 maturity eggs/gonads. The a and b coefficients for the length/weight relation wasn't different between sexes and the equation for species was P=7,5x10-6 C3,05. The body length relations with tongue and head lengths were linear and its equations were respectively: CL= -0,06+0,1C and Cc= 0,8+0,2C

Key words: *Arapaima gigas*, pirarucu, colombian, Amazon, diet, reproduction

INTRODUCIÓN

El pirarucú (*Arapaima gigas*) es probablemente el mayor pez con escamas de agua dulce, llegando a superar los 3 m de longitud total y 150 kg de peso (Wootton 1990), por lo que es uno de los más importantes recursos pesqueros de la región amazónica, donde está ampliamente distribuido (Imbira *et al.* 1993). Como miembro de los Osteoglossiformes, presenta, además de la respiración branquial, respiración accesoria con uso de la vejiga natatoria vascularizada (Sawaya 1946). Es un depredador básicamente piscívoro (Goulding 1980), con una alta participación de crustáceos en la dieta (Queiroz y Sardinha 1999; Queiroz 2000).

Los aspectos reproductivos de la especie han sido los más trabajados en diferentes áreas de la distribución geográfica, tanto con fines de conocimiento y manejo del recurso como para su aplicación en la piscicultura. Como la mayoría de las especies de peces amazónicos, el pirarucú presenta una fuerte relación entre el ciclo reproductivo y la dinámica del nivel de las aguas (Lowe-McConnell 1987), presentando un pico reproductivo asociado al inicio de la llena, que ocurre en agosto en el Perú (Flores 1980), en noviembre y enero en la Amazonia central (Queiroz y Sardinha 1999) y en marzo en el estuario amazónico (Menezes 1951).

Según Fontenele (1948, 1953), Lüling (1964) e Imbira *et al*. (1993) la madurez sexual es alcanzada con 40 a 45 kg de peso, longitud corporal de 1,7 m y una edad estimada de cuatro a cinco años. Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000) estimaron un tamaño mínimo entre 1,63 m y 1,67 m para la madurez sexual y una edad de 5 años. La longitud reproductiva de la especie envuelve la formación de parejas monogámicas, construcción de nidos y cuidado parental (Fontenele 1948, 1953; Bard y Imbira 1986; Imbira 1991). La fecundidad estimada por Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000) fue de 27.000 a 65.000 ovocitos, presentando una relación directa con la edad o tamaño de la hembra.

Dada la importancia económica y cultural de la pesca del pirarucú, han sido presentados algunos datos sobre su exploración y comercialización en varios puertos de la Amazonia, donde es visible el declive de la producción (Veríssimo 1895; Menezes 1951; Petrere 1978; Goulding 1979; Smith 1979; Flores 1980; Lowe-McConnell 1987; Pereira-Filho *et al*. 1991; Tello y Montreuil 1994; Queiroz y Sardinha 1999; Queiroz 2000), lo que llevó a decretar un período de veda y de una longitud mínima de captura. Se han realizado diversas investigaciones que procuran el manejo de la especie en la piscicultura, siendo los primeros trabajos publicados los de Fontenele (1948) (Brasil) y de Sánchez (1943) y Lüling (1964) (Perú). En Colombia, la especie es reconocida como de importancia comercial, mas no hay un histórico de la captura y comercialización, como tampoco han sido realizados estudios sobre la especie. Este es el primer trabajo que busca conocer aspectos biológicos y pesqueros del pirarucú en la Amazonia colombiana; sin embargo, existe en el país un período de veda y la ley que regula la captura de ejemplares con tamaño mínimo de 1,5 m.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ejemplares de pirarucú fueron obtenidos en la región de várzea de los lagos de Tarapoto y El Correo, cuenca del río Loretoyacu en la Amazonia colombiana (3º47' S - 70º23' W) (Figura 1). Estos lagos se caracterizan por ser un área de transición entre várzea e igapó. Durante la bajante y la época seca tienen poca influencia del río Amazonas y mayor aporte de agua negra proveniente del río Loretoyacu, con pocos sedimentos, alta proporción de materia orgánica disuelta y bajos valores de pH, dejando las aguas de color negro y profundidad media de 5,5 m. En la llena, el aporte del río Amazonas es mayor, aumentando el sedimento en suspensión y la profundidad llega a los 16,5 m, en media (Duque *et al*., 1997).



Figura 1. Ejemplar de pirarucú capturado en la cuenca del río Loretoyacu.

Durante el año de muestreo (1997) la temperatura media del aire en el área fue de 27,9°C, con máximo en septiembre (31°C) y mínimo en mayo (27,8°C), en cuanto que la temperatura del agua osciló entre 26,7 a 29,5°C. La subida inició en noviembre, la llena en marzo hasta mayo, la bajante a mediados de mayo y la seca se extendió de julio a octubre. La variación del nivel del agua entre seca a llena fue de 9,3 m (Figura 2).

La colecta de datos se limitó al registro de las jornadas de pesca de pirarucú, por los pescadores, sin intervenir en la rutina para no alterar la dinámica de la pesquería. Los pescadores llevaron los ejemplares, capturados por ellos, a la estación biológica de la Fundación Omacha, localizada en el resguardo y allí fueron aplicados los cuestionarios, y colectados datos y material biológico. De cada animal fueron registrados (en centímetros): longitud total, de la cabeza, de la lengua y de las gónadas; el peso (en kg) fue tomado del animal completo y eviscerado (con branquias), gónadas, hígado, estómago y contenido estomacal.

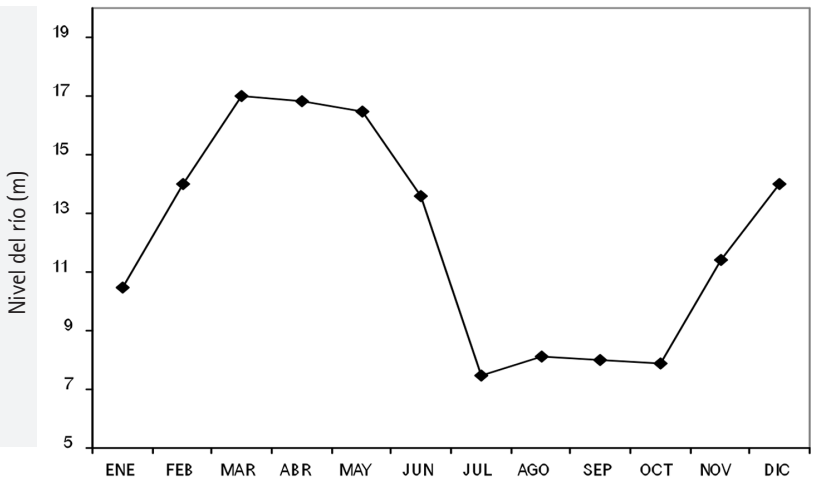


Figura 2. Nivel mensual de las aguas en el sistema de lagos de Tarapoto y El Correo, Amazonia colombiana, para 1997.

Alimentación

De 77 pirarucús colectados, fueron analizados los estómagos de 71 animales; después de pesados, fue separado el contenido estomacal y preservado en alcohol al 70%. El contenido fue analizado por los métodos gravimétrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia para ítems alimentarios completos o parcialmente digeridos, identificados hasta el menor nivel taxonómico posible, y calculados los índices alimentares según las recomendaciones de Santos (1978), Hyslop (1980), Fontelles (1989) y Zavala-Camin (1996): frecuencia de ocurrencia (F), frecuencia numérica (FN), índice de repleción (IR), índice de vacuidad (IV), porcentaje de repleción (PR, según la escala: vacío: 0%, medio vacío: 25%, por la mitad: 50%, medio lleno: 75% y lleno: 100%), cociente alimentario (Q), índice gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

Reproducción

Fue identificado el sexo y el estadio de maduración gonadal, con base en la escala de Vazzoler (1971, 1982) (I: inmaduro; II: en maduración; III: maduro: IV: vaciado) de todos los animales. Las gónadas de la mayor parte de los ejemplares (64 a 66) fueron pesadas y medidas. Los ovarios en estadio III fueron conservados en solución de Gilson para posterior cálculo de fecundidad, en cuanto que los estadios restantes de ovario y testículos fueron conservados en formol 10%.

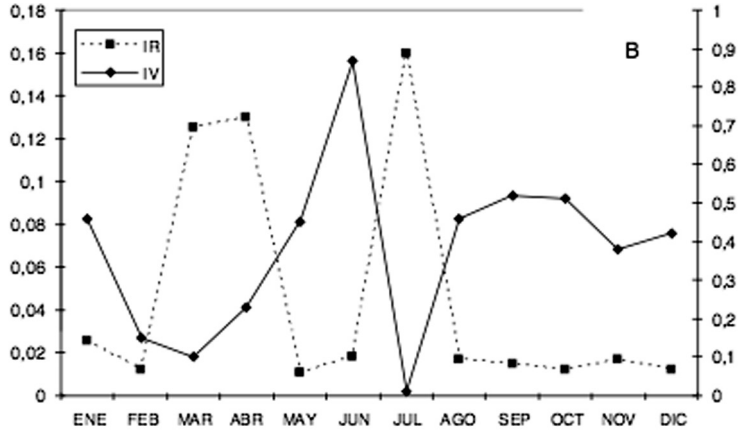


Figura 3. Índice de repleción (IR) y de vacuidad (IV) mensual de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, para 1997.

Los parámetros reproductivos de la especie, estimados como sugeridos por Vazzoler (1982) y Fontelles (1989) fueron: factor de condición (K), índice gonadal (IG), índice gonado-somático o de madurez (IGS), fecundidad, longitud media de la primera maduración sexual y época de desove.

Relaciones corporales

Tratándose de una especie de importancia comercial y amenazada por la sobre pesca, se trataron de establecer las relaciones corporales entre la longitud total y el peso corporal (77 ejemplares) con la longitud de la lengua (77 ejemplares) y de la cabeza (74 ejemplares), como método indirecto para estimar la longitud de animales capturados de los que no se poseen todos los datos.

RESULTADOS

Alimentación

Fueron analizados 71 estómagos de ejemplares de entre 23,4 cm y 265 cm de longitud total, siendo 39 machos y 32 hembras. Ningún individuo presentó estómago repleto, esto es, con las paredes distendidas, y los porcentajes de repleción (PR) fueron: llenos 1,4% (n=1), medio llenos 16,9% (n=12), por la mitad 25,3% (n=18), medio vacíos 33,8% (n=24) y vacíos 22,5% (n=16). Dentro de los estómagos considerados vacíos fueron encontrados otolitos, espinas y cabezas de peces que permitieron la identificación de la mayor parte de las presas.

El índice de repleción presentó valores máximos en abril y julio, picos que correspondieron, en el primer caso a la llena y en el segundo caso al inicio de la seca. Estos meses presentaron los menores índices de vacuidad, siendo el máximo de estómagos vacíos observado en junio (inicio de la bajante del río) (Figura 3).

Fueron identificadas 778 presas en los estómagos (sin incluir material vegetal, restos de peces y crustáceos) con una amplitud de longitud de las presas de 6 a 30 cm. Entre los ítems alimentarios identificados se destacan los peces de las familias Characidae (ocho especies), Cichlidae y Serrasalmidae (cada una con seis especies), Curimatidae, Anostomidae, Loricariidae y Pimelodidae (cada una con tres especies), Erythrinidae y Prochilodontidae (cada una con dos especies), y Doradidae Hypophthalmidae, Callichthydae, Osteoglossidae y Hemiodontidae (cada una con una especie). Entre los crustáceos, las familias Pseudothelphueidae y Palemonidae fueron representadas cada una por una especie. Además de esas presas, fue registrado el consumo de una pequeña tortuga de la familia Podocnemidae. El material vegetal fue constituido por *Pistia stratiotes*, raíces, semillas, hojas y cáscara de árboles (Tabla 1).

De los alimentos encontrados, los peces formaron el grupo dominante (F= 93%; FN=93,6%; G=79,7%; IIR=16116,9), seguido de los crustáceos (F=52,1%; FN=6,3%; G=4,7%; IIR=573,1), material vegetal (F=39,4%; G=1,4%), restos de peces (F=40,8%; G=6,3%) y reptiles (F=1,4%; FN=0,13%; G=0.4; IIR=0,7). Otros ítems de menor importancia sumaron (F=25,3%; G=7,5%).

Los ítems alimentarios con F>50% y considerados alimentos preferenciales para el pirarucú fueron los Curimatídeos (78,8%), Loricarídeos (71,8%), Characídeos (67,6%), Anostomídeos (66,2%), Erythrinídeos (64,8%), Prochilodontpideos (62%), Hypophthalmídeos (60,6%) y Cichlídeos (54,9%), además de crustáceos Pseudothelphusidae (52,1%). Los alimentos considerados secundarios (F entre 10-50%) y accidentales (F<10%) están discriminados con sus frecuencias en la Tabla 1. Los otros componentes de la dieta: material vegetal, limo, restos de peces y crustáceos, no fueron ponderados por ser imposible la cuantificación de los ítems y por ser el resultado del proceso de digestión de otras presas.

Tabla 1. Presas encontradas en el contenido estomacal de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana. N: número de estómagos con ese item, F: frecuencia de ocurrencia, #P: número de presas, FN: frecuencia numérica, P (g): peso en gramas, G: índice gravimétrico, Q: cociente alimentar, IIR: índice de importancia relativa.

Familia	**Especie**	**N**	**F**	**#P**	**FN**	**P(g)**	**G**	**Q**	**IIR**
Peces		**66**	**93**	**728**	**93,6**	**6.814**	**79,7**	**7.459,9**	**16.116,9**
Osteoglossidae	*Osteoglossum bicirrhosum*	1	1,4	1	0,13	18	0,2	0,026	0,5
Erythrinidae		46	64,8	47	6,0	430	5,0	30	712,8
	Hoplias malabaricus	46	64,8						
	Hoplerythrinus unitaeniatus	1	1,4						
Anostomidae		47	66,2	69	8,9	984	11,5	102,3	1.350,5
	Leporinus agassizi	1	1,4						
	Leporinus fasciatus	42	59,1						
	Leporinus trifasciatus	26	36,6						
Hemiodontidae	*Anodus elongatus*	1	1,4	1	0,13	10	0,1	0,013	0,32
Curimatidae		56	78,8	106	13,6	1407	16,4	3.033,3	2.364
	Curimata cyprinoides	56	78,8						
	Curimata rhomboides	1	1,4						
Prochilodontidae		44	62	45	5,8	153	1,8	10,4	4.712
	Prochilodus nigricans	44	62						
	Semaprochilodus sp.	1	1,4						
Serrasalmidae		34	47,9	98	12,6	482	5,3	66,8	857,4
	Metynnis sp.	34	47,9						
	Mylossoma aureum	1	1,4						
	Pygocentrus nattereri	30	42,2						
	Serrasalmus elongatus	28	39,4						
	Colossoma macropomum	4	5,6						
	Piaractus brachypomus	1	1,4						
Characidae		48	67,6	158	20,3	835	9,8	198,9	2.034,8
	Triportheus elongatus	45	63,3						
	Roeboides myersi	14	19,7						
	Chalceus erythrurus	9	12,1						
	Charax gibbosus	8	11,2						
	Acestrorhynchus falcatus	7	9,8						
	Tetragonopterus sp.	48	67,6						
	Moenkhausia lepidura	1	1,4						
	Rhaphiodon vulpinus	21	29,6						
Doradidae	*Amblydoras* sp.	5	7,0	5	0,6	60	0,7	0,42	9,1
Pimelodidae		25	35,2	27	3,5	420	4,9	17,15	295,7
	Rhamdia sp.	25	35,2						
	Pimelodella sp.	1	1,4						
	Sorubim lima	1	1,4						
	Hypophthalmus edentatus	43	60,6	43	5,5	660	7,7	42,3	799,9

Familia	Especie	N	F	#P	FN	P(g)	G	Q	IIR
Peces									
Callichthydae	*Hoplosternum* sp.	22	31	22	2,8	130	1,5	4,2	133,3
Loricaridae		51	71,8	53	6,8	573	6,7	45,6	969,3
	Pterygoplichtys sp.	51	71,8						
	Loricaria sp.	1	1,4						
	Plecostomus sp.	1	1,4						
Cichlidae		39	54,9	53	6,8	652	7,6	51,7	790,6
	Geophagus sp.	2	2,8						
	Satanoperca jurupari	1	1,4						
	Aequidens sp.	27	38,0						
	Cichlasoma amazonarum	1	1,4						
	Cichla monoculus	3	4,2						
	Astronotus ocellatus	1	1,4						
Crustáceos		**37**	**52,1**	**49**	**6,3**	**400**	**4,7**	**29,6**	**573,1**
Palaemonidae	*Macrobrachium* sp.	8	11,3	12	1,5	80	0,9	1,35	27,1
Pseudothelphusidae	*Hypolobocera* sp.	37	52,1	37	4,7	320	3,7	17,4	437,6
Reptiles		**1**	**1,4**	**1**	**0,13**	**38**	**0,4**	**0,05**	**0,74**
Podocnemidae	*Podocnemis* sp.	1	1,4	1	0,13	38	0,4	0,05	0,74
Material vegetal		**28**	**39,4**			**120**	**1,4**		
Restos de peces		**29**	**40,8**			**540**	**6,3**		
Otros (limo)		**18**	**25,3**			**640**	**7,5**		

Analizando la ocurrencia de las especies de peces (Tabla 1), tenemos que las especies más frecuentes (F>50%) fueron: *Curimata cyprinoides*, *Pterygoplichtys* sp., *Hoplias malabaricus*, *Tetragonopterus* sp., *Triportheus elongatus*, *Prochilodus nigricans*, *Hypophthalmus edentatus* y *Leporinus fasciatus*. Entre las especies secundarias (10>F<50%) observamos: *Metynnis* sp., *Pygocentrus nattereri*, *Serrasalmus elongatus*, *Aequidens* sp., *Leporinus trifasciatus*, *Rhamdia* sp., *Hoplosternum* sp., *Rhaphiodon vulpinus*, *Roeboides myersi*, *Chalceus erythrurus* y *Charax gibbosus*. Las demás especies de peces fueron consideradas presas accidentales (F<10%).

El menor ejemplar analizado (23,4 cm de longitud total) tenía dieta constituida por restos de crustáceos, raíces de macrófitas acuáticas e insectos. En el contenido de pirarucús con longitud entre 42,5 a 94 cm (n=20) fueron encontrados peces con longitudes entre 3 y 12 cm, en cuanto que para el mayor ejemplar trabajado (265 cm) fueron registradas presas de hasta 30 cm de longitud.

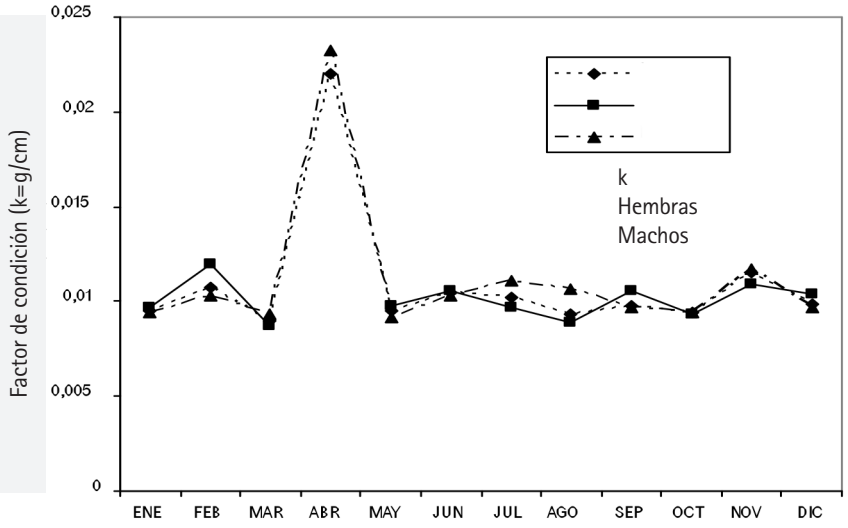


Figura 4. Factor de condición mensual para hembras, machos y sexos combinados (k) del *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, en 1997.

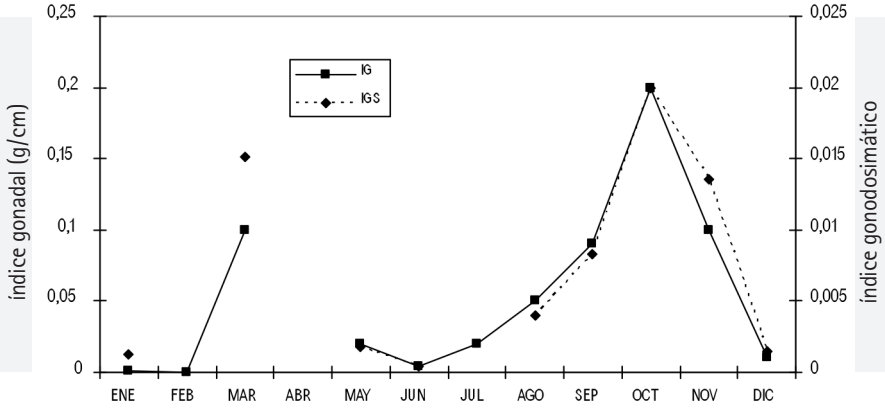


Figura 5. Índice gonadal (IG) y gonadosomático (IGS) mensual de hembras de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, en 1997.

Reproducción

De los 77 ejemplares colectados 42 eran machos y 35 hembras en proporción F:M de 1:1,2. Los valores de factor de condición (K) indican buen estado de nutrición (=0,01 dp=0,007) sin variación entre hembras (=0,01 dp=0,003) y machos (=0,01 dp=0,009), con un pico fuerte en abril, durante la llena (Figura 4). Los índices gonadal (IG) y gonado-somático (IGS) (Figura 5) de las hembras aparentemente tienen comportamiento bimodal, con picos en marzo (inicio de la llena) y octubre (fin de la seca), en ambos casos, el número de muestras de marzo fue muy bajo (una hembra y un macho, ambos en estadio III). Entre los machos fueron observados individuos en maduración inicial desde la mitad de la subida hasta la mitad de la bajante, incrementando de la seca hasta el inicio de la subida.

Tabla 2. Frecuencia absoluta (F) y relativa (f) de hembras y machos de *Arapaima gigas*, en la Amazonia colombiana, para cada estadio de madurez gonadal (I, II, III) por clase de longitud (cm).

Clases	**Hembras**						**Machos**					
	I		**II**		**III**		**I**		**II**		III	
	F	**f**	**F**	**f**	**F**	**f**	**F**	**f**	**F**	**f**	F	f
20-29							1	100				
40-49							1	100				
60-69	1	100										
70-79	14	100					5	100				
90-99	2	100										
120-129							2	100				
130-139	1	100										
140-149									1	100		
150-159			3	75	1	25			4	100		
160-169			1	50	1	50			3	75	1	25
170-179			2	66,7	1	33,3			6	75	2	25
180-189			1	33,3	2	66,7			2	66,7	1	33,3
190-199			1	100					5	100		
200-209			1	100					1	50	1	50
210-219			1	100							3	100
220-229					1	100			1	100		
230-239									1	50	1	50
260-269											1	100

La distribución por clases de longitud de la muestra (n =77) evidencia que 35% (27) eran pirarucús inmaduros (Estadio I), 44,1% (34) estaban en estadio II y el 20,8% (16) restantes en estadio III de madurez. No fueron colectados pirarucús con gónadas vaciadas (estadio IV). Así como los ejemplares en el estadio I (n=27), 66,7% (18) eran hembras, en el estadio II (n=34) 29,4% (10) y en el estadio III (n=16) 37,5% (6) (Tabla 2).

La madurez sexual fue alcanzada en la clase de 140 cm longitud, donde 100% de los ejemplares colectados eran maduros, más el único ejemplar (macho) de esta clase tenía 149 cm de longitud, en la clase siguiente (150 cm) el tamaño de la muestra aumentó para 8 ejemplares donde 87,5% estaban en estadio II de madurez, y 12,5% en estadio III de madurez. La menor hembra con ovario en maduración (estadio II) tenía 150 cm de longitud, con ovario maduro (estadio III) 153 cm, y la mayor hembra inmadura, 137 cm; por su vez, el menor macho maduro midió 149 cm.

La época de desova ocurrió entre septiembre y noviembre (entre la seca e inicio de la subida), posiblemente extendiéndose hasta marzo (fin de la subida e inicio de la llena), cuando también fueron encontrados animales maduros (Tabla 3). El tipo de desova, analizando el peso medio de las gónadas por clases de longitud (Figura 6) y por mes (Figura 7) parece ser total. De seis hembras maduras capturadas entre agosto y marzo, fue determinado el porcentaje de ovocitos de cada estadio, siendo el 19% ovocitos inmaduros (<1,0 mm), 32% ovocitos en maduración (entre 1,0 y 15 mm) y 49% de ovocitos maduros (>2,0 mm). La fecundidad total de la especie estuvo entre 37577 y 87143 ovocitos maduros/ gónada (=58125,5 dp=17432,67), la relativa entre 203,11 y 383,88 ovocitos/cm (=317,66 dp=68,0), y la del peso del cuerpo, entre 560,85 y 1591,1 ovocitos maduros/ kg (=1020,4 dp=348,3) (Tabla 4).

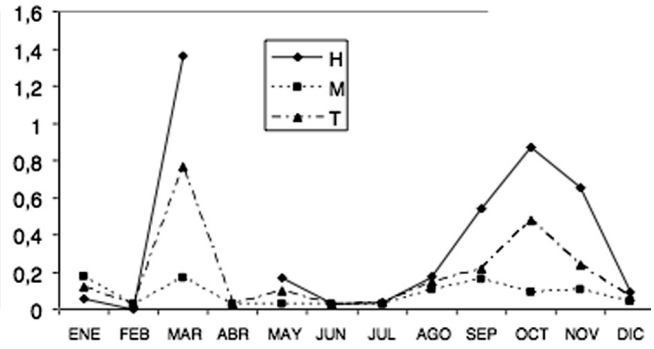


Figura 6. Peso medio de las gónadas, por clases de longitud, de hembras, machos y sexos combinados de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, en 1997.

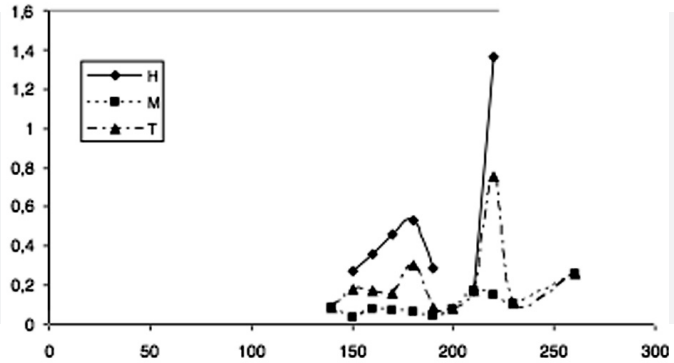


Figura 7. Peso medio mensual de las gonadas de hembras, machos y sexos combinados de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, en 1997.

Tabla 3. Frecuencia absoluta (F) y relativa (f) mensual de hembras y machos de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana, por estadio gonadal.

Meses	Hembras						Machos					
	I		II		III		I		II		III	
	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
Enero			1	100					1	33,3	2	66,7
Febrero	1	100							4	100		
Marzo					1	100					1	100
Abril							1	25	2	50	1	25
Mayo			1	100					1	100		
Junio			2	100					2	100		
Julio	13	72,2	5	27,8			8	66,7	4	33,3		
Agosto	4	80			1	20			3	100		
Septiembre					1	100			1	16,7	5	83,3
Octubre					2	100			2	100		
Noviembre					1	100			2	66,7	1	33,3
Diciembre			1	100					2	100		

Tabla 4. Fecundidad (F) de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana.

P (kg)	C (cm)	Pg (g)	F. total ovoc/gónada	F. absoluta ovoc.Mad./gón.	F. relativa ovoc/kg	F. relativa ovoc/cm	Diámetro ovoc.Mad (mm)
102	227	1.360	180.420	87.143	1.768,8	794,8	2,3
60	187	960	132.000	63.756	2.200	705,9	2,2
67	185	542	77.810	37.577	1.161,3	420,6	2,2
53	176	860	128.240	61.939	2.419,6	728,6	2,1
50	166	650	91.600	44.242	1.832	551,8	2,1
34	153	780	112.000	54.096	3.294,1	732,0	2,1

Relaciones corporales

La relación peso/longitud para los sexos separados no presentó diferencia significativa al comparar los coeficientes a y b de las regresiones a través del test de homogeneidad (Ayres *et al.*, 2000) (Fregresion=3,4; gl=1,7; P=0,06; Finterceptos=0,2; gl=1,7; P=0,6). No hubo diferencia en el aumento de peso en función de la longitud entre hembras y machos (Figura 8) y la ecuación fue: P=7,4x10-6 C3,05.

Las relaciones entre la longitud corporal y la longitud de la lengua, así como con la longitud de la cabeza fueron del tipo lineal (Figura 9 y Figura 10) y las ecuaciones correspondientes son: CL= -0,06 +0,1C (n=77; r=0,98), Cc= 0,8 + 0,2C (n=74; r=0,98).

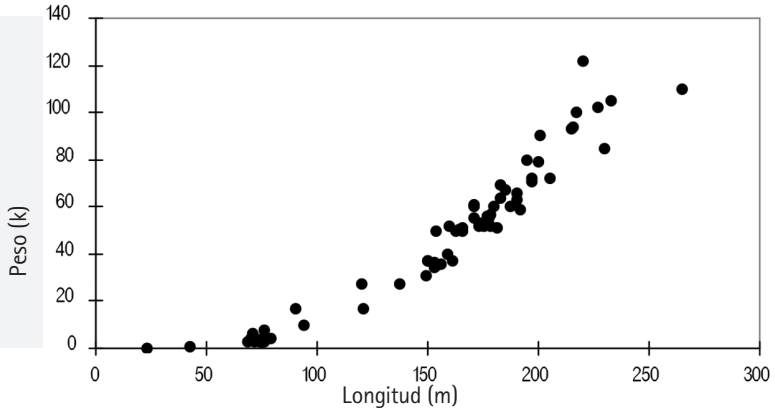


Figura 8. Relación entre longitud corporal (cm) y peso total (kg) para sexos combinados de *Arapaima gigas* en la Amazonia colombiana. n =77, P=7,4x10-6 C3,05.

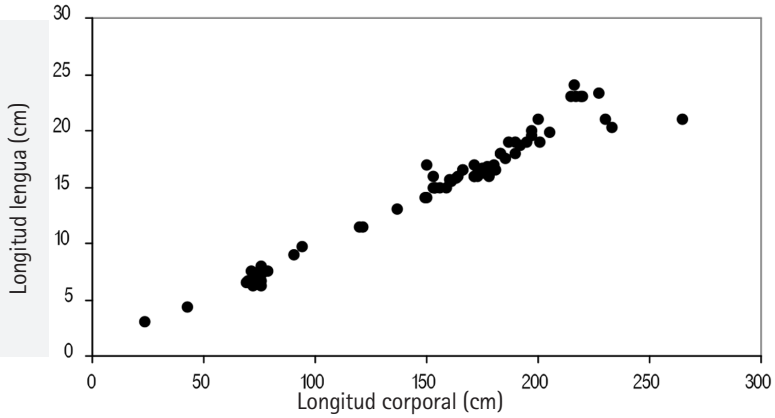


Figura 9. Relación entre longitud corporal (cm) y longitud de la lengua (cm) de Arapaima gigas en la Amazonia colombiana. n =77; CL= -0,06+0,09C; r=0,98.

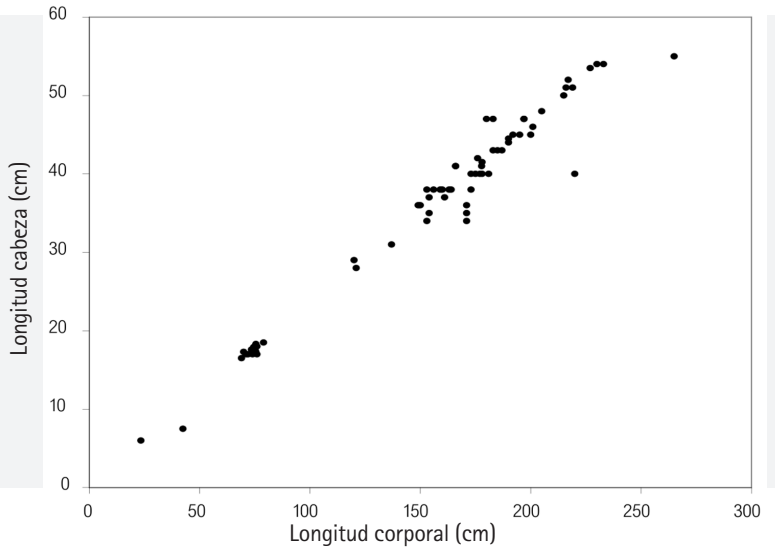


Figura 10. Relación entre longitud corporal (cm) y longitud de la cabeza (cm) de Arapaima gigas en la Amazonia colombiana. n = 74; Cc= 0,8+0,22C; r =0,98.

DISCUSIÓN

Los resultados ratifican la calidad de depredador piscívoro del pirarucú, mas la definición de la importancia de las diferentes presas es difícil por el alto grado de digestión de las mismas. Un ejemplo de esta situación fue la familia Loricaridae que presentó alta ocurrencia (F=71,8%), aunque su índice de importancia relativa fue bajo (IIR=969,3). Aún así, autores como Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000) indicaron la predominancia de Loricarídeos en la dieta del pirarucú. El espectro trófico del pirarucú es de un oportunista, que ingiere grandes cantidades de presas en toda la columna de agua.

La dieta alimentaria de los ejemplares examinados en la Amazonia colombiana presentó diferencias en relación a las familias de peces citadas como las más importantes, tanto en ocurrencia como en frecuencia numérica, al compararla con los datos de Queiroz (2000) para la Amazonia central. En aquella región las familias de mayor importancia relativa (IIR) fueron Callichthyidae, Loricariidae y Pimelodidae, en cuanto que en el presente estudio fueron Prochilodontidae, Curimatidae y Characidae. La especie presa más frecuente en la Amazonia central fue *Hoplosternum thoracatum*, en cuanto que en la Amazonia colombiana fue *Curimata cyprinoides*.

Como muchas especies de peces de la Amazonia, el pirarucú está adaptado a las mudanzas en el régimen hidrológico del río Amazonas con un amplio espectro trófico que brinda mayor oportunidad de sobrevivencia a la población. Esto se refleja en los valores del factor de condición, que siempre fueron altos y característicos de animales bien alimentados. Hubo un pico del índice de repleción estomacal en junio, en plena bajante, período en el que muchas especies de peces se preparan para la migración reproductiva (saliendo de las áreas inundadas para los ríos principales), convirtiéndose en potenciales presas para el pirarucú, que debe acumular energía para el período reproductivo.

De las especies de presas identificadas en los contenidos estomacales, muchas habitan la mata alargada y están asociadas a los pastos flotantes, son detritívoras y herbívoras-omnívoras, lo que indica la posible preferencia del pirarucú por la caza en meso-hábitats diferentes y explica la presencia de la alta cantidad de material vegetal en los contenidos estomacales como ingestión accidental en la succión de su presa.

Siendo así, la selectividad o elección del alimento más apropiado a las necesidades del pirarucú está determinada por la capacidad de embocar una presa y por el volumen de la presa y su disponibilidad en el ambiente (abundancia). A este respecto, Queiroz (2000) no encontró diferencia significativa entre la longitud de la presa y la longitud del pirarucú, pero esta diferencia existió cuando analizada en función de las clases de longitud.

El período de la bajante también marca el incremento de los índices gonadal y gónado-somático, hasta el inicio de la subida, cuando estos índices llegan a valores máximos y ocurre la desova. Este período de desova coincide con el descrito para la especie en otras localidades de la Amazonia: en el Perú, donde el período de desova inicia en agosto (Flores, 1980); en la Amazonia central (Mamirauá) entre noviembre y enero (Queiroz y Sardinha, 1999; Queiroz, 2000), y en el estuario Amazónico, en marzo (Menezes, 1951).

El tamaño de la muestra de marzo, representada por una hembra y un macho, ambos con gónadas en estadio III de madurez, indica un artificio, presentando un segundo pico de actividad gonadal. En vista del pequeño tamaño de la muestra es más conservador suponer que el período de desova se extiende hasta inicio de la llena, o que esos ejemplares correspondan a una fracción de la población que se reproduce todo el año, como sugerido por Queiroz y Sardinha (1999).

La longitud mínima de maduración gonadal para la especie en el presente estudio fue de cerca de 150 cm; aunque el tamaño de la muestra sea muy pequeño, los datos son semejantes a los presentados por Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000), que estimaron entre 163 y 167 cm como tamaño mínimo de reproducción del pirarucú en Mamirauá (Amazonia central). Estos valores, a su vez, son menores que los estimados por Lüling (1964) y Flores (1980) en el río Pacaya-Samiria (Perú), de 170 y 185 cm, respectivamente. Usando las clases de edad definidas por Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000), esa longitud de madurez sexual en la Amazonia colombiana correspondería a cinco años de edad, lo que nuevamente coincide con lo registrado para la muestra de la Amazonia central y para los datos de animales en cautiverio (Fontenele, 1948; Lüling, 1964; Imbira *et al.*, 1993).



El pirarucú es un pez impresionante, un gran depredador del sistema lacustre; en el mayor ejemplar reportado en este trabajado (265 cm) fueron registradas presas de hasta 30 cm de longitud.



Los coeficientes de correlación entre la longitud corporal y la longitud de la cabeza y de la lengua fueron robustos, estas correlaciones pueden ser una óptima herramienta para la obtención de datos históricos de animales capturados y de los que solamente se poseen información sobre el tamaño de la lengua o de la cabeza.

Queiroz y Sardinha (1999) alertan una aparente sobrepesca de pirarucú a partir del tercer año de edad, pero fueron las hembras maduras de cuatro a seis años de edad las que estaban siendo más capturadas en aquella área, generando una sobrepesca de reclutamiento en Mamirauá. Este fenómeno, aunque sin datos para ser comprobado, puede también estar aconteciendo en la Amazonia colombiana y generando como respuesta la maduración sexual a longitudes menores. Por consiguiente, se torna importantísima la realización de investigaciones más amplias para estimar la edad de madurez sexual del pirarucú en la Amazonia colombiana, como forma de buscar la explotación sustentable de ese recurso.

El tipo de desova del pirarucú aún se encuentra en discusión. Fontenele (1948) indica que la presencia de ovocitos en diferentes estadios de maduración en la gónada era prueba de una desova parcelada. Sin embargo, para una especie que presenta una proporción sexual de casi 1:1, una baja tasa de crecimiento después de llegar a la madurez sexual, que se alcanza a los cinco años de edad (Queiroz, 2000), con elaboración de nidos y cuidado parental de huevos y larvas, se torna poco probable la existencia de desove parcelado.

El pirarucú podría encuadrarse en el tipo de desove total periódico, donde el individuo desova apenas una vez en un ciclo reproductivo, mas las diferencias individuales dentro de las clases etarias hacen que el desove poblacional se extienda por varios meses (Fontelles, 1989). En este caso el ovario presenta ovocitos en diferentes estadios, que aumentan de diámetro a medida que maduran y tienden a disminuir en frecuencia, como fue observado por Queiroz (2000), llegando a contabilizar cinco modas de diámetros de ovocitos, las cuales aumentan con la edad y longitud corporal de la hembra.

Este tipo de distribución de frecuencias de diámetros de los ovocitos, llevó a Queiroz (2000) a sugerir un desove parcelado a lo largo del ciclo reproductivo, lo que obligaría a las hembras a mantener un buen estado nutricional todo el año. Las hembras maduras presentan ovocitos en diferentes estadios de madurez y la tendencia es a incrementar la frecuencia de ovocitos maduros con el tamaño de la hembra, de la gónada y por consiguiente de la clase de edad. Queiroz y Sardinha (1999) registraron, para la Amazonia central, entre el 28% y 39,3% de ovocitos

maduros para hembras entre las clases de edad de 5 a 9 años. En el presente estudio, la frecuencia de ovocitos maduros fue de 48,3% para hembras de la clase de edad (según lo estimado por Queiroz y Sardinha, 1999) entre 5 y 9 años.

La fecundidad total (ovocitos maduros/gónada) de las hembras de pirarucú en la Amazonia colombiana no presentó una tendencia tan clara de incremento en relación a la longitud corporal, como lo observado por Queiroz y Sardinha (1999) y Queiroz (2000) en la Amazonia central. Aunque los valores de fecundidad hayan sido mayores en la Amazonia colombiana (entre 37.577 y 87.143 ovocitos maduros/gónada, contra 27.000 a 65.000 en la Amazonia central) para ejemplares en clases etarias de 5 a 9 años, en ambos casos (Queiroz y Sardinha, 1999; Queiroz, 2000), y más próximos a la media registrada para la especie en el Perú, de 50.000 ovocitos maduros/gónada (Cebrelli, 1972); las fecundidades absolutas (ovocitos/gónada) registradas por Gouding (1983) y Wosnitza-Mendo (1984) fueron mayores (683.000 y 636.000 ovocitos/gónada respectivamente) a las registradas en la Amazonia colombiana (entre 77.810 a 180.420 ovocitos/gónada).

En cuanto a las relaciones biométricas, no observamos una diferencia significativa en la relación peso/longitud para sexos separados, lo que indica que tanto hembras como machos presentan crecimiento similar. Queiroz y Sardinha (1999) indican la existencia de diferencia entre los sexos, sin embargo la falta de un test para comparar los coeficientes de las rectas impide tal afirmación. Posteriormente, con datos de esa misma área, Queiroz (2000) comprueba que no existe diferencia significativa entre los coeficientes de ambos sexos. Aún así, cuando se comparan los coeficientes de crecimiento (b) de la Amazonia colombiana (b=3,05) con los datos de pirarucús de la Amazonia central (b=2,7) y lo registrado por Cebrelli (1972) para el Perú (b=2,6), se observa que la especie presentó mayor coeficiente de crecimiento en la Amazonia colombiana.

Los coeficientes de correlación (r) de las relaciones entre la longitud corporal y la longitud de la cabeza y de la lengua, fueron robustos, lo que indica que estas correlaciones pueden ser una óptima herramienta para la obtención de datos históricos de animales capturados y de los que solamente se poseen información sobre el tamaño de la lengua o de la cabeza.

AGRADECIMENTOS

A la Fundación Omacha, la Embajada Británica y el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) de Colombia por el soporte económico para el desarrollo del trabajo. A los pescadores de Puerto Nariño que creyeron en nuestra capacidad y colaboraron siempre. A los doctores Miguel Petrere, Fernando Trujillo, Sarita Kendall y Efraín Rubio por las sugestiones al trabajo a lo largo de su desarrollo, y a Sidineia Amadio y Jansen Zuanon del Instituto Nacional de Investigaciones Amazónicas del Brasil (INPA) por los comentarios al manuscrito.

LITERATURA CITADA

Ayres M., M. Jr. Ayres, D.L. Ayres & A.S. Santos. 2000. Bioestat 2.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, Brasília, 272p.

Bard J. & E.P. Imbira. 1986. Piscicultura do pirarucú *Arapaima gigas*. Circular Técnica EMBRAPA-CPATU 52:17p.

Cebrelli C.B. 1972. Estudio del factor de condición del paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier) en la zona reservada del rio Pacaya entre los años 1959 y 1969. Trabajo de Formatura como Bacharel, Universidad Nacional Mayor de San Maros, Lima. Perú.

Duque S., J. Ruiz, J. Gomez & E. Roessler. 1997. Zonificación ambiental para el Plan modelo Colombo-Brasilero (eje Apaporis-Tabatinga): Limnologia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. 69-126p

Flores H.G. 1980. Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (ríos Pacayara y Samiria) 1971-1975. Informe Instituto del Mar del Perú 67:32p.

Fontelles A.A. 1989. Recursos pesqueiros. Biologia e dinâmica populacional. Imprensa Oficial do Ceará, 296p.

Fontenele O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). Revista Brasileira de Biologia 8(4):445-459.

Fontenele O. 1953. Hábitos de desova do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier) (PISCES: Isospondyli, Arapaimidae), e a evolução de sua larva. DENOCS Publ. Ser. I-C (153):22p.

Goulding M. 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira. INPA/CNPq, Manaus.

Goulding M. 1980. The fishes and the forest:. Exploration in Amazonian Natural History. University of California Press, Berkeley, 280p.

Goulding M. 1983. Amazonian fisheries pp.189-210. En: Moran, E.F. (Ed). The dilemma of Amazonian development. Westview, Boulder, Colorado.

Hyslop E.J. 1980. Stomach content analyses – A review and methods and their aplication. Journal of Fish Biology 17:411-429

Imbira E. 1991. Produção e manejo de alevinos do pirarucu (Arapaima gigas). Circular Técnica EMBRAPA-CPATU 57:19p.

Imbira E., J.B. Lourenço & R. Barthem. 1993. Conservação bioecologia e manejo sustentado do pirarucu (*Arapaima gigas*) na bacia Amazônica. Circular Técnica EMBRAPA-CPATU 27p.

Lowe-McConnell R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge.

Lüling K. 1964. Zur Biologie und Okologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). Zeitschrift für Morphologie der Tiere 54:436-530.

Menezes R.S. 1951. Notas biológicas e econômicas sobre o pirarucu. Série Informes Agrícolas, Série Estudos Técnicos 3:152p.

Pereira-Filho M., S.F. Guimarães, A. Storti-Filho & E. Graef. 1991. Piscicultura na Amazônia Brasileira: entraves ao seu desenvolvimento pp.373-380. En: Val A.L., R. Figliuolo & E. Feldberg (Eds). Bases Científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas, Vol 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.

Petrere M. 1978. Pesca e esforço no estado do Amazonas . II. Locais, Aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. Acta Amazónica Suplemento 2(3):1-54

Queiroz, H.L. 2000. Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian várzea: Red giants in muddy waters. Tese de Doutorado, University of St. Andrews.

Queiroz H.L. & A.D. Sardinha. 1999. A preservação e o uso sustentado dos pirarucus em Mamirauá pp.108-141. En: Queiroz H.L. & W.G.R. Crampton (Eds). Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq.

Sanchez J. 1943. Ligera explicación del paiche en su aspecto económico e industrial. Estación Piscícola de Oriente-Ministerio de Agricultura del Perú, Boletín 3:21p.

Santos E.P. 1978. Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. HUCITEC, São Paulo, 119p.

Sawaya P. 1946. Sobre a biologa de alguns peixes de respiração aérea (*Lepidosiren paradoxa* Fitz. e *Arapaima gigas* Cuv.). Boletim da Faculdade de Ciências e Letras Universidade de São Paulo, Zoologia 11:255-286.

Smith N.J. 1979. A pesca no rio Amazonas. CNPq/INPA, Manaus, Amazonas.

Tello J. & V. Montreuil. 1994. Características de la flota pesquera comercial de Iquitos. Folia Amazónica 6(1-2):219-230.

Vazzoler A.E.A. 1971. Diversificação fisiológica e morfológica de Micropogon furnieri (Desmarest, 1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. Boletim Instituto Oceanográfico de São Paulo 20(2):1-70.

Vazzoler A.E.A. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peces. Reprodução e crescimento. CNPq, Brasília, 106pp.

Wootton R. 1990. Ecology of teleost fishes. Fish and Fisheries. Série 1. Chapman & Hall, London, 404pp.

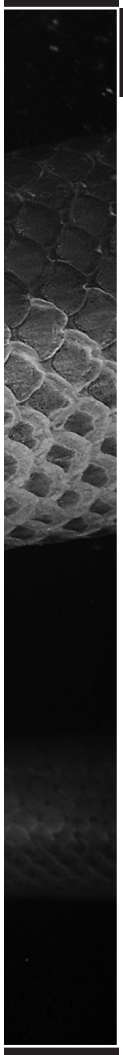
Wosnitza-Mendo C. 1984. The growth of *Arapaima gigas* (Cuvier) after stocking in a Peruvian lake. Archive of Fischery Wiss., 35(1-2):1-5.

Zavala-Camin L.A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peces. Nupelia, Maringá, 129p.



4.4 · GRADIENTES AMBIENTALES Y DENSIDAD DE LAS POBLACIONES DE PIRARUCÚ (*ARAPAIMA GIGAS*, SCHINZ 1822) EN LOS LAGOS DE TARAPOTO

Silvia López-Casas, Santiago R. Duque y Javier Lobón-Cerviá



PIRARUCÚ (POBLACIONES)

INTRODUCCIÓN

El pirarucú (*Arapaima gigas* Schinz 1822) es el pez amazónico con escamas de mayor tamaño. Habita en los cuerpos de agua de tierras bajas, en los sistemas de los ríos Araguaia-Tocantins y Solimoes-Amazonas y sus afluentes (Bard y Imbiriba 1986, Alcántara *et al*. 1997). Las mayores poblaciones viven en aguas blancas, en las redes de canales y lagos presentes a lo largo de las várzeas (Queiroz 2000). Por su gran tamaño y por el elevado valor como pez de consumo, su pesca es persistente en toda su área de distribución. Como consecuencia, los datos reportados en la literatura indican una tendencia a la sobrepesca (Alcántara *et al*. 1997, Martinelli y Petrere 1998). Los reportes más relevantes son la reducción de la variabilidad genética (Ferraris 2003, Pires 2003), disminución de su población y la escasez de grandes individuos (Martinelli y Petrere 1999, Ferraris 2003), especialmente alrededor de los centros urbanos: Belén, Manaus, Leticia-Tabatinga e Iquitos (Martinelli y Petrere 1999, Ferraris 2003, Pires 2003). Sin embargo, la información disponible a nivel regional es inadecuada para realizar una estimación aproximada, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basada en su distribución y/o estado poblacional, por lo que está incluido en el Apendice II de especies amenazadas de la UICN (2013), y como Vulnerable en el Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al*. 2012).

Un primer intento para la descripción y el mejor entendimiento de los ambientes acuáticos seleccionados por el pirarucú se llevó a cabo en el sector de Jarauá (Brasil), para lo cual Queiroz (2000) recopiló información sobre las características físicas y químicas del agua en lagos, la diversidad y abundancia de los macrófitas flotantes e invertebrados asociados al sistema radicular, encontrando que las características limnológicas no son rasgos diagnósticos en la tipificación de los lagos, y que los datos morfológicos/estructurales (forma del lago, tipos de bosque en los alrededores y tipo de bancos: diques o playas) pueden ser características importantes para la caracterización de su hábitat.

Queiroz (2000) encontró que la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la densidad de pirarucús varían de acuerdo a las interacciones entre la presión humana en los lagos, las características limnológicas y el tamaño. Sus resultados muestran que las madreviejas (i.e., oxbow lakes) con poca vegetación flotante concentrada en los extremos, con mayores concentraciones de oxígeno disuelto, poca transparencia y fauna invertebrada dominada por insectos y crustáceos poseen dos veces más pirarucús que lagos tipo pantanoso, con altas concentraciones de vegetación flotante, aguas más transparentes, menores concentraciones de oxígeno disuelto y fauna invertebrada dominada por insectos y moluscos. Sugiere que las madreviejas son más resilientes y resistentes, y que los lagos pequeños de este tipo presentan mayor CPUE que lagos con las mismas características pero mayores a cinco hectáreas.

Aún no se entienden por completo los efectos de la morfología y la estructura de lagos en el tamaño y estructura de las poblaciones de pirarucú, pero teniendo en cuenta que, en términos de uso de hábitat, el pirarucú parece ser muy selectivo, la disponibilidad diferencial de los ítems alimenticios particulares, hábitat para anidación y refugio, entre otros factores, deberían ser considerados en futuras investigaciones (Queiroz 2000), al igual que las variaciones en el nivel del agua causadas por el pulso de inundación, que junto con las precipitaciones definen la estacionalidad en la Amazonia (Junk 1984).

A continuación, se presentan los resultados de una investigación, diseñada para revelar el efecto de la estructura (morfología y cobertura) de los ambientes acuáticos, en los patrones de selección de hábitat de *Arapaima gigas* que habitan en el sistema lacustre de Tarapoto, y para determinar las características de los lagos asociadas a un mayor número de individuos. La especie habita lagos de planicie de inundación, que pueden considerarse los ambientes amazónicos acuáticos más heterogéneos, con fluctuaciones en tiempo y espacio que ofrecen un complejo espectro de hábitats y microhábitats para la vida de diferentes especies de peces. Así pues, una caracterización limnológica y morfológica del sistema de lagos y por medio de estimaciones de densidad a través de conteos de números de boyadas de pirarucú en intervalos de tiempo definidos, permite realizar una relación directa entre las características de hábitat y las abundancias del pirarucú, desvelando así los patrones de selección de hábitat de la especie.

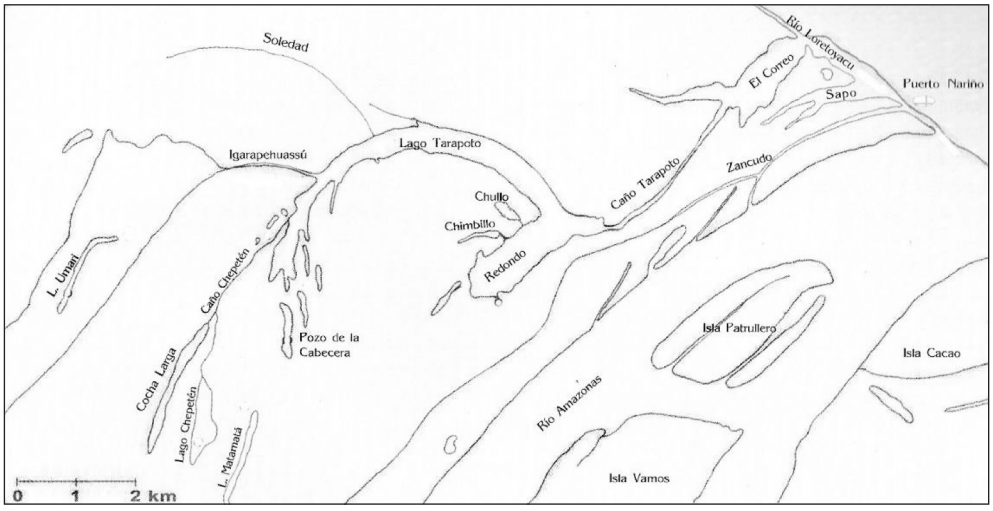


Figura 1. Sistema de lagos de Tarapoto, municipio de Puerto Nariño, Amazonas (Escala 1:2000; modificado de Kendall 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en 13 de los 17 cuerpos de agua lénticos que posee el sistema lacustre de Tarapoto (Figura 1). Este sistema está caracterizado como una zona de várzea. La diferencia en el nivel de sus aguas entre la época seca y la época de inundación varía entre seis y doce metros en años de mínima y máxima inundación, respectivamente. Los lagos de Tarapoto son un sistema intensivo de caños y pozos, sus cuerpos de agua son de diferente tamaño y grado de conectividad, y algunos se encuentran "cerrados" o cubiertos con alfombras de vegetación o macrófitas. Tarapoto es el lago principal del sistema, tiene 7 km de largo y un espejo de agua limpio libre de macrófitas (Kendall *et al.* 2006).

Los lagos del sistema presentan diferentes grados de conexión léntica-lótica y lótica-lótica (lago-lago, lago-río y lago-lago-río) y están fuertemente influenciados por los incrementos del nivel de aguas de los ríos Loretoyacu y Amazonas, que los afectan durante algunos meses del año cuando hay aguas en ascenso y aguas altas (Duque, 1993; Díaz, 1995).

DISEÑO DEL MUESTREO

El estudio inició su fase de campo a finales del período de aguas bajas de 2006 (octubre). En noviembre se realizó un premuestreo en los lagos Chepetén, Matamatá y Cochalargo con el objetivo de probar

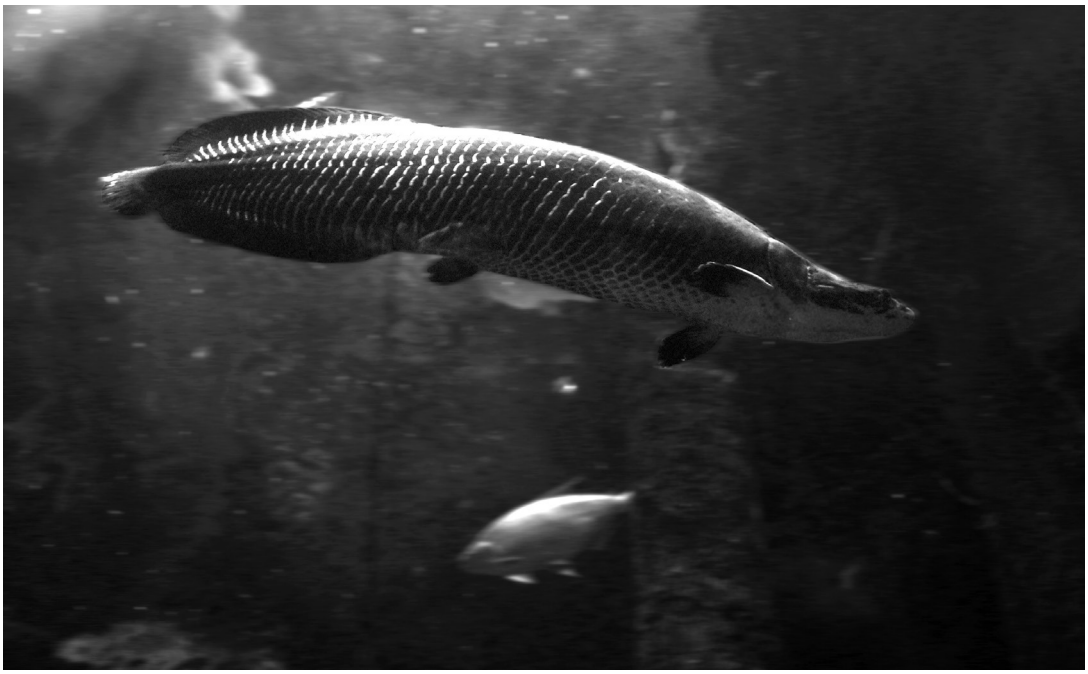
la metodología y realizar los ajustes necesarios. El levantamiento de los datos fue realizado durante el periodo de aguas ascendentes de 2007, en el periodo comprendido entre la segunda semana de enero hasta la tercera semana de marzo.

LEVANTAMIENTO DE DATOS

Aspectos limnológicos y morfológicos

Para cada lago se registraron variables de calidad de agua: se realizaron perfiles de temperatura, conductividad, O_2 disuelto, % de saturación y pH, se determinó la transparencia de Secchi, y se tomaron muestras de agua para realizar análisis de nutrientes: fósforo y nitrógeno. Con el fin de obtener datos sobre la morfología y conectividad, se realizó una batimetría en la zona libre de macrófitas de cada uno de los lagos. Esto permitió obtener la profundidad máxima (zm) y profundidad relativa (zr) (Wetzel y Likens 2000) en cada uno de los lagos en los que se observaron boyadas de pirarucú. Se georreferenciaron puntos con los que se determinó el área del lago y el porcentaje de cobertura del espejo de agua por vegetación macrófita helófita y pleustófita. También se anotó la presencia de barreras y flujo de agua en el período de aguas ascendentes y descendentes. Por último, se estimó de forma indirecta la productividad de los lagos, evaluando la producción primaria a través de la biomasa de macrófitas helófitos en las zonas litorales, y a través de la densidad de fitoplancton en la zona limnética. Y se estimó la producción de macroinvertebrados asociados a macrófitas a través de la evaluación de su abundancia y diversidad.

Las muestras de fitoplancton (100 ml de agua de la superficie de la zona limnética) se tomaron con botella de Van Dorn y se fijaron con lugol para su análisis en el laboratorio. Las muestras de macrófitas se tomaron en la zona litoral con un cuadrante de 0,25 m^2, dentro del cual se extrajo la parte aérea y sumergida (raíces y rizomas) de la totalidad de las plantas ubicadas dentro del cuadrante (Wetzel y Likens 2000). Las muestras se fijaron con alcohol al 70% para su análisis en el laboratorio. Cada muestra de macrófitas fue lavada para separar el material vegetal y el animal, eliminar sedimentos y material muerto. Los individuos de macroinvertebrados fueron separados por clases taxonómicas y contados, y se determinó abundancia y diversidad. Los macrofitos se secaron durante 24 horas a 105º C y, posteriormente, fueron pesados para la determinación de su biomasa (peso seco; Wetzel y Likens 2000).



El pirarucú (*Arapaima gigas*): Arapaimidae; puede superar los tres metros de longitud y los 250 kg, lo que le convierte en el pez amazónico de mayor tamaño.

ANÁLISIS DE DATOS

Los valores de las variables limnológicas, morfológicas y de producción de los lagos para los que se tenía más de un punto de muestreo fueron promediados. Todos los datos de las variables físicas (calidad de aguas y morfología) fueron estandarizados dividiendo cada variable en múltiplos de 10, de tal modo que quedaran entre 0 y 1 para aplicar un arcoseno (b=2/arcosen(xij)) y los datos de las variables biológicas (productividad de macrófitas, densidad de fitoplancton, abundancia y densidad de macroinvertebrados) fueron estandarizados con logaritmo en base 10 (b=log xij), para esto se sumó una constante a todas las variables (+1).

Las variables físicas fueron analizadas por medio de un análisis de componentes principales (PCA) y las variables biológicas por medio de un análisis de correspondencias destendenciado (DCA), de tal modo que los datos se ordenaran de acuerdo a sus semejanzas a través de ejes que me permitieran observar la presencia de gradientes (Palmer 2007). Adicionalmente, para comprobar la correlación de las variables biológicas con las físicas se corrió un análisis de correspondencia canónica (CCA). Para estos análisis se usó el paquete PC-ORD versión 5.0 (2005).

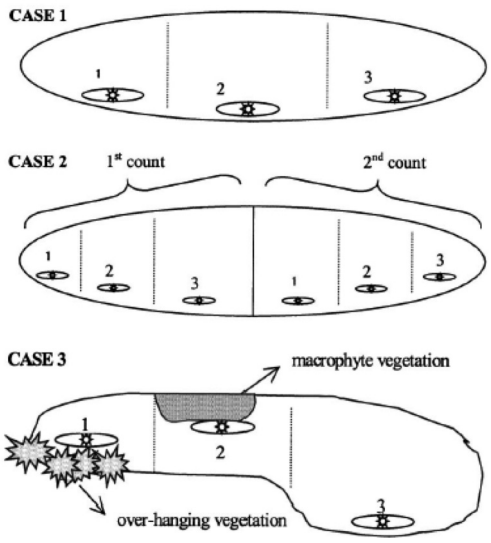


Figura 2. Modelo esquemático del método usado por los pescadores para contar pirarucú en los diferentes lagos. Note que en el caso tres las áreas de los pescadores 1 y 2 son menores que la del pescador 3 debido a que el área es menos vegetada, por lo que permite mayor visibilidad. Tomado de Castello (2004).

Densidad del pirarucú

En cada una de las salidas se utilizó una modificación de la metodología propuesta por Castello (2004), que consiste en contar el número de individuos que salen a respirar (boyada) durante dos horas (pescadores de pirarucú com. pers.), en áreas de aproximadamente 1 a 2 ha. Para tal efecto se contó con un equipo de ocho pescadores expertos de pirarucú, quienes dividieron los lagos en diferentes secciones dependiendo del tamaño y la complejidad de cada uno (Figura 2). En cada una de estas secciones se localizó un pescador que anotó el número de boyadas, al igual que algunos datos referentes a la boyada (hora exacta de la boyada y ubicación en la zona limnética o litoral). Simultáneamente se realizó un estimativo de clases de tamaño (juveniles: <1 m, subadultos: 1-2 m y adultos: >2 m) según el tamaño observado y el ruido de la boyada (S. Kendall y pescadores de pirarucú com. pers.).

Posteriormente, partiendo de que en condiciones normales el pirarucú sale a boyar cada 15 a 20 minutos, con el total de observaciones para cada lago se cuentan el número de observaciones de todos los pescadores en intervalos de 20 minutos. Cada uno de estos intervalos fue tomado como una repetición del conteo. Posteriormente se realizó una corrección al número de boyadas válidas que permitan evaluar el número de observaciones con relación al esfuerzo de muestreo y así convertir los datos en un estimativo de la densidad (individuos/hora/observador).

Adicional a esto, algunos de los pescadores realizaron mapas de la distribución de los individuos en el sistema de lagos según su conocimiento de la especie y el uso que estos le dan a los lagos del sistema.

ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Debido a que en el año 2007 el río Amazonas se desbordó desde el mes de febrero, el nivel del agua de los lagos subió, reestableciendo en un principio las conexiones de los caños y posteriormente inundando el bosque de várzea. Por esta razón los conteos de pirarucú se realizaron en los lagos, caños y bosque de várzea aledaños a los lagos del sistema, a pesar de que solo se pudo calcular el área de los lagos.

Se contaron el número de boyadas válidas para cada lago por cada uno de los pescadores, obteniendo un dato de abundancia para el espejo de agua; el espejo de agua y el bosque inundable; y el espejo de agua, el bosque inundable y los caños de cada lago. Estos datos fueron usados para el cálculo de las densidades y para realizar correlaciones con los puntajes de los dos primeros ejes del PCA y DCA (variables físicas, químicas y biológicas), con el fin de determinar si la distribución de los individuos de pirarucú responde a los gradientes observados con dichos análisis.

RESULTADOS

Aspectos limnológicos y morfológicos

En total se visitaron 16 cuerpos de agua lénticos, de los cuales 14 correspondieron al sistema de Tarapoto y los otros dos a los lagos control (Socó y Garzacocha). Los muestreos de calidad de aguas se realizaron según lo propuesto en la metodología en todos lagos, excepto en el lago Matamatá, donde no pudieron tomarse los datos ni las muestras requeridas debido a la cobertura de la totalidad de su espejo de agua por macrófitas.

A pesar de que los lagos del sistema de Tarapoto se ubican todos sobre la misma unidad fisiográfica y de que son lagos muy próximos entre sí, los datos muestran ligeras diferencias en las características limnológicas, principalmente en la conductividad (Tabla 1). Creemos que estas diferencias se fundamentan en la existencia de un gradiente de conductividad de los lagos producto de las diferencias de elevación de los lagos con respecto al Amazonas y su cercanía a este río, que provoca la

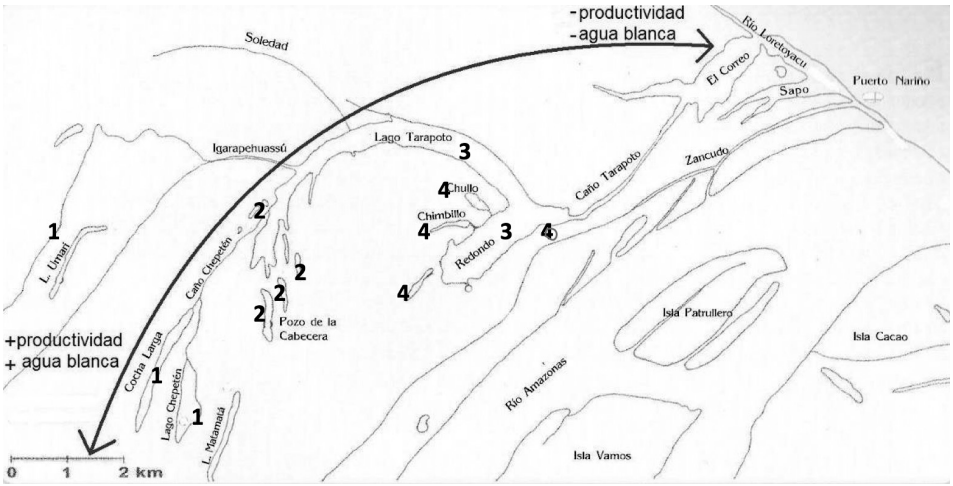


Figura 3. Diagrama de la hipótesis de productividad e influencia de las aguas blancas del río Amazonas en los lagos del sistema de Tarapoto. Los números corresponden a las categorías asignadas a los lagos de acuerdo a su conductividad y posición dentro del sistema. Modificado de Kendall (2004).

Tabla 1. Valores de los parámetros físicos y químicos medidos en los lagos del sistema de Tarapoto y categoría asignada según gradiente de productividad.

Lago	Categoría	Secchi (m)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Saturación O_2 (%)	pH
Umarí	1	0,48-0,5	28,13-32,74	142-157,1	4-30	6,52-6,8
Chepetén	1	0,9-1	25,80-25,90	93,1-122,7	3,9	5,59-6,44
Cochalargo	1	0,9	26,40	72,9	4,6	6,23
Airuwe 1	2	0,98	31,78	105,7	14	6,32
Airuwe 2	2	0,75	28,95	100,3	5,4	6,2
Cabecera Largo 1°	2	0,82	30,20	83,2	13,5	6,71
Cabecera Largo 2°	2	0,98	27,72	75,6	2,6	6,17
Cabecera Largo 3°	2	1	28,01	82,2	6,3	6,31
Tarapoto Largo	3	1	26,38	71,4	2,7	6,1
Tarapoto Redondo	3	0,9	30,62	62,1	31,2	6,31
Pozo entrada	4	0,42	30,48	122,1	10,3	6,41
Cabecera Redondo	4	1	27,68	62,9	4,1	6,09
Chimbillo	4	1	30,60	64,3	29,5	6,36
Chullo	4	1,5	26,94	56,6	53,4	6,11
Socó	5	0,8-1,2	25,64-29,17	14,5-22,3	2,6-20	5,15-5,19
Garzacocha	5	1,1	28,86	19,9	4,6	4,92

entrada diferencial de la pluma de agua blanca a los lagos (Figura 3). Por esta razón y teniendo en cuenta la posición de cada uno de los lagos en el sistema, se asignaron cinco categorías dentro de las que se agruparon los diferentes lagos (Tabla 1).

Los perfiles de los distintos parámetros muestran características de lagos someros tropicales, con una termoclina muy cercana a la superficie que indica estratificación térmica. Esta termoclina es más acentuada en los lagos libres de macrófitas y, por el contrario, está menos acentuada en los lagos cerrados (Cabecera de Redondo, Airuwe 1 y 2, los lagos de la Cabecera de Largo y Redondo, Chibillo y Chullo). Todos los lagos presentaron perfiles clinógrados de oxígeno, al igual que un pH relativamente homogéneo a lo largo de la columna de agua, excepto en los lagos Socó y Garzacocha, en los que se presentó un aumento en el pH hacia el fondo del lago.

El área del espejo de agua del lago Tarapoto (Largo y Redondo) es de 3.227.454 m^2, mientras que en los lagos satélites oscila entre los 11.424 m^2 y los 97.305 m^2, siendo los lagos de la categoría 1 los más grandes. Los lagos de las categorías 2 y 4, en general, son lagos pequeños no mayores a tres hectáreas; con solo dos excepciones, Cabecera largo 1º y Chullo, de 76.102 m^2 y 72.815 m^2, respectivamente. Por su parte, Socó y Garzacocha (categoría 5) presentan áreas similares a los lagos de la categoría 1 (Tabla 2). La profundidad máxima (Zm) presentó el mismo patrón del área de los lagos. La profundidad relativa (Zr) de la mayoría de los lagos es menor al 2%, indicando grandes superficies con respecto a la profundidad máxima de cada lago. Los lagos Chimbillo, Airuwe 1, Cabecera Largo 2º y Cabecera Largo 3º son los que presentan mayores valores de profundidad relativa (Tabla 2), indicando áreas pequeñas de superficie con respecto a su profundidad.

La cobertura del espejo de agua por diferentes especies de macrófitas presentó los mayores valores en los lagos satélites de las categorías dos y cuatro, es decir, de aquellos más cercanos al lago central. Sin embargo, dentro de estas dos categorías, la 4 presentó mayor homogeneidad en cuanto al porcentaje de área cubierta. Los lagos Chepetén, Umarí y Cochalargo (categoría 1) presentaron valores intermedios, y los lagos de las categorías 3 y 5 presentaron los menores valores, con ausencia total de macrófitas helófitos en los lagos de la categoría 5 (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de las variables morfométricas medidas y calculadas para los lagos del sistema de Tarapoto. * Cobertura del espejo de agua por macrófitas inferior al 1%.

Lago	Categoría	Área (m^2)	Cobertura (%)	Zm (m)	Zr (%)
Umarí	1	97.305,12	30	5,3	1,5058
Chepetén	1	355.704,89	63	7,2	1,0699
Cochalargo	1	304.298,32	37,5	6,1	0,98
Airuwe 1	2	14.766,16	60	5,1	3,7195
Airuwe 2	2	27.375,40	80	3,8	2,0354
Cabecera Largo 1º	2	76.102,12	95	4,6	1,4778
Cabecera Largo 2º	2	16.031,54	70	5,5	3,8496
Cabecera Largo 3º	2	11.424,09	92	7,8	6,4674
Tarapoto Largo	3	3.227.454,59	0*	13,5	0,666
Tarapoto Redondo	3	3.227.454,59	0*	10,5	0,518
Pozo entrada	4	34.874,71	85	3,6	1,7084
Cabecera Redondo	4	16.031,54	95	3,7	2,5898
Chimbillo	4	11.424,09	95	3,9	3,2337
Chullo	4	72.815,12	90	4,8	1,5764
Socó	5	209.238,82	0	12,3	2,383
Garzacocha	5	529.380,35	0	5,1	0,6212

Los nitritos y nitratos presentaron concentraciones entre los 0,030 µmoles/L y los 0,224 µmoles/L. Las concentraciones de nitratos fueron en su mayoría tan bajas que no fueron detectadas por el método de análisis. Así, el nitrógeno inorgánico presentó valores más bajos que el fosfato. Por su parte, el silicato presentó valores entre 0,0 y 137,4 µmoles/L, presentando mayores valores en los lagos que presentan mayor influencia del Amazonas (categorías 1 y 2), y los valores más bajos en lagos de aguas negras amazónicas (categoría 5) (Tabla 3).

Las variables de producción de macrófitas y macroinvertebrados asociados a macrófitas presentaron un comportamiento similar en los lagos satélites del sistema, con valores entre los 58 y 346 ind/m^2, con excepción de los lagos Chimbillo y el Pozo de la entrada, que presentaron valores de densidad similares al lago central del sistema (categoría 3), el cual presenta valores bajos. Los lagos externos al sistema presentaron ausencia total de macrófitas helófitos y, por tanto, de macroinvertebrados asociados (Tabla 4). Adicional a los datos de biomasa de macrófitas, abundancia y diversidad de macroinvertebrados, las observaciones en campo refuerzan la hipótesis de productividad.

Tabla 3. Concentraciones de los nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos, amonio, silicatos y carbono orgánico disuelto de los lagos del sistema de Tarapoto. *La muestra de los lagos Airuwe.

Lago	NO_2 (µmol/L)	NO_3 (µmol/L)	PO4 (µmol/L)	NH_4 (µmol/L)	SiO_2 (µmol/L)	pH (ppm)
Umari	0,030-0,095	0,000	0,451-0,581	2,204-6,249	134,739-137,363	4,663-14,52
Chepeten	0,172-0,208	0-1,206	2,591-3,618	6,303-9,203	117,825-136,92	12,096-13,056
Cochalargo	0,181	0,000	2,273	5,733	166,015	18,167
Airuwe 1*						
Airuwe 2*						
Cabecera Largo 1°	0,135	0,000	1,222	5,324	111,223	16,049
Cabecera Largo 2°	0,154	0,000	2,363	6,039	136,000	19,420
Cabecera Largo 3"	0,152	0,000	1,036	3,915	106,248	15,596
Tarapoto Largo	0,239	0,000	1,049	5,923	90,711	27,170
Tarapoto Redondo	0,177	0,000	1,086	6,238	87,305	21,481
Cabecera Redondo	0,179	0,000	0,312	5,721	66,954	14,712
Pozo entrada	0,143	0,030	0,457	3,800	106,014	14,151
Chimbillo	0,198	0,000	0,913	4,559	91,532	19,275
Chullo	0,176	0,000	0,028	6,243	87,740	9,393
Socó	0,187-0,224	0-0,326	0,169-3,113	2,390-7,496	0-8,064	20,403-22,309
Garzacocha	0,198	0,000	0,339	5,866	1,720	10,120

Los primeros dos ejes del análisis de componentes principales explican el 88,72% de la variación de los datos, con 76,21% en el primer eje y 12,51% en el segundo. Siendo la concentración de silicatos, la transparencia de Secchi, la conductividad, la concentración de nitratos y el área de los lagos en el primero eje, y el perímetro y la profundidad máxima en el segundo eje, las variables que más explican la heterogeneidad del sistema (Tabla 5). Según esto, tanto Tarapoto Largo como Redondo se separan del resto de lagos por la conductividad y el perímetro en el eje vertical, y por la concentración de silicatos, la transparencia, el área y la concentración de nitratos en el eje horizontal. El resto de lagos se agrupan todos sin una separación evidente para ninguna de las tres categorías, indicando que las características físicas y químicas de los lagos no son buenos discriminantes y por ello no son útiles para determinar la heterogeneidad ambiental de los lagos.

Con respecto a las variables biológicas, las variables que más aportaron en el primer eje fueron la densidad de fitoplancton, el peso y porcentaje de cobertura de macrófitas y la densidad de los macroinvertebrados, y en el segundo eje la abundancia de colémbolos, amphípodos y tricópteros.

Tabla 4. Densidad de fitoplancton, densidad y diversidad de macroinvertebrados, biomasa de macrófitas y taxones más abundantes en cada uno de los puntos de muestreo de los lagos del sistema de Tarapoto. La densidad de fitoplancton no se determinó en todos los lagos.

Lago	Categoría	Densidad Org/mL	Densidad ind/m^2	Diversidad (Shannon)	Macrófito (g/m^2)	Macrófito
Umari	1		146	0,875	4,7	*Salvinia*
Umari	1		386	0,771	19,5	*Cyperaceae- Salvinia - Ponteriaceae*
Chepeten	1		58	0,814	19,4	*Pistia stratiotes*-Araceae
Chepeten	1	442	228	0,622	21,8	*Pistia stratiotes*
Chepeten	1	186,3	244	0,82	30,3	*Pistia stratiotes*
Cochalargo	1	371,1	336	0,723	22,75	Poaceae
Cochalargo	1		346	0,756	5,2	*Pistia stratiotes*
Airuwe 1	2		244	0,449	14,5	Ludwinia
Airuwe 2	2		186	0,444	11	Ludwinia- *Salvinia*
Cabecera Largo 1	2	627,7	370	0,916	13,9	Poacaea
Cabecera Largo 2	2	801,6	232	0,64	11,3	*Pistia stratiotes*
Cabecera Largo 3	2	265,2	216	0,626	18,1	Ludwinia
Tarapoto Largo	3		184	0,654	5,7	*Euphorbiaceae- Phyllantus fluitans*
Tarapoto Redondo	3	414,0	20	0,447	26,5	*P. stratiotes-Phyllantus fluitans*
Pozo entrada	4		2	0,693	4,5	No identificada
Cabecera rdo	4		280	0,452	13,73	Poacaea
Chimbillo	4	524,0	8	0	6,4	Poaceae
Chullo	4		144	0,579	8,7	Ludwinia
Socó	5	108,33	0	0	0	
Garzacocha	5		0	0	0	

Observamos un gradiente en el primer eje asociado a la productividad, y en el eje dos a la dominancia de algunos grupos de macroinvertebrados sobre otros (Tabla 6).

El análisis de correspondencia canónica indica que la productividad de macrófitas y fitoplancton, la abundancia y densidad de macroinvertebrados dependen de las características físicas y químicas asociadas a la calidad de las aguas de los diferentes lagos del sistema. El primer eje canónico explica el 85% de la variación de los datos (Tabla 7) y está asociado al área del espejo de agua, la profundidad relativa, el porcentaje de saturación del oxígeno, las concentraciones de silicatos y nitratos (Tabla 8) (Figura 4).

Tabla 5. Puntajes (coordenadas) del análisis de componentes principales (PCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto.

Variable	Ejes					
	1	2	3	4	5	6
SiO_2	-7.0485	0.2725	-0.9266	0.4186	0.9288	-0.771
Secchi	-5.2682	-0.1987	2.5544	0.2562	-0.3276	0.1259
Conductividad	-4.9601	0.8453	-1.872	-0.5737	-0.8848	0.4681
pH	-2.4747	0.3497	0.09	-0.3983	-0.2459	-0.0274
NH_4	-1.4854	0.0655	0.3612	0.6675	-0.3642	-0.0568
Zmax	-1.4405	-1.4963	0.0629	0.1527	0.5118	0.7134
Temperatura	0.9957	0.5859	-0.0497	-0.3486	-0.1002	-0.1108
Perímetro	1.3743	-4.6143	-0.4449	-0.1654	-0.146	-0.2363
Zrel	1.4121	1.2037	0.493	-0.7127	0.7334	0.7475
DL	1.9062	0.2005	0.1328	-0.3329	0.1625	-0.0195
NO_2	2.2751	0.517	0.1121	-0.0751	0.0127	-0.0937
COD	2.3323	0.437	-0.048	-0.2442	0.1983	-0.1318
% Saturación O_2	2.5487	0.5027	0.5989	-0.4773	-0.6008	-0.7888
PO_4	2.7884	0.6341	-0.302	0.4152	0.4445	-0.1871
NO3	3.3517	0.7679	-0.5525	1.5903	-0.3965	0.3688
Área	3.6929	-0.0725	-0.2096	-0.1719	0.0466	-0.1465

Tabla 6. Puntajes (coordenadas) del análisis de correspondencia destendenciado (DCA) para las variables medidas en los lagos del sistema de Tarapoto.

Variable	Ejes		
	1	2	3
d fitoplancton	132	37	51
Peso macrófitas	127	42	49
Cobertura 109	42	18	
d macroinvertebrados	102	40	38
Díptera	99	36	66
Gastrópoda	93	40	20
Coleóptera	91	43	29
Odonata	88	9	0
Hemíptera	83	25	51
Ephemeróptera	74	50	29
Ostrácoda	73	50	7
Plecóptera	58	21	48
Amphipoda	45	60	56
Arácnida	39	51	36
Trichóptera	8	0	84
Collembola	0	229	33

	Ejes		
	1	2	3
Eigenvalue	0,478	0,065	0,007
% de varianza explicada	85,0	11,5	1,3
% acumulado	85,0	96,5	97,8

Tabla 7. Eigenvalues y varianza en los datos de las características biológicas en los tres primeros ejes canónicos.

Densidad de pirarucú

En total se registraron 161 observaciones de pirarucú, de las cuales 124 fueron a casos válidos, ya que 37 de los registros correspondían al reconteo de un mismo individuo por el mismo pescador o por varios pescadores. Estas observaciones indican una tasa de encuentros de 0,87 ind/horas totales de observación (141 horas en total); 13,7 ind/pescador durante la totalidad de los días de muestreo; y 2,29 ind/día/pescador. Sumando el área de todos los lagos se obtiene un área de 426,6 ha de superficie de cuerpos de agua lénticos para el que se tendría una densidad de 0,29 ind/ha.

Tabla 8. Puntajes de la ordenación de correspondencia canónica para los tres primeros ejes.

Variable	Ejes		
	1	2	3
Secchi	244,815	-0,0033	185,315
Zmax	182,628	111,646	328,959
PO_4	185,299	137,386	-303,581
DL	203,002	0,0409	575,521
NO_2	221,645	-0,43362	-210,618
NH_4	222,945	0,84059	-211,496
COD	224,995	142,311	-0,13773
SiO_2	235,029	137,805	-120,397
pH	243,997	0,90946	-102,474
Temperatura	247,316	0,84627	-11,913
% Saturación O_2	247,484	-604,192	0,31686
Conductividad	251,649	202,198	-193,251
Zrel	340,725	257,938	1,335,226
Perímetro	0,2069	-0,20183	-0,2279
Área	-0,42259	-0,00467	0,01232
NO_3	0,93886	98,796	254,188

Lago	Ejes		
	1	2	3
Umari	0,93143	-0,12701	-0,12304
Chepeten	0,10305	0,15348	-0,06082
Cochalargo	0,21111	0,16383	-0,0745
Airuwe 1*	2,01343	0,06109	0,05419
Airuwe 2*	1,66017	0,45932	-0,18415
Cabecera Largo 1º	1,11003	0,02559	-0,14587
Cabecera Largo 2º	1,93172	0,78968	0,03546
Cabecera Largo 3º	2,0601	0,57478	0,63803
Tarapoto Largo	-0,33964	0,02034	0,01201
Tarapoto Redondo	-0,31881	-0,03338	0,00969
Cabecera Redondo	1,87088	0,56808	-0,15551
Pozo entrada	1,55752	0,15591	-0,18693
Chimbillo	2,13247	-0,71345	0,04153
Chullo	1,33726	-1,28326	0,04017

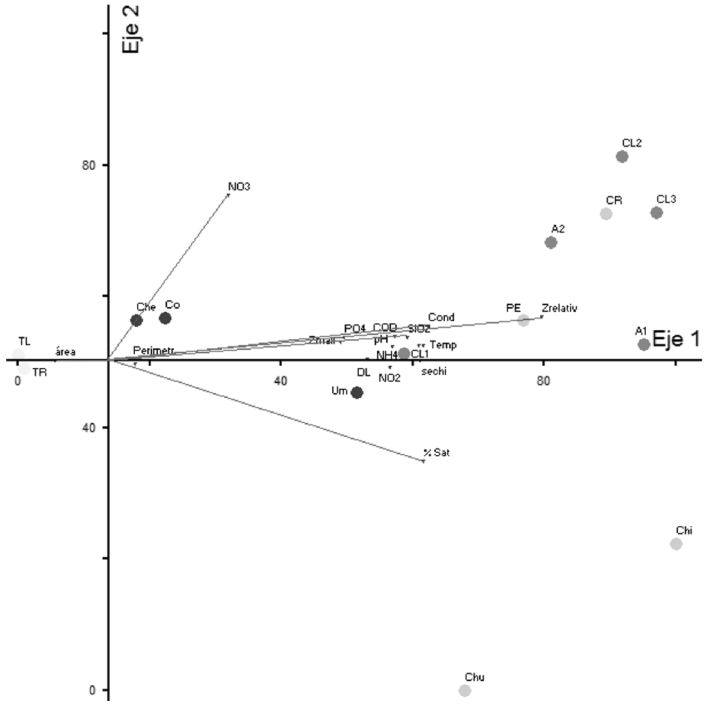


Figura 4. Ordenación de los lagos en los dos primeros ejes del análisis de correspondencia canónica (CCA). En negro los lagos de la categoría uno, en gris oscuro de la categoría dos, en gris muy claro de la categoría tres, y en gris claro de la categoría cuatro. Los puntos azules corresponden a las variables biológicas.

Los lagos con las mayores abundancias fueron Tarapoto, Umarí, Chepetén, Cabecera de Largo 1º y 3º, esta tendencia se mantiene para las observaciones realizadas en los alrededores de dichos lagos. Esto indica que las características del lago están afectando también el número de individuos que se mueven en los alrededores de los lagos. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta el área de los lagos, las mayores densidades las tienen los lagos Cabecera de Largo 3º, Chimbillo y Umarí, no obstante cuando se incluyen las observaciones realizadas en los caños y el bosque inundado, las mayores densidades fueron encontradas en Chimbillo, Cabecera de Largo 3º, Cabecera de Redondo, Airuwe 1 y Umarí (Tabla 9).

Con respecto a la estructura de la población de pirarucú de los lagos de Tarapoto, los pescadores registraron 72 observaciones de individuos adultos (mayores de dos metros de longitud total), 14 observaciones de

Tabla 9. Abundancias y densidades de pirarucú en los lagos; lagos y bosque inundado; y lagos, bosque inundado y caños del sistema de Tarapoto. Todas las densidades fueron calculadas con el área del espejo de agua de los lagos.

Lago	abuL (n)	abuLB (n)	abuLBC (n)	denL	denLB (ind/ha)	denLBC (ind/ha)
Umari	10	19	19	1,028	1,953	1,953
Pozo entrada	1	1	1	0,287	0,287	0,287
Airuwe 1	1	3	3	0,677	2,032	2,032
Airuwe 2	2	4	4	0,731	1,461	1,461
Chepeten	5	9	9	0,141	0,253	0,253
Cabecera Largo 1º	5	9	9	0,657	1,183	1,183
Cabecera Largo 2º	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Cabecera Largo 3º	5	5	5	4,377	4,377	4,377
Cochalargo	3	7	11	0,099	0,230	0,361
Tarapoto	17	32	41	0,053	0,099	0,127
Cabecera Redondo	1	3	6	0,624	1,871	3,743
Chimbillo	4	8	8	3,501	7,003	7,003
Chullo	3	8	8	0,412	1,099	1,099

Tabla 10. Puntajes del primer y segundo eje para las variables físicas, químicas y morfológicas (PCA) y biológicas (DCA) analizadas.

Lago	PCA1	PCA2	DCA1	DCA2
Umari	-0.2719	0.0402	-65.36606	-22.09211
Pozo entrada	-0.2734	0.1193	168.52728	-9.00859
Airuwe 1	-0.2986	0.115	143.82266	297.21854
Airuwe 2	-0.299	0.1052	157.23166	-1.79386
Chepeten	-0.2604	0.0019	-59.55287	178.07507
Cabecera Largo 1º	-0.3035	0.0417	71.3672	-3.37561
Cabecera Largo 2º	-0.2955	0.0779	-2.62027	-25.01564
Cabecera Largo 3º	-0.2829	0.0555	118.57861	33.29122
Cochalargo	-0.2857	-0.0895	56.62644	-39.33211
Tarapoto	-0.13005	-0.67855	284.73783	-14.98087
Cabecera Redondo	-0.2838	0.062	150.18887	-11.07476
Chimbillo	-0.2895	0.1191	248.49477	19.75757
Chullo	-0.2561	-0.0443	150.92136	-4.1977

individuos subadultos (entre uno y dos metros), 34 observaciones de individuos juveniles (menores a un metro) y cuatro observaciones en las que no fue posible reconocer el tamaño del individuo, que corresponden al 58,06%, 11,29%, 27,42% y 3,22%, respectivamente.

Existe una correlación positiva significativa entre las abundancias de pirarucú y los puntajes del primer eje del análisis de componentes principales, indicando que el número de individuos en cada lago y sus alrededores responde al gradiente de características físicas, químicas y morfológicas de los lagos (Tabla 10, Figura 6). No se encontraron relaciones significativas entre la densidad y el primer o segundo eje del PCA, indicando que las densidades de los individuos no responden a dicho gradiente.

Por su parte, la correlación entre la abundancia y la densidad de ejemplares de cada uno de los lagos con los puntajes del primer o segundo eje del DCA fue muy baja y no fue significativa, indicando que las variables biológicas, aunque se correlacionan con el gradiente físico y químico de las aguas de los lagos, no explican la distribución de la especie a lo largo del sistema (Tabla 10).

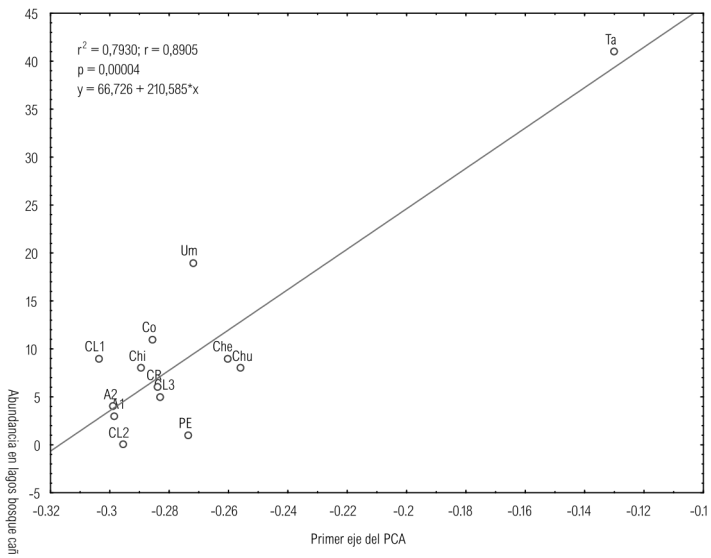


Figura 5. Correlación del número de individuos de *Arapaima gigas* en los sistemas de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de componentes principales.

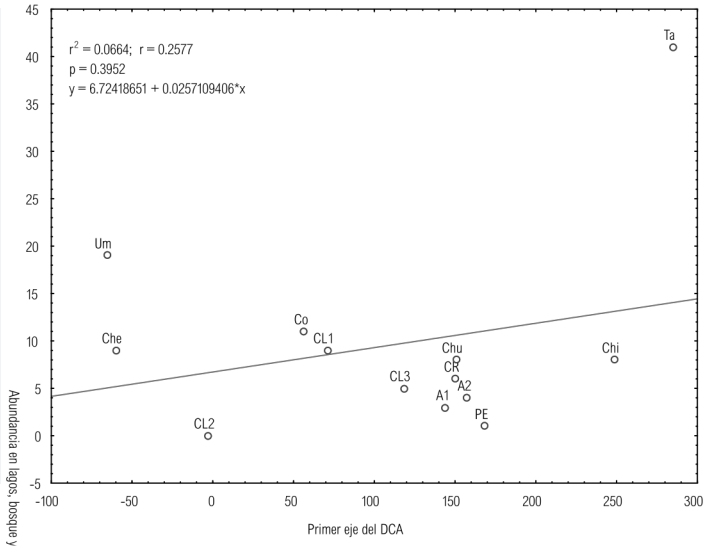


Figura 6. Correlación del número de individuos de *Arapaima gigas* en los lagos del sistema de Tarapoto y los puntajes del primer eje del análisis de correspondencia destendenciado (DCA).

DISCUSIÓN

Según información dada por los pobladores y teniendo en cuenta los valores de los datos físicos y químicos de los lagos, al igual que con el hallazgo de especies de macrófitas que solo crecen en lagos a los que anualmente entran aguas del río Amazonas, como son *Victoria amazonica* y *Pistia stratiotes*, es posible que los lagos Umarí, Matamata y Chepetén sean inundados anualmente por aguas blancas, por lo cual presentan altas productividades, mientras que el lago Cochalargo, aunque también recibe aguas del Amazonas, tiene menos influencia, por lo que presenta individuos de *Pistia stratiotes* de menor tamaño que Chepetén, al igual que valores más bajos de conductividad y densidad fitoplanctónica. A su vez el "Pozo de la entrada" del lago Tarapoto, situado entre la barra de tierra que separa el lago Tarapoto Redondo del río Amazonas recibe directamente las aguas del Amazonas, sin embargo no alcanzan a entrar a Tarapoto, por lo que dicho pozo presenta altas conductividades. Por último, el lago Tarapoto recibe por conexión indirecta las aguas negras del río Loretoyacu, que entran a través del caño Tarapoto y el lago El Correo, y solo en años de inundaciones extremas recibe plumas de aguas blancas.

Los datos generales de la calidad de las aguas del sistema de lagos se encuentran dentro de lo reportado para los lagos de aguas blancas tipo I (Duque 1997) y para otros lagos de várzea situados sobre el Amazonas colombiano (Andramunio 2006, Duque 1998, Marciales 2006), lo que ratifica la categoría de várzea para el sistema y desmiente la hipótesis de transición hacia igapó por la progresiva pérdida de la influencia del río Amazonas sobre los lagos (Díaz 1995).

En regiones tropicales, los valores de conductividad en los ambientes acuáticos están más relacionados con las características geoquímicas de la región en la que se localizan y con las condiciones climáticas (estiaje o lluvias) (Payne 1986, Esteves 1988, Lampert y Sommer 1997). Es así como en general los valores de la conductividad durante el periodo de muestreo (aguas subiendo-lluvias) se observan reducidos con respecto a los valores registrados en el premuestreo para los lagos Chepetén, Cochalargo y Tarapoto, por el efecto de dilución de los lagos a causa de las lluvias locales (Duque 1998).

Los valores de transparencia encontrados para los lagos durante el periodo de estudio corresponden al patrón general que han descrito para los lagos de plano de inundación de la Amazonia, en el que tras la entrada de las aguas del Amazonas a la várzea, cuando los sólidos suspendidos se precipitan, la transparencia se incrementa (Putz y Junk 1997) y se mantienen dentro del rango de datos reportados para el lago central del sistema (Amaya 1999, Andramunio 2006) y otros lagos de várzea de la Amazonia colombiana (Duque 1998, Gantiva 2000) en estudios realizados a lo largo del ciclo hidrológico. Asociado a este cambio en la entrada de luz al sistema, la productividad de fitoplancton aumenta, alcanzando sus máximos valores cuando el nivel del agua comienza a descender (Engle y Melack 1993). Adicionalmente, la entrada diferencial de la pluma de agua blanca a los lagos del sistema (en mayor medida a los lagos de la categoría 1 y Pozo de la Entrada) explica el gradiente de transparencia de Secchi, los gradientes de conductividad y productividad del sistema.

Todos los planos de inundación tropicales tienen una tendencia a presentar hipoxia permanente o temporal en el agua. El nivel de hipoxia (<2 ppm) depende de la frecuencia y extensión de la turbulencia afectando el cuerpo de agua, la profundidad de los cuerpos de agua y la presencia de materia orgánica (Junk *et al*. 1997). En general el

porcentaje de saturación de oxígeno fue bajo, alcanzando niveles de fuerte hipoxia en algunos lagos, y anoxia muy cerca de la superficie. A su vez, esta variable mostró variaciones importantes en los lagos del sistema, principalmente en la superficie de los diferentes cuerpos de agua, por lo que se convierte en una variable importante a la hora de separar los lagos. Esto se debe principalmente al efecto que tienen las grandes comunidades de macrófitas en el contenido de oxígeno de las aguas de un lago. En los centímetros superficiales de lago con una densa masa de plantas, las concentraciones de oxígeno durante el día son altas debido a la actividad fotosintética del perifiton adherido a las raíces de las macrófitas (Furch y Junk 1997, Junk *et al*. 1997).

Los lagos con mayores concentraciones de oxígeno en su superficie son los llamados lagos "cerrados", que presentan comunidades de macrófitas que cubren casi la totalidad del espejo de agua, y en los que el muestreo se realizó en una pequeña área libre de plantas. Adicionalmente, los procesos de descomposición de la materia orgánica producida por los macrófitas (Furch y Junk 1997) y por el constante aporte de las lluvias y la escorrentía de la zona aledaña (Ordoñez 2002), durante el periodo de aguas altas, pueden ser suficientes para que los lagos se tornen fuertemente hipóxicos (Furch y Junk 1997).

Las concentraciones de nitrato, fósfato, silicato y carbono orgánico disuelto registrados en los lagos del sistema se encuentran por debajo (cerca de la mitad) de los reportados para el lago principal del sistema durante un periodo de aguas bajas (Andramunio 2006). Esto puede ser el resultado de la dilución de los lagos por las lluvias locales. Por su parte el amonio mostró concentraciones similares a las reportadas por dicha autora, lo que puede ser el resultado de las altas tasas de descomposición de la materia orgánica, que estarían compensando el efecto de las lluvias, ya que el material vegetal sobrelleva procesos continuos de descomposición, que conducen a un enriquecimiento de NH_4+ en el agua intersticial de los sedimentos y en la columna de agua durante la fase de aguas altas (Kern y Darwich 1997). Caso contrario ocurrió con el nitrito, que presenta valores más altos (cercanos al doble) de los registrados para el lago en aguas bajas (Andramunio 2006), este aumento en la concentración de nitrito con respecto a los periodos de aguas bajas es consecuencia principalmente de la desnitrificación que ocurre durante el periodo de anoxia en el hipolimnio (Esteves 1988).

El área y la profundidad relativa mostraron ser variables importantes en la asociación de las variables ambientales a las variables biológicas. El tamaño y el "fetch" (eje mayor de efecto del viento) de los lagos pueden influenciar fuertemente la hidroquímica y el comportamiento biológico de los mismos ya que afectan la turbulencia producida por el viento (Melack 1984, Furch y Junk 1997, Wetzel y Linkens 2000). Los fenómenos de estratificación térmica, circulación de nutrientes, productividad y eutrofización están ligados indirectamente a la profundidad del lago, al tamaño y al periodo de retención del agua (Wetzel y Linkens 2000). Adicionalmente la geomorfología del sistema afecta los patrones de conectividad y, con esto, a un complejo número de factores que estructuran las comunidades de plantas acuáticas y que afectan la riqueza y diversidad de especies en los sistemas riberinos de planos de inundación (Ward *et al*. 2002).

Los gradientes ambientales de pequeña escala juegan un papel muy importante en la segregación de taxones estrechamente relacionados (Ward *et al*. 2002). Se ha identificado que los gradientes espaciales, bien sean químicos, de cantidad de materia orgánica, de concentraciones de nutrientes, de cantidad de sedimentos, del flujo de la corriente o el área de inundación, así como los gradientes temporales (regímenes de perturbación y reemplazo de especies), son los principales patrones y procesos que contribuyen a la diversidad y el mantenimiento del *pool* de especies de los sistemas riverinos de plano de inundación (Ward *et al*. 2002).

En este estudio, el principal proceso que parece estructurar la hidroquímica y los procesos biológicos en las comunidades vegetales y animales asociadas a los diferentes lagos del sistema es la inundación diferencial de los lagos con aguas blancas del Amazonas. Como se ve en el DCA y en el CCA, este fenómeno afecta las conductividades, el tenor de nutrientes y con ello la productividad en los diferentes componentes estudiados. Estudios en la Amazonia central demuestran que el perizoo es fuertemente influenciado por la cantidad de materia inorgánica suspendida, la concentración de oxígeno en la zona de raíces y la disponibilidad de alimento (Engle 1993 en Junk y Robertson 1997). Sumado a lo anterior los cortos ciclos de vida y las altas tasas reproductivas les permiten una rápida reacción a las cambiantes condiciones ambientales, por lo que la composición y las densidades poblacionales pueden variar fuertemente en diferentes partes de un lago y entre lagos (Junk y Robertson 1997).

El número de observaciones individuales de pirarucú en los sistemas lacustres de Tarapoto se encuentran dentro de lo reportado para otros sistemas de lagos en la Amazonia peruana (Piana *et al*. 2003) y en el Rupununi en la Guyana (Castello 2001) previo al manejo de la pesca de la especie, y están en el mismo orden de los lagos con más bajas abundancias y densidades en una pequeña área de la reserva de Mamirauá en Brasil, donde se reportaban densidades entre los 0,67 y 57,8 ind/ha (Queiroz 2000). Sin embargo, la densidad para el sistema es mucho más baja que la reportada para dicha reserva previa al manejo (45,49-48,49 ind/ha; Queiroz 2000) y muy por debajo de los reportes de cerca de 20.650 individuos tras ocho años de manejo (Castello *et al*. 2009). El tamaño de la población de *Arapaima gigas* en el sistema indica el decaimiento de la población a causa de la sobrepesca, tal como se ha reportado para los lagos de la Guyana (Castello 2001).

Dentro del sistema de Tarapoto, estos resultados pueden estar reflejando, además de las preferencias de hábitat de la especie, la presión de pesca en cada uno de los lagos durante el periodo de aguas bajas inmediatamente anterior. Ya que en aguas bajas los pescadores van a pescar a los lagos en los que "quedan muchos pirarucús", pues aumenta la probabilidad de captura, realizando un mayor esfuerzo total en dichos lagos. De ser así, al final de la temporada, habría menos individuos en dichos lagos, en función de su accesibilidad, viéndose más diezmadas las poblaciones de los lagos de más fácil acceso (Chepetén y Cochalargo) y manteniéndose en mejores condiciones en los lagos lejanos (Umarí).

De los 17 lagos presentes en el sistema de Tarapoto, los lagos Tarapoto, Umarí, Chepetén y Cochalargo son reconocidos por los lugareños por mantener constantemente poblaciones de pirarucú de buen tamaño en las que se lleva a cabo la mayor actividad pesquera de esta especie (Kendall *et al*. 2006). De igual modo ellos reconocen que una vez sube el nivel del agua los pirarucús salen de Cochalargo y Chepetén, por lo que durante los conteos se encontraban en la várzea y caños del lago Tarapoto, dentro de las que se destaca la várzea de la cabecera de Tarapoto largo, la várzea entre la comunidad de Santa Clara de Tarapoto y el caño Soledad, el caño Soledad y su bosque inundable, tal como lo demuestran los mapas realizados por los pescadores sobre la distribución de la especie en el sistema. Estos resultados corroboran lo encontrado por Castello (2007) en el sistema de várzea de Mamirauá.





El pirarucú es un alimento tradicional de las comunidades indígenas, su carne es preciada por ser sabrosa y rica en nutrientes; además, este grandioso pez ha formado parte desde siempre de la cultura indígena. Sin embargo, la sobrepesca y el desarrollo de artes de pesca y caza insostenibles está diezmando sus poblaciones, situando en peligro la supervivencia de la especie.



Ejemplar de pirarucú de apenas 60 cm capturado en el sistema lacustre de Tarapoto, donde la baja abundancia de juveniles puede ser el resultado de la pesca selectiva de adultos y de la sobrepesca con redes estacionarias.

A pesar de que en la literatura no se reportan tasas de encuentro para otros sistemas, según las entrevistas realizadas, el número de individuos ha disminuido mucho ya que en general los pescadores de todo el interfluvio reportan que cuando salían en su canoa por los lagos, era común ver tres o cuatro individuos "así no se estuviera buscando".

La abundancia relativa de las clases de tamaño mostró una alta abundancia de adultos para la totalidad del área estudiada, existiendo al menos un adulto (1,5) por cada juvenil (incluyendo los individuos subadultos). Los estimativos a gran escala en Brasil muestran una abundancia relativa de un adulto por cada tres juveniles (Castello 2001). La baja abundancia de juveniles en el sistema de Tarapoto puede ser el resultado de la pesca selectiva de adultos y de la pesca con redes estacionarias. Tradicionalmente, la mayor actividad pesquera dirigida a esta especie se realiza durante el periodo de aguas bajas, momento en el que los individuos se encuentran confinados a los cuerpos de agua lénticos y en el cual los individuos establecen parejas para su reproducción, facilitando así la pesca (Castello 2001, 2004, Kendall *et al.* 2006,

Neves 1995, Vela *et al*. 2003). La baja abundancia de juveniles puede ser explicada como el resultado de la intensa pesquería dirigida a los individuos involucrados en alguna actividad reproductiva (formación de parejas, anidamiento o protección de la prole). Adicionalmente, durante el periodo de estudio, los pescadores de pirarucú manifestaron que desde que se introdujeron las redes estacionarias, el número de ejemplares ha descendido, debido a que los juveniles de la especie son capturados con estas artes poco selectivas.

La relación positiva de las abundancias de pirarucú con el gradiente observado para las variables abióticas estaría indicando la importancia de la productividad de cada lago para la selección del mismo. Como se mencionó anteriormente, las variables que más explicaron la variación de los datos para ordenación de los lagos están relacionadas con la productividad, asociadas a la entrada de las aguas ricas del río Amazonas y los procesos bióticos asociados a este fenómeno. Este gradiente se correlacionó en el CCA con el gradiente encontrado para las variables bióticas medias (DCA), explicando un 85% de la variación en el primer eje. Según esto, sería de esperar que las abundancias pirarucú en los lagos del sistema se relacionaran positivamente también con las variables bióticas.

Por esta razón, es posible que el bajo valor del coeficiente de correlación indique que, si bien el pirarucú responde a las variables abióticas medidas, las variables abióticas seleccionadas no son las adecuadas. Según Castello (2007) algunas de las variables más importantes son la concentración de oxígeno disuelto y la densidad de peces-presa del pirarucú en los diferentes ambientes.

Según lo reportado por los pescadores locales, el pirarucú se mueve dentro del plano de inundación siguiendo su alimento, compuesto principalmente de peces para los adultos, de macroinvertebrados y peces de pequeño porte para los juveniles (Queiroz 2000). Estos reportes corroboran lo encontrado en Brasil con respecto a las migraciones laterales (Castello 2007). En los sistemas río-planos de inundación una amplia variedad de recursos alimenticios están disponibles para los peces y la disponibilidad está determinada por el acceso de los peces al plano de inundación, que a su vez, depende del nivel del agua (Junk *et al*. 1997). Así, a medida que aumenta el nivel del agua, los peces

presas del pirarucú, se mueven hacia el bosque inundado en busca de nuevos recursos disponibles (Goulding 1980) o de ambientes con mejores condiciones de oxígeno (Castello 2007). Aunque muchas especies de peces amazónicos soportan, por al menos algunas horas, concentraciones de oxígeno menores a 0,5 mg/l (Soares *et al.*, 2006). Las diferencias en los requerimientos de oxígeno y comportamiento de las especies ocasionan una distribución diferencial de peces en los planos inundables del Amazonas de acuerdo con las concentraciones de oxígeno en los diferentes hábitats (Junk *et al.*, 1997). Siendo esta una de las razones que conllevan a migraciones horizontales de pequeña escala y dislocaciones verticales de peces, debido al ciclo diurno de las concentraciones de oxígeno en los lagos del plano de inundación del Amazonas, moviéndose durante la noche entre la zona limnética de los lagos y durante el día en las comunidades de macrófitas, donde las concentraciones de oxígeno mejoran debido a la producción de oxígeno del fitoplancton y el perifiton (Saint-Paul y Soares 1987).

En hábitats con fuerte hipoxia, la mayoría de las especies piscívoras están ausentes (Junk *et al.*, 1997), sin embargo, adicional a la respiración aérea del pirarucú, se ha reportado que la especie es capaz de incrementar la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en condiciones de hipoxia (Val 2000), estas estrategias implican independencia por las fluctuaciones de oxígeno disuelto (Val *et al.*, 2006). Por lo que es capaz de ejercer una fuerte presión en dichos hábitats (Goulding com. pers. en Junk *et al.*, 1997). Teniendo en cuenta lo anterior, si bien la distribución del pirarucú no depende directamente de las concentraciones de este gas, esta variable es muy importante en función de la distribución de las presas de este gran predador.

En conclusión, la entrada diferencial de las aguas blancas del río Amazonas genera gradientes ambientales en el sistema de lagos de Tarapoto, a su vez, los gradientes encontrados generan diferencias en la productividad del sistema y dichas diferencias, junto con la concentración de oxígeno, determinan la disponibilidad de presas para el pirarucú, y por ende su distribución en la zona. Por lo que podemos decir que la entrada de aguas blancas del Amazonas al sistema de lagos de Tarapoto es el principal proceso estructurador de la hidroquímica y los procesos biológicos en las comunidades vegetales y animales asociadas a los diferentes lagos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia, Corpoamazonia y la Fundación Natütama por al apoyo logístico y financiero. A los pescadores que colaboraron con el proyecto.

LITERATURA CITADA

Alcântara C. P., M. P. de Oliveira, A. M. Bastos, S. Q. Corrêa & M. S. Oliveira. 1997. Capacitacão comunitaria para o monitoramento dos estoques de pirarucús (*Arapaima gigas*) na região de Atumã, Alenquer – PA. IBAMA. Projeto Iara. Administraçao dos recursos pesqueiros do médio Amazonas. Santarém – PA. 34 pp.

Amaya, K. 1999. Composición y Estructura del Fitoperifiton en el Lago Tarapoto (Amazonia Colombiana), Durante dos períodos hidrológicos. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

Andramunio, C. P. 2006. Estudio de la Comunidad Fitoperifítica Asociada a Sustratos Naturales Durante un Período Anual en el Lago Tarapoto (Amazonia Colombiana). Trabajo de Grado. Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de licenciatura en biología. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia. 139 pp.

Bard, J. & E. P. Imbiriba. 1986. Piscicultura o pirarucú, Arapaima gigas. Belém: EMBRAPA-CPATU, Circular Técnica No 52, Belém do Pará. 17 Pp.

Castello, L. 2001. Stook assessment and management of *Arapaima gigas* in the North Rupununi, Guyana. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé-AM, Brasil. 25 pp.

Castello, L. 2004. A method to count piarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. North American journals of fisheries management. 24: 379 – 389 pp.

Castello, L. 2007. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. Ecology of freshwater fish. OnlineEarly Article. Publicado Online 2 de Agosto de 2007. Blackwell Synergy. <www.blackwell-synergy.com>

Castello, L., J. P. Viana, Watkins, G., M. Pinedo-Vasquez & V. A. Luzadis. 2009. Lessons from integrating fishers of arapaima in small-scale fisheries management at the Mamirauá Reserve, Amazon. Environmental management, 43(2): 197-209.

Díaz, J. A. 1995. Caracterización limnológica preliminar de los lagos de Tarapoto, El Correo y Caballo Cocha, Amazonia central (Colombia-Perú). Trabajo de grado. Facultad de Biología Marina. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá. 65pp.

Duque, R, S. 1993. Inventario, caracterización y lineamientos para la conservación de los humedales del departamento del Amazonas. Universidad Nacional de Colombia – Inderena. Leticia, Colombia.

Duque, S. R. 1998. Variación estacional de la fisicoquímica de las aguas en un lago de várzea de la amazonia colombiana. Informe. Fondo FEN. Inédito.

Duque, R. S., J. E. Ruíz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Capítulo 2. Limnología. Págs. 69 – 134 en IGAC (Eds.) Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasilero (eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Linotipia Bolivar. Santafé de Bogotá, D. C.

Engle, D. L. 1993. Ecologicas consequences of Riverine Flooding in an Amazon Floodplain Lake: Efects of sediments and nutrient inputs on seston dynamics and the epiphytic algae and aquatic invertebrates of Floating Meadows. PhD Thesis. University of California Santa Barbara.

Engle, D. L. & J. M. Melack. 1997. Consequences of Riverine Flooding for Seston and the Periphyton of Floating Meadows in an Amazon Floodplain Lake. Limnology and Oceanography, Vol. 38, (7): 1500-1520pp.

Esteves, F. de A. 1988. Fundamentos de limnología. Interciencia. Río de Janeiro. Brasil. 575 pp.

Ferraris, C.J., Jr., 2003. Arapaimidae (tongue bony fishes). En R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

Furch, K. y W. J. Junk. 1997. Physicochemical Conditions in the floodplain. Pags: 69 – 108. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System. Springer. Ecológical Studies 126. Berlin. 525 pp.

Gantiva, J. 2000. Composición y estructura del fitoperifiton en el Lago Yahuarcaca (Amazonia Colombiana) durante dos períodos hidrológicos. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Goulding, M. 1980. The Fishes and the Forest. Berkeley, CA: University California Press.

Junk, W. J. 1984. Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white water rivers. Pags: 217 -243 en Sioli, H. (Ed.) The Amazon Limnology and Lanscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin. Dr W. Junk Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 762 pp.

Junk, W. J. & B. A. Robertson. 1997. Aquatic invetebrates. Pags: 279 – 298. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System. Springer. Ecológical Studies 126. Berlin. 525 pp.

Junk, W. J., M.G.M. Soares & U. Saint-Paul. The fish. Pags: 384-408. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System. Springer. Ecológical Studies 126. Berlin. 525 pp.

Kendall, S., P. Ahue & L. Peña. 2006. Captura, anidación y manejo del pirarucú (Arapaima gigas) en los lagos Tarapoto, Amazonia colombiana. Artículo inédito. Fundación Natütama. Puerto Nariño. Colombia.

Lampert, W. & U. Sommer. 1997. Special features of aquatic habitats. Pags: 16-44. En: Limnoecology: The ecology of lakes and streams. Oxford University Press. New York, Oxford.

Marciales L. J. 2006. Ecología funcional del fitoplancton en dos lagos de la ribera colombiana del río Amazonas (Tarapoto y El Correo). Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Martinelli, N. M. C. & M. Petrere JR. 1998. Morphometric relationships and indirect determination of lenght frecuency structure of the pirarucú, *Arapaima gigas* (Cuvier), in Brazilian Amazonia. Fisheries Management and Ecology. 5: 233-240 pp.

Melack, JM. 1984. Amazon Floodplain Lakes: Shape, Fetch, and Stratification Verhandlung Internationale Vereinigung Limnologie Vol. 22: 1278-1282.

Mojica J. I., J.S. Usma, R. Álvarez-León & C.A. Lasso (Eds.). 2012. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia, Universidad de Manizales. Bogotá, D.C. Colombia 319 pp.

Mojica J. I., S. López-Casas, C. Moreno-Arias, C. Castellanos, C. Pinto, H. H. Franco, C.L. Sánchez-Páez & E. Agudelo. 2012. Arapaima gigas. Pp 76. En: Mojica J. I., J.S. Usma, R. Álvarez-León & C.A. Lasso (Eds.). 2012. Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia, Universidad de Manizales. Bogotá, D.C. Colombia 319 pp.

Neves, A. M. B. 1995. Conhecimento atual sobre o pirarucú Arapaima gigas (Cuvier, 1917). Projeto IARA/IBAMA. Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos de Pesca. Santarem – PA. 17pp

Ordóñez. J. 2002. Estructura de la comunidad de algas epifíticas en dos macrófitas (Paspalum repens y Polygonum densiflorum) en los lagos de Yahuarcaca (Amazonas – Colombia). Tesis Msc. Universidad de los Andes. Bogotá.

Payne, A. I. 1986. 2.4. Variability of Tropical Rivers. Pags. 17 – 20. En: Payne, A. I. The Ecology of Tropical Lakes and Rivers. John Wiley & Sons. Great Britain. 301 pp.

Piana, R., J. del A. Chávez & M. Tang. 2003. Experiencias de manejo de paiche en cuatro comunidades de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.

Pires F., I. 2003. Avaliação da variabilidade genética das populações de Arapaima gigas (pirarucú) da bacia amazônica aravés de genes do DNA motocondrial e marcadores moleculares de microsatélites. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.

Putz, R. y W. J. Junk. 1997. Phytoplankton and Periphyton. Pags: 207 – 222. En: W. J. Junk (Ed.). 1997. The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing System. Springer. Ecological Studies 126. Berlin. 525 pp.

Queiroz, H. 2000. Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Varzea: Red giants in muddy waters. Tesis de Doctorado. Universidad de St Andrews. St Andrews, Scotland, United Kingdom. 226 pp.

Saint-Paul, U. & G. M. Soares. 1986. Diurnal distribution and behavioral responses of fishes to extreme hypoxia in an Amazon floodplain lake. Environmental Biology of Fishes, Vol. 20 (2):91-104.

Soares, M. G. M. , N. A. Menezes & W. J. Junk. 2006. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. Hydrobiologia, 568:353–367

UICN. World Conservation Monitoring Centre 1996. Arapaima gigas. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 January 2014

Val, A. L. 2000. Organic phosphates in the red blood cells of fish. Comparative Biochemistry and Physiology.125A: 417-435.

Val, A.L, M.N. Paula da Silva & V.M.F. Almeida-Val. 2006. Environmental eutrophication and its effects on fish of the Amazon. Pags: 1-12. En: Brauner, C. J., K. Suvajdzic, G. Nilsson, D. Randall (Eds.). Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality. Proceedings of the Ninth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality. Ecosystems Research Division. Athens, Georgia

Vela A., F. Díaz, D. Torrea, H. Flores & V. Montreuil. 2003. Estudio Piloto de la recuperación de paiche, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1917) en el sector inferior de la cuenca de Pacaya de la Reserva Nacional de Pacaya Samiria. Pags.: 53 – 64. En: Alcántara, F. y V. Montreuil (Eds.). Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) y World Wildlife Fundation (WWF) – Russell. E. Train Education for Nature Program. 2003. 166pp.

Ward, J. V., K. Tockner, D. B. Arscott, y C. Claret. 2002. Riverine landscape diversity. Freshwater Biology,47: 517–539pp.

Wetzel, R. G. & G. E. Likens. 2000. Lymnological Analyses. Third Edition. Springer. New York. 429pp.

Winemiller, K. O. & D. B. Jepsen. 1998. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. Journal of Fish Biology 53 (Supplement A): 267–296





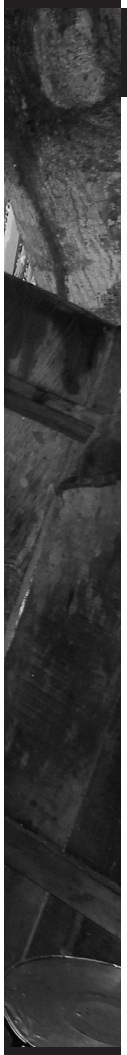
CAPÍTULO 5

Seguridad alimentaria



5.1 · HUMEDALES DE TARAPOTO: PESCA, ECONOMÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA EL PUEBLO INDÍGENA DE PUERTO NARIÑO, AMAZONAS

Catalina Trujillo Osorio[1]



RESUMEN

Este artículo[2] analiza la importancia de los humedales amazónicos para el sustento y la economía de los hogares indígenas en el Trapecio amazónico[3]. Usando un sistema participativo para el registro diario de la información económica, se monitoreó la producción y el consumo de 23 hogares indígenas en dos comunidades asociadas al sistema de humedales de Tarapoto, en el río Amazonas. Mediante la aplicación de métodos cuantitativos, se estimó el aporte de la pesca artesanal a la economía de los hogares de la zona. Se encuentra que la población depende en gran medida del recurso pesquero para garantizar su subsistencia tanto en la generación de ingresos monetarios como en la provisión de alimentos para el hogar. Estos resultados dan cuenta de la importancia social y económica de estos ambientes naturales y visibilizan la necesidad de implementar medidas y políticas de conservación de humedales para garantizar la oferta natural del recurso pesquero y, por esta vía, el sostenimiento, la seguridad alimentaria y el bienestar de estas sociedades.

Palabras claves: humedales amazónicos, ingresos ambientales, recurso pesquero, economía indígena, dependencia ambiental.

---

[1]Economista y Magíster en Estudios Amazónicos, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia, Colombia. Docente auxiliar Cátedra Desarrollo Sostenible. Universidad del Quindio. Corresponding author. Tel: + 57 - 313-2074991.

E-mail address: catalinatrujilloosorio@gmail.com

[2] Artículo elaborado a partir de la información recopilada dentro en la tesis de investigación "Selva y mercado: exploración cuantitativa de los ingresos en hogares indígenas". Catalina Trujillo Osorio. 2008, desarrollada para optar al título de Magíster en Estudios Amazónicos, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia.

[3]Con este nombre se conoce el área que comprende el límite fronterizo de Colombia con Perú en el extremo sur y que va desde el río Putumayo al norte, el río Amazonas al sur, la línea divisoria con Perú al occidente y la divisoria con Brasil al oriente. (IGAC, 1997:268)

ABSTRACT

This article analyzes the importance of Amazonian Wetlands for the livelihood and subsistence of indigenous households in the Colombian Amazon. From an innovative participative data record system, we daily register production and consumption patterns of 23 indigenous households, in two villages in the surrenders of Tarapoto Wetlands, and the Amazon river. Using a quantitative approach we analyze the characteristics of fishing activities for household's economy in the area. Results show that households strongly depend on fishing resources for livelihood, for food supply and for income generation. This results show the social and economic importance of this wetlands and so on, the relevance of wetland conservation policy to guarantee the natural offer and availability of fishing resources, in order to assure in this societies food security and income needs, and therefore their welfare.

Key words: Amazonian wetlands, environmental incomes, fishing resources, indigenous economy, environmental dependency.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la pesca y el recurso pesquero en Colombia han constituido un elemento estructurador de culturas y sociedades; no obstante, en el país nunca se ha visibilizado la magnitud del recurso, ni tampoco se ha reconocido como un sector económico relevante y significativo dentro las economías locales, regionales o nacionales (Domínguez 2005; Pinedo y Soria 2008; Córdoba *et al*. 2009). Las razones para este modesto comportamiento se encuentran en la naturaleza misma de la actividad y las sociedades que la practican, caracterizadas generalmente por su alta ruralidad, tradición e informalidad.

Estas características socioculturales de la pesca de agua dulce, la convierten en un recurso invisible (e invaluado) para la economía monetaria, pero a su vez en un elemento invaluable e irremplazable para las economías locales tradicionales, que viven y dependen de él para su existencia (Duque *et al*. 1997; Fabré y Alonzo 1999; Vieco y Oyuela 1999; Durance 2003; Camacho 2004; Dominguez 2005; Ochoa *et al*. 2006; Lopez 2008; Trujillo 2008; Córdoba *et al*. 2009; Trujillo y Trujillo 2010).

En este contexto, cabe entonces preguntarse ¿Qué tan importante es la pesca para los hogares y sociedades que tienen economías de subsistencia?, ¿Qué tanto aporta el río y otros cuerpos de agua a la

economía de estos hogares y a su desarrollo social y cultural? ¿Qué tanto dependen estas sociedades del recurso pesquero y por consiguiente de su estado de conservación? Como ejemplo, en la Amazonia colombiana, sobre las aguas del río Amazonas, se observa una sociedad indígena[4] que depende del recurso pesquero como su principal fuente de vida, tanto para su consumo y subsistencia, como para la dinamización de la economía y el mercado de toda la región, sin que esta realidad aparezca visible para la sociedad ni el recurso sea valorado y de alguna manera protegido por las instituciones de control ambiental (Fabré y Alonso 1999; Camacho, 2006; Duque *et al*. 2008a; Trujillo, 2008a; Córdoba *et al*. 2009).

En 2014, la región experimenta un sistema económico dual donde coexisten dos sistemas económicos antagónicos; el sistema de economías de subsistencia tradicional, caracterizado por actividades de horticultura, cacería, pesca y extracción para el consumo propio a partir del uso de los recursos naturales, y el sistema económico moderno o de mercado, caracterizado por la producción de excedentes (a partir de la extracción de recursos naturales) para la generación de ingresos monetarios (Murillo, 2006; Ochoa *et al*., 2006; Trujillo, 2008a). Esta dualidad económica ofrece ciertas ventajas a la población local, pues la integración al mercado les permite el acceso a bienes y dinámicas modernas y también les permite decidir sobre su educación y modo de vida, pero al mismo tiempo, ha repercutido en la forma en que se utilizan los recursos y en la calidad ambiental, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de los pobladores.

Este artículo tiene como objetivo visualizar la importancia de los humedales y ambientes acuáticos amazónicos dentro de la economía de los hogares de un pequeño municipio amazónico, denominado Puerto Nariño, habitado por población indígena (ticunas, yaguas y cocamas) que interactúa entre un sistema económico de subsistencia tradicional y un naciente sistema de mercado.

[4]La mayor parte de la población del Trapecio amazónico es indígena de las etnias ticuna, cocama, yagua y witoto, junto a una diversidad de población mestiza (Gobernación del Amazonas, 2012). La población está distribuida en dos centros urbanos y 50 pequeños asentamientos ubicados en las márgenes del río Amazonas y organizados en grupos domésticos que cobijan varias familias según la tradición y el linaje familiar.

La información que se presenta, hace parte de un trabajo de investigación sobre producción, venta y consumo de recurso naturales (entre ellos el pesquero) realizada en siete comunidades del sur del Trapecio amazónico, de las cuales dos pertenecen a Puerto Nariño y hacen uso directo de los humedales de Tarapoto. En este artículo solo se presentan los resultados obtenidos en estas dos localidades con el objetivo de identificar la contribución del sistema de humedales de Tarapoto a la economía y subsistencia de los hogares de estas comunidades. El trabajo de campo se realizó a partir de la convivencia y trabajo directo con la población de estudio, y con ellas se llevó a cabo un monitoreo diario para identificar los diferentes recursos que aporta la selva y los humedales a su economía y al sustento de sus familias.

La cuantificación de estos productos se realizó con base en el valor monetario de los bienes (todo tipo de productos derivados de la selva, el río, los humedales y el mercado) y servicios obtenidos por el grupo doméstico durante un período de tiempo dado[5]. Este valor constituye una medida del ingreso total del hogar, que representa el valor de la producción del grupo doméstico, ya sea en dinero o en especie, con destino al consumo familiar, la redistribución social[6], el intercambio o la venta (Cavendish, 1999).

La evaluación se acomete seis secciones. La primera presenta el contexto social, territorial y económico que enmarca al pueblo indígena de Puerto Nariño. La segunda sección describe brevemente los ambientes

[5]Originalmente se tomaron registros durante tres meses consecutivos (90 días) entre enero y mayo. Sin embargo, con el objetivo de que la información de todos los hogares correspondiera al mismo momento del tiempo y etapa del ciclo hídrico, y que además no existiera información ausente durante alguna fecha, para este artículo solo se consideró la información correspondiente registrada desde el 3 de febrero al 16 de marzo de 2007, recopilada simultáneamente en los 23 hogares, durante 42 días consecutivos y sin interrupción.

[6]Por redistribución social se entiende la forma en que la sociedad indígena, a diferencia de la capitalista, no acumula sino que realiza una redistribución de los recursos que recibe creando unos lazos de solidaridad que comprometen la redistribución a futuro (ejemplo: la minga, la fiesta), constituyéndose así en una institución de seguridad alimentaria económica de largo plazo (Huérfano A, 2010).

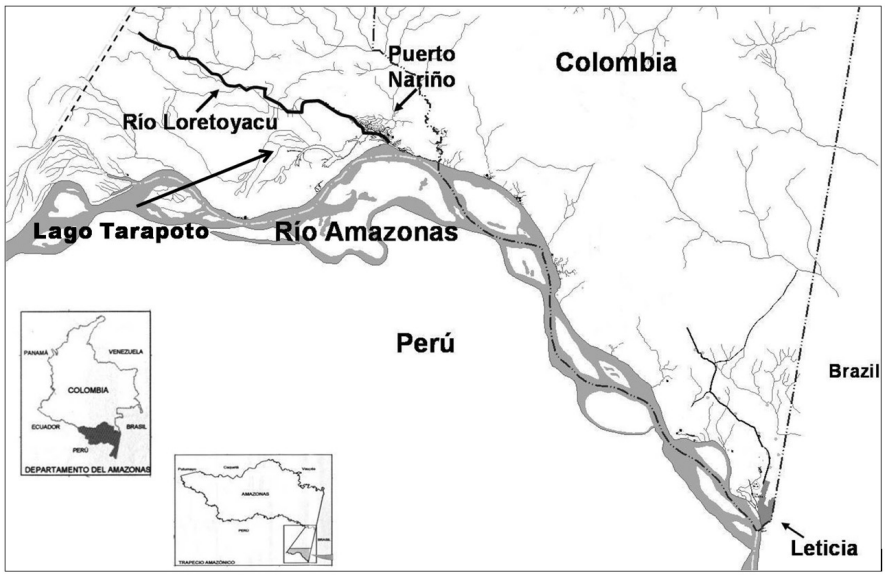


Figura 1. Ubicación de Puerto Nariño en el Trapecio amazónico.

acuáticos de los lagos de Tarapoto. La tercera sección explica los aspectos metodológicos utilizados para la cuantificación de los ingresos ambientales. La cuarta parte expone los resultados del estudio y describe el papel de la pesca en la economía de los hogares indígenas. La sección cinco analiza la importancia de la pesca dentro de la seguridad alimentaria del municipio y, finalmente, la sección seis presenta las conclusiones del estudio y las lecciones aprendidas en términos de gestión ambiental.

PUERTO NARIÑO, SU GENTE Y SU FORMA DE VIDA

Puerto Nariño es un pequeño municipio del sur de la Amazonia colombiana, ubicado entre los ríos Cotue, Putumayo Amazonas y Atacuari (entre 03°54' y 03°12'S, y 70°17' y 70°42'W). Cuenta con una cabecera municipal, que lleva su mismo nombre, y una zona rural en donde se encuentran los resguardos indígenas ticuna, cocama y yagua (TICOYA), algunas parcialidades indígenas y el Parque Nacional Natural Amacayacu. En total cuenta con 21 comunidades indígenas y su cabecera municipal, habitados mayoritariamente por población indígena (98%). La vía de acceso a estos pequeños poblados es exclusivamente fluvial. Posee como eje principal navegable el río Amazonas, que lo comunica con poblaciones peruanas vecinas y con el municipio de Leticia, a través del cual desarrolla sus actividades comerciales.

Tabla 1. Población urbana y rural de Puerto Nariño (1995-2011).

POBLACIÓN	1995[a]*	1995[b]*	2005	2011[e]	Hogares 2011[e]
Municipal	1.346	1.711	1.805[d]*	1.769	412
Total rural	2.661	3.008	3.583[c]*	3.930	778
Total	4.007	4.719	5.388	5.699	1.390

[a] Fondo Mixto de Cultura del Amazonas (1995).
[b] PAB (2000)
[c] COBEDA (2006)
[d] PAI (2005)
[e] Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015
* Tomado de Ochoa *et al.* 2006

Puerto Nariño está ubicado a orilla de los ríos Loretoyacu y Amazonas, (3°54' S y 70°42' W) con un área aproximada de 69,32 ha y 34 manzanas (cuadras). En los últimos quince años, tanto el municipio como el casco urbano, han registrado un importante crecimiento poblacional. Para 1995 la población del municipio era de 4.007 personas y en 2011 de 4.699, que equivalen a un crecimiento poblacional de 42% durante los últimos 15 años, con un crecimiento anual de 2,8%, representando un reto para la sostenibilidad cultural, económica y ambiental del municipio (Alcaldía de Puerto Nariño, 2012).

La población se conforma de indígenas ticunas, cocamas, yaguas, colonos y una nueva generación de habitantes resultado de la mezcla poblacional. En su cosmología se consideran gente del agua que tradicionalmente ha habitado las orillas de los ríos y cuentan con gran conocimiento y experiencia sobre las dinámicas ecosistémicas de los humedales. También poseen una estrecha y especial relación con las plantas, los animales, sus sistemas de producción y la comunidad[8] (Durrance, 2003a; Santos y Emerson, 2009).

[7]En contraste la tasa de crecimiento poblacional promedio anual de Colombia, se estima en 1,4 % para el año 2011.

[8]La cultura indígena ticuna ha construido su tradición y su historia oral de vida en torno al agua. Ellos tienen un pensamiento social de manejo, respeto y conservación de la biodiversidad acuática amazónica, por ser esta considerada el origen de la vida humana en la Amazonia (Santos A, Emerson R 2009).

El municipio está conformado en su mayoría por el territorio del resguardo indígena TICOYA, que ocupa el 92 % del área del municipio incluyendo la zona de los lagos y humedales de Tarapoto, lo que constituye una figura de conservación ambiental y cultural que promueve las economías de subsistencia tradicionales y la producción para el autoabastecimiento, el consumo local y la seguridad alimentaria (Murillo, 2006).

Las actividades económicas del municipio son principalmente de tipo extractivista, predominando la pesca, la extracción maderera, el uso de productos del bosque y, en menor medida, el turismo (Murillo, 2006). Las fuentes de empleo e ingreso son limitadas y estacionales, dependiendo de las temporadas de turismo y, en menor medida, de las actividades y proyectos de desarrollo local promovidas por ONG e instituciones gubernamentales (Gobernación del Amazonas, 2012). El mercado local está en proceso de consolidación; sin embargo la falta de mercados y sistemas de comercio, no ofrecen mayores oportunidades, ni laborales ni académicas a la población indígena (Alcaldía de Puerto Nariño, 2012).



En la comunidad indígena de los sistemas lacustres de Tarapoto, las actividades son principalmente de tipo extractivista, predominando la pesca.

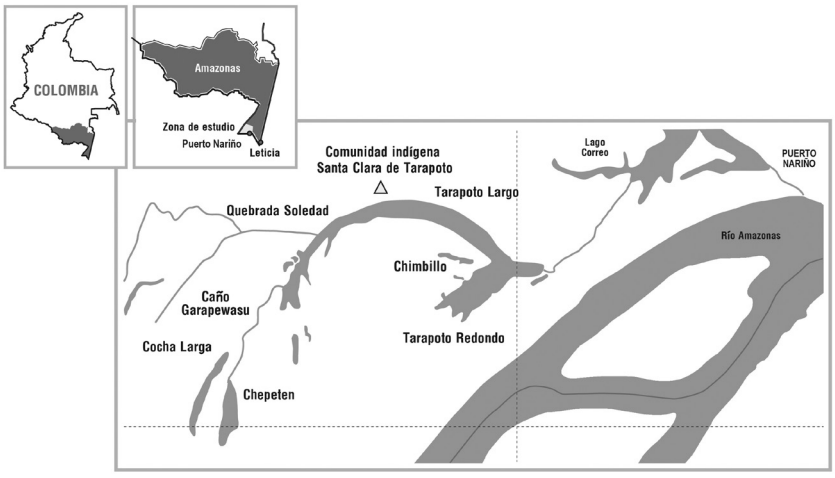


Figura 2. Lagos y humedales del sistema lacustre de Tarapoto (Amazonas).

HUMEDALES DE TARAPOTO, LA PESCA Y SUS PECES

El río Loretoyacu y los lagos y humedales de Tarapoto constituyen los principales proveedores de recursos pequeros de la población de Puerto Nariño (Duque *et al*. 1997; Vieco y Oyuela 1999; Durrance, 2003b; Ochoa *et al*., 2006; López-Casas, 2008; Duque *et al*., 2008; Trujillo, 2008b). El sistema lacustre de Tarapoto se sitúa en el interior del resguardo indígena TICOYA, y está conformado por once lagos (Tarapoto redondo y Tarapoto largo, El Zancudo, El Sapo, El Correo, Chimbillo, Igarapeguazú, Umaricocha, Chepeté, Cochalarga y Marianococha) que ocupan una extensión de 82.000 ha y representan el 8,9% del territorio del resguardo.

Por su cercanía con el casco urbano, los humedales sufren una fuerte presión tanto pesquera, como generada por otras actividades como el turismo, la extracción de especies maderables, la destrucción del bosque inundado y las zona de alimentación de especies acuáticas. Para la población, estos humedales representan tanto el origen de la vida humana y su cultura, como la procedencia del material de su economía y subsistencia. (Vieco y Oyuela 1999; Durrance, 2003a; Santos y Emerson, 2009; Trujillo y Trujillo, 2010). Para esta sociedad existen diversos tipos de relación e integración entre las especies acuáticas y las terrestres, incluyendo la humana, es decir, cada especie o tipos de especies juega un papel dentro del sistema (ecosistema) y cada uno se relaciona con los

Tabla 2. Árboles y peces en los lagos de Tarapoto.

Árboles que comen los peces	Lugar donde crece el árbol	Peces de los humedales de Tarapoto
Aguaje.	Bajeales, chuquiales y restingas.	Bocachico, bacú, chuyo, gamitana, pirarucú, sardina, temblón.
Asaí.	Bajeales, chuquiales y restingas.	Acarawasú, bocachico, bacú, cára, chuyo, gamitana, lisa, sábalo, sardina, temblón, paco.
Camucamu.	En orillas y restingas.	Gamitana, paco, palometa, sábalo.
Capinury.	En orillas y restingas.	Bacú, gamitana, liza, paco, picalón, sardina.
Chiringa, chiringo o árbol del caucho.	En orillas, restingas y bajeales .	Gamitana, liza, paco, palometa, sábalo.
Chiringarana o chiringana.	En orillas y restingas.	Gamitana, lisa, paco, palometa, sabaleta, sábalo, sardina.
Chue.	En orillas de quebradas .	Palometa, paco, sardina.
Cunchimuena o cuchimuena.	En orillas de quebradas, caños, lagos y ríos.	Bacú, gamitana, chuyo, pacú, palometa, picalón, sardina.
Huitillo.	En orillas de quebradas y bajeales.	Bacú, gamitana, lisa, palometa, sábalo, sardina.
Inzira, pungo o punga.	Bajeales, chuquiales y en las orillas de los caños.	Bacú, gamitana, lisa, palometa, picalón, piraña, sabaleta, sábalo, sardina.
Muruchi.	En orillas y restingas.	Chuyo, palometa, paco, piraña, sábalo, sardina.
Timarewa.	En orillas y restingas.	Palometa, paco, piraña, sábalo, sardina.
Ojé o higuerón.	En orillas y restingas.	Bacú, gamitana, lisa, matacaimán, paco, palometa, piraña.
Urucurana.	En orillas de brazuelos y bajeales.	Chuyo, paco, palometa, picalón, sabaleta, sardina.
Uvo.	En orillas de quebradas, caños, lagos y ríos.	Cawará, gamitana, paco, picalón.
Wiririmo o wiririma.	En orillas de los lagos.	Bacú, cucha, gamitana, paco, Pez torre, picalón, pintadillo, sábalo.

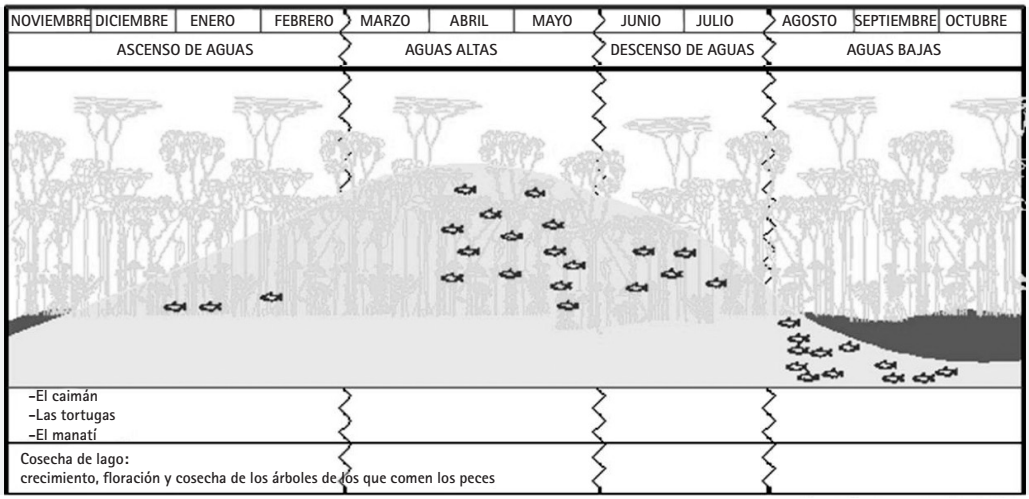


Figura 3. Esquema del ciclo hídrico en los humedales de Tarapoto.
Fuente: elaboración propia.

otros elementos de manera integral según el rol de cada uno dentro de la cadena. De la misma forma, la relación entre la sociedad y el ecosistema acuático es tan estrecha que el conocimiento tradicional es capaz de explicar las dinámicas ecosistemicas y las relaciones entre los diversos elementos de una manera compleja, por ejemplo al relacionar la diversidad vegetal y la agricultura tradicional con la capacidad reproductiva de los peces y otras especies acuáticas de los humedales asociadas al ciclo hídrico del ecosistema amazónico (Trujillo y Trujillo, 2010). La Tabla 2 describe las especies de árboles que comen los peces según el conocimiento tradicional de los pescadores mayores del resguardo .

Por su parte, el ciclo hídrico (o época de creciente y sequía o aguas altas y bajas) es considerado como la conexión entre las especies acuáticas y el mundo terrestre (figura 3). Este se entiende como la dinámica periódica entre la creciente y el descenso del nivel hidrológico de los ríos, lagos y demás cuerpos de agua. El fenómeno está determinado por las lluvias ocurridas sobre la cordillera de los Andes y determina toda la dinámica del recurso pesquero, tanto en su ciclo de vida como en sus patrones alimenticios y por consiguiente el nivel de oferta natural del recurso:

-**Ascenso de aguas** (época de inundación). Se presenta de noviembre a febrero y se considera el inicio del ciclo ecológico, inicia con la floración de

los árboles frutales del bosque inundable que cosechan durante diciembre y enero. Esta también es la época de desove de la mayoría de las especies de peces y de nacimiento de los alevinos.

-**Aguas altas** (época de invierno). Época que va de marzo a mayo, en la cual se presenta una migración reproductiva de peces desde los ríos del Brasil hacia las cabeceras del amazonas. En este periodo las aguas están en su nivel máximo y los árboles de la zona inundada aún se encuentran con frutos y flores, lo que genera una amplia disponibilidad de alimento para los peces.

-**Descenso de aguas** (época de verano). Época que va de junio a julio, durante la cual cesa el pulso de inundación reduciendo el caudal de los ríos de la cuenca.

-**Aguas bajas** (época de sequía). Época que va de agosto a octubre. En este periodo el agua se encuentra en su nivel mínimo, dejando desconectados los sistemas de lagos y los ríos, y al descubierto el bosque inundable y grandes áreas de playas.

ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA LA MEDICIÓN DE LOS INGRESOS EN HOGARES INDÍGENAS

La información del estudio se recopiló mediante monitoreo diario a las actividades de producción, pesca, consumo y comercialización de los hogares participantes en dos comunidades de Puerto Nariño (la comunidad indígena de San Francisco de Loretoyacu y el casco urbano). Para el monitoreo, cada unidad (hogar) de estudio recopiló y aportó su propia información económica. Estos métodos fueron diseñados y ajustados con la colaboración de los hogares de la comunidad de San Francisco del Loretoyacu, donde durante dos meses (noviembre 2006 y enero 2007) se desarrollaron pruebas y ajustes hasta asegurar la efectividad y la viabilidad de aplicación de cada uno de los instrumentos de muestreo.

La medición del ingreso del hogar: se entiende por "Ingreso del hogar a "todas las entradas de recursos" que este recibe durante un periodo de tiempo determinado, ya sea para el consumo, la venta o la redistribución (Cavendish, 1999). Como se mencionó, para cuantificar los diferentes componentes y categorías del ingreso se utilizó la unidad monetaria (dinero) como unidad de medida. Así, los ingresos que percibe un hogar se pueden clasificar de dos formas: a) en subcomponentes según el tipo de ingreso (ingresos monetarios o por autoconsumo) y b) en categorías según su forma de adquisición (ingresos ambientales, laborales o externos).

Estas dos clasificaciones conforman la matriz de ingresos que refleja el valor de ingresos monetarios, más el valor de los productos y servicios consumidos por el hogar durante un periodo contable (Cavendish, 1999).

Tabla 3. Categorías del ingreso según su forma de adquisición.

CATEGORÍAS DEL INGRESO SEGÚN SU FORMA DE ADQUISICIÓN
1. **Ingresos Ambientales**. Derivados del uso de los recursos naturales tales como el bosque, chagra, ríos y humedales, ya sea para autoconsumo, venta, intercambio o redistribución.
2. **Ingresos laborales.** Derivados de la venta de la fuerza de trabajo y la prestación de servicios.
3. **Ingresos provenientes de transferencias externas**. Por ejemplo giros y demás prácticas de redistribución social, tanto en dinero como en especie.

La medición de los ingresos ambientales

Al igual que los "ingresos del hogar", los ingresos ambientales son todos aquellos productos derivados del uso, manejo o extracción de un recurso natural que "ingresan" al hogar. Los ingresos ambientales entran al hogar en una de cinco maneras a saber:

a. producción en chagras y rastrojos[9].
b. recolección.
c. pesca.
d. compra.
e. intercambio o trueque.
f. regalos recibidos.

Igualmente, los recursos son utilizados para:

a. consumo.
b. venta.
c. intercambio.
d. regalo.
e. como insumos productivos.

[9]La chagra se define como el área de cultivo establecida por los indígenas dentro de la selva, en donde se utiliza la tecnología de agricultura migratoria de tala y quema; además de ser un espacio simbólico de producción y reproducción social. Los productos cultivados pueden ser cultivados en chagras, solares y rastrojos

Estos dos aspectos constituyen una matriz de posibles combinaciones donde cada elemento de la matriz determina la clasificación del recurso según su uso final, ya sea como ingreso por venta, ingreso por consumo o como insumo productivo. Esta matriz sigue el mismo esquema de la matriz contable "insumo-producto", utilizada en la estimación del sistema de cuentas nacionales de recursos no ambientales[10] (Tabla 4).

Tabla 4. Sistema contable de flujos de ingresos ambientales.

Destino de los ingresos ambientales	Origen de los ingresos ambientales				
	Producción y recolección	Pesca	Compra	Intercambio	Regalos a la casa
Consumo	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo
Venta	Ingreso monetario	Ingreso monetario	Ingreso monetario	Ingreso monetario	Ingreso monetario
Intercambio	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo
Regalo	Consumo futuro	Consumo futuro	Consumo futuro	Consumo futuro	Consumo futuro

*** Ajustado de Cavendish (1999)

Después de identificar los diferentes componentes y categorías del ingreso doméstico, se diseñó un instrumento adecuado para el registro y cuantificación de cada uno; de esta manera, para cada cuadro de la matriz se utilizó un sistema de recolección de información específico. Se utilizaron tres diferentes instrumentos para la recolección de la información: I) diarios de producción y consumo, II) cuestionario de caracterización económica y III) inventario de chagras y rastrojos[11].

La medición de los ingresos ambientales derivados de la pesca.

Se entiende que son los ingresos del hogar obtenidos a partir de la extracción, venta y consumo de recursos pesqueros por parte del grupo familiar (hogar). Para el registro de los ingresos ambientales derivados

[10]La matriz insumo-producto (MIP) caracteriza la demanda y la oferta que cada sector productivo hace a los demás, incluyéndose a sí mismo. Además de describir las transacciones entre diversos sectores de la economía real.

[11]Para ampliar sobre la metodología para la recolección de información y los formularios utilizados para tal fin, ver Trujillo C, 2008a. Capítulo II. Aspectos Metodológicos.

de la pesca, se utilizó la sarta[12] como unidad de medida estándar y se recopiló diariamente en cada hogar la cantidad de producto capturado por un integrante, su lugar de captura y destino (consume, venta, intercambio o regalo) y el precio de mercado del producto (es decir, la cantidad de dinero que debieran pagar por él). Las especies de mayor tamaño se registraron según el número de porciones equivalentes a la sarta, o cuando fue posible se registró el peso de la pieza; para estimar el valor del consumo de los productos del río, se utilizó el precio de venta que se cobra en cada comunidad.

Así, para 2007 en la época de aguas en ascenso (año y época en que se recopiló la información) el valor de la sarta se estimó en $2.000 pesos para las comunidades situadas sobre el río Loretoyacu (comunidades 12 de Octubre y Nuevo Paraíso) y la comunidad de Santa Clara de Tarapoto situada en medio del complejo de humedales de Tarapoto. $2.500 pesos en la comunidad de San Francisco (sobre el río Loretoyacu) y $3.000 pesos para el Casco Urbano de Puerto Nariño.

Instrumentos para la cuantificación de los ingresos

1. Cuantificación de los ingresos monetarios

Para estimar el valor de los ingresos en dinero que percibe cada hogar se construyó un listado de actividades generadoras de ingreso, donde cada persona mayor de 14 años reportó cada una de sus actividades productivas, señalando aquellas de las cuales obtenía alguna cantidad de dinero, en algún período de tiempo específico. Para el registro del ingreso se entrevistó a cada uno de los miembros del hogar a través de diversas visitas a cada familia participante.

2. Cuantificación de los ingresos por consumo

Para recopilar información detallada sobre la producción que cada hogar destina para el autoconsumo doméstico, se utilizó un innovador sistema de registro donde cada hogar de la muestra colectó de manera sistemática los alimentos consumidos diariamente por los miembros del

[12]La sarta es la unidad de medida y empaque utilizada para la venta del pescado, y consta de una diversa cantidad de especies, tamaños y cantidades (según la oferta del recurso); contiene la cantidad de pescado necesaria para elaborar una comida completa para el grupo familiar promedio. Generalmente en Puerto Nariño contiene cuatro o cinco pescados de diferentes tamaños y especies.

grupo doméstico, durante el periodo de tiempo establecido. A través de este registro en "diarios de consumo" cada hogar participante suministró información detallada sobre el producto y la cantidad consumida, la forma de adquisición del producto, su precio en caso de haberlo comprado o el producto por el cual fue intercambiado dado el caso.

3. Cuantificación de los Ingresos por redistribución

Esta información se recopiló por medio de los diarios de consumo, dentro del item clasificado como "regalos al hogar", y a través del inventario de ingresos dentro de la sección "transferencias".

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como el ingreso total del hogar representa el valor de la producción de todos los integrantes del grupo doméstico, los hogares con mayor población tenderán a presentar un mayor valor del ingreso, sin que esto signifique que el hogar perciba un mayor ingreso por integrante o que goce de una mayor disponibilidad de recursos. Por esta razón, los indicadores de ingreso agregados deben ser ajustados por índices que reflejen las variaciones de las características de la población al interior del hogar. De esta forma, para poder realizar comparaciones adecuadas del ingreso entre diferentes hogares, esta medida tuvo que ser corregida: primero, por escalas de equivalencia (según la composición de los hogares por edad y género) y, segundo, por economías de escala (según el tamaño de los hogares)

A partir de estos dos aspectos, se construyó una nueva medida del hogar conocida como "unidad de adulto equivalente" (UAE) ajustada por economías de escala (Cavendish, 1999). Las cifras que se presentan en este artículo se refieren "el ingreso del hogar ajustado por UAE".

HUMEDALES, PESCA Y ECONOMÍA EN HOGARES INDÍGENAS

Sobre el complejo de humedales de Tarapoto se desarrolla una de las principales actividades socioeconómicas de los pobladores de Puerto Nariño: la pesca, a la cual se dedican en algún momento del año más del 50% de la población, y una buena parte de las actividades económicas permanentes del municipio está directamente relacionada con el uso del recurso pesquero (el comercio y venta directa de pescado, los establecimientos de venta de alimentos, el empleo y subempleo, el turismo, la investigación...).

Según reportes (Pulido y Alarcón 2004, Ochoa *et al*. 2006; Duque *et al*. 2008a; Trujillo, 2008), en Puerto Nariño, en términos económicos y alimentarios, la pesca de tipo artesanal de subsistencia es mucho más importante que la pesca comercial, pues no solo involucra una mayor población, sino que además garantiza la ingesta de proteína animal y la seguridad alimentaria de la población. Adicionalmente, la pesca comercial (que por su pequeño volumen no puede considerarse industrial) se considera de tipo extractiva al ser desarrollada por actores que no habitan permanentemente en el municipio y por tanto los excedentes de la actividad no son reinvertidos en el lugar (Duque *et al*. 2008a).

Tabla 5. Composición de los ingresos del hogar indígena de Puerto Nariño . No incluye el valor de los ingresos recibidos por transferencias externas, programas de seguridad social, alimentaria o subsidios.

Actividades productivas generadoras de ingresos en hogares indígenas	Valor de la producción		Valor total de la producción
	Destinada al autoconsumo	Destinada a la venta	Ingreso total del hogar
	Fuente de alimentación	Fuente de ingreso	(Alimentación + Ingreso)
Cultivo en chagras y solares	18%	14%	31%
Pesca	14%	10%	24%
Recolección de leña y madera	8%	7%	15%
Cacería	3%	1%	4%
Recolección de frutas y semillas para artesanías	1%	3%	4%
Cría de animales de patio	3%	1%	4%
Empleos	–	18%	18%
Total	46%	54%	100%

En términos económicos, la producción y los ingresos indígenas tienen dos finalidades; primero, garantizar la alimentación y las necesidades directas de la familia y, segundo, generar exentes de valor comercial. En la población de estudio se encontró que (en promedio) el 46% del valor total producido se consumió directamente dentro del hogar y el 54% se destinó a la comercialización, como se describe en la tabla 5. La Tabla 5 y Figura 4 presentan la composición del ingreso de los hogares indígenas de Puerto Nariño y el peso relativo de cada actividad productiva en la generación de los ingresos totales.

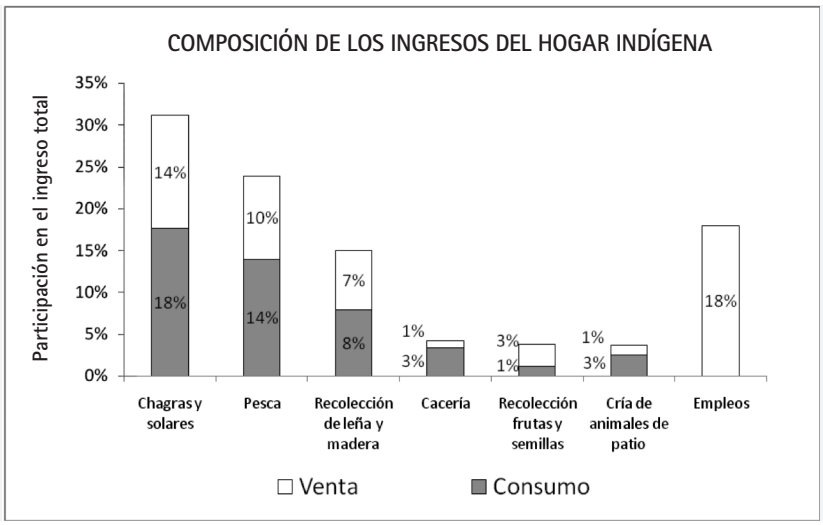


Figura 4. Composición de los ingresos del hogar indígena de Puerto Nariño.

La actividad que más ingresos aporta a la economía indígena en Puerto Nariño es la producción agrícola en chagras, rastrojos y solares, que en promedio genera el 31% de los ingresos domésticos (18% por autoconsumo y 14% por venta). La pesca ocupa el segundo reglón dentro de la economía de subsistencia, aportando el 24 % de los ingresos. Le siguen los empleos directos (o venta de mano de obra), que generan el 18%. El corte y la recolección de leña para fogón contribuyen con un 15% dentro de la economía del hogar.

Otras actividades tradicionales como la recolección de frutos y semillas y la cacería también están presentes en los ingresos, aunque en menor participación. Actividades económicas no tradicionales introducidas durante los últimos años por proyectos de seguridad social (RESA, familias guardabosques, acción social) ya comienzan a reportarse como fuente de ingresos domésticos, como es el caso de los animales de patio y cría de especies menores.

La pesca para el consumo del hogar

Como se reporta en el apartado anterior, la pesca ocupa el segundo reglón más importante aportando el 24 % de los ingresos dentro de la economía de subsistencia. De este, el 10% corresponde a la venta y comercialización de productos obtenidos a partir del uso del recurso

pesquero (es decir ingresos monetarios derivados de la pesca), y el 14% representa el valor del consumo de pescado dentro del grupo doméstico del pescador (es decir el valor del autoconsumo).

Adicionalmente, el autoconsumo de pescado aparece como la primera fuente de proteína animal en la dieta indígena y como la segunda fuente de alimentos después de la horticultura (producción en chagras y rastrojos). En términos económicos, la pesca aporta el 14% del valor de los alimentos consumidos directamente dentro del grupo doméstico, sin contar el valor de otros alimentos que son comprados con los ingresos monetarios obtenidos partir de la venta del excedente pesquero.

Para 2007, el valor del recurso pesquero, obtenido directamente por un pescador y consumido al interior de su grupo familiar, estaba evaluado aproximadamente en $23.346 pesos/mes, por persona (UAE) del hogar. Considerando que cada hogar cuenta en promedio con 4,7 UAE (para los hogares del área de Puerto Nariño)[13], el consumo mensual de pescado presenta un valor de $109.726 pesos por hogar y $1.316.715 pesos al año (sin incluir el valor de otros productos alimentarios). Este valor refleja el costo oculto del recurso pesquero que se consume dentro de una economía indígena de subsistencia, y representa la cantidad de dinero necesario para adquirir ese mismo producto en caso que no existir la pesca de autoconsumo. Esta cifra equivale al 25 % de un salario mínimo (SMLV) de 2007, año en que se realizó el estudio[14].

La Tabla 6 presenta el valor oculto de los recursos y productos que son producidos y consumidos directamente al interior del hogar indígena en Puerto Nariño. Este valor representa el costo del consumo alimentario y la contribución de los recursos naturales y los sistemas productivos tradicionales a la seguridad alimentaria de la población del municipio.

[13]El número de uae cambia para cada localidad dependiendo del tamaño de los hogares; por ejemplo, según la muestra para el área rural de Leticia, la uae se estimó en 3,6 por hogar.

[14]El SMLV para 2007 fue de $433.700 pesos mensuales.

www.banrep.gov.co/estad/dsbb/srea_020.xls

Tabla 6. Fuentes y valores del autoconsumo del hogar indígena de Puerto Nariño.

Actividades productivas generadoras de ingresos en hogares indígenas	Valor de la producción destinada al autoconsumo *		
	Fuente de alimentación del hogar		
	Por uae/mes**	Por hogar (4,7 uae) /mes**	Por hogar /año***
Cultivo en chagras y solares	$ 29.390 (38%)	$ 138.135	$ 1.657.615
Pesca	$ 23.346 (30%)	$ 109.726	$ 1.316.715
Recolección de leña y madera	$ 13.141 (17%)	$ 61.762	$ 741.148
Cacería	$ 5.581 (7%)	$ 26.229	$ 314.751
Recolección de frutas y semillas para artesanías	$ 1.861 (2%)	$ 8.744	$ 104.933
Cría de animales de patio	$ 4.182 (5%)	$ 19.655	$ 235.855
Empleos	-	$ -	-
Total	$ 77.500 (100%)	$ 364.251	$ 4.371.017
SMLV 2007		84 %	$ 5.204.400

* No incluye el valor de los ingresos recibidos por transferencias externas, programas de seguridad asocial alimentaria o subsidios.

** Información de la muestra tomada en dos comunidades de Puerto Nariño.

*** Cálculos y proyecciones de la autora a partir de la información muestral.

Tabla 7. Valor del recurso pesquero destinado al autoconsumo.

Actividades productivas generadoras de ingresos en hogares indígenas	Valor de la producción destinada al autoconsumo		
	Fuente de proteína del hogar		
	Valor hogar / mes	% valor consumo proteína	Volumen (kg) (aguas altas)
Pesca	$ 109.726	81%	16.5 kg hogar / mes
Cacería	$ 26.229	19%	8 kg hogar / mes
Total	$ 135.955	100%	24.5 kg hogar / mes
SMLV 2007	$ 433.700		

La tabla 7 proporciona una primera idea de la importancia económica y social que posee el recurso pesquero y el sistema de humedales como fuente de alimentación directa de los hogares de Puerto Nariño, que en términos de seguridad alimentaria, contribuye con el 30% del valor económico del consumo total de los hogares, el 81% del valor de la ingesta de proteína y el 67% del volumen de ingesta de la misma.

La pesca para el mercado

Del 24% de los ingresos totales del hogar que representa la pesca, 14% se consume directamente al interior de hogar, el restante 10% se vende en el mercado local (ya sea en cada comunidad o en el casco urbano de Puerto Nariño). De esta forma, el comercio de recursos pesqueros aparece como la segunda fuente de ingresos monetarios que genera el 19% de los ingresos en dinero, seguido de la venta de productos agrícolas locales (producción en chagras y rastrojos).

Por otro lado, la población ha venido integrándose al mercado paulatinamente, tanto en la esfera comercial como laboral (Murillo 2006; Ochoa *et al.*, 2006; Trujillo, 2008ª; Alcaldía de Puerto Nariño, 2012). Esto se refleja en la importancia que van adquiriendo los ingresos laborales dentro de la economía de los hogares, siendo esta la principal fuente de ingresos monetarios, la cual aporta el 34% del ingreso monetario y el 18% de los ingresos totales. Esta cifra, aunque parece representativa, deja entrever que la mayor proporción del ingreso recae sobre los recursos naturales que son responsables de garantizar el 82% de los medios para la subsistencia de la población (Figura 5).

La Figura 5 presenta la composición de los ingresos monetarios de los hogares indígenas y la participación de cada actividad productiva en Puerto Nariño.

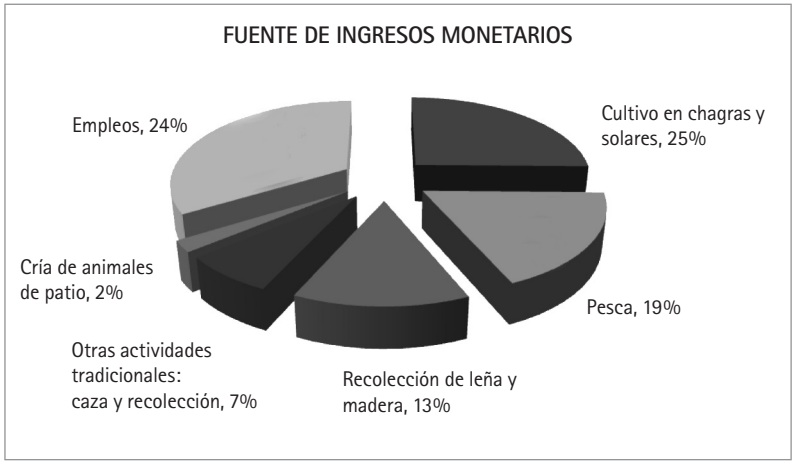
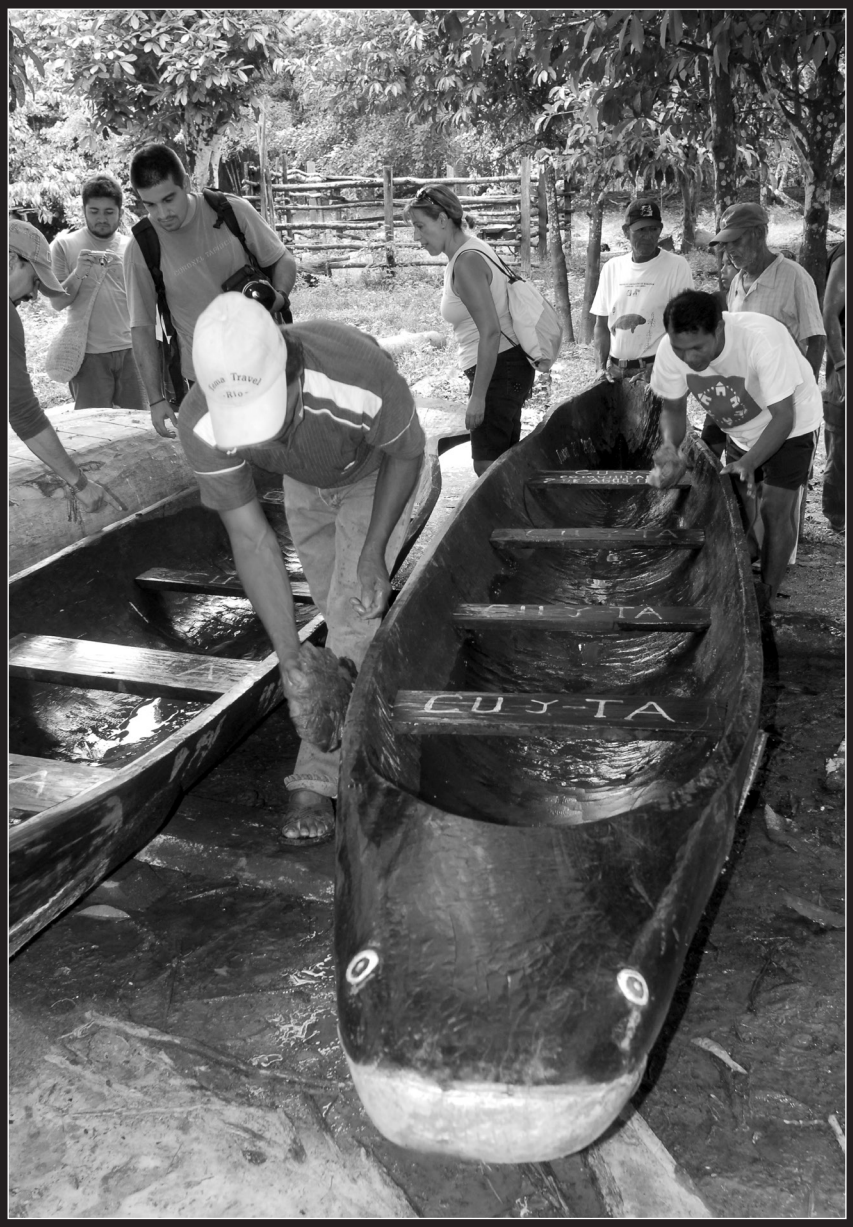


Figura 5. Composición de los ingresos monetarios del hogar indígena.



La mayoría de la pesca capturada en los ecosistemas lacustres de Tarapoto se consume directamente en el hogar del propio pescador, y una parte es vendida entre la comunidad, en el mercado del casco urbano o enviado a Leticia según el valor comercial.



El turismo responsable o ecológico en Puerto Nariño y el global del resguardo TICOYA está resultando una alternativa económica cada vez más rentable para la comunidad indígena.

Para los hogares de la muestra, el valor de los recursos pesqueros capturados por un pescador del grupo familiar y vendidos directamente en algún mercado cercano se estimó en $77.230 pesos/mes por hogar, que representan el 18% de un SMLV del año 2007. Estos valores pueden cambiar significativamente a lo largo del año, pues la capacidad de captura y la disponibilidad del recurso pesquero dependen directamente del ciclo hidrológico del complejo de humedales[15] (Tabla 8).

Tabla 8. Fuentes y valores del ingreso monetario del hogar indígena de Puerto Nariño.

Actividades productivas generadoras de ingresos en hogares indígenas	**Valor de la producción para la venta**	
	Fuente de ingresos monetarios del hogar*	
	Por hogar (4,7 uae) /mes**	**Por hogar /año*****
Cultivo en chagras y solares	$ 106.375	$ 1.276.501
Pesca	$ 77.230	$ 926.758
Recolección de leña y madera	$ 55.893	$ 670.713
Cacería	$ 7.243	$ 86.912
Recolección de frutas y semillas para artesanías	$ 21.116	$ 253.389
Cría de animales de patio	$ 9.175	$ 110.095
Empleos	$ 142.405	$ 363.588
Total	$ 419.436	$ 3.687.956
SMLV 2007	Sin empleo 64 %	
SMLV 2007	Con empleo 97 %	

* No incluye el valor de los ingresos recibidos por transferencias externas, programas de seguridad asocial alimentaria o subsidios.
** Información de la muestra tomada en dos comunidades de Puerto Nariño.
*** Cálculos y proyecciones de la autora a partir de la información muestral.

La Tabla 8 presenta información detallada de los ingresos monetarios obtenidos a partir de la extracción de los recursos naturales disponibles en las comunidades indígenas de Puerto Nariño. Se observa que los ingresos monetarios totales derivados de la comercialización del medio natural equivalen al 64% de un SMLV de 2007, sin contar los ingresos

[15]Durante la época de aguas bajas es posible incrementar el volumen de pesca, pero este incremento generan sobreoferta, presiona los precios a la bajan y por tanto la mayor extracción no se refleja en el nivel de ingreso de los hogares. (Camacho K 2006).

laborales. Al incluir esta última actividad, los ingresos monetarios del grupo doméstico alcanzan el 97% del salario mínimo del año de estudio. Estas cifras permiten comprender la importancia de la gestión y conservación medioambiental como fuente de sustento y bienestar de las poblaciones que habitan estos territorios y dependen de estos ecosistemas para su sobrevivencia.

Dependencia de los hogares al recurso pesquero y a los humedales

Esta sección describe el nivel de dependencia de los hogares a los humedales de Tarapoto para su sustento. Para ello se diseñó un indicador que cuantifica el aporte del recurso pesquero al ingreso de los hogares indígenas de Puerto Nariño, a partir de las diferentes fuentes y componentes del ingreso presentadas en la sección anterior.

El "indicador de dependencia de los recursos pesqueros (IDRP)" describe la participación de los ingresos pesqueros percibidos por autoconsumo y venta, en el ingreso total. El indicador se expresa en porcentaje [0-100%], y refleja la importancia relativa de los ingresos derivados a partir del uso de los recursos pesqueros en el ingreso total del hogar.

En promedio, el 24% del ingreso total se origina en el uso de los humedales para la obtención de recursos pesqueros; todos los hogares presentan algún nivel de dependencia pesquera, incluso aquellos que gozan de estabilidad laboral y altos ingresos totales. En el 17% de los hogares, los ingresos pesqueros representan más del 40% del ingreso total y para casi la mitad de los hogares de la muestra (46% de los hogares), el uso de los humedales proporciona alrededor de un tercio (1/3) de su sustento.

La Tabla 9 y Figura 6 muestran que la población depende de manera significativa de los recursos comunes del sistema de humedales de Tarapoto, a pesar de contar con acceso a otras fuentes de proteína animal como la cacería, y del proceso creciente de integración regional al mercado, el cual ofrece alternativas de empleo e ingreso monetario que ayudan a suplir las necesidades de consumo de la población indígena.

Tabla 9. Dependencia de los hogares al recurso pesquero-humedales de Tarapoto.

Indicador de dependencia de los ingresos pesqueros		
Nivel de dependencia	**Número y % de hogares**	**Frecuencia acumulada**
> a 40%	4 (17%)	17 %
20 a 40%	10 (46%)	61 %
10 a 20%	6 (26%)	87 %
0 a 10 %	3 (13%)	100 %
Total hogares	23 (100%)	

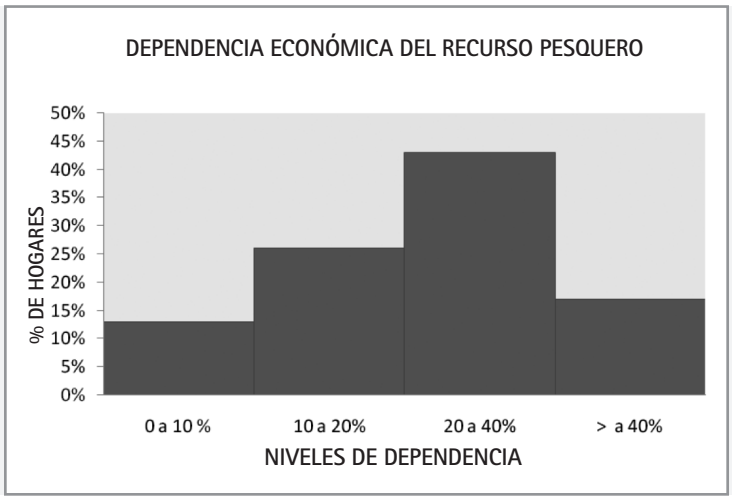


Figura 6. Dependencia de los hogares al recurso pesquero-humedales de Tarapoto.

PESCA, CONSUMO PESQUERO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Como se ha venido presentando, el pescado y otros productos del río constituyen la principal fuente de proteína animal de la dieta alimentaria de la población ribereña (Camacho 2004; Pulido y Alarcon 2004; Duque *et a*l., 2008; Trujillo, 2008a). Para el caso de Puerto Nariño y los humedales de Tarapoto y Loretoyacu, el 100% de los hogares encuestados reportaron el consumo de pescado dentro de su dieta cotidiana, el 96 % lo reporta por autoconsumo y el 4 % restante (un hogar) lo compra.

Si se considera el consumo total de pescado (sumando pesca directa, compra y regalo), se encuentra que en promedio, para la época de muestreo, cada hogar consumió alrededor de 1,5 sartas diarias de pescado, que equivalen a 0,67 kg diarios por hogar en épocas de aguas altas y 2,4 kilos diarios por hogar en épocas de aguas bajas (Trujillo y Trujillo, 2010), con un peso por sarta de 1,3 kg en aguas bajas y 0,45 kg

Tabla 10. Ingesta promedio de pescado en los hogares indígenas de Puerto Nariño.

Ingesta de pescado	Aguas altas	Aguas Bajas
Consumo del hogar	1,5 sartas/día	1,5 sartas/día
Peso sarta	0,45 kg	1,33 kg
Consumo hogar/día	0,67 kg	2, 4 kg
Consumo persona/día	84 gr	250 gr

Tabla 11. Volumen de consumo de pescado estimado para la población indígena de Puerto Nariño (casco urbano) para el período de aguas altas.

Descripción niveles de consumo		Día	Mes	Año	Volumen/año
Consumo por persona	1 persona	0,2 Sartas*	0,2 Sartas*	68 Sartas**	31 kg/año**
Consumo por hogar	8 personas	1,5 Sartas*	1,5 Sartas*	540 Sartas**	243 kg/año**
Consumo estimado casco urbano de Puerto Nariño (población 2011)	412 hogares	618 Sartas***	618 Sartas***	222.480 Sartas***	100.116 kg/año***

* Información reportada por los hogares de la muestra durante aguas altas.

** Cálculos de la autora a partir de la información reportada por los hogares de la muestra (aguas altas).

*** Proyecciones de la autora a partir de la información reportada por los hogares de la muestra (aguas altas) aplicado al tamaño de la población del 2011.

[16]Ochoa *et al.* (2006) estimó el peso promedio de una sarta de pescado en 1,3 kg aproximadamente durante el período de aguas en acenso. Aquí utilizaremos esta medida para estimar el volumen de pescado consumido durante nuestro periodo de registro.

en aguas altas, según lo reportado en Ochoa *et al.* (2006)[16] (Tabla 10). Es importante notar que este volumen de consumo se distribuye entre todos los habitantes del hogar (8 personas en promedio y 4,7 UAE), lo que implica un consumo aproximado de 84 gramos diarios por persona (para la época de estudio) que representan 2,6 kilos al mes (Tabla 11). Aunque esto varía según la localización del hogar, el acceso a los lagos y el período del ciclo hídrico.

La Tabla 11 presenta una estimación del consumo de pescado para el casco urbano de Puerto Nariño basada en el monitoreo al consumo realizado durante el muestreo del proyecto, el cual fue proyectado a la totalidad de los hogares de Puerto Nariño según el censo municipal del 2011. Aunque estas cifras son una proyección, se observa que la población requiere de un volumen importante de este recurso para garantizar una ingesta de proteína estable sin detrimento de su seguridad alimentaria, según su cultura y costumbres. Como se observa en la Tabla 11, se requieren mas de 100 toneladas de pescado al año para suplir las necesidades alimentarias de la población de 412 hogares, sin contar con la demanda de otros productos que no se incluyeron en este análisis, como es el caso del consumo de monte[19] y carne ganadera.

Cabe mencionar que la región de Puerto Nariño, a diferencia de otras regiones amazónicas, por ser una zona inundable no cuenta con una marcada abundancia de especies para la cacería y el consumo humano, razón por la cual el peso de la cacería no es tan significativo en la ingesta de alimentos, así como en valor del consumo y la economía del hogar (Trujillo 2008).

Estas cifras ratifican el papel que juegan estos sistemas lacustres en la seguridad alimentaria, así como la importancia de la conservación y el buen manejo del recurso en la ingesta de proteína de estas poblaciones. Según la Organización Mundial de la Salud, una persona de 70 kg de peso corporal requiere consumir 35 g de proteínas por día para suplir los requerimientos corporales y la demanda de nutrientes.

[17]Término coloquial usado para denominar la carne proveniente de actividades de cacería (Trujillo 2008).



Mercado de pesquerías en Leticia. En la región del medio Amazonas se reporta una media de consumo de pescado de 24 kg al mes por habitante.

Para el caso de Puerto Nariño, se han reportado diferentes niveles de consumo e ingesta de pescado, dependiendo especialmente de la época del año, siendo este estudio el que muestra el menor volumen consumido. La diferencia en estos valores se puede originar en el período en que se realizó el muestreo (aguas en descenso), en el cual se presenta la menor disponibilidad del recurso comparada con la época seca o de aguas en asenso (Duque *et al*. 1997), o también a la paulatina reducción del recurso, ocasionada por la sobrepesca y el deterioro general de algunos ambientes acuáticos amazónicos. Estos resultados contrastan con Fabré y Alonzo (1999), que reportan para la región del medio Amazonas un nivel de consumo de pescado de 24 kg al mes por habitante; Córdoba *et al*. (2009) para Puerto Nariño reportan un consumo de 170 gr diarios por persona, que representan 5,1 kg al mes y también para Puerto Nariño; Ochoa *et al*. (2006) reportan un consumo de 1,5 sartas por hogar (resultados muy similares a los obtenidos en esta evaluación).

Estas cifras deben tomarse con precaución dado que el volumen de consumo varia significativamente según el nivel de presión pesquera sobre la oferta del recurso, el tamaño poblacional de la comunidad y la disponibilidad de los pescadores del hogar para realizar las faenas de pesca. Para la comunidad de San Francisco sobre el río Loretoyacu (a 5 kilómetros de Puerto Nariño), el consumo per cápita diario se estimó en 0,75 sartas/día por hogar; mientras que para el casco urbano el consumo fue de 1,7 sartas/día hogar. Estos resultados reflejan tanto la disponibilidad de recursos que enfrentan las diferentes comunidades según su localización, como el cambio en las actividades de subsistencia y las formas de uso y empleo del tiempo.

CONCLUSIONES Y LECCIONES APRENDIDAS

La pesca como modo de vida

La importancia de la pesca en la economía doméstica va mas allá de ser un sector generador de ingresos y sustento. Para esta población, los humedales y los recursos pesqueros son una fuente de vida que determina su origen como seres humanos, sus formas de evolución y vinculación con los demás seres de la tierra; es su conexión con el reino del agua y, por tanto, pensar en un sistema de control o gestión del recurso restrictivo, cohercitivo o sancionatorio carece de realismo dentro del contexto indígena y la cosmología de la región. Como alternativa a esta problemática, se plantean diversos sistemas de manejo y gestión colectiva del recurso pesquero que, a partir de las características y capacidades del ecosistema, proponen acuerdos de extracción socialmente aceptados por los pobladores, de manera concertada y no coercitiva.

La pesca como fuente de ingreso, seguridad alimentaria y bienestar

La pesca y el uso de los recursos naturales comunes aparecen como la principal fuente de ingreso de la población, que a pesar de encontrarse en un proceso de articulación al mercado depende ampliamente de ellos como principal estrategia de sustento.

Esta condición de economía de subsistencia, la marcada dependencia de los recursos naturales, las tecnologías tradicionales utilizadas y los resultados de esta investigación muestran que los ingresos reales domésticos y, por tanto, el bienestar de la población se reportan por encima de los ingresos monetarios promedio de la población colombiana en las ciudades y cabeceras departamentales. Los ingresos totales del

hogar (el autoconsumo del hogar y sus ingresos monetarios), generados por el medio natural, se acercan al salario mínimo mensual, lo que señala la importancia de salud ambiental como fuente de bienestar y como garante de la calidad de vida de estas poblaciones.

El papel de la gestión Ambiental

Como aspecto final, se resalta la importancia de la calidad ambiental y el nivel de conservación de los recursos naturales, que representan la principal fuente de sustento de la población indígena. Para garantizar un nivel de ingresos estable y adecuado a los habitantes ribereños, se torna necesario emprender acciones encaminadas a mantener la calidad de los recursos que proveen el sustento y los medios para la reproducción social y cultural de esta población.

¿Qué medidas deben tomarse para mantener las condiciones de los humedales de tal manera que se pueda garantizar el autoabastecimiento y la seguridad alimentaria de esta población? ¿Qué papel deben jugar las instituciones, el gobierno local, la autoridad indígena, la educación y otros actores en generar mecanismos de conservación para estas regiones que garantizan de manera autónoma la reproducción social y cultural de estas poblaciones? Ante estos interrogantes, ni la academia, ni la institucionalidad, ni la población local, deben ser ajenos sobre el papel que juegan, como agentes activos o pasivos, en la conservación de sus recursos y por ende de su propio destino.

En este contexto cabe mencionar la importancia de las acciones de gestión y conservación alternativos para el uso de los recursos colectivos y/o comunitarios, las cuales permiten construir formas diferentes de control y aprovechamiento, no basadas en la racionalidad clásica de los controles y restricciones al uso de los recursos naturales, sino a partir de la consolidación de instituciones sociales de protección y uso colectivo de recursos, como es el caso de los acuerdos de pesca, el ordenamiento territorial comunitario, las reservas extractivas planificadas y la formación de capital humano local en torno a la gobernanza ambiental y la gestión de los territorios colectivos. La construcción de una sociedad local, organizada y capacitada para conducir la gestión ambiental de sus propios territorios, puede ser la ruta para perpetuar los diversos recursos que estos poseen y por la misma vía garantizar que estas sociedades puedan continuar con su modo de vida y su bienestar.

LITERATURA CITADA

Alcaldía de Puerto Nariño, 2012. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015. http://puertonarino-amazonas.gov.co/apc-aa-files/643433323735653664303062663435 30/Anexo_Acuerdo_N__005_2.012_Por_medio_del_cual_se_adopta_el_plan_de_desarrollo_Municipal_juntos_trabajando_ahora_o_nunca_2012_215.pdf

Banco de la República 2013. Histórico Salario Mínimo Legal Diario. www.banrep.gov.co/estad/dsbb/srea_020.xls

Córdoba E, Alonso J, Sánchez C. 2009. La utilización de los recursos ícticos en la Amazonia sur de Colombia: Una estrategia de vida, de ocupación y renta, pp 273-285 En: Bernal H. *et al*. Editores. Amazonia y Agua. Desarrollo sostenible en el Siglo XXI. Servicio Editorial de la Unesco Etxea. España.

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. UNIBIBLOS. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia.

Camacho K., 2006. La pesca del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766): Aspectos del conocimiento local, de la biología pesquera y de los parámetros poblacionales en el Alto río Amazonas (sector de Leticia-Colombia). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia.

Cavendish W., 1999. Environmental resource use and the household accounts: Collection, cleaning, accounting, aggregation and headline results, a background guide for the 1993/94 dataset for Shindi Ward, Zimbabwe. Mimeo, Imperial College, London.

Domínguez 2005. Amazonia colombiana: Economía y Poblamiento. Bogotá: Editorial Universidad. Externado de Colombia.

Duque S. R., Trujillo C., Huérfano A., López-Casas S., Daza E. & F. Trujillo 2008. 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 & Corpoamazonía. Leticia.

Duque *et al*. 1997. Limnología. En IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo – Brasilero (Eje Apaporis – Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia. Santafé de Bogotá. pp: 71-134.

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.

Durrance M. L. 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.

Fabré, N., & Alonso J. 1999. Recursos ícticos no Alto Amazonas: Sua importancia para as populacoes ribeirinhas. Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi. Ser. Zool. 39 p

Gobernación del Amazonas 2012. Plan de desarrollo departamento del Amazonas (2012 – 2015). "Por un buen vivir, somos pueblo, somos más"

Huerfano A., 2010. San José km 6. Transformaciones de una comunidad ticuna del Amazonas colombiano. Tesis para optar al título de Magíster en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. Amazonas Colombia.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997. Zonificación Ambiental Para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Ministerio de Hacienda y crédito Público. Bogota.

López Casas S. 2008. El Pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) (Pisces: Osteoglossidae) en los lagos del sistema de Tarapoto: Aspectos demográficos y culturales. Tesis para optar al título de Magíster en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. Amazonas Colombia.

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., Wood A., Zárate C. 2006. Puerto Nariño: El pueblo que se mira en el río. Retos al desarrollo sustentable en los municipios amazónicos. Publicaciones ILSA. Bogotá. Colombia.

Pinedo D., & Soria C., 2008. El Manejo de las pesquerías en ríos tropicales de Sudamérica. Mayol Ediciones - Instituto del Bien Común. IDRC. Link: http://www.idrc.ca/es/ev-131077-201-1-DO_TOPIC.html

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.

Santos A., & Emerson R., 2009. Territorio – Cuerpo – Agua, entre el

pueblo amazónico Tikuna. pp 335-345. En: Bernal H., *et all*. Editores. Amazonia y Agua. Desarrollo sostenible en el Siglo XXI. Servicio Editorial de la Unesco Etxea. España.

Trujillo C., 2008a. Selva y mercado: exploración cuantitativa de los ingresos en hogares indígenas. Tesis para optar al título de Magíster en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. Amazonas Colombia.

Trujillo C. 2008b. Proyecto: Pensando, pescando y cuidando juntos; propuesta para construir acuerdos colectivos para el manejo del recurso pesquero en territorios indígenas. Informe de Actividades Diciembre 2009, Fundación Omacha. Puerto Nariño, Amazonas, Colombia.

Trujillo C., y Trujillo F., 2010. "Acuerdos de pesca responsable para el buen uso de los lagos de tarapoto". Fundación Omacha. Editorial Unión Grafica. Bogotá, Colombia.

Vieco J., y Oyuela A., 1999. La pesca entre los ticuna: historia, técnicas y ecosistemas. En Boletín de Antropología, Volumen 13 Nº 30, 1999. Facultad de ciencias sociales y Humanas. Universidad de Antioquia. Universidad de Medellín-Colombia.



5.2 · DESCRIPCIÓN DE LA CACERÍA Y CONSUMO DE CARNE DE MONTE EN EL RÍO LORETOYACU Y EL LAGO TARAPOTO, PUERTO NARIÑO, AMAZONAS, COLOMBIA

María Paula Quiceno, Daniel Cruz Antia y Jessica Moreno[1].
Nathalie van Vliet, Robert Nasi y Miguel Pinedo[2].



CAZA

INTRODUCCIÓN

El consumo y comercio de carne de monte representa una fuente primordial de proteínas para un gran número de familias rurales y urbanas de los bosques tropicales del mundo. Esta actividad, a pesar de que su comercialización es ilegal, continúa proporcionando beneficios económicos importantes para la subsistencia y alivio a la pobreza de las comunidades que dependen de estos bosques. La cacería constituye una actividad importante para los medios de vida locales de las comunidades amazónicas (Mendoza 2004; Ochoa *et al.*, 2006; Vargas-Tovar 2013), quienes encuentran en ella además de una fuente tradicional de proteína, la oportunidad de obtener beneficios económicos complementarios. No obstante, aún cuando la oferta natural permite obtener diversidad de recursos faunísticos, en la región la alimentación tradicional (carne de monte, pescado y yuca) ha ido cambiando drásticamente hacia el consumo de harinas y carnes de origen industrial y procesado, las cuales provienen del centro del país o de países vecinos.

Especies con alto valor de uso como la boruga (*Cuniculus paca*), el guatín o guara (*Dasyprocta fuliginosa*), el coto (*Alouatta seniculus*), la tortuga morrocoy (*Chelonoidis denticulata*) y la danta (*Tapirus terrestris*) se reportan entre las presas más importantes para el consumo y el comercio local en Puerto Nariño. La prohibición a estrategias de aprovechamiento de los servicios del bosque, como medida de precaución respecto al riesgo de extinción de las especies, junto a la falta de reconocimiento de las oportunidades de manejo tradicional, han llevado a que la actividad de cacería y el consumo de carne de monte, sean considerados como decadentes y propios de medios de vida que tienden a desaparecer.

[1]Investigadores Fundación SI - Science International

[2]Investigadores Center for International Forestry Research - CIFOR

En este capítulo se presenta una síntesis de la importancia del consumo de carne de monte y la actividad de cacería en las comunidades aledañas al río Loretoyacu y al lago Tarapoto, con el fin de ilustrar el manejo integrado del paisaje en la zona, contrastando el consumo de la carne de monte con las transiciones alimentarias que se presentan en la actualidad. Se busca discutir las oportunidades del manejo del recurso de fauna silvestre con comunidades locales, integrando el conocimiento local y proyectando al manejo del bosque y los sistemas de humedal que proveen los servicios ecosistémicos de mayor relevancia para las comunidades, como es la nutrición.

ÁREA DE ESTUDIO

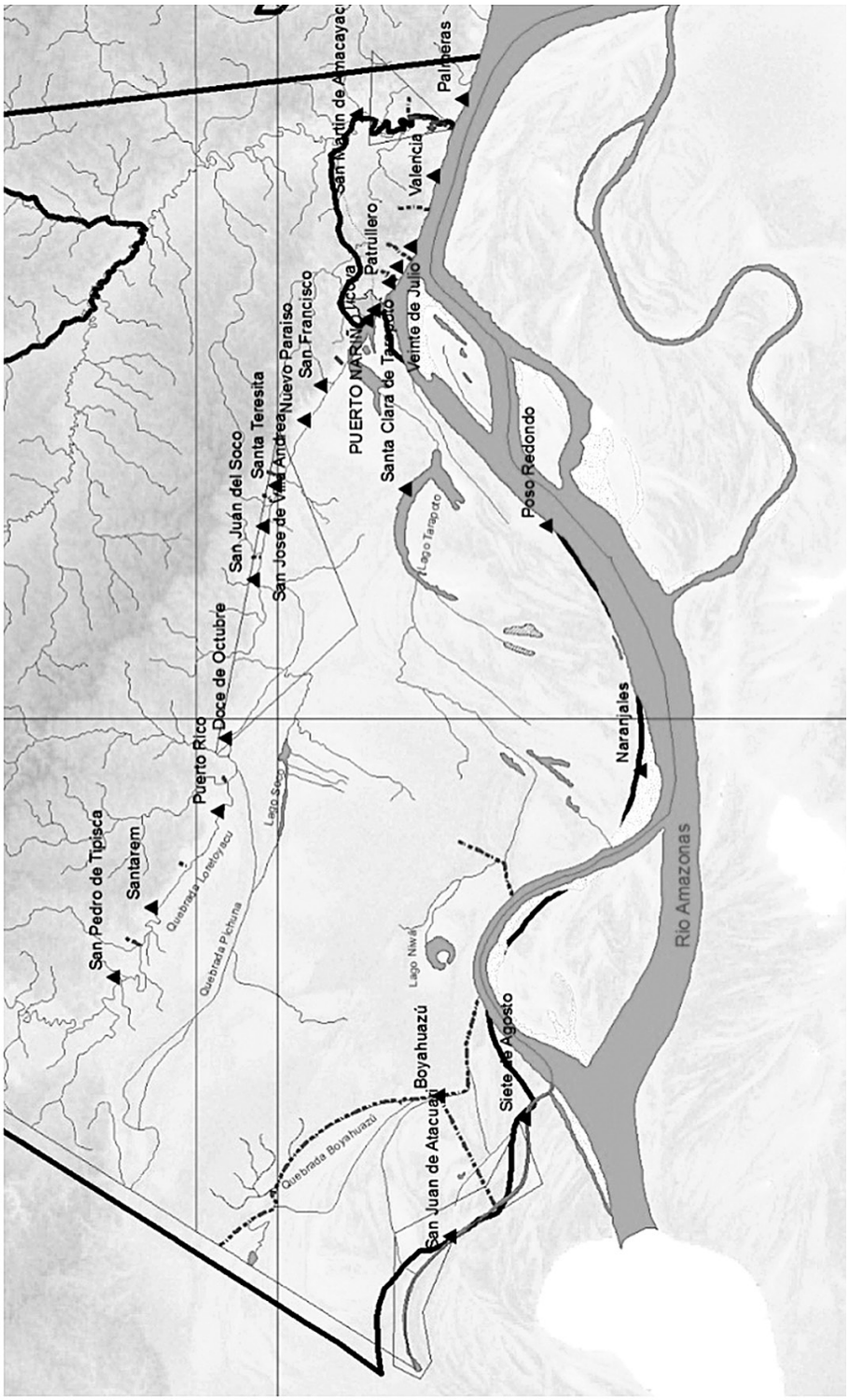
El estudio se llevó acabo en las comunidades del resguardo TICOYA en Puerto Nariño (Amazonia colombiana) (Figura 1), las cuales están conformadas por unos 5.620 habitantes que se encuentran distribuidos en 22 comunidades a lo largo del Amazonas y de sus ríos adyacentes Atacuari, Boyahuasú, Loretoyacu y Amacayacu. En esta comunidad conviven habitantes de los tres grupos étnicos: ticuna, cocama y yagua, manteniendo vivas las lenguas ticuna y yagua (Ipuchima, 2007). El resguardo TICOYA funciona a través de la figura jurídica ATICOYA[5] y su territorio fue constituido[6] en un área total de manejo especial de 142.483,884 ha[7], correspondiente al 92,43% del territorio de Puerto Nariño (Alcaldía Municipal de Puerto Nariño, Amazonas, 2007; Fundación Omacha & DIREPRO 2011).

Figura 1. Área de estudio, Puerto Nariño y las comunidades del río Loretoyacu y Amazonas en Colombia.

[5] Organización constituida legalmente ante el ministerio de Interior y de Justicia, con Personería Jurídica 0076 del 28 de Junio de 2007.

[6] Resolución Nº 021 del 13 de marzo de 1990, Junta Directiva del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria INCORA.

[7] Resolución Nº 24 del 22 de Julio de 2003, Junta Directiva del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria INCORA.


San Martín de Amacayacu
Palmeras
Valencia
Patrullero
Veinte de Julio
PUERTO NARIÑO
Ucoya
Santa Clara de Tarapoto
San Francisco
Nuevo Paraíso
Santa Teresita
San Juan del Soco
San Jose de Villa Andrea
Doce de Octubre
Puerto Rico
Santarem
San Pedro de Tipisca
Quebrada Loretoyacu
Quebrada Pichuna
Lago Seco
Lago Tarapoto
Poso Redondo
Naranjales
Rio Amazonas
Lago Niwá
Boyahuazú
Siete de Agosto
San Juan de Atacuari
Quebrada Boyahuazú

MÉTODOS PARA LA DESCRIPCIÓN PARTICIPATIVA DEL USO DE LA FAUNA

El presente capítulo consolida los resultados de la investigación desarrollada por Mendoza (2004) y van Vliet *et al*. (2014).

La investigación de Mendoza consistió en un monitoreo participativo durante seis meses (de enero a junio 2003, época de aguas altas) con ocho cazadores, a quienes también se les realizaron entrevistas semiestructuradas y dos talleres participativos, donde el segundo taller correspondió a una socialización de los resultados del monitoreo (17 personas, incluyendo los ocho cazadores). También se realizó un taller con mujeres sobre usos y preferencias de la carne de monte.

La investigación realizada por van Vliet *et al*. se llevó a cabo durante dos épocas hidroclimáticas, donde se realizaron:

-entrevistas semiestructuradas: se obtuvieron siete entrevistas (35%) de 20 cazadores identificados, para evaluar el impacto de la estacionalidad en la disponibilidad de presas y fluctuaciones de los precios, técnicas, frecuencia de caza, costos asociados, características socioeconómicas y otras fuentes de ingresos.

-monitoreo participativo: se hizo un monitoreo participativo en dos fases durante 2013: época de lluvias (mayo) y época seca (septiembre), en el cual se involucraron a dos de 20 cazadores identificados (10%), quienes monitorearon por 30 días de cada época sus actividades de cacería en términos de especies capturadas, practicas usadas, lugares visitados y esfuerzo, entre otros. La selección de los monitores se basó en dos criterios: primero, el nivel de interés y voluntad en la investigación; y segundo, el grado de confianza depositada en los investigadores debido al miedo sobre las restricciones legales que hacen sentir inseguridad por parte de las personas al dar información del tema. El monitoreo fue diseñado para determinar las áreas de caza, principales presas, costos, incentivos, estacionalidad, patrones de uso de la carne de monte y cantidad de kilos consumidos y vendidos.

-cartografía social y diagnóstico rural participativo: se realizó la actividad de manera individual con los dos cazadores del monitoreo (Santa Teresita y TICOYA), con el fin de conocer los métodos y preferencias de caza, espacios de uso, especies más representativas, la importancia de la cacería para el bienestar de sus familias y el impacto de la estacionalidad en la actividad.

-encuestas en escuelas: se entrevistaron a 260 niños de las instituciones INEAGRO y Francisco de Orellana (N=94 en época de aguas bajas, y N=166 en aguas altas) para evaluar el consumo de proteínas, donde se indagó acerca de la preferencia de proteínas en las familias.

RESULTADOS

Descripción socioeconómica y tipificación de cazadores

La cacería es una actividad que tiene como fin principal la subsistencia y el autoconsumo para el hogar, lo cual es muy importante considerando lo numerosas que pueden ser las familias (entre dos y ocho personas por hogar, con un promedio de cuatro hijos); el segundo motivo es a petición de un cliente y, en ocasiones, como una oportunidad que se presenta mientras se realizan otras actividades. Los cazadores tienen otros empleos o actividades tales como la pesca, explotación forestal, venta de productos agrícolas, carpintería, tareas agrícolas y de construcción. La pesca es la principal actividad junto con la extracción forestal, en las que se propician oportunidades para la cacería.

En los casos donde el producto de la caza se vende, los cazadores destinan las ganancias obtenidas a productos de subsistencia y utilidad para las familias tales como alimentos (arroz, azúcar, cebolla, aceite, pollo, carne...) y productos básicos y de higiene (jabón, detergente, material escolar, ropa...). Las ganacias también son destinadas para la compra de gasolina, madera o implementos para la caza.

La cacería se realiza principalmente de forma individual, especialmente cuando se trata de jornadas cortas y medias, y en grupos cuando se organizan largas jornadas. Según van Vliet *et al.* (2014), para la zona de estudio se pueden caracterizar dos tipos de cazadores:

1. Diversificados: rotan entre las actividades de pesca, cacería y trabajo asalariado, consumen la mayor parte de la caza y sus jornadas son de corta o media duración. Según la clasificación realizada por Mendoza (2004), este grupo correspondería a los cazadores ocasionales, quienes realizan diversas tareas productivas.

2. Especializados: dedican la mayor parte de su tiempo a la actividad de la cacería, realizando gran número de jornadas de larga duración y son quienes comercializan la mayor parte de las presas obtenidas. Este grupo correspondería a los cazadores profesionales y expertos en la clasificación realizada por Mendoza (2004).

Tabla 1. Descripción de las prácticas de los cazadores.

Cazador	Técnica caza	Balas/ salida	Modalidad de caza	Capturas por salida	Salidas de caza al mes	Días invertidos por faena	Época de mayor captura
Cazador 1	Escopeta	11	Individual y en grupo	0–5	2	2 a 3	Aguas altas
Cazador 2	Trampa y escopeta	5	Individual	1 o 2	10	1–3 días	Aguas altas
Cazador 3	Escopeta	15 - 20	Individual	2 a 3	15	1 a 3	Aguas bajas
Cazador 4	Escopeta y perros	1 a 3	Individual	1 a 2	1	1	Aguas bajas
Cazador 5	Escopeta	7 cartuchos	Individual	1 a 2	2	1 a 2 días	Aguas bajas
Cazador 6	Trampa y escopeta	6	Individual	0 a 2	4	1	Aguas bajas
Cazador 7	Escopeta y perros	5 a 6	Individual	1 a 2	4	1 a 3 días	Aguas altas / bajas
Cazador 8	Escopeta	5 a 10	Individual y en grupo	0 a 4	8	1 a 3 días	Aguas bajas

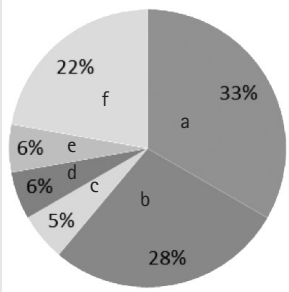
Prácticas de la cacería

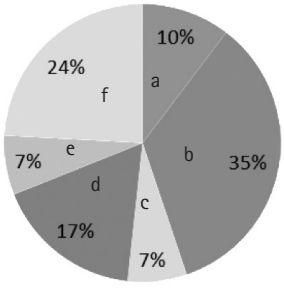
En general, los cazadores utilizan principalmente la escopeta y las trampas para obtener las presas; ocasionalmente se usan perros y, en menor medida, se reporta el uso de flechas, palos y caza manual (Mendoza 2004, García 2005 y Vargas-Tovar 2013). Actualmente la escopeta es el arte con mayor reporte de uso, generalmente de calibre 16 y cabe anotar que su uso es ilegal. La adquisición de una escopeta legal tiene un costo aproximado de $1.467.560 pesos colombianos, sin contar los procesos legales; por tal motivo, se obtiene de manera ilegal con precios que oscilan entre $490.000 y $773.000 pesos colombianos, y entre $2.500 y $3.500 pesos por un cartucho. Las escopetas también pueden ser prestadas a cambio de una porción de la carne de monte obtenida en la faena. El número de balas que utilizan en la salida puede variar según el tiempo de la jornada de cacería y el propósito de la misma (Tabla 1). Las trampas, generalmente, son elaboradas manualmente y se colocan a lo largo de los senderos que siguen las especies.

Las faenas de cacería son principalmente en solitario y por pocos días, en jornadas cortas y medias (uno a tres días). En estas salidas se cazan aves y pequeños mamíferos, principalmente para el autoconsumo. También se organizan jornadas de cacería en grupo, las cuales suelen ser programadas con anticipación, donde se establecen los lugares que serán recorridos y se prepara el equipo (comida, instrumentos de cacería, transporte, instrumentos para acampar), con jornadas que duran periodos de tiempo más largos (hasta 15 días) y cubriendo grandes extensiones de área, donde se buscan mamíferos medianos y grandes.

Espacios de cacería

Mendoza (2004) señala que en tierra firme las áreas de captura comprenden las ciénagas, orillas de quebrada, salado, rastrojo y bosque, donde la cacería es más especializada y las jornadas pueden ser clasificadas en cortas, medias y largas en términos de duración y distancia; dependiendo del tipo de jornada, varían los espacios que son visitados, las armas y materiales empleados y la diversidad y cantidad de presas. En la zona de várzea las áreas de captura comprenden las restingas y el bajial, que corresponden a zonas de inundación permanente y periódica respectivamente (Mendoza 2004); en estas zonas, la cacería es una actividad secundaria asociada a la pesca como actividad principal.





AGUAS BAJAS
a - Bosque primario
b - Bosque ripario
c - Chagra
d- Margen alta de río
e - Quebrada
f - Rastrojo

AGUAS ALTAS
a - Bajío
b - Bosque primario
c - Bosque secundario
d - Quebrada
e - Chagra
f - Rastrojo

Figura 2. Lugares de cacería frecuentados durante ambos periodos hidroclimáticos por los cazadores.

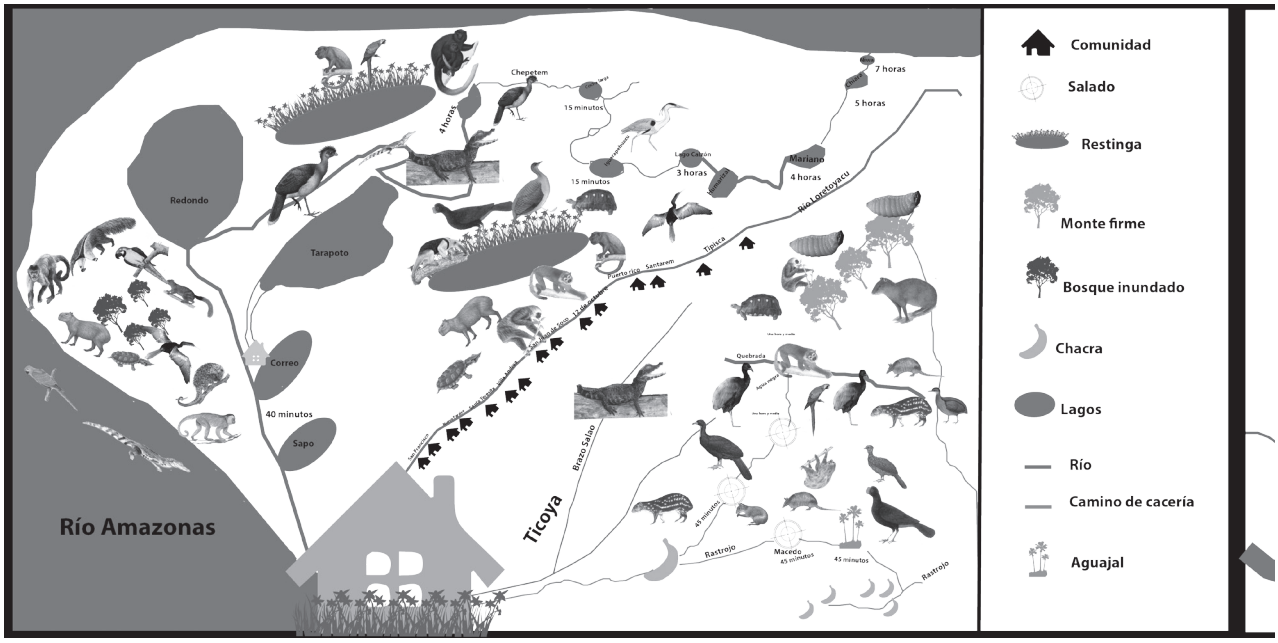


Figura 3.1. Rutas y espacios de cacería frecuentados. A. Cazador 1 TICOYA.

Se encontraron cinco espacios de cacería principales: bosque primario (tierra firme), bosque ripario, chagra, margen alta del río y rastrojo, los cuales son recorridos por la extensa red de caminos de caza establecidos por los cazadores. En las entrevistas se observa un claro cambio en los espacios seleccionados por los cazadores entre las épocas hidroclimáticas. Durante aguas altas se prefiere el bosque ripario (35%), rastrojo (24%) y quebrada (17%), a diferencia de la época de aguas bajas donde es más frecuentado el bosque primario (33%), bosque ripario (28%) y rastrojo (22%) (Figura 2).

Tanto en las entrevistas como en los monitoreos (Tabla 2, Figura 2 y Figura 3.1 y 3.2), se registró que la cacería puede realizarse en senderos o caminos predeterminados que van de hábitats transformados (plantaciones y chagras) a bosques secundarios (rastrojos) y bosques primarios (tierra firme). Durante las jornadas cortas, de duración aproximada de 45 minutos de viaje, los lugares más frecuentados son los aguajales, rastrojos, monte firme y los lagos cercanos, mientras que en las jornadas largas (de 4 a 7 horas y de varios días) visitan los lagos, restingas más lejanas y monte firme (Figura 3). En el monte firme las presas son en su mayoría

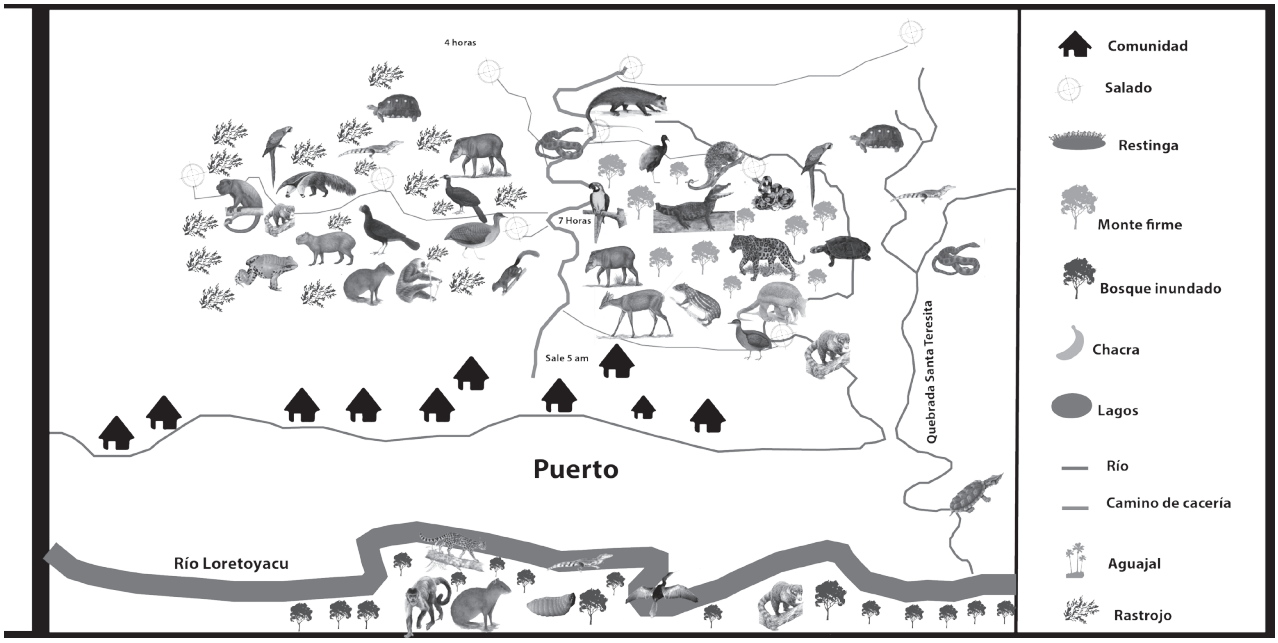


Figura 3.2. Rutas y espacios de cacería frecuentados. B. Cazador 2 Santa Teresita.

mamíferos de gran tamaño y en menores proporciones algunas aves (de gran tamaño), reptiles (tortugas) y mamíferos de menor tamaño; en los rastrojos son los mamíferos de menor tamaño (roedores y primates); en el bosque inundado se encuentran mamíferos pequeños (primates), reptiles (lagartos y tortugas) y aves; en las restingas se encuentran aves y primates; en los lagos, ríos y quebradas hay mayor diversidad y riqueza de aves, primates y reptiles.

Tanto en los monitoreos como en las entrevistas se registró que los lugares de cacería se seleccionan en función de la abundancia de árboles frutales y palmas y el número de salados, chagras y arroyos que se encuentran en la zona, así mismo la posibilidad de encontrar determinadas especies que varían dependiendo del tipo de vegetación. Estos datos son consistentes con los reportes de Mendoza (2004), que afirma que durante las aguas altas e inundaciones los espacios más frecuentados son el bosque ripario, rastrojos y la margen alta del río donde la cacería resulta como una actividad secundaria asociada a la pesca. Durante las aguas bajas, los espacios preferidos son el bosque primario, bosque ripario y rastrojo.

Tabla 2. Lugares de cacería reportados en las entrevistas a cazadores.

Cazador	Lugar de Caza
Cazador 1	Río Amacayacu, Caño Cahuima vía río Cotuhe.
Cazador 2	Bosque de tierra firme en caminos hechos para cacería, bordes de caños y quebradas.
Cazador 3	Aguanegra, Tarapoto. El tipo de bosque donde caza es una quebrada y monte firme. Va a los lagos de Tarapoto a cazar aves y primates, y en tierra firme caza mamíferos medianos y pequeños.
Cazador 4	Monte alto, por la Isla de los micos y Santa Sofía, Monte virgen.
Cazador 5	Salados y Amacayacu.
Cazador 6	3 horas caminando quebrada Amacayacu, caño agua negra.
Cazador 7	Salados.
Cazador 8	San Martín, Aguaroja, río Amacayacu, salados, tierra firme, Cahuima, bosque inundable y de tierra firme, restingas. A veces organiza salidas largas por el río Loretayacu arriba de tierra amarilla.



Mercado con carne de monte.

Tabla 3. Especies de cacería destinados a consumo y comercio en Puerto Nariño, Colombia.

MAMÍFEROS	
Ardilla (*Sciurus* sp.)	Mico maicero (*Cebus apella*)
Armadillo (*Dasypus* sp.)	Mico nocturno (*Aotus* sp.)
Armadillo trueno, grande (*Priodontes maximus*)	Mico tocón (*Callicebus cupreus*)
Boruga (*Cuniculus paca*)	Mico volador (*Pithecia* sp.)
Chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*)	Mono aullador, coto (*Alouatta seniculus*)
Chozna (*Potos flavus*)	Mono churuco (*Lagothrix lagothricha*)
Chuca (*Didelphis marsupialis*)	Mono fraile (*Saimiri sciureus*)
Cusumbo (*Nasua nasua*)	Oso melero (*Myrmecophaga tridactyla*)
Danta, tapir (*Tapirus terrestris*)	Perezoso (*Bradypus variegatus*)
Guatin, picure, guara (*Dasyprocta fuliginosa*)	Perezoso de dos uñas (*Choloepus didactylus*)
Jaguar, tigre (*Panthera onca*)	Puercoespín (*Coendou prehensilis*)
Marrano de monte con collar (*Pecari tajacu*)	Tigrillo (*Leopardus pardalis*)
Marrano de monte sin collar (*Tayassu pecarî*)	Venado gris (*Mazama gouazoubira*)
Mico cariblanco (*Cebus albifrons*)	Venado rojo (*Mazama americana*)
AVES	**REPTILES**
Cujubim (*Aburria* sp.)	Babilla (*Caiman crocodilus*)
Garza blanca (*Ardea alba*)	Cachirre (*Paleosuchus* sp.)
Garza real (*Ardea cocoi*)	Güio (*Eunectes murinus*)
Guacamaya (*Ara* sp.)	Mata mata (*Chelus fimbriatus*)
Jacamín, tente (*Psophia crepitans*)	Tortuga charapa (*Podocnemis expansa*)
Pato aguja, aguja americano (*Anhinga anhinga*)	Tortuga morrocoy (*Chelonoidis denticulata*)
Pato real (*Cairina moschata*)	Tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*)
Paujil (*Pauxi pauxi*)	Caiman negro (*Melanusuchus niger*)
Paujil nocturno (*Notohocrax* sp.)	
Pava (*Penelope jacquacu*)	
Perdíz (*Tinamidae* sp.)	
Perdíz, ihnambu, panguana, tinamu (*Crypturellus* sp., *Tinamus* sp.)	

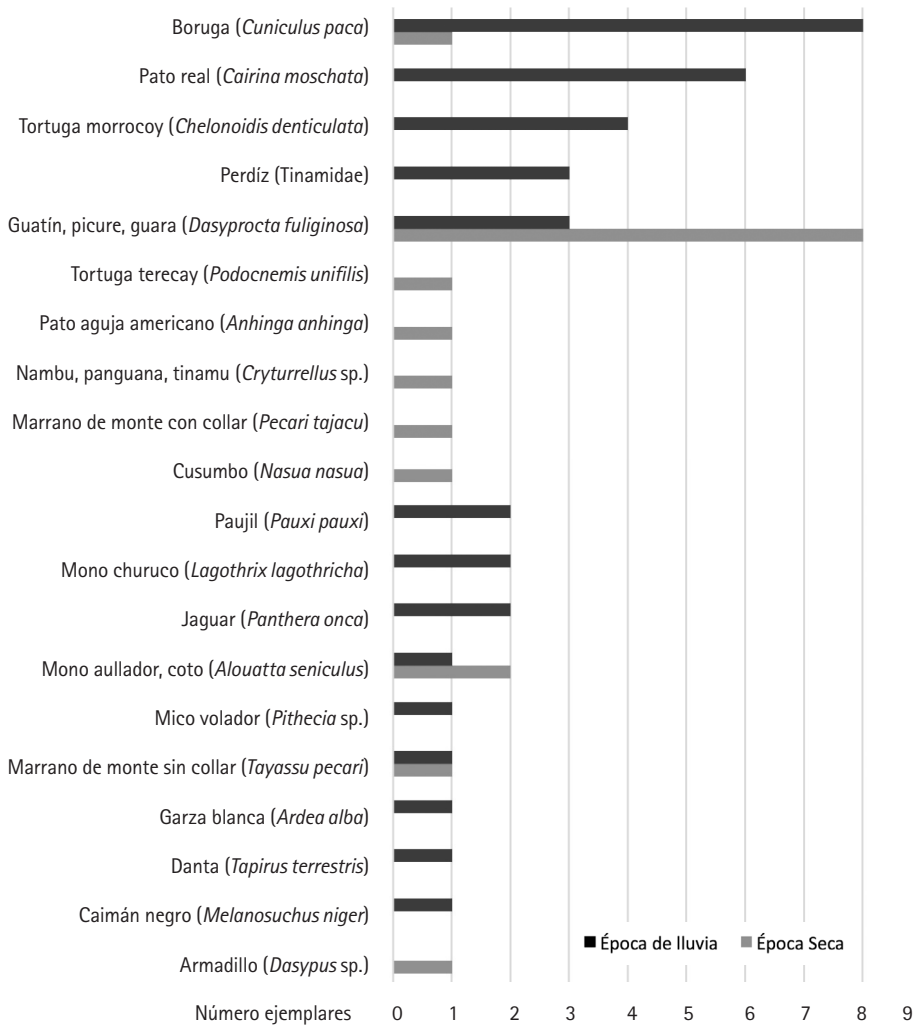


Figura 4. Especies y número de individuos cazados durante las época de aguas altas y aguas bajas reportados en el monitoreo.

Composición de especies

En la región de Puerto Nariño se observa un paisaje con dos componentes principales: zonas de tierra firme y zonas de várzea, donde la oferta natural es aprovechada por las comunidades de forma diferencial y con un conocimiento preciso sobre las especies disponibles en cada espacio de uso. La composición de las especies cazadas presenta variaciones en términos de cantidad de individuos y diversidad de especies, dependiendo de los lugares de cacería y la variación hidroclimática.



Cuniculus paca



Dasyprocta fuliginosa



Alouatta seniculus



Chelonoidis denticulata



Tapirus terrestris



Pecari tajacu

Se registra un total de 42 especies como caza. En el monitoreo, el reporte de especies capturadas fue de 20, de las cuales el 55% corresponde a mamíferos, el 30% a aves y el 15% a reptiles (Tabla 3).

Durante el monitoreo se capturaron 54 individuos distribuidos en las 20 especies previamente mencionadas, 36 de estas capturas fueron durante la época de aguas altas y 18 durante la época de aguas bajas. Las especies más abundantes fueron la boruga (*Cuniculus paca*), guatín, picure o guara (*Dasyprocta fuliginosa*), el pato real (*Cairina moschata*) y la tortuga morrocoy (*Chelonoidis denticulata*) (Figura 4). La composición de las especies varía no solamente por las épocas hidroclimáticas, también por los sitios en los que se caza. Las aves y primates son capturados principalmente en los lagos y orillas de ríos, mientras que en tierra firme se cazan medianos y grandes mamíferos.

Las especies más frecuentes durante las aguas altas fueron *Cuniculus paca*, *Cairina moschata*, *Chelonoidis denticulata*, *Dasyprocta fuliginosa* y la perdiz (Tinamidae), mientras que durante las aguas bajas se registró el *Dasyprocta fuliginosa* y *Alouatta seniculus* como las especies más cazadas. Cuando la cacería se hace de manera oportunista durante actividades de pesca en aguas altas, algunas especies abatidas son *Ardea* spp., *Anhinga anhinga*, *Hydrochaeris hydrochaeris*, *Alouatta seniculus*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus* spp. (en horas de la noche), *Chelus fimbriatus* y *Podocnemis* spp., ya que están asociadas al bosque inundado y parches de macrófitas.

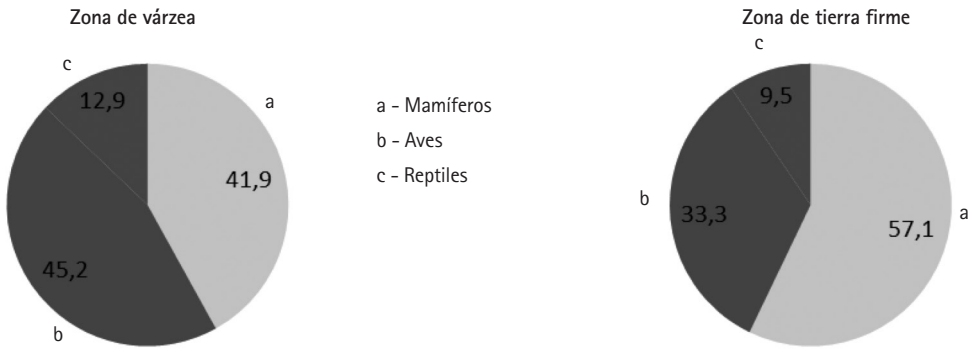


Figura 5. Porcentaje de captura en las zonas de várzea y tierra firme. Modificado de Mendoza (2004).



La carne de tortuga charapa (*Podocnemis expansa*), cada vez más escasa, es muy apreciada entre los indígenas, lo que pone en una difícil situación a esta especie en peligro.





Un jaguar (*Panthera onca*) es registrado por una cámara trampa situada en la zona de estudio de los humedales de Tarapoto, detrás de la comunidad de Santa Clara.

En la investigación realizada por Mendoza para la Fundación Omacha (2004) en la misma zona de estudio, durante seis meses de monitoreo con nueve cazadores (de enero a julio), se reportaron un total de 44 especies donde, al igual que en esta evaluación, la mayoría son mamíferos (*Cuniculus paca*, *Alouatta seniculus*, *Saimiri sciureus*...), seguidos por el grupo de las aves y reptiles (*Phalacrocorax olivaceus*, *Ara manilata*, *Anhinga anhinga*, *Melanusuchus niger*, *Chelonoidis denticulata*...), con algunas similitudes en las especies de mamíferos más cazadas. De acuerdo a estudios realizados entre 2001 y 2011 en la Amazonia colombiana, las especies con mayor aporte a la biomasa de la captura total corresponden a: *Tapirus* sp., *Cuniculus paca* y *Podocnemis unifilis* (García 2005 y Vargas-Tovar 2013).

En las zonas de várzea, Mendoza (2004) reporta que los habitats donde se capturan más especies corresponden a quebradas, salados, restingas de lagos, bosques y orillas de quebradas. La misma autora reporta menos especies en zonas de tierra firme, y la mayoría de ellas mamíferos. Esto se explica, en parte, por que la zona de estudio tuvo una mayor representatividad de área en zonas bajas e inundables, donde las capturas corresponden más a aves, reptiles y algunos primates (Figura 5). Aunque la representatividad de mamíferos no es tan grande en los sistemas de

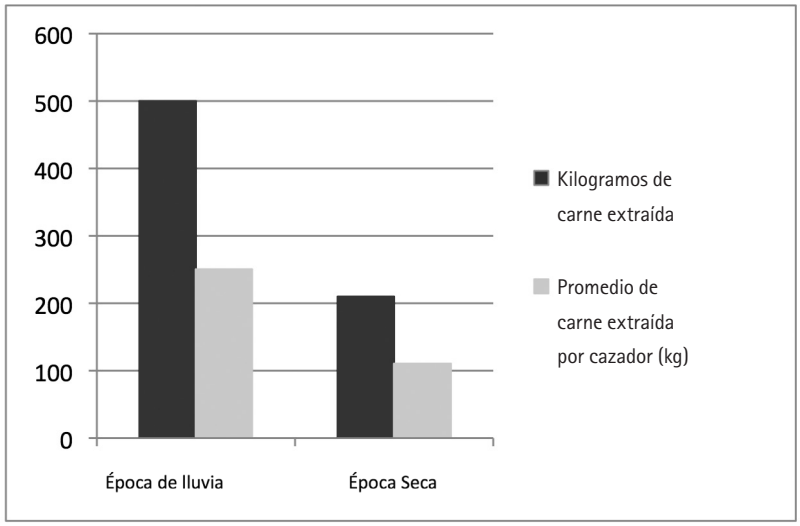


Figura 6. Carne de monte extraída durante el monitoreo en ambas épocas hidroclimáticas.

várzea, el mayor aporte de biomasa lo aporta este grupo, lo que coincide con otros estudios de cacería en Colombia (Vargas-Tovar 2013).

Cantidades de carne consumida y comercializada

Se registró un total de 710 kilogramos de carne de monte extraídos por parte de dos cazadores monitoreados durante 30 días en cada época. Durante el monitoreo de aguas altas se obtuvieron 500 kg de carne de monte, más del doble de la carne de monte extraída durante la época de aguas bajas (210 kg) y con un promedio de carne extraída por cazador de 250 y 110 kg para la época de aguas altas y aguas bajas respectivamente (Figura 6).

Por su parte Mendoza (2004) reporta 74 individuos (842 kg) cazados en la zona de tierra firme y 164 individuos (1.134 kg) en la zona de várzea. Aunque el número individuos en la zona de várzea es mayor, la autora discute que en tierra firme es más alto el porcentaje de mamíferos medianos a grandes, con gran peso (en comparación con aves y reptiles) generando una mayor relación entre el número de individuos y el peso.

Porcentaje de venta y consumo

Del total de la cacería monitoreada, se encontró que el 57% del total de la carne cazada fue consumida y un 43% fue vendida, siendo en aguas bajas donde se vendió la mayor parte de la carne. En la época de aguas altas se registró un total de 502,35 kg de carne de monte extraída, de los cuáles el 63,39% fue utilizada para el consumo en el hogar y el 35,61% restante fue vendido. Se observa una notable diferencia respecto a la época de aguas bajas, donde se extrajeron 213,5 kg de carne de monte de los cuales el 40,75% fue consumido, mientras que el 59,25% fue vendido. Esto coincide con otros estudios, ya que en Puerto Nariño la actividad económica depende principalmente de la agricultura y la pesca (Ochoa *et al.* 2006), mientras que la cacería es una actividad de auto sustento (Mendoza 2004).

La carne de monte puede ser vendida en diferentes presentaciones según el cliente y el tiempo que tarde su venta, se prefiere principalmente la carne fresca ya que se vende a familiares o amigos cercanos. Pero también se consume y comercializa la carne ahumada, salada o congelada, según la demanda. Durante la época de aguas altas, el precio logrado de venta de la carne de monte alcanzó $16.139 pesos por kg y el gasto

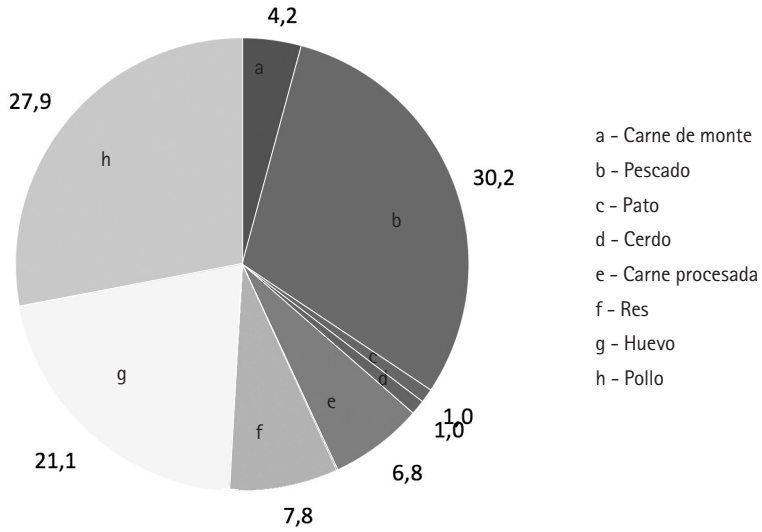


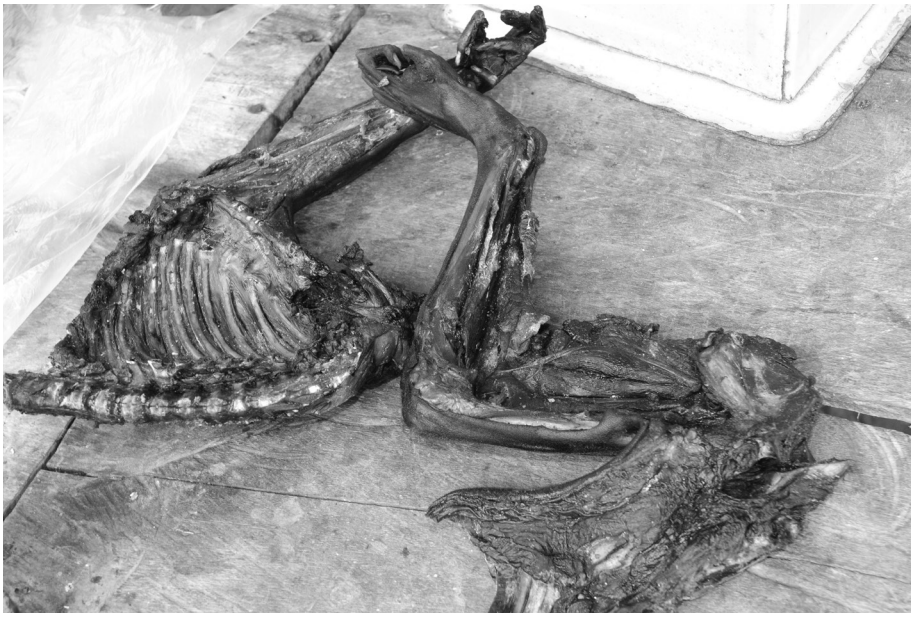
Figura 7. Porcentaje de niños indígenas de Puerto Nariño que consumieron cada tipo de proteína el día antes de la encuesta

promedio para cazar fue de $9.040, obteniéndose una ganancia de $7.000 pesos. En la época de aguas bajas el precio logrado de venta fue de $8.455 pesos y un gasto promedio de caza de $5.000 pesos, con ganancias de $3.500 pesos.

El gasto para cazar varía dependiendo del tipo de jornada (diurna, nocturna, corta, mediana o larga) y generalmente corresponde a los costos por tiros (balas y cartuchos) y costos de faena (pilas de linterna, comida, otros materiales de caza); en jornadas largas también se debe correr con los gastos de gasolina y los implementos de caza.

Preferencias de proteína y consumo de carne de monte

La entrevista se realizó a un total 260 niños (N=94 en época de aguas bajas y N=166 en aguas altas), obteniéndose que el pescado es la proteína más consumida (30,2%), seguido por el pollo (27,9%), generalmente congelado, y el huevo (21,2%). La carne de monte es consumida en un 4,2%. Por otro lado la carne procesada o enlatada tuvo un porcentaje representativo con un 6,8% del total por encima del consumo de carne de monte, mientras que el pato y cerdo presentaron los reportes más bajos (Figura 7). De hecho, se logró evidenciar que a pesar de que las proteínas naturales son preferidas, el consumo de carnes procesadas es la realidad en la dieta diaria de las familias.





Las presas son a menudo expuestas y ofrecidas en pequeños mercados, para su venta, con la idea de conseguir un aporte económico a la familia.
Arriba, carne ahumada de mono aullador (*Alouatta seniculus*); abajo, piezas frescas de caimán blanco (*Caiman crocodilus*).

DISCUSIÓN

A pesar de las transformaciones socioeconómicas que ha experimentado la región, es un hecho que la cacería continúa formando parte de las estrategias de vida de las familias en Puerto Nariño y en las comunidades indígenas. Así como sucede en la trifrontera amazónica (Colombia, Perú y Brasil), en las comunidades de los ríos Loretoyacu, Amacayacu y en el resguardo TICOYA, factores socioculturales y económicos determinan la permanencia del consumo y comercio de la carne de monte, incluso en medio de contextos normativos de vigilancia (Campos, 1987; Bedoya, 1997; Mendoza 2004, Gobernación del Amazonas 2012, van Vliet *et al.* 2014).

Gran parte de la investigación en los temas de uso de fauna se han centrado en los impactos ecológicos de la cacería, pero no en la importancia de la carne de monte como un servicio ecosistémico relevante para la nutrición local, ni como un aspecto determinante de la soberanía alimentaria debido a las políticas conservacionistas que desconocen el uso como una estrategia de manejo. Es necesario revalorar los medios de vida locales y las actividades inherentes a estos como una oportunidad nutricional, ya que la carne de animales silvestres proporciona el acceso a una proteína difícil de reemplazar (Nasi *et al.*, 2008), una oportunidad de intercambio comercial para la obtención de productos de subsistencia (Lisboa 2002) y de manejo local de los recursos del bosque (Vargas-Tovar 2013, van Vliet *et al.* 2014).

Se evidencia que las especies más cazadas son especies comunes como *Cuniculus paca* y *Dasyprocta fuliginosa*; en general resilientes a la cacería, asociadas a chagras y cultivos, patrón común en bosques tropicales similares, donde las especies presentan sensibilidades variables, siendo algunas especies más resistentes y adaptables a los paisajes transformados y a las presiones antrópicas que aquellas que necesitan grandes extensiones de bosques primarios y baja intensidad de caza para sobrevivir (Peres y Dolman 2000; Nasi *et al.*, 2011).

Teniendo en cuenta la adaptabilidad de ciertas especies y la importancia del consumo de carne de monte para la soberanía alimentaria de las comunidades locales, es importante dirigirse a estrategias sobre la cuales se pueda basar el manejo del recurso, desde aproximaciones al uso integrado del paisaje, incluyendo técnicas de enriquecimiento de hábitats

y su estructura, hasta enfoques que valoren de manera fundamental el papel del conocimiento ecológico tradicional, para permitir que el manejo de la fauna silvestre sea posible en un ciclo abierto, en el marco de reglas de comanejo participativo.

Para el panorama actual de Puerto Nariño, es posible implementar una estrategia piloto para el comanejo de la fauna silvestre mediante un ciclo abierto con una especie de preferencia y resiliente, que cuente con la participación activa de las comunidades durante la formulación, diseño y ejecución (monitoreo y evaluación). A continuación se listan parámetros a tener en cuenta para un proceso de comanejo contextualizado en la zona:

-La gobernanza de las comunidades para el acceso, control y distribución de beneficios provenientes del uso de la fauna depende del grado en el cual la comunidad (autoridades tradicionales, cazadores, mujeres, jóvenes y consumidores) participe en la identificación de problemas, la planificación, la instrumentación, el control, el aprovechamiento y el monitoreo. Pasos que deben estar asociados con las directrices que establezcan los Planes de Vida. De ahí la importancia que desde un principio la comunidad tenga interés en los beneficios que proporcione proporciona la estrategia.

-La identificación, entendimiento, valoración y aceptación de acuerdos establecidos a nivel local es fundamental. Debe ser el resultado de un trabajo conjunto entre la comunidad (cazadores en primera instancia) y grupos multidisciplinarios para establecer los mecanismos de monitoreo, control y seguimiento a todo el proceso del uso legal de la fauna (caza, transporte y comercio), así como para realizar un análisis de trazabilidad, donde la comunidad conozca y maneje el proceso para obtener los datos, organizarlos, analizarlos y utilizarlos para la toma de decisiones.

El conocimiento tradicional sobre el territorio garantiza criterios de gestión para la formulación de un plan de manejo. Además, la fortaleza de las autoridades tradicionales y el control social son herramientas potenciales para garantizar el cumplimiento de las normas acordadas y la distribución equitativa de las ganancias del manejo sostenible, las cuales son condiciones claves para el éxito del programa (van Vliet 2013). Es necesario escalar estos acuerdos a decisiones entre actores institucionales que involucren criterios legales, de vigilancia y supervisión, de sostenibilidad económica (estudios de la cadena de mercado y comercio local), de viabilidad técnica (estudios bromatológicos, entre

otros), de apropiación social y de conservación. En este punto, el apoyo a las comunidades por parte de instituciones como Corpoamazonia, el Instituto Sinchi, la Fundación Omacha y otras ONG, entidades educativas y agencias de desarrollo es esencial.

Bajo este panorama, la importancia de estas estrategias se torna evidente, en un contexto donde los cambios en la dieta, principalmente hacia proteínas de origen industrial conllevan a la desnutrición y el empobrecimiento de comunidades que viven en un ecosistema que les provee todos los servicios necesarios para una buena calidad de vida. Se evidencia una transición alimentaria en Puerto Nariño, que ha cambiado del pescado, la carne de monte y la yuca hacia carnes y harinas de origen industrial y procesado. Este escenario es un patrón común en la trifrontera amazónica, en donde van Vliet *et al* (2014) reportan que el pollo congelado (28%), los huevos (20%), la carne de res (10%) y la carne procesada (6%) son las proteínas más consumidas por la población local y por los niños indígenas.

Cada vez se vuelve más claro el cambio de dieta de las familias indígenas rurales por las mismas que llevan las familias indígenas urbanas y no indígenas urbanas. Según la Gobernación del Amazonas (2012) "la incorporación de alimentos externos con baja calidad nutricional y la disminución del consumo de alimentos locales provenientes de los sistemas tradicionales de producción (cultivo de la chagra, la pesca, la cacería y la recolección para autoconsumo) generan problemas de nutrición críticos". Estas transiciones alimentarias son producto del mejor acceso a mercados, de medios de transporte más eficientes, de cambios socioculturales, de la llegada de emigrantes de otras regiones, de nuevos sistemas económicos, así como del impacto de las políticas de conservación y uso de biodiversidad (van Vliet *et al*. 2014).

Estas transiciones podrían explicar las consecuencias nutricionales principalmente en la población infantil, la cual, según datos de la Alcaldía Municipal de Puerto Nariño (2012), presentó 413 casos de desnutrición crónica en niños menores de cinco años para el 2010. Fenómeno similar para el departamento del Amazonas, donde se reportan casos de desnutrición crónica (4.860 casos, 30,4%), aguda (727 casos, 4,5%), global (1.407 casos, 8,8%) y malnutrición dentro de la población de niños de la misma edad para el 2011 (Gobernación del Amazonas, 2012).



La caza de carnívoros como la tayra (*Eira barbara*) no es frecuente, pero en ocasiones son abatidas algunas especies para el aprovechamiento de su carne y piel.

Como resultado, en la región, el riesgo de perder el servicio ecosistémico de provisión que aporta la fauna silvestre es bastante alto, dada la concepción de que el desarrollo se basa en la industrialización de los alimentos para aumentar la eficiencia de producción y distribución, en lugar de dar un manejo a los recursos locales. Esto igualmente está asociado a la actual perspectiva de conservación de la biodiversidad, en donde el uso de la fauna como fuente de alimentación se considera como una actividad que pone en riesgo la conservación de las especies, dada la visión en donde prevalece el "conservar es no tocar" que fundamenta el contexto legal de prohibición en Colombia, (MADS, 2012, Vargas-Tovar 2013).

En conclusión, es evidente que la carne de monte es una fuente fundamental de proteína que en muchas ocasiones no es consumida directamente por las poblaciones humanas que las manejan, como es el caso de Puerto Nariño (van Vliet 2013, van Vliet *et al.* 2014). Por tanto, es necesario analizar y entender las razones actuales del uso y consumo de carne de monte a la luz de nuevos enfoques que tengan en cuenta el desarrollo local, la tradición cultural y los aspectos sociales tales como la

seguridad alimentaria; generando alternativas sostenibles de manejo legal de la fauna silvestre y que den respuesta a preguntas que lleven a crear oportunidades de manejo legal bajo criterios de sostenibilidad.

Alternativas al uso insostenible de la carne de monte, tales como el comanejo de la cacería, en donde los acuerdos están basados en el uso de los conocimientos prácticos locales sobre la distribución de especies, ciclos de vida y hábitos alimenticios, son la base de las decisiones de manejo. Esta alternativa permite que múltiples actores identifiquen roles desde sus capacidades, logrando que la mayor parte de los miembros de la comunidad se beneficien del sistema de gestión y uso sostenible de la fauna (Roe *et al*. 2009 & van Vliet 2013). En ese sentido, lograr implementar estrategias de aprovechamiento sostenible de la fauna silvestre, con la participación de las comunidades, representa un gran potencial para unir las necesidades del desarrollo, los medios de vida, la seguridad alimentaria y la conservación en la región, donde el cambio de paradigmas se convierte en un factor indispensable.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto "Análisis del uso y comercio de carne de monte con enfoque de género en la zona trifronteriza Amazonas (Brasil, Perú, Colombia)" (van Vliet *et al*. 2014). Agradecemos el apoyo del Grupo Consultivo para la investigación Agrícola Internacional (CGIAR), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Fundación SI-Science International y Fundación Omacha. A la comunidad de Puerto Nariño y al resguardo TICOYA por su interés, participación y apoyo a la investigación.

LITERATURA CITADA

Alcaldía Municipal de Puerto Nariño Amazonas. 2007. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Puerto Nariño Amazonas 2007-2019. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 714 pág.

Alcaldía Municipal de Puerto Nariño. 2012. Juntos trabajando: Plan de desarrollo municipal 2012-2015. Municipio de Puerto Nariño, Departamento del Amazonas. 298p.

Bedoya, M. 1997. Patrones de cacería en una comunidad ticuna de la amazonia colombiana. Trabajo de grado. Carrera de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Campos-Rozo C. 1987. Aspectos etnozoológicos relacionados con la actividad de la caza de los indígenas ticuna, San Martín de Amacayacu (Amazonas). Bogotá: Universidad Javeriana. Tesis para optar al título de bióloga. 460 p

Fundación Omacha, Dirección Regional de Producción Produce -DIREPRO. 201. Proyecto "Gestión Binacional de Humedales con fines de Seguridad Alimentaria y Conservación". Secretaria General-Comunidad Andina. 61p.

García E. 2005. Propuesta de manejo de fauna silvestre con las comunidades indígenas del bajo río Apaporis y bajo río Caquetá, Amazonia colombiana. Trabajo de Grado. Programa de Ecología. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

Gobernación del Amazonas. 2012. Plan de Desarrollo Departamento del Amazonas 2012-2015. Departamento del Amazonas. 413p.

Ipuchima M. R., 2007. Actualización del Plan de Vida de los pueblos tikuna, cocama y yagua. Resguardo Indígena Tikuna Cocama Yagua de los municipios de Puerto Nariño y Leticia, Amazonas, Asociación de Autoridades Indígenas – ATICOYA, Embajada Real de los Países Bajos. Puerto Nariño. 62p.

Lisboa P. L. B. 2002. Natureza, homem e manejo de recursos naturais na região de Caxiuanã, Melgaço, Para. Museu Paraense Emílio Goeldi, Bélem, Pará, Brazil.

MADS. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá. 134p.

Mendoza A. Q. 2004. Seguimiento y Monitoreo participativo de la actividad de cacería en la región de Puerto Nariño, Amazonas-Colombia. Trabajo de grado. Facultada de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 115p.

Nasi R., Brown D., Wilkie D., Bennett E., Tutin C., Van Tol G. and Christophersen T. 2008. Conservation and use of wildlife-based resources: the bushmeat crisis. Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia and Montreal, Canada.

Nasi R., Taber A. y van Vliet N. 2011. Empty forest, empty stomachs? Busmeat and livelihoods in the Congo and Amazon Basins. International Forestry Review. 13(3): 355-368

Ochoa G. I. Z., Wood A. A. S., Zárate C. G. 2006. Puerto Nariño: El pueblo que se mira en el río. Retos al desarrollo sustentable en municipios amazónicos. ILSA & Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia. Amazonia. 211p.

Peres C. A. and Dolman P. 2000. Density compensation in neotropical primate communities: evidence from 56 hunted and nonhunted Amazonian forests of varying productivity. Oecologia. 122: 175–189.

Roe D., F. Nelson, C. Sandbrook (Eds.). 2009. Community management of natural resources in Africa: Impacts, experiences and future directions, Natural Resource Issues No. 18, International Institute for Environment and Development, London, UK.

van Vliet N. 2013. Lecciones aprendidas sobre los potenciales y las limitaciones para el desarrollo de alternativas al uso insostenible de carne de monte en bosques tropicales y sub-tropicales a nivel mundial. Biota Colombiana 14(2):123-140pp.

van Vliet N., Quiceno-Mesa M. P., Cruz-Antia D., Yagüe B. 2014. "Carne de monte y seguridad alimentaria en la zona trifronteriza amazónica (Colombia, Perú y Brasil)". CGIAR, USAID, CIFOR, Fundación SI, UFAM, Fundación Omacha. Bogotá D.C. 24p.

Vargas-Tovar N. 2013. Carne de monte y seguridad alimentaria: consumo, valor nutricional, relaciones sociales y bienestar humano en Colombia. pp 65-87. En: Restrepo, S. (eds). Carne de monte y seguridad alimentaria: Bases técnicas para una gestión integral en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 108p.





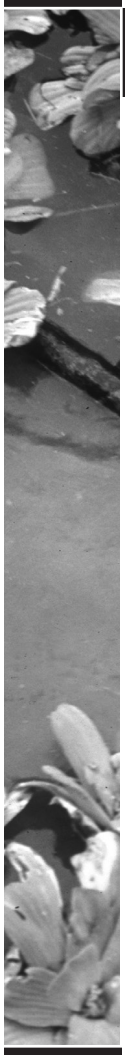
CAPÍTULO 6

Herpetofauna



6.1 · EVALUACION DEL CAIMÁN NEGRO (*MELANOSUCHUS NIGER*) EN LOS HUMEDALES DE TARAPOTO, AMAZONIA COLOMBIANA

José Becerra, Luisa Castellanos y Fernando Trujillo



CAIMÁN NEGRO

RESUMEN

Se realizaron conteos de individuos pertenecientes al orden Crocodilia a lo largo de los sistemas inundables del lago Tarapoto y Atacuari en el Amazonas colombiano. Los individuos encontrados correspondieron a las especies *Paleosuchus* sp. (cachirre), *Caiman crocodilus* (caimán blanco o babilla) y *Melanosuchus niger* (caimán negro). Por medio de conteos nocturnos en bote, se estableció que el lugar donde se observó la mayor cantidad de individuos fue el lago Miwua, cercano a la población de Atacuari, con un total de 29 individuos. Por otra parte, la zona que presentó una menor cantidad de individuos fueron los lagos Socó Largo y Socó Redondo, donde no se logró observar ningún ejemplar. En cuanto a la estructura poblacional se encontró que la categoría más representada en las cinco zonas muestreadas fue la categoría juveniles. Al comparar las longitudes totales de los individuos entre las zonas de muestreo mediante diferentes pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis, ANOVA de una vía, test de comparaciones múltiples de Duncan, Fisher, Newman-Keuls, Scheffe, Tukey-Kramer y Kruskal-Wallis) no se encontraron diferencias para *Melanosuchus niger*, mientras que el test de Kruskal Wallis fue el único que halló diferencias para *Caiman crocodilus*.

INTRODUCCIÓN

Suramérica presenta una gran diversidad de cocodrilianos distribuidos en su extensa red fluvial y complejos de humedales. A pesar de haber sido muy abundantes, sufrieron un alto nivel de explotación en las décadas de 1940 y 1950 cuando se comercializaba masivamente sus pieles en mercados internacionales (Smith, 1970; Medem, 1981, Llobet, 2002). Los individuos pertenecientes al orden Crocodilia, son un grupo de reptiles bastante antiguo, con una historia evolutiva de más de 210 millones de años. Actualmente, el orden Crocodilia se encuentra representado por la familia Crocodylidae, y tres subfamilias (Crocodylinae, Alligatoridae y Gavilinae), las cuales comprenden ocho géneros, 23 especies y cuatro subespecies (Rueda-Almonacid *et al*., 2007).

En Colombia se realizaron una serie de estudios en torno a los cocodrilianos a comienzos de la década de los años 70 y 80, enfocados hacia la sistémática, biología reproductiva e impacto de caza (Medem, 1981). Posteriormente a partir de investigaciones impulsadas por el Ministerio de Medio Ambiente en zonas muy puntuales del territorio nacional, se logró establecer la recuperación poblacional de ciertas especies y el grave riesgo de otras, como por ejemplo el *Crocodylus intermedius* (cocodrilo del Orinoco o caimán llanero) y el *Melanosuchus niger* (caimán negro) (Pachón y Rios, 1994 y 1995; Barahona *et al*. 1996; Naranjo, 1996).

Entre las décadas de los años 30 y 60, se realizó una explotación intensiva a nivel nacional sobre los cocodrilianos, donde las especies más afectadas fueron *Crocodylus acutus* (caimán aguja), *Crocodylus intermedius* y *Melanosuchus niger*. En 2014, las poblaciones de cocodrilianos han presentado un descenso importante. Se calcula por ejemplo, que las poblaciones de *Melanosuchus niger* se encuentran por debajo del 1%, contrastando con las poblaciones existentes en el siglo XIX (Rueda-Almonacid *et al*., 2007). Las poblaciones de dicha especie han sido casi eliminadas en cuatro de los siete países en los que se distribuía y completamente eliminadas en los restantes. Se considera que en las Guyanas, Perú y Ecuador aún se encuentran poblaciones en buen estado. Por otra parte, para el caso de Bolivia y Colombia, *Melanosuchus niger* se encuentra ampliamente distribuido en la Amazonia, pero en muy bajas cantidades (Thorbjarnarson, 1998). Medem (1981) postulaba que los últimos relictos importantes de esta especie se encontraban en la laguna de la Paya (Putumayo) y en los lagos de Tarapoto. Los caimanes desempeñan un papel muy importante en sistemas lagunares amazónicos, en primer lugar como controladores de presas y, en segundo lugar, aportando nutrientes a través de sus heces (Fitkau, 1970).

La principal amenaza que presenta actualmente *Melanosuchus niger* ya no obedece a la caza para comercialización de su piel, sino a la cacería de juveniles para consumo humano y la destrucción de su habitat. Igualmente, *Paleosuchus trigonatus* y *Caiman crocodilus* presentan un estado de conservación que merece atención, pues la explotación de su carne y huevos como alimento han generado un paulatino declive poblacional, por lo que resulta relevante un constante conocimiento sobre el estado de sus poblaciones (Rueda-Almonacid *et al*., 2007).



Paleosuchus palpebrosus



Caiman crocodilus



Melanosuchus niger



Captura de un juvenil *Caiman crocodilus* en el lago El Correo.

METODOLOGÍA

Se realizaron conteos nocturnos en cinco zonas específicas (lagos El Correo, Tarapoto, Igarapewuasu, Miwua y Socó Largo y Redondo), ubicadas a lo largo del río Amazonas y Loretoyacu en la Amazonia colombiana (Figura 1). Los conteos fueron efectuados durante noviembre de 2007, de noche y con ayuda de un potente faro explorador conectado a una batería; de esta forma, al encontrar un animal, la luz reflejada por los ojos del mismo hace mucho más sencilla su ubicación y visibilidad. La extensión de los recorridos osciló entre los 2 y 5 kilómetros a lo largo de las cinco zonas muestreadas, durante las 21:00 y 00:00 horas. Los recorridos fueron realizados en un bote de aluminio de cuatro metros de longitud con un motor fuera de borda de 5 HP. En el caso particular de la zona "Lago Miwua", los recorridos fueron realizados en canoa, debido a la imposibilidad del terreno para acceder en bote, ya que este lago está relativamente desconectado del río Amazonas una buena parte del año. En todos los casos se buscó la máxima aproximación al animal, para lograr establecer una longitud total estimada en caso de no conseguir capturarlo. Las distancias de acercamiento a los individuos oscilaron entre los 0 y 10 m. Se registró la información correspondiente a fecha, hora, coordenadas geográficas (Anexo 1), especie y longitud estimada del individuo.

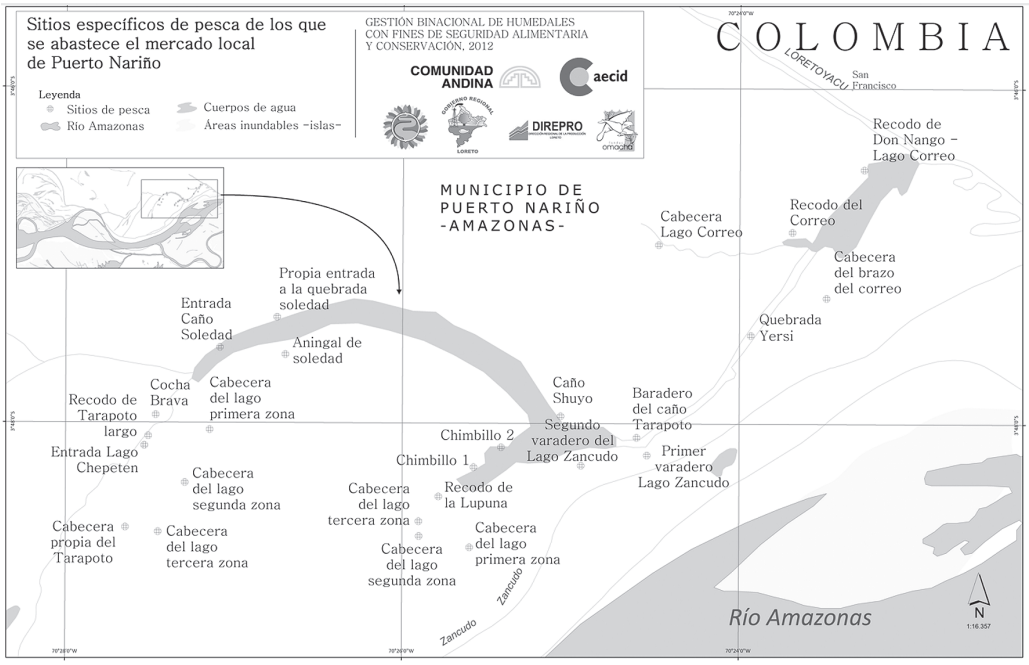


Figura 1. Área de estudio donde se realizaron los conteos de caimanes y babillas.

ANEXO 1 · Hojas de coordenadas y datos recogidos durante la captura y estudio de los caimanes indicadas por fechas de salida.

FORMATO PARA CAIMANES Y BABILLAS
Beca IEA José Becerra

07/11/07
20:54
1:00
Lago Correo

1= *Melanusuchus niger*
2= *Caiman crocodilus*
3= Paleosuchus

Latitud	Longitud	SP	A	S-A	J	C	Longitud animal	Lugar	Observaciones
03º 46' 44"	070º 22' 28,1"	1			1		1m		Avistamiento de buho *Pulsatrix perspicillata*
03º 47' 02"	070º 24' 161"	2			1		70 cm	Lago Correo	
03º 47' 07"	070º 24' 161"	2			1		71 cm	Lago Correo	
03º 47' 07"	070º 24' 161"	2			1		70 cm	Lago Correo	
03º 47' 07"	070º 24' 161"	2			1		73 cm	Lago Correo	
03º 46' 57,1"	070º 24' 27,8"	2			1		1,15 m	Lago Correo	
03º 48' 36,2"	070º 25' 54,7"	2			1		1,50 m	Lago Correo	Cabecera Redondo
03º 48' 23,6"	070º 25' 48,9"	2				1	55 cm	Lago Correo	Cabecera Redondo
03º 48' 23,6"	070º 25' 48,9"	2				1	55 cm	Lago Correo	
03º 48' 25"	070º 25' 48,7"	2			1		70 cm	Lago Correo	
03º 48' 25"	070º 25' 48,7"	2			1		70 cm	Lago Correo	
03º 48' 06,8"	070º 27' 32,5"	1			1		1m		Bocana lago Chepeten
03º 48' 25,8"	070º 27' 39,1"	1			1		1m		Cabecera Tarapoto
03º 48' 35,6"	070º 27' 39,1"	1			1		1,2 m		Cabecera Tarapoto
03º 48' 25,8"	070º 27' 28,4"	1					55cm		Cabecera Tarapoto, flanco izquierdo
03º 48' 25,9"	070º 27' 27, 5"	2				1	50cm		Cabecera Tarapoto
03º 48' 14,2"	070º 27' 21,1"	2				1	40cm		
03º 47' 47,6"	070º 27' 10,7"	1			1		1,30 m		Frente a la bocana Carapewasu
03º 47' 49,6"	070º 27' 06,9"	1		1			2, 50 m		Cabecera Tarapoto

FORMATO PARA CAIMANES Y BABILLAS
Beca IEA José Becerra

09/11/07
21:35
12:08
Igarapewasu

Latitud	Longitud	SP	A	S-A	J	C	Longitud animal	Lugar	Observaciones
03º 47' 40,9"	070º 28' 04,9"	1			1		1m		
03º 47' 45,4"	070º 28' 16,5"	1			1		1,20 m		
03º 47' 47,7"	070º 28' 19,3"	1			1		1,20		
03º 47' 48,0"	070º 28' 20, 9"	1		1			2,20m		Flanco izquierdo
03º 47' 48,2"	070º 28' 19,6"	1			1		1,50m		
03º 47' 47,5"	070º 28' 18,2"	1			1		1,20m		
03º 47' 45,5"	070º 28' 14,8"	1			1		1,10m		
03º 47' 44,7"	070º 28' 14,3"	1			1		1,15m		
03º 47' 45,9"	070º 28' 14,6"	1			1		1,20m		
03º 47' 44,4"	070º 28' 13,2"	1			1		1,15m		
03º 47' 43,9"	070º 28' 09,0"	1	1				4m		
03º 47' 29,6"	070º 28' 24,9"	1	1				2,50m		
03º 47' 28,6"	070º 28' 26,2"	3			1		1,15m		
03º 47' 28,3"	070º 28' 27,5"	1			1		1,10m		Flanco derecho
03º 47' 27,6"	070º 28' 29,1"	1	1				3m		
03º 47' 34,0"	070º 28' 16,2"	1	1				3m		

Beca IEA José Becerra

13/11/07
21:35
23:08
Lago Miwua (Atacuari)

Latitud	Longitud	SP	A	S-A	J	C	Longitud animal	Lugar	Observaciones
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1	1				4m		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	33cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	33cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	35cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	34cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	34cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	33cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	35cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	33cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1				1	34cm		
03º 48' 26,5"	070º 34' 33,8"	1			1		1,10m		
03º 48' 26,5"	070º 34' 33,8"	1			1		1,15m		
03º 48' 25,1"	070º 34' 33,2"	1	1				4m		
03º 48' 25,1"	070º 34' 33,2"	1	1				4m		
03º 48' 25,1"	070º 34' 33,2"	1	1				3m		
03º 48' 25,1"	070º 34' 33,2"	1	1				3m		
03º 48' 25,1"	070º 34' 33,2"	1	1				3m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 32,9"	1		1			2m		
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1		1			2m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 32,9"	1		1			2m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 32,9"	1		1			2m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 32,9"	1			1		1,15m		
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1				1	43,cm		
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1	1				3m		Cabecera Miwua
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1			1		80cm		

FORMATO PARA CAIMANES Y BABILLAS
Beca IEA José Becerra

13/11/07
21:35
23:08
Lago Miwua (Atacuari)

Latitud	Longitud	SP	A	S-A	J	C	Longitud animal	Lugar	Observaciones
03º 48' 26,7"	070º 34' 34,2"	1			1		80cm		
03º 48' 27,1"	070º 34' 33,2"	1			1		1,30m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 34,5"	1			1		1,10m		
03º 48' 26,1"	070º 34' 34,5"	1			1		1,50m		

FORMATO PARA CAIMANES Y BABILLAS
Beca IEA José Becerra

17/11/07
19:02.
22:00
Lago Soco

Latitud	Longitud	SP	A	S-A	J	C	Longitud animal	Lugar	Observaciones
									No se observó ningún caiman



El caimán negro (*Melanosuchus niger*) resulta el cocodrílido más grande de la zona, llegando a alcanzar los cinco metros, si bien cada vez resulta más difícil hallar estos enormes ejemplares ante la presión cinegética a que está sometida la especie.



La caza insostenible de *Melanosuchus niger*, esencialmente de crías y subadultos como alimento, está haciendo desaparecer la especie de todo el sistema lacustre de Tarapoto.

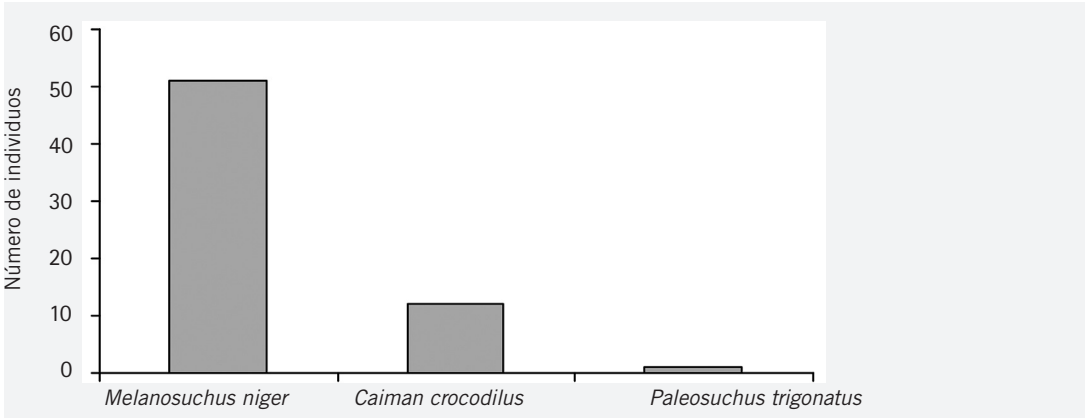


Figura 2. Número de individuos de las tres especies de cocodrilianos encontradas en las cinco zonas de muestreo. N=64.

Tratamiento de los datos

Con el fin de obtener una aproximación a la estructura poblacional, se discriminaron los individuos en tres categorías establecidas por Seijas (1998) y Seijas y Chávez (2000) para los caimanes:

-Individuos entre 60 cm y 180 cm de LT: juveniles.

-Individuos entre 180 cm y 240 cm de LT: subadultos.

-Individuos con más de 240 cm de LT: adultos.

Los individuos con una longitud total menor a 60 cm están sujetos a una alta mortalidad principalmente por depredación, lo que hace que su número varíe considerablemente dependiendo de la época del año. Por ello, dichos individuos fueron contabilizados, pero no se consideraron dentro del análisis. Por otra parte, con el fin de conocer si existen diferencias significativas en las longitudes totales de los individuos entre las zonas de muestreo, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis y ANOVA de una vía, además de los test de comparaciones múltiples de Duncan, Fisher, Newman-Keuls, Scheffe, Tukey-Kramer y Kruskal-Wallis empleando el software NCSS.

RESULTADOS

Para las cinco zonas de muestreo se hallaron 64 ejemplares: 51 *Melanosuchus niger*, doce *Caiman cocrodilus* y un *Paleosuchus trigonatus* (Figura 2). La discriminación de número de individuos por especie y zona (Figura 3) se aprecia que la especie más representada corresponde a *Melanosuchus niger* y que la zona que obtuvo un mayor número de individuos fue "Lago Miwua", seguida de Igarapewuasu, mientras que en "Lago Socó (Largo y Redondo)" no se observaron animales.

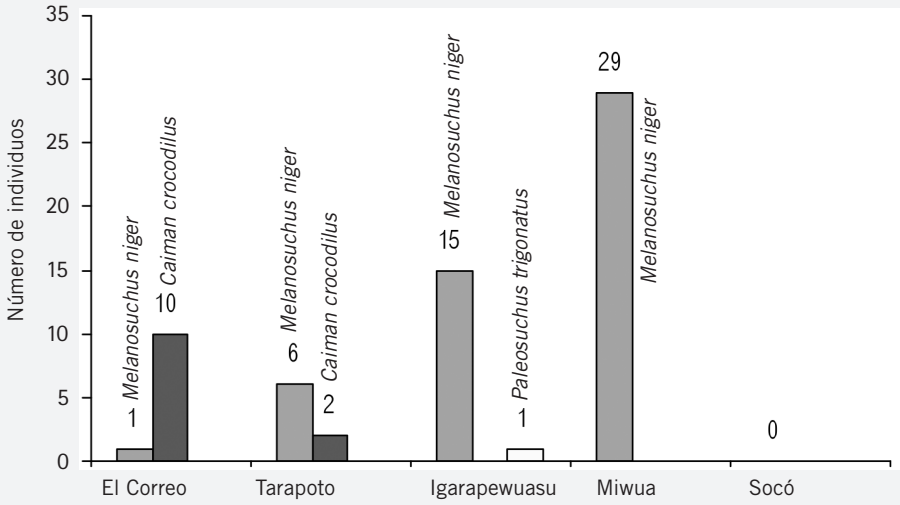


Figura 3. Número de individuos discriminado por zona de muestreo y especie (N= 64).



Melanosuchus niger.

Tabla 1. Número de individuos discriminados por categoría y zona para *Melanosuchus niger.*

RECORRIDO	JUVENILES	SUBADULTOS	ADULTOS	TOTAL
Lago El Correo	1	0	0	1
Lago Tarapoto	4	1	0	5
Igarapewuasu	10	1	4	15
Lago Miwua	8	4	7	19
Socó (I. y r.)	0	0	0	0
Total	23	6	11	40

Tabla 2. Valores de área efectiva, número de individuos y densidades por zona y totales para *Melanosuchus niger.*

Recorrido	Área efectiva en km	Individuos	Densidad
El Correo	2	1	0,5
Tarapoto	5	5	1
Igarapewuasu	2	15	7,5
Miwua	3	19	6,3
Socó Largo y Redondo	3	0	0
Total	15	40	2,7



En la Tabla 1 se muestra el número de individuos discriminados por categoría y zona para *Melanosuchus niger.* Se observa que la categoría que presentó un mayor número de individuos entre, y total de las zonas fue la categoría juveniles. Es preciso recordar que en este caso los individuos menores a 60 cm de longitud total no se tuvieron en cuenta, por razones anteriormente comentadas.

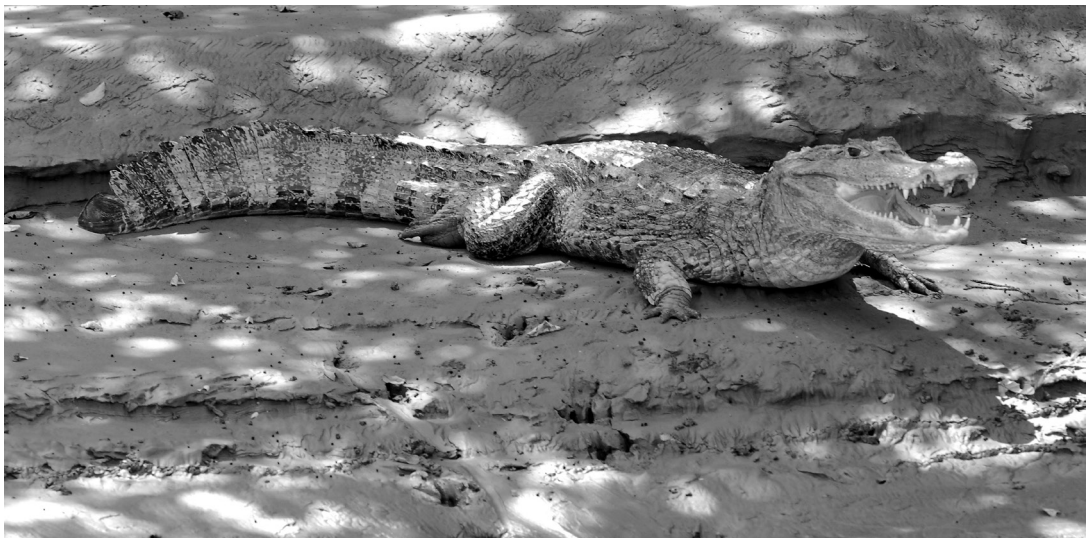
A partir del área muestreada en kilómetros (área efectiva) y teniendo en cuenta el número de individuos total y por zona, se obtuvieron los valores de densidad presentados en Tabla 2 para *Melanosuchus niger.* Las densidades fueron obtenidas a partir de la medición de kilómetros lineales. Los valores oscilaron entre 0 y 7,5, siendo Igarapewuasu la zona de mayor densidad y el lago Socó la de menor densidad al no encontrarse ningún ejemplar durante el recorrido.

Tabla 3. Número de individuos discriminados por categoría y zona para *Caiman crocodilus*.

RECORRIDO	JUVENILES	SUBADULTOS	ADULTOS	TOTAL
Lago El Correo	8	0	0	8
Lago Tarapoto	0	0	0	0
Igarapewuasu	0	0	0	0
Lago Miwua	0	0	0	0
Socó (I. y r.)	0	0	0	0
Total	8	0	0	8

Tabla 4. Valores de área efectiva, número de individuos y densidades por zona y totales para *Caiman crocodilus*.

Recorrido	Área efectiva en km	Individuos	Densidad
El Correo	2	8	4
Tarapoto	5	0	0
Igarapewuasu	2	0	0
Miwua	3	0	0
Socó largo y redondo	3	0	0
Total	15	8	0,5



Caiman crocodilus.

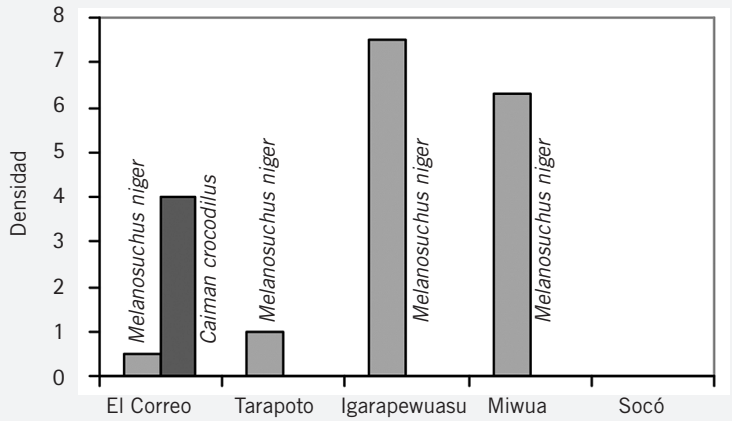


Figura 4. Densidades totales encontradas en las cinco zonas de muestreo para *Melanosuchus niger* y *Caiman crocodilus*.

La Tabla 3 muestra los individuos encontrados por zona y categoría para *Caiman crocodilus*. Se aprecia que solo se obtuvo un valor de ocho individuos pertenecientes a la categoría juveniles. De igual manera se obtuvieron los valores de las densidades para la especie *Caiman crocodilus* como se muestra en la tabla 4. En este caso tan solo se observa el registro para la especie en la zona del lago El Correo, arrojando un valor de densidad de cuatro. La densidad total más alta se obtuvo para *Melanosuchus niger* en el recorrido de Igarapewuasú con un valor de 7,5, seguida del lago Miwua con un valor de 6,3 en lo que respecta a *Melanosuchus niger* (Figura 4). Para la especie *Caiman crocodilus* solo se presenta un único valor de densidad total correspondiente a cuatro.



Melanosuchus niger.

RECORRIDO	PROMEDIO DE LONGITUD TOTAL
El Correo	125,8333
Lago Tarapoto	100
Igarapewuasu	176,6667
Lago Miwua	157,25

Tabla 5. Valor promedio de longitud total de los individuos por recorrido para *Melanosuchus niger.*

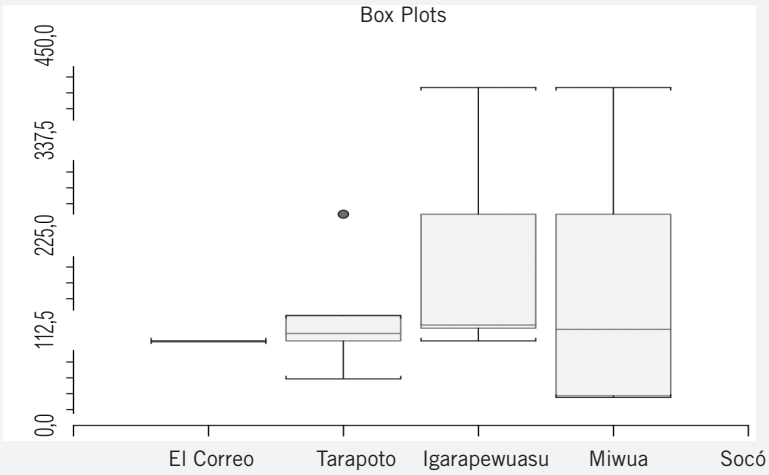


Figura 5. Valores promedio y desviaciones estándar para las longitudes totales de los individuos en cada recorrido para *Melanosuchus niger.*

Para *Melanosuchus niger* las pruebas aplicadas de Kruskal-Wallis y ANOVA de una vía no arrojaron diferencias significativas al comparar las longitudes totales de los animales entre las zonas de muestreo. La zona que mostró una longitud total mayor promedio fue Igarapewuasu, seguida del lago Miwua (Tabla 5 y Figura 5). Por otra parte, los test de comparaciones múltiples aplicados (Duncan, Fisher, Newman-Keuls, Scheffe, Tukey-Kramer y Kruskal-Wallis) no arrojaron diferencias.

En cuanto a *Caiman crocodilus* (Tabla 6, Figura 6), la prueba de ANOVA tampoco arrojó diferencias en las longitudes totales de los individuos entre las zonas, mientras que Kruskal-Wallis sí encontró diferencias (p=0,028460). Cabe resaltar que para este análisis, las comparaciones solo se realizaron entre las zonas de Tarapoto y El Correo, ya que fueron las únicas en las que se registró la especie.

RECORRIDO	PROMEDIO DE LONGITUD TOTAL
El Correo	79,9
Lago Tarapoto	45

Tabla 6. Valor promedio de longitud total de los individuos por recorrido para *Caiman crocodilus*.

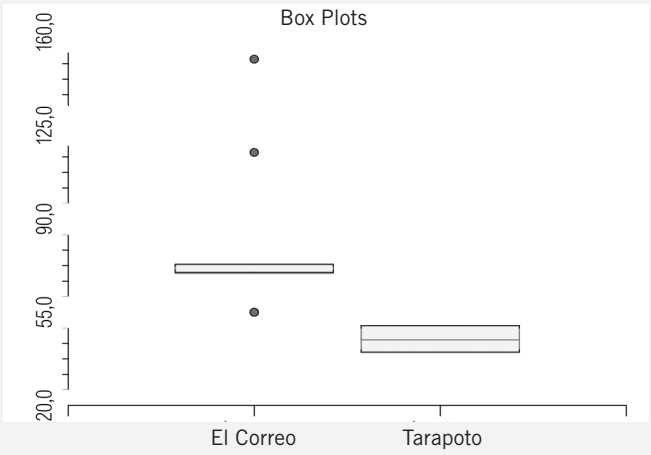


Figura 6. Valores promedio y desviaciones estándar para las longitudes totales de los individuos en cada recorrido para *Caiman crocodilus*.

En cuanto a los test de comparaciones múltiples aplicados (Duncan, Fisher, Newman-Keuls, Scheffe, Tukey-Kramer y Kruskal-Wallis), tan solo Kruskal-Wallis encontró diferencias significativas entre las dos zonas ($H=2,1909$, $p<0,05$).

DISCUSIÓN

Durante los recorridos se observó la presencia de tres especies: *Melanosuchus niger*, *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus trigonatus*, del cual tan solo se observó un individuo durante los recorridos. El anterior hecho llamó la atención, y tal vez pueda estar explicado debido al tipo de zonas muestreadas. *Paleosuchus trigonatus* prefiere zonas de los ríos y caños torrentosas y turbulentas, por lo que suele vérseles en las chorreras, raudales y remolinos. Contrario a lo anterior, las zonas recorridas fueron por lo general cuerpos tranquilos de agua, por lo que muy posiblemente

no se observaron más individuos de dicha especie. En cuanto a *Caiman crocodilus*, se encontraron doce individuos en total. Este número no muy alto resulta ser un poco contradictorio, si se tiene en cuenta que en relación con *Melanosuchus niger* la presión de caza en esta especie es menor. El caimán blanco, vulgarmente conocida como babilla, es una especie que goza de una amplia distribución geográfica y puede decirse que no posee un valor comercial, ni es apetecido por su carne, lo que ha permitido el mediano equilibrio de sus poblaciones. Es posible que el bajo avistamiento de estos individuos en el presente estudio pueda estar relacionado con un factor comportamental en el que los individuos se sumergen rápidamente al percibir la luz del faro y no alcanzan a ser contabilizados por los investigadores. Otro de los factores a tener en cuenta es que las babillas se asocian más a cuerpos de aguas blancas y ríos principales en la Amazonia y no a sistemas lénticos de aguas negras.

La categoría mayormente representada para *Melanosuchus niger* fue la de los juveniles, es decir individuos entre 60 cm y 180 cm de longitud total. Este resultado debe tratarse con cuidado teniendo en cuenta que en general no se cuentan con datos muy robustos, ni replicas. Sin embargo, podría pensarse que el menor número de subadultos y adultos obedece a una mayor presión de caza, ya que son individuos de una mayor envergadura corporal y por lo tanto representan una mayor ganancia a nivel comercial, tanto por su carne como por su piel.



Caiman crocodilus, juvenil.



Melanosuchus niger, juvenil.

Al comparar las zonas de recorrido, las diferentes pruebas estadísticas aplicadas no arrojaron diferencias significativas en las longitudes totales de los animales en el caso de *Melanosuchus niger*, lo que indicaría que en los sitios de muestreo no hay una diferencia conspicua en los tamaños de los individuos. Por otra parte, en el caso de *Caiman crocodilus*, el test de Kruskal-Wallis si encontró diferencias entre el lago El Correo y en Tarapoto. No obstante, es preciso tener en cuenta que para este caso se contó con muy pocos datos, que seguramente no permiten establecer conclusiones de tipo biológico lo suficientemente robustas.

Aunque en el lago Miwua se encontraron la mayor cantidad de individuos de *Melanosuchus niger*, la mayor densidad de los mismos se obtuvo en la zona Igarapewuasu. Cabe reconocer, que el número de individuos encontrados en el lago Miwua no cubrió las expectativas de los investigadores; pues según información previa suministrada por parte de los pobladores, en el lago Miwua eran bastante frecuentes los caimanes y se encontraban muy fácilmente. También causó desconcierto el no encontrar individuos de *Caiman crocodilus*. El caimán negro años atrás era bastante abundante en el Amazonas colombiano, desde Leticia hasta el río Atacuari ubicado en la frontera con el Perú (Thorbjarnarson, 1998). Sin embargo las presiones de caza y sobreexplotación de la especie han generado un declive importante en sus poblaciones. Por ejemplo, a lo largo del recorrido en el lago Miwua, fueron encontrados varios "Paris" (Figura 7) nombre popular con el que los moradores de la zona llaman a las trampas para "picar" caimanes y pirarucus (*Arapaima*



Figura 7. Trampa para capturar Pirarucu y caimán. Consiste en un mecanismo ensamblado con varios palos de madera que forman una cerca. En el medio, se deja un espacio grande de tal manera que solo por este espacio puede pasar el animal. Al atravesar dicho espacio se activa el mecanismo y se desploma un arpón.

gigas). Estas trampas se encontraron ubicadas estratégicamente a lo largo del lago y con bastante frecuencia, lo que puede estar originando el paulatino descenso poblacional en dicha zona. De igual manera en la zona denominada cabecera lago Socó, resultó preocupante no registrar ningún individuo durante el muestreo. Sin embargo, cabe anotar que por cuestiones ambientales y logísticas (fuertes lluvias, luna y problemas con el motor) el recorrido en dicha zona no fue del todo exitoso.

Después de la veda de caza, algunas poblaciones comenzaron a recuperarse a lo largo de los años, pero en la década de los 90 se comenzó a registrar de nuevo cacería en algunos sitios, esta vez no enfocada en el comercio de pieles sino de la carne. Esta actividad fue descrita para varios sitios en Brasil, era nocturna y se utilizaban principalmente arpones. El mayor esfuerzo de caza se realizaba en la época seca; la carne se secaba y salaba y se enviaba principalmente a Colombia a la región de Leticia para

ser comercializada como pirarucú (Da Silveira y Thobjarnarson, 1999). Esto prevaleció desde finales de los años ochenta hasta mediados de los noventa y después se hizo menos frecuente.

A finales de los 90, con la disminución de captura de peces de interés comercial, se comenzó a aumentar la presión de pesca en lagos y pequeños tributarios afectando la seguridad alimentaria de muchas comunidades locales. La Fundación Omacha comenzó a realizar un monitoreo y talleres con las comunidades, donde se evidenció el aumento de consumo de caimán negro, principalmente juveniles y con mayor frecuencia en la época de aguas altas cuando es mucho más difícil capturar peces que se dispersan en la selva inundada. De manera regular durante esta época se observó que cada día llegaban en promedio dos caimanes al mercado de Puerto Nariño. Otros animales se conservaban para consumo por parte de los pescadores y no eran comercializados. Generalmente se asan o se ahúman para el consumo de la caza. Si los animales corresponden a adultos se les extrae la grasa que es usada como ungüento y mezclada en bebidas para afecciones de tipo respiratorio. La cacería de estos animales se hace de noche y se usan arpones.

La situación del caimán negro en los humedales de Tarapoto es altamente preocupante, ya que el patrón de disminución ha sido constante a lo largo de los últimos años. A pesar de que la percepción de la mayoría de los habitantes es negativa hacia esta especie, a finales de la década de los años noventa se convirtió en un atractivo turístico ir a hacer observaciones nocturnas de estos animales. Sin embargo, las bajas densidades poblacionales están generando que la frecuencia de esta actividad vaya disminuyendo. Es urgente implementar acciones de manejo para el caimán negro que incluya desestimular o regular su consumo para permitir su recuperación poblacional. Igualmente es importante mantener un monitoreo de las poblaciones a través de conteos anuales con métodos estandarizados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Iniciativa de Especies Amenazadas (IEA) por la beca otorgada para la realización de esta evaluación. Igualmente se agradece al resguardo TICOYA y a todos los pescadores de la zona que aportaron información valiosa sobre los cocodrilianos de Tarapoto.

LITERATURA CITADA

Barahona, S., Bonilla, P., Aleyda, M. & Naranjo, H. 1996. Estado, distribución, sistemática y conservación de los Crocodylia colombianos. Censo 1995-1996. Vol I y II. Min. Ambiente, Dirección General Forestal y de Vida Silvestre. Subdirección de Fauna. Bogotá (Informe no publicado).

Da Silveira, R. & J.B. Thorbjarnarson. 1999. Conservation implications of comercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. Biological Conservation 88: 103-109.

Fittkau, E. J. 1970. Role of caimans in the Nutrient Regime of Mouth-lakes of Amazon Affluents (An Hypothesis). Biotropica 2(2): 138-142 p.

Llobet, A.Q. 2002. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Campanparo, Apure, Venezuela. Tesis de maestría, Universidad Nacional Experimental de los llanos occidentales, Guanare, Venezuela. pp:154.

Medem, F. 1981. Los Crocodylia de Colombia. Vol. 1. Colciencias, Bogotá.

Naranjo, H. 1996. Evaluación de Poblaciones Silvestres de Crocodylia en la región Amazónica colombiana. Censo 1996. Min. Ambiente. Dirección General Forestal y de Vida Silvestre. Subdirección de Fauna. Bogotá, (Informe no publicado). 36 p.

Pachón, E. 1982. Algunos aspectos relativos a la Conservación y Manejo de los Crocodylia en Colombia. Min. Agricultura-INDERENA, División de Fauna Terrestre. Gainsville, USA. 13 p + Anexos.

Pachón, J. A. & Ríos, J, M. 1994. Censo preliminar de la población de caimán negro (*Melanosuchus niger* Spix, 1825) del río Amazonas (Colombia). TRIANEA 5: 407-410 p.

Ríos, J.M. & Pachón, J. A. 1995. Aporte al conocimiento de la dieta alimenticia de los Crocodilidos en vida silvestre en la Amazonia colombiana. Bogotá. (Informe no publicado), 26 p.

Rueda-Almonacid, J; Carr, J.L; Mittermeier, R. A; Rodríguez-Maecha, J.V; Mast, R.B; Vogt, R.C; Rhodin, A.G; de la Ossa-Velásquez,J; Rueda, J.N; Mittermeier, C.G. 2007. Las Tortugas y los cocodrilianos de los paises andinos del Trópico. Serie de guías tropicales de campo. Conservación Internacional. Bogotá, Colombia pp 538.

Seijas, A.E; The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Coejedes river system, Venezuela: Population status and ecological characteristics, PhD tesis. University of Florida. Gainsville, Florida.

Seijas, A.E & Chavez, C. 2000. Popilation status of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system. Biological Conservation. 94(2000): 353-361.

Smith, N. 1981. Caimans, capybaras, otters, manattes and man in Amazonia. Biological Conservation 19:177-187 p.

Thorbjarnarson, J. 1998. en: Perran, J. 1998. Melanosuchus niger. pp: 23-28. Crocodiles. Status survey and conservation plan, second edition. UICN Publication Services Unit. Florida, USA.



CAPÍTULO 7

Mamíferos acuáticos



7.1 · COMPARACIÓN EN USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE RESIDENCIA DEL DELFÍN DE RÍO *INIA GEOFFRENSIS* EN DOS SISTEMAS DE LAGUNARES DE LA AMAZONIA COLOMBO-PERUANA

Fernando Trujillo[1], María Claudia Diazgranados[2]



RESUMEN

El artículo compara el uso del hábitat y los patrones de residencia de *Inia geoffrensis* en dos sistemas de lagos amazónicos, durante cuatro años de estudio (1996-1999) en Colombia. Se evaluó la influencia de diferentes variables como el tamaño, profundidad, limnología y disponibilidad de presas en el uso de los lagos. Se comparó igualmente el tamaño grupal, densidad, distancia a la orilla, grupos de solo *Inia* y de *Inia* y *Sotalia*, composición por edad y residencia de *Inia* en ambos lagos. Se encontraron diferencias significativas entre los dos lagos (tamaño grupal U=2,129 P<0,0001; densidad U=2.409,5 P<0,0001), con grupos de mayor tamaño en el lago de Caballo Cocha. Diferencias significativas fueron encontradas con relación a la profundidad y distancia a la orilla. En ambos lagos, la mayoría de observaciones fueron a 6-10 m de profundidad; sin embargo, en Caballo Cocha un importante porcentaje de delfines estuvieron asociados con áreas profundas (31-35 m). En Tarapoto/El Correo, los delfines se encontraron generalmente cerca de la orilla (<30 m), mientras que en Caballo Cocha fueron observados más al centro del lago. En Tarapoto/El Correo fueron más frecuentes grupos de solo *Inia* mientras que en Caballo Cocha predominaron grupos de *Inia* y *Sotalia*. La composición por edad fue similar en ambos lagos con grupos más grandes compuestos por adultos, juveniles y crías. Se encontraron patrones de residencia en Caballo Cocha, con individuos reavistados a lo largo de los cuatro años de estudio. El análisis limnológico y de disponibilidad de presas señalan a este lago como el más productivo, soportando la presencia de delfines a lo largo de todo el año. Aunque los lagos son hábitats importantes para los delfines, existen diferencias en la forma en que los usan. Esas diferencias pueden deberse a características ecológicas que pueden ser empleadas para orientar planes de manejo y conservación.

Palabras claves: delfines de río, Amazonas, lagos, uso del hábitat.

[1] Director científico Fundación Omacha. fernando@omacha.org.

[2] Conservación Internacional. mdiazgranados@conservation.org

ABSTRACT

This paper compares the habitat use and the long-term residence of Inia geoffrensis in two contrasting Amazonian lakes systems, during four years of study (1996-1999) in Colombia. We evaluated the influence of different variables such as size of the lakes, depth, limnology and prey availability in the use of the lakes. We also compare group size, density, distance from the shore, single-species and mixed groups, age composition and residence of Inia. Differences in group size ($U=2.129$ $p<0.0001$) and density ($U=2.409,5$ $p<0.0001$) were significant between the two lakes systems, with largest groups and density of dolphins in Caballo Cocha Lake. Depth and the distance from the shore where dolphins were sighted were also significantly different. In both systems most of the sightings occurred at 6-10m, but in Caballo Cocha, an important percentage of dolphins (27,6%) were associate with a deep areas mainly in the centre of the lake (31-35m). In Tarapoto/El Correo, dolphins occurred often close to the shore (<30m), and Inia was sighted most of the times as a single-species. In contrast, in Caballo Cocha Lake mixed-groups (Inia/Sotalia) occurred more often. Age composition was similar in both lake systems, with largest groups composed by adults, juveniles and calves. Long-term residence of Inia geoffrensis was reported for Caballo Cocha Lake, with individuals being re-sighted along the four years study period. Limnology and prey availability showed that Caballo Cocha is a more productive lake than Tarapoto and El Correo lakes. Although lakes are important habitats for dolphins, there are differences in the way they use them. These differences may reflect important ecological characteristics that can be used to address conservation and management plans for priority areas.

Key words: river dolphins, Amazon, lakes, habitat use

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Amazonas presenta una gran diversidad de sistemas acuáticos no ribereños, casi todos de origen fluvial. Estos son llamados localmente "lagos", aunque esta denominación no corresponde con el concepto limnológico tradicional acerca de los lagos, ya que estos sistemas permanecen constantemente conectados a los canales de los ríos y pueden comunicarse estacionalmente entre sí (Henderson y Crampton, 1997). La mayoría de estos lagos son llenados periódicamente con el agua que proviene desde los canales principales de los ríos adyacentes (Junk *et al*., 1989). Las aguas amazónicas han sido tradicionalmente clasificadas como aguas blancas, negras o transparentes (Sioli, 1984).

Las aguas blancas tienen una alta concentración de nutrientes y carga de sedimentos provenientes de la cabecera de los Andes. Las aguas negras y transparentes por lo general se originan en el bosque, contienen pocos sedimentos inorgánicos y son consideradas como aguas pobres o poco productivas. Los planos de inundación de los canales principales de los ríos de aguas blancas tienen una fuerte influencia estacional en este tipo de sistemas, expresado en una alta productividad de los lagos de aguas blancas (Fink y Fink, 1979; Goulding, 1980; Junk y Piedade, 1993). Estas áreas son conocidas como "várzea", y están representadas por una alta diversidad en términos de composición de flora y fauna. En contraste, los lagos de aguas negras, conocidos como "igapó", y sus tributarios tienen una baja productividad y biomasa (Fitkau *et al*., 1975), a pesar de esto pueden mantener una alta diversidad de especies, a veces similares a las de los ríos de aguas blancas (Goulding *et al*., 1988; Henderson y Walker, 1990).

La cuenca del Amazonas presenta la mayor diversidad de peces con alrededor de 3.000 especies (Val y Aimeda Val, 1995). Diferentes autores han descrito la dispersión de los peces en los tributarios, planos de inundación y el bosque inundado durante la temporada de aguas altas, cuando el alimento alóctono (frutas, semillas, insectos...) es abundante (Araujo-Lima, 1986; Low-McConnell, 1975; Fernandes, 1997). Los lagos también sostienen las comunidades de peces residentes que se han adaptado a vivir en zonas de baja productividad, y sus dietas consisten solamente de alimento alóctono del bosque inundado y detritos. En ausencia del bosque inundado o los pastizales flotantes, los planos de inundación del Amazonas no son hábitats muy productivos. Por ejemplo, Revilla (1990) reporta en las zonas de várzea de la llanura central de Brasil una producción de 15/20 toneladas por hectárea/año de semillas, de los cuales el 60% es consumido por peces. En general, las aguas de los lagos son muy pobres en nutrientes para soportar las principales redes tróficas basadas solamente en el plancton (Engle y Melak, 1993). Factores como el tipo de agua, que puede ser de origen fluvial o boscoso, fomentan diferencias significativas en la composición de la fauna en los lagos amazónicos. Las áreas con abundantes presas son utilizadas por una serie de depredadores acuáticos como delfines de río, nutrias, pirarucú gigante (*Arapaima gigas*), cocodrilos, pirañas y anacondas.

Diferentes autores resaltan la importancia de los lagos para los delfines



(Layne, 1958; Best y da Silva, 1989b, Leatherwood, 1996: Trujillo, 1990; 1992; Hurtado, 1996; Vidal *et al.*, 1997). Sin embargo, los factores que inducen a los delfines a usar estas áreas no se han investigado al detalle. Se ha sugerido que los delfines utilizan los lagos como zonas de alimentación y de cría (Hurtado, 1996; Trujillo, 1997), pero no está claro si todos los lagos son igualmente importantes, o si tienen algunas características específicas o particulares que los hacen más adecuados para estas especies.

Esto es particularmente importante para las diferentes iniciativas de conservación en las que se diseñan las áreas protegidas para los delfines de río donde se debe considerar cualquier variación ecológica entre el mismo tipo de hábitat. Por esta razón, se presenta una evaluación del uso de hábitat por los delfines de río *Inia geoffrensis* en dos sistemas de lagos amazónicos: Tarapoto/El Correo y Caballo Cocha, adelantada durante cuatro años, destacando los principales factores que influyen en el uso del hábitat.

MÉTODOS

Área de estudio

La investigación fue realizada en dos sistemas de lagos amazónicos: Tarapoto/El Correo (3°46'54''S 70°23'03''W) y el lago Caballo Cocha (3°54'91''S 70°24'64''W), donde la presencia de los delfines de río fue previamente reportada (Trujillo 1990; 1997; Hurtado 1996; Vidal *et al.* 1997). El primer sistema está localizado en Colombia, a las afueras de la localidad del Puerto Nariño; y el segundo es en Perú, a las afueras de la localidad de Caballo Cocha (Figura 1).

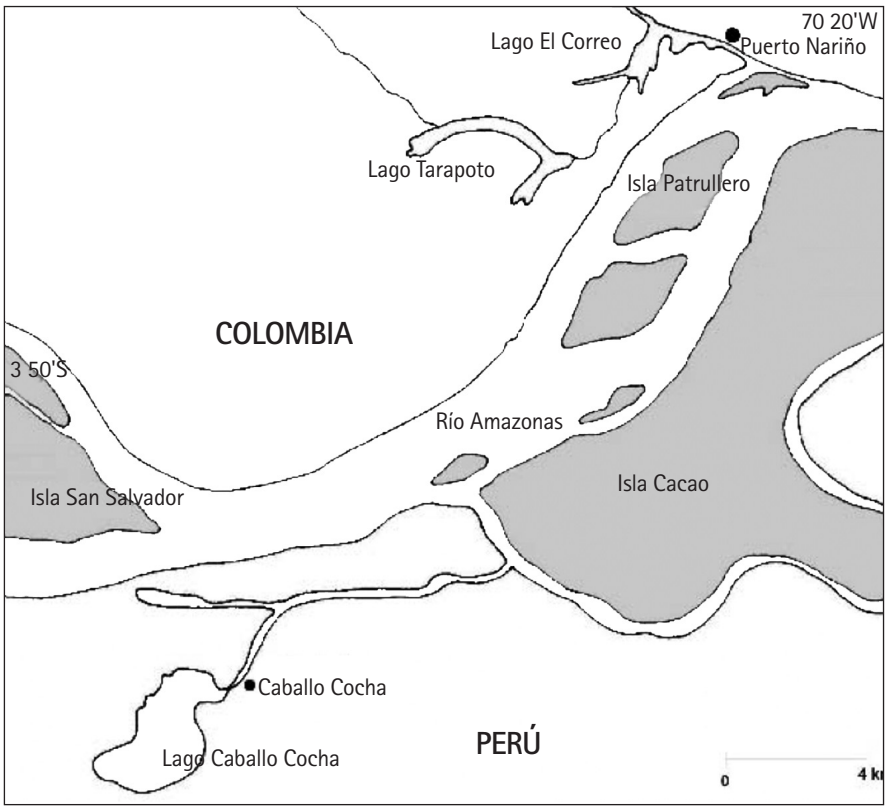


Figura 1 Ubicación de las áreas de estudio. El primer sistema está conformado por los lagos Tarapoto y El Correo (Colombia), y el segundo es el lago Caballo Cocha (Perú).

Los dos sistemas están conectados al río Amazonas por canales y son fuertemente influenciados por los pulsos de inundación que causan diferencias en el nivel del agua de hasta 12 m. La distancia entre los dos sistemas de lagos es de cerca de 32 km lineales. El tipo de agua es normalmente negra, pero durante la temporada de aguas altas cuenta

con una gran intervención por parte de las aguas blancas del Amazonas. Ambos lagos son básicamente "igapós" o lagos de aguas negras, pero la presencia de ciertos tipos de vegetación sugiere una transición con "várzea" o lagos de aguas blancas probablemente debido la influencia del Amazonas durante una parte del año (Duque *et al.*, 1997).

El lago Tarapoto tiene una área de cerca de 3,71 km^2 y es un típico lago meándrico; mientras El Correo tiene un área de unos 1,95 km^2 y su forma es más circular. Los dos lagos se encuentran conectados por un reducido canal de 1,9 km de largo y 25 m de ancho. Este es el único acceso desde el río Amazonas al lago Tarapoto tanto para delfines y peces como para personas. Estos lagos presentan un rango de profundidad entre uno a 16 m, con variaciones estacionales. El lado norte de los lagos presenta una combinación de bosques y áreas de parches compuestas por arbustos principalmente. El lado sur se caracteriza por arbustos, hierbas y gramíneas acuáticas como *Paspallum* sp.

Por otro lado, el lago Caballo Cocha tiene una superficie de alrededor de 8,3 km^2, y una forma más o menos circular. La profundidad del agua oscila entre 6 m cerca de la orilla y 31 m en el centro. Está conectado con el río Amazonas a través de un canal de unos 2,7 km de longitud y un ancho promedio de 60 m. Existen comunidades humanas asentadas a lo largo de la ribera del canal, por lo cual el tráfico de embarcaciones es intenso y la pesca es una actividad común. La vegetación del lago ha sido fuertemente modificada, reduciendo los bosques a pequeñas áreas y favoreciendo la proliferación la vegetación arbustiva. Hay una fuerte presencia de comunidades humanas (cerca de 9.000 personas) que viven en la ribera nororiental del lago.

Métodos de Muestreo

El trabajo de campo se realizó entre mayo de 1996 y abril de 2000, cubriendo diferentes periodos hidroclimáticos. Los muestreos realizados en 1997 solo se llevaron a cabo durante el periodo de aguas en acenso. Los muestreos regulares desde embarcaciones se realizaron en los lagos Tarapoto y El Correo, y se hicieron muestreos estacionales en el lago Caballo Cocha. Los muestreos se llevaron a cabo en embarcaciones de aluminio con motores fuera de borda 25 hp. En la mayoría de los casos, los transectos fueron orientados en paralelo a las riberas del río. La distancia desde la orilla a la que se llevaron a cabo las observaciones varió

entre 20 y 100 m según el tipo de hábitat. Se hicieron transectos en el centro del canal de los lagos Tarapoto y El Correo, y en Caballo Cocha se utilizaron transectos en zigzag. La velocidad de las embarcaciones durante las observaciones fue de alrededor de 10 km/h. Cada vez que se avistó un delfín o un grupo, la velocidad se redujo para estimar el tamaño del grupo. La información consignada en los formatos correspondió a los registros de la fecha, hora, posición, número de delfines por estructura de edades (adultos, jóvenes, crías) y distancia de la orilla.

Observaciones adicionales fueron realizadas desde embarcaciones fijas y, en ocasiones, desde canoas de madera para registrar la actividad de delfines con un mínimo de interferencia. Cuando los canales de acceso a los lagos estaban secos, la presencia o ausencia de los delfines se estableció mediante entrevistas a los pescadores locales y por las observaciones desde las canoas o embarcaciones de remo. La presencia de *Sotalia fluviatilis* también fue registrada para comparar con la frecuencia de avistamientos de la especie *Inia* individualmente o en grupos mixtos.

Se tomaron fotografías para identificar a los delfines durante los muestreos y desde las plataformas flotantes. El esfuerzo de foto-identificación se hizo en 1996 y 1998. Los principales criterios para la identificación fueron cortes, cicatrices y patrones de pigmentación (Trujillo, 1994). Las fotografías fueron seleccionadas y posteriormente comparadas con el catálogo de imágenes de delfines del área para su identificación.

La información limnológica y batimétrica se registró en dos puntos de muestreo en cada sistema de lagos para comparar las variables ambientales. La conductividad (CND), sólidos totales disueltos (STD), pH y temperatura del agua fueron medidos durante los períodos de aguas bajas y altas, empleando potenciómetros para registrar la conductividad y pH (HACH). La transparencia del agua fue medida con un disco Secchi. La profundidad fue determinada a través del uso de un ecosonda (Eagle Magna Plus II) en puntos de muestreo específico. Además, la información local acerca de la geología, limnología, pesca y vegetación fue previamente revisada. La disponibilidad de presas fue evaluada durante 1996 con técnicas de muestreo estándar, tales como esfuerzos de pesca con lances de atarrayas y enmalles en redes. Las redes de enmalle fueron de 60 y 85 m de largo con un ojo de malla variable entre 8 y 15 cm; estas se

colocaron en la mañana (05:30 - 07:30 h) y por la tarde (15:30 - 19:00 h). Se llevaron a cabo estos esfuerzos de pesca solo en los lagos Tarapoto y El Correo, debido a que los permisos requeridos por el gobierno peruano no estaban disponibles para implementar esta metodología de muestreo de peces en Caballo Cocha.

La evaluación de las capturas de los pescadores locales en ambos sistemas de lagos se llevó a cabo durante el período 1996-1997. Se hizo la selección aleatoria de los pescadores para recoger información del número de peces, composición de especies, técnica de pesca y área de pesca. 72 embarcaciones fueron evaluadas en los lagos de Tarapoto/El Correo y 12 en Caballo Cocha. La actividad pesquera también se analizó como presencia y ausencia de los pescadores. Los pescadores presentes fueron divididos en dos categorías: de subsistencia (flechas, anzuelos) y "comerciales" (redes de monofilamento y de arrastre). Además, se llevó a cabo la evaluación cualitativa de la presencia y ausencia de peces usando el sistema de ecosonda para buscar peces (*fish finder*) cuando se registraba la información limnológica. El tiempo empleado en cada punto fue de cinco minutos para evaluar la presencia o ausencia de peces.

Análisis de Datos

Se compararon ocho variables diferentes entre los sistemas de lagos Tarapoto y Caballo Cocha, entre las variables evaluadas están: tamaño del grupo y la densidad comparándose mediante la prueba de Mann-Whitney. La frecuencia de avistamientos de delfines en diferentes intervalos de profundidad, distancia de la orilla, composición por edades, asociación de especies, presencia de pesquerías y las características limnológicas de los sistemas se compararon mediante la prueba de Chi^2. La densidad relativa se estimó utilizando el tamaño medio de los grupos de estudio y el tamaño del área de los lagos.

Para comparar la significancia de los avistamientos de delfines en las diferentes profundidades, se calculó el tamaño de hábitat para cada rango de profundidad en los dos sistemas de lagos. Los valores esperados fueron calculados utilizando estos valores, y se utilizó la prueba de Chi^2 para evaluar las diferencias entre los lagos. Posteriormente, se utilizaron tres rangos de profundidad para comparar los dos sistemas de lagos (1-5 m, 6-10 m, >11 m). La presencia y ausencia de peces se evaluó mediante una prueba de Cochran.

RESULTADOS

Tamaño de grupo

El tamaño de grupo presentó diferencias significativas entre los dos lagos (Mann Whitney U=2.129, N=191, p<0,001), con grupos más grandes en Caballo Cocha con un promedio de 5,5 delfines por grupo, mientras en Tarapoto fue de 2,75 (Figura 2). Se encontró que los grupos más grandes en ambos lagos fueron registrados durante el periodo de aguas bajas (Tarapoto promedio=4, N=6; Caballo Cocha promedio=11,5, N=10). Al comparar los lagos Tarapoto y El Correo, no se encontraron diferencias significativas en el tamaño grupal (Mann Whitney U=15.525,5 p=0,658). Los cambios estacionales influyen en el tamaño grupal entre períodos hidroclimáticos en los dos lagos (Kruskal-Wallis: Tarapoto Chi^2=18.173, df=3, p<0,0001; Caballo Cocha Chi^2 =df=3, p<0,0001).

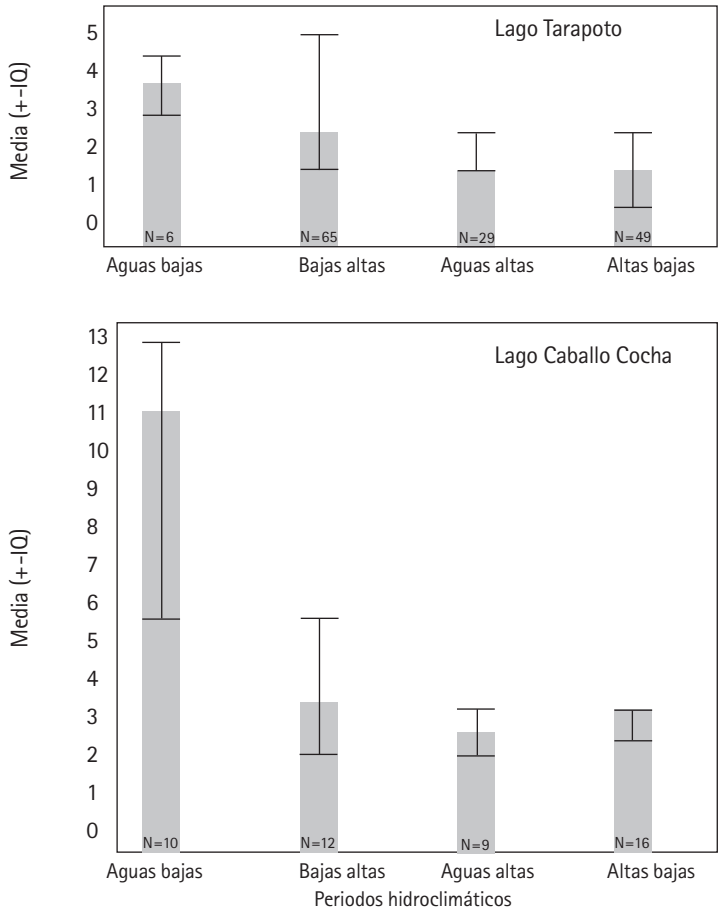


Figura 2. Tamaño de grupos de *Inia geoffrensis* en los diferentes lagos y periodos.

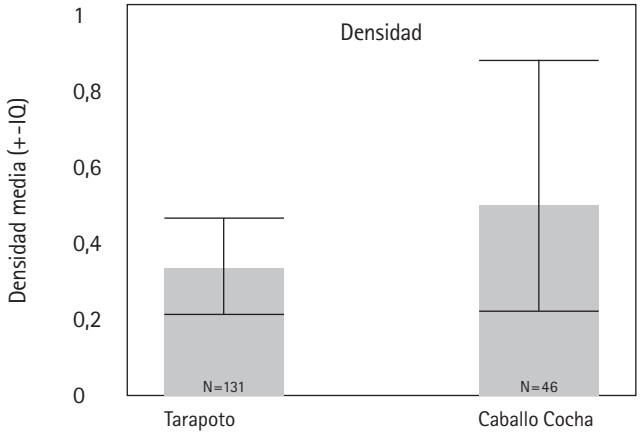


Figura 3. Densidad individuos registrados para *Inia geoffrensis* en los lagos Tarapoto y Caballo Cocha.

Densidad Relativa

No se encontraron diferencias significativas en la densidad de los delfines entre los lagos Tarapoto y Caballo Cocha (Mann Whitney U=2.409,5, N=217, p<0,0001). La densidad promedio para los lagos Tarapoto/El Correo fue de 0,34 ind/km² (N=161), mientras que para Caballo Cocha fue de 0,48 ind/km² (N=46) (Figura 3). El número máximo de delfines contados en el Tarapoto correspondió a once, y en el 84,8% de los muestreos se contaron menos de cinco delfines. En cambio, en Caballo Cocha el máximo número de delfines fue 26, y en el 60,8% de los muestreos se contaron más de cinco delfines.

Para los lagos Tarapoto/El Correo, la densidad más baja se registró durante la temporada de aguas en ascenso (0 ind/km²), y la más alta durante aguas bajas y aguas altas (1,1 ind/km²). La diferencia entre los valores de densidad entre estaciones fue significativa (Kruskal-Wallis: Chi² =16,71, df=3, p<0,001) (Figura 4). En cambio, para el lago Caballo Cocha, se registró la mayor densidad durante el periodo de aguas bajas (2,56 ind/km²) y el valor más bajo se encontró durante las aguas altas (0,12 ind/km²). La variación entre estaciones en este lago fue menos significativa que en el lago Tarapoto (Kruskal-Wallis Chi² = 12,10, df = 3, p = 0,007) (Figura 5).

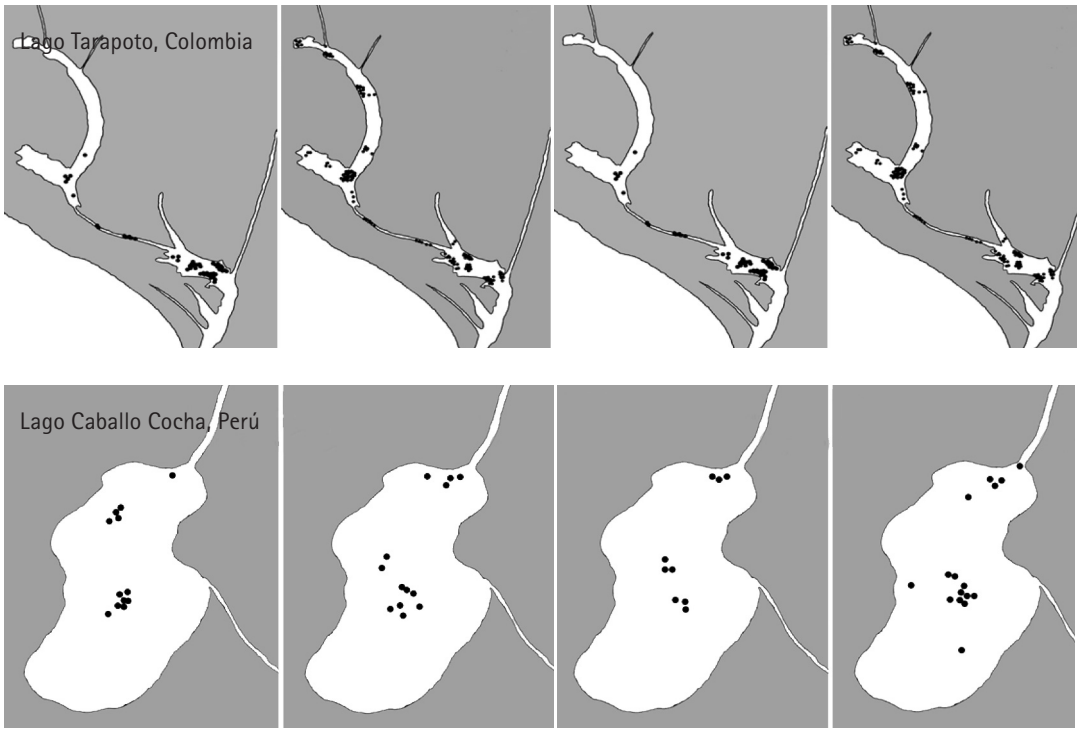


Figura 4 y 5. Densidades poblacionales de *Inia geoffrensis* en diferentes estaciones climáticas.

Influencia de la profundidad

Se encontró una diferencia significativa entre los dos sistemas lacustres en relación con las observaciones de delfines a diferentes profundidades (Chi^2=432.641, df=5, p<0,001). Esta diferencia también fue significativa entre lagos (Tarapoto Chi^2=351.586, df=2, p<0,001; Caballo Cocha Chi^2=81.055, df=5, p<0,001), mostrando la concentración de las observaciones en áreas específicas (Tabla 1).

Tabla 1. Observaciones de delfines a diferentes profundidades.

Rango de profundidad	LAGO TARAPOTO					LAGO CABALLO COCHA				
	N	% hábitat cubierto	Valor esperado	χ^2 (Chi^2)	Valor P	N	% hábitat cubierto	Valor esperado	χ^2 (Chi^2)	Valor P
1-5m	42	0.544	76.18	15.33	0.01	0	0.15	7.05	7.05	N.S
6-10m	58	0.428	59.99	0.066	N.S.	30	0.76	35.72	0.915	N.S
>11m	40	0.027	3.79	336.19	0.001	17	0.086	4.032	73.09	0.001

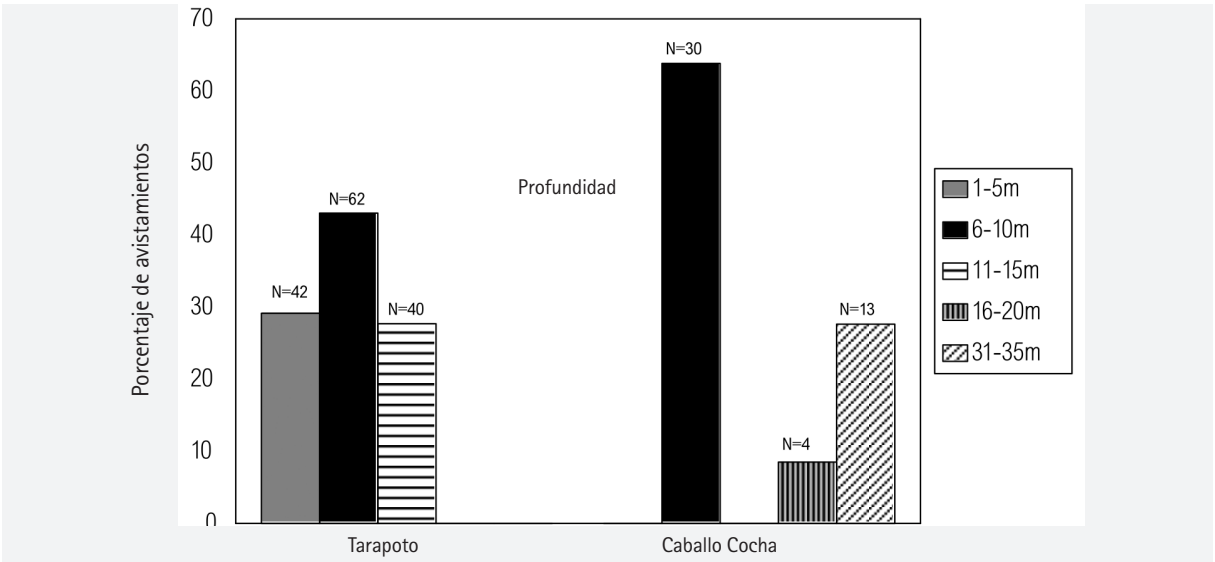


Figura 6. Porcentaje de observaciones de delfines de río realizadas en los diferentes rangos de profundidad en los lagos Tarapoto y Caballo Cocha.

En el sistema de Caballo Cocha se reportaron la mayoría de los avistamientos en los rangos de las profundidades entre 6-10 m (63,8%), y 31-35 m (27,6%). La variación del tamaño medio de grupo en cada uno de estos intervalos no fue significativa (Chi^2=6,167, df=2, p=0,04). Aunque los grupos grandes se encuentran en las zonas más profundas en los dos lagos.

Distancia desde la orilla

La distancia de la orilla fue significativamente diferente para los avistamientos de delfines entre los dos sistemas de lagos (Chi^2=79,73, df= 3, p<0,001). Esta diferencia fue igualmente significativa entre lagos. En los lagos de Tarapoto/El Correo ocurrieron más avistamientos a 30 m de la orilla (88%), mientras que en Caballo Cocha el mayor porcentaje de avistamientos ocurrieron en el centro del lago (63,6%). Cuando se realizaron las observaciones a 30 m de la orilla, las gramíneas flotantes (35,7%) y arbustos (32,1%) fueron los tipos de hábitats más comunes en la orilla de los lagos Tarapoto y El Correo. Un patrón similar se registró en Caballo Cocha, pero los delfines se observaron más en áreas con arbustos (66%) que en cercanía de las gramíneas flotantes (27,7%). El bosque y bosque inundado son importantes para los delfines en los lagos

Tarapoto y El Correo (26,9%), especialmente durante el período de aguas altas, mientras que en Caballo Cocha solo se registró un avistamiento asociado a este tipo de orilla. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los lagos en relación con el tipo de orilla (Chi^2=4.808, df=5, p=0,507).

Especies individuales y grupos mixtos

Al comparar la presencia de *Inia* en grupos simples o de una sola especie en comparación con aquellos acompañados con *Sotalia*, se encontró que en Tarapoto la mayoría de los avistamientos eran de *Inia* (69,6%) en lugar de grupos mixtos con *Sotalia* (30,36%). El lago El Correo tuvo un patrón similar (52,7% solo *Inia* y el 47,3% *Inia*/*Sotalia*). En cambio, en Caballo Cocha, *Inia* se encuentra a menudo con *Sotalia* (67,10%). Estas diferencias fueron significativas entre los lagos Tarapoto y Caballo Cocha (Chi^2=20,51, df=3, p<0,001).

El porcentaje de avistamientos en relación a la presencia o ausencia de *Sotalia* varía en función del período hidrológico. Durante la temporada de inundación, *Inia* y *Sotalia* se observaron constantemente juntos. Cuando el nivel del agua empezó a disminuir *Sotalia* dejó los lagos, y el porcentaje de avistamientos de grupos individuales para *Inia* aumentó.

Composición por edad

La composición por edad de los grupos de delfines no presentó diferencias significativas entre lagos Tarapoto/El Correo y Caballo Cocha (Chi^2 =9.266, df=7, p=0,27). La mayoría de los avistamientos en los lagos Tarapoto y El Correo eran de grupos de adultos (54,7%) o de adultos con juveniles (37,3%). Sin embargo, el mayor tamaño de grupo se registró en grupos compuestos por adultos, juveniles y crías. Del mismo modo, la mayoría de los avistamientos en Caballo Cocha eran de grupos de adultos (56,7%); en este sistema el mayor tamaño de grupo se observó para grupos compuestos por adultos, jóvenes y crías.

Patrones de residencia

Cuatro individuos fueron identificados en los lagos Tarapoto y El Correo, pero no se realizaron reavistamientos positivos. En contraste, en Caballo Cocha, se identificaron 16 delfines: diez (62,5%) por marcas, tres (18,75%) por patrones de pigmentación y tres (18,75%) por combinación de los dos criterios.

Tabla 2. Registros de reavistamientos de individuos de *Inia geoffrensis* en los lagos Tarapoto y El Correo durante los años 1996-1998.

Mes	IP1	IP6	IM3	IM2	IM12	IM14	IM17	PI11	IMP18	IM19	IM20	IM21	IM22	IM23	IMP12	IMP13
Apr-96	■	■	■	■	■				■				■		■	■
May-96	■	■	■	■	■	■				■						
Jun-96	■	■	■		■			■		■						
Aug-96	■	■	■						■				■			
Sep-96	■	■	■	■		■			■			■			■	
Oct-96	■	■	■		■	■			■						■	
Nov-96	■	■	■								■					
Dec-96	■	■	■		■	■					■	■		■		
Jan-97	■	■	■		■		■			■						
Apr-98	■	■	■													
May-98	■	■	■													
Jun-98	■	■	■	■	■	■		■								■
Jul-98	■	■	■	■	■	■										
Aug-98	■	■	■					■		■						
Nov-98	■	■	■													
Dec-98	■	■	■													
Dec-99	■	■	■			■	■	■	■					■	■	

Los patrones de residencia fueron confirmados por la identificación y reavistamiento de estos delfines. Siete individuos fueron reavistados durante tres o cuatro años, y seis de ellos durante al menos dos años (Tabla 2). Tres delfines (IP1, IP6, IM3) fueron vistos cada vez que este lago fue muestreado. Varios de estos delfines tenían profundas cicatrices en la aleta dorsal, probablemente de origen antropogénico, lo que los hizo más claramente identificables. También se logró identificar delfines en Caballo Cocha que se acercaron a la embarcación; al menos, el 80% de las veces fueron registrados y presentaron un comportamiento más activo en la superficie, lo que contribuyó al reconocimiento con más éxito de los delfines identificados. En cambio, en los lagos Tarapoto y El Correo, los delfines eran más esquivos y siempre mantenían posiciones bajo de la superficie, por lo que era extremadamente difícil de realizar el reconocimiento de los individuos.

Limnología de los lagos

No se presentó ninguna variación significativa en la temperatura del agua, el pH ni la transparencia entre los lagos Tarapoto y El Correo, con el Caballo Cocha. Las variaciones en la temperatura del agua estaban más

relacionadas con la hora del día, y en algunos casos con la profundidad del agua. Los valores de pH fueron en general similares, oscilando entre 5,5 y 7. Cuando el río Amazonas influía, el pH era menos ácido, aumentando su acidez a medida que había menos influencia del río (Tabla 3). Se encontró una diferencia importante para la conductividad y sólidos disueltos entre los lagos durante temporada de aguas altas. Esta variación fue estadísticamente significativa (Chi^2=46,22, df=3, p<0.001).

Tabla 3. Valores de los parámetros físicos y químicos evaluados.

		Lago Tarapoto		Lago El Correo		Lago Caballo Cocha	
Variable	**S.P**	**LW**	**HW**	**LW**	**HW**	**LW**	**HW**
Temperatura °C	1	26.8	29.2	28.7	28.7	28.6	28.1
	2	29.2	29.3	28.8	29.1	29.1	29.2
Ph	1	5.6	5.8	5.9	5.6	6.9	6.4
	2	5.5	6.2	6.1	6.2	6.8	7.0
CND (*us*/cm)	1	121	94.2	128.7	53.1	146.1	172.3
	2	132	93.5	92	50.2	149.3	154.2
TDS (m/Lt)	1	56.4	47.2	69.3	26.7	76.3	71.3
	2	63.2	47.1	46	25.3	78.1	77.3
Transparencia (cm)	1	105	83	100	65	98	100
	2	85	80	80	64	102	126

Disponibilidad de presas

Son 85 especies de peces, de 26 familias y 67 géneros, los registrados en los muestreos en Tarapoto y El Correo. Las familias más abundantes fueron Pimelodidae (16,47 %), Characidae (15,29 %), Serrasalmidae (9,41 %) y Cichlidae (8,24 %). La familia Characidae es muy importante en el mercado local y en la dieta de las comunidades humanas. Durante 1996 y desde 1998 hasta 1999, por lo menos cuatro migraciones de peces de los géneros *Semaprochilodus* y *Prochilodus* fueron reportadas durante los períodos de transición, desde el canal principal del Amazonas hasta los lagos, tanto en Tarapoto/El Correo como en Caballo Cocha. Durante este tiempo, pescadores y delfines fueron vistos pescando en las mismas áreas. La confluencia entre El Correo y el río Loretoyacu parece ser un área importante para los peces. Las gramíneas flotantes y los arbustos inundados, en la margen derecha de El Correo, y la última parte del canal de Tarapoto también se asociaron a la actividad de los peces y la presencia de delfines.



Grupo de *Sotalia fluviatilis* en el lago Tarapoto.

En el lago Caballo Cocha, la actividad pesquera se realiza en el lado norte y en el centro. En la primera zona, *Sotalia fluviatilis* siempre fue visto realizando actividades de alimentación, y en el centro por lo general *Inia geoffrensis*. Los resultados de la captura de los pescadores mostraron que las familias Prochilodontidae y Characide fueron las más abundantes. *Prochilodus* sp., *Brycon* sp. y *Semaprochilodus* fueron las especies más importantes ya que estuvieron presentes en diez de las doce capturas evaluadas en este lago. Los muestreos realizados utilizando el buscador de los peces de la ecosonda mostraron diferencias significativas entre los lagos Tarapoto/El Correo y Caballo Cocha (Q Cochran test=17, df=1, $p<0.001$, N=44), con presencia de peces en el 86,3% de los puntos de muestreo en Caballo Cocha, y solo el 9% en Tarapoto.

Comparando estos dos lagos con relación a la presencia/ausencia de la pesca, la importancia del lago Caballo Cocha, en términos de productividad fue mucho más notable que los otros sistemas evaluados. La actividad pesquera se registró en el 87% de las encuestas para este lago. En la mayoría de los casos, se emplearon redes de monofilamento y cerco. Por otro lado, en los lagos Tarapoto/El Correo, no se registraron pesquerías "comerciales"; sin embargo, las pesquerías de subsistencia fueron más comunes, sobre todo al final del lago Tarapoto y en la parte sur del lago El Correo. Se presentaron diferencias significativas entre la actividad pesquera de los lagos Caballo Cocha y Tarapoto/El Correo ($Chi^2=123,02$, df=5, $p<0,0001$).



Inia geoffrensis habita los lagos de Tarapoto y gran parte de la cuenca amazónica y es considerada una especie oportunista, con al menos 43 especies diferentes de peces en su dieta.



Las comunidades indígenas muestran a *Inia geoffrensis* dentro de su cosmología tradicional, destacando un papel importante la figura del hombre delfín (Omacha).

DISCUSIÓN

Aunque los lagos Tarapoto, El Correo y Caballo Cocha son típicos lagos amazónicos, hubo claras diferencias en la forma en que fueron utilizados por los delfines. El tamaño del grupo y la densidad fue significativamente diferente en los dos sistemas de lagos, con grupos más grandes en Caballo Cocha. Tarapoto y El Correo se utilizaron con mayor estacionalidad, especialmente Tarapoto, que se convirtió en un sistema aislado durante algunos períodos durante la temporada de aguas bajas; en periodos de aguas bajas, cuando el acceso por el canal aún era posible, a veces se observaban grupos de delfines en este lago, pero en muchos casos los delfines estaban ausentes. Se estableció que cuando las aguas comienzan a descender, *Sotalia fluviatilis* abandona Tarapoto primero que *Inia*. Este último deja el lago cuando la profundidad es crítica.

Cuando los delfines estaban presentes en Tarapoto, el tamaño grupal promedio era alto en comparación con otros períodos. Los delfines que se observan en el canal de conexión siempre viajaban ya sea hacia Tarapoto o El Correo, lo que confirma los movimientos estacionales. Durante los períodos de agua muy bajas algunos delfines quedaron en lago El Correo y en el cauce principal del río y confluencias (Trujillo, 2000). No está claro si el lago El Correo es una zona de transición entre el canal principal del Amazonas y el Lago Tarapoto o si es un lugar importante para los delfines. La actividad pesquera de la zona tiende a ocurrir en Tarapoto y no en El Correo, con la excepción de la desembocadura del río Loretoyacu, donde se producen fuertes movimientos estacionales de peces. Durante los años anteriores, se sugirió que esta zona era un área de cría (Trujillo, 1990; 1992). La presencia de grandes grupos compuestos por adultos, jóvenes y crías registrados durante esta investigación puede soportar esta afirmación.

La profundidad y la distancia de la orilla en la que se observan los delfines parecen tener un efecto importante en el tamaño de los grupos de delfines. Esto podría explicar la presencia de los delfines todo el año en Caballo Cocha. La variación estacional en los niveles de agua en 12 metros o más, quiere decir que en los lagos Tarapoto y El Correo el área disponible se reduce mucho durante los períodos de aguas bajas pero en Caballo Cocha no es así. En el lago Tarapoto, los avistamientos se registraron mayormente al final del lado norte que en las otras áreas consideradas. La zona norte puede ser importante porque los delfines

pueden mover fácilmente hacia un lado del lago o la otra, y también coincide con la zona más profunda, mientras que el muestreo de pesca y la aparición regular de los pescadores indican que la zona sur representa un área de mayor disponibilidad de presas.

En los lagos Tarapoto y El Correo los delfines tienden a ubicarse cerca de la orilla, donde también se registró la presencia de la actividad pesquera. Los delfines generalmente se observan alimentándose cerca de la orilla, especialmente en zonas inundadas de arbustos, matorrales y gramíneas flotantes. Este tipo de hábitats mantienen una importante cantidad de peces que se sienten atraídos por la vegetación para su protección y alimento (Araujo-Lima, 1986; Henderson, 1990; Low-McConnell, 1987). Los delfines en el interior del bosque inundado también realizan la búsqueda de los peces que son atraídos por la disponibilidad de alimentos alóctonos (Goulding, 1980; Revilla, 1990). En contraste, en el lago de Caballo Cocha, los delfines tienden a ubicarse en aguas abiertas y cerca de la entrada del canal. Esto puede ser debido al impacto de las actividades humanas como cultivos, tala y redes de pesca en la vegetación de la orilla, por lo que la cobertura forestal se encuentra muy reducida. Aunque en los lagos Tarapoto y El Correo tienen más tipos de hábitats, Caballo Cocha parece ser más productivo en términos de biomasa, dada la intensidad pesquera. Este factor, junto con un área mayor y la variación de la profundidad, parece ofrecer un hábitat más estable durante todo el año para los delfines. Una prueba de ello es la alta tasa de avistamientos de *Inia* y *Sotalia* en este lago, haciendo más visible la simpatría de estas dos especies. Layne (1958), también sugiere que *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* prefieren aguas abiertas en los lagos en lugar de las orillas. Sin embargo, en el presente estudio se encontró una gran variabilidad en el uso del hábitat, e Inia se observó tanto en aguas abiertas como cerca de la orilla.

Los delfines también se registraron en proximidad a las gramíneas flotantes (*Paspallum* sp.) y el bosque inundado durante la temporada de aguas altas. En esta época también se registró el tamaño promedio grupal más bajo. Por lo tanto, aunque parece que los delfines pueden haber abandonado la zona durante las aguas altas, es posible que acaben desplazándose hacia al bosque inundado u otros cuerpos de agua que sólo están conectados con los lagos durante esta temporada. Resultados similares han sido reportados en la Amazonia central en Brasil, donde

los estudios de telemetría han demostrado que los delfines se mueven de los lagos principales y permanecen en las zonas inundadas (Martin y da Silva, 2000).

Inia geoffrensis es considerado como una especie oportunista, con al menos 43 especies diferentes de peces en su dieta en la Amazonia central (Da Silva, 1983). Las diferencias en los rangos de profundidad entre los lagos también podrían afectar el tipo y la disponibilidad de presas. La evaluación de la disponibilidad de presas en los lagos de Tarapoto/El Correo mostró alta diversidad de especies de peces y biomasa relativamente baja, mientras que en Caballo Cocha ocurrió lo contrario, soportando una pesquería más grande. La ecología de estos lagos es claramente diferente y mantienen diferentes tipos de presas. La elevada presencia de Sotalia en Caballo Cocha también puede indicar la disponibilidad mayor de presas en este lago en comparación con Tarapoto, donde Inia fue avistado solo con más frecuencia. Muestreos con el localizador de peces (*fish finder*) mostraron diferencias significativas entre los dos sistemas de lagos con más presencia de peces en Caballo Cocha. Sin embargo, este método es vulnerable al sesgo porque los peces en aguas abiertas son detectados más fácilmente que los individuos cercanos a la costa o en el interior del bosque o la vegetación inundada. Estas medidas solo indican las diferencias entre los lagos en zonas abiertas. Una evaluación más extensa de las comunidades de peces se debe realizar para confirmar las diferencias en la disponibilidad de presas.

El lago Caballo Cocha tiene mayor conductividad (CND) y sólidos disueltos (STD) que Tarapoto/El Correo, lo que sugiere una influencia más permanente de las aguas blancas del río Amazonas (Duque *et al*., 1997). Además, las concentraciones de nutrientes también parecen ser altas en este lago, con los nitratos y fosfatos en concentraciones relativamente altas (Díaz, 1995). Es posible que el agua residual de origen orgánico de la comunidad local (aproximadamente 9.000 personas) pueda estar influyendo en la productividad del sistema.

La identificación de individuos fue difícil de realizar en los lagos Tarapoto y El Correo debido al comportamiento de los delfines, así como a la falta de individuos que presentaran marcas notorias. Por lo general, aparecían en la superficie mostrando solamente la parte superior de la cabeza y una pequeña porción de la parte posterior. Además, el hecho

de que estuvieran dispersos en grupos pequeños y se refugiaran en el bosque inundado o en las gramíneas flotantes dificulta su identificación y su reobservación. En cambio, en el sistema Caballo Cocha, la identificación de los delfines fue más fácil debido a la gran actividad aérea, los grupos más grandes y los espacios abiertos con pocos lugares donde los delfines podrían esconderse. Algunos delfines se desplazaban cerca de la embarcación utilizada para la investigación, mostrando un alto nivel de curiosidad. Esto también puede producir un sesgo en la tasa de identificación de los delfines. Sin embargo, el reavistamiento de siete delfines identificados durante al menos tres años ofrece pruebas de residencia a largo plazo en este lago. Esto parece ser posible debido a la mayor productividad de este sistema, al igual que su mayor tamaño, además de su conexión durante todo el año con los canales de acceso.

Factores tales como las características de tamaño, profundidad y productividad parecen tener una fuerte influencia en el uso del hábitat por los delfines de los lagos amazónicos. A pesar de que los lagos Tarapoto/ El Correo y Caballo Cocha están relativamente cerca, los delfines utilizan estos lagos de formas muy diferentes. Aunque se requiere información más detallada sobre la disponibilidad de presas y variación estacional en el uso del hábitat, la información aquí proporcionada da un marco para evaluar la importancia de estas áreas clave para los delfines de río. Estos resultados tienen implicaciones importantes para la conservación debido a la tendencia de desarrollo de las zonas protegidas para las especies vulnerables focales (Lambeck, 1997). Aunque los lagos parecen ser las áreas prioritarias para los delfines (Layne, 1958, Mejor da Silva, 1989a; Trujillo, 1992; Leatherwood, 1996), claramente todos los lagos no son iguales en importancia, y los estudios ecológicos específicos deben llevarse a cabo para dar prioridad a la designación de áreas protegidas

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Colciencias (Programa del Mar) y Whale and Dolphin Conservation Society (WDCS) por el apoyo a este proyecto. Estamos especialmente agradecidos con Alejandra Galindo y René Ramos por contribuir con información valiosa para la realización de este trabajo. También agradecemos al Dr. Paul Thompson por sus comentarios sobre el documento y la Universidad de Aberdeen, donde el primer autor completó su tesis doctoral.

LITERATURA CITADA

Araujo-Lima, C.A.R. Portugal, L.P.S. y E. G. Ferreira. 1986. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipielago, a black water system in the Central Amazon. *J. Fish Biol*. 29: 1-11 pp.

Best, R.C. and da Silva, V.M.F. 1989a. Biology, status and conservation of *Inia geoffrensis* in the Amazon and Orinoco river basins. Pp. 23-34, *In* Biology and Conservation of the River Dolphins (W.F. Perrin, R.L. Brownell, Jr., Kaiya, Z. & L. Jiankang eds.). International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Species Survival Commission, Occasional Paper 3, 173 pp.

Best, R.C. y da Silva, V.M.F. 1989b. Amazon River Dolphin, Boto *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817). Pp. 1-23, In Handbook of Marine Mammals. Vol. 4. River Dolphins and the Larger Toothed Whales (S.H. Ridway & R. Harrison Ed.). Academic Press, London, 442 pp.

da Silva, M.V. F. 1983. *Ecologia alimentar dos Golfinhos da Amazonia*. M.Sc. thesis. Fundacao Universidade do Amazonas, Manaus, Brazil. 118 pp [in Portuguesh].

Diaz, J. 1995. Caracterización limnológica de sistemas lacustres en la Amazonia Colombiana. BSc thesis, University Jorge Tadeo Lozano, Bogota.

Duque, S. Ruiz, J. E., Gomez, J. y E. Roessler. 1997. Limnología. Pp. 69-126. In Zonificación ambiental para el Plan modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá.

Engle, D. L. y J. M. Melack. 1993. Consequences of riverine flooding for seston and the periphyton of floating meadows in an Amazon floodplain lake. *Limnol. Oceanogr.*, 38(7),1500-1520.

Fernandes, C.C. 1997. Lateral migration of fishes in the Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish* 6: 36-44.

Fink, W.L. y S. V. Fink. 1979. Central Amazonia and its fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 62A, 13-29.

Fitkau, E. J., Irmler, U., Junk, W., Reiss, F. y G. W. Smith. 1975. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. Pp. 284-311 In Golley, F. B. and Medina, E. (eds.) *Tropical ecological systems: trends in terrestrial and aquatic research*. Springer-Verlag, New York.

Goulding, M. 1980. The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. University of California Press, Berkeley. 280 p.

Goulding, M., Leal Carvalho, M. y E.G. Ferreira. 1988. Rio Negro. Rich life in poor water. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. 189 p.

Henderson, P.A. 1990. Fish of the Amazonian Igapó: stability and conservation in a high diversity-low biomass system. *J. Fish Biol*. 37 (Supplement A), 61-66.

Henderson, P.A. y I. Walker. 1990. Spatial organization and population density of the fish community of the fish community of the litter banks within a Central Amazonian blackwater stream. *Journal of Fish Biology* 37, 401-411.

Henderson, P. A. y W. G. R. Crampton. 1997. A comparison of fish diversity and abundance between nutrien-rich and nutrient-poor lakes in the upper Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 13:175-198.

Hurtado, A.L. 1996. Distribución, uso del hábitat, movimientos y organización social del bufeo colorado *Inia geoffrensis* (Cetacea: Iniidae) en el alto río Amazonas. MSc thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 116 p. Guaymas.

Junk, W. J. 1984. Ecology of the várzea, floodplain of the Amazonian white water rivers. Pp. 215-243. In H. Sioli (ed.) The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.

Junk, W.J., Bayley, P. B. y R. E. Sparks. 1989. The Flood Pulse Concept in River –Floodplain Systems. *Proc. International Large River Symp*. Vol. 106, 110-127.

Junk, W. J. and M. T. F. Piedade. 1993. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. Hydrobiology 263:155-162.

Lambeck, R. J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, 11(4): 849-856.

Layne, J. 1958. Observations on freshwater dolphins in the upper Amazon. *J. Mammal* 39: 1-23.

Leatherwood, S. 1996. Distributional ecology and conservation status of river dolphins *Inia geoffrensis* and Sotalia fluviatilis in portions of the Peruvian Amazon. PhD thesis Texas A & M University, 232 p.

Low-McConnell, R. H. 1975. *Fish Communities in Tropical Freshwaters.* Longman, London. 337 p.

Low-McConnell, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge.

Martin, A. y V.M.F. da Silva. 2000. A study of the Boto, or Amazonian dolphin (*Inia geoffrensis*), in the Mamirauá Reserve, Brazil: Operation and techniques. In R. R. Reeves, B. D. Smith and T. Kasuya (eds.) *Biology and Conservation of Freshwater Cetaceans in Asia*. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, No. 23.

Revilla, J. D. 1990. Aspectos florísticos e estructurales da floresta inundável (Várzea) do baixo Solimoes, Amazonas-Brasil. PhD thesis INPA. Fundacao Universidade do Amazonas. Manaus, Brasil. 150 p.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. Pp. 127-166, *In* the Amazon, Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin (H. Sioli ed.). Dr. W. Junk Publishers. The Hague, the Netherlands.

Trujillo, F. 1990. Aspectos ecológicos y etológicos de los delfines *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817) y *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) en la Amazonia Colombiana. Bsc. thesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 70 p.

Trujillo, F. 1992. Estimación poblacional de las especies dulceacuícolas de delfines *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el sistema lacustre de Tarapoto y El Correo, Amazonia Colombiana. Special Report. Vol. 49 Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá/ Colombia 199 p.

Trujillo, F. 1994. The use of photo-identification to study the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the Colombian Amazon. *Mar. Mamm. Sci.* 10 (3): 348-353 p.

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, University of Greenwich, London, 125 p.

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 University of Aberdeen, Scotland, UK., 157p.

Val, A. L. y V. M. F. Almeida-Val. 1995. Fishes of the Amazon and their envinroment. Physiological and biochemical aspects. Springer-Verlag, Berlin.

Vidal, O., Barlow, J., Hurtado, L., Torre, J., Cendon, P. y Zully, O. 1997. Distribution and Abundance of the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the upper Amazon. *Mar. Mamm. Sci.* 13(3): 427-445.



7.2 · CONSERVACIÓN Y MONITOREO DE LOS MANATÍES *TRICHECHUS INUNGUIS* EN LOS HUMEDALES DE TARAPOTO

Sarita Kendall, Casimiro Ahue, Diana Luz Orozco y Luis Hernando Peña
Fundación Natütama, Puerto Nariño, Amazonass

RESUMEN

En el año 2002 se inició, con ayuda de pescadores de la comunidad, un programa de observaciones sistemáticas de manatíes en el área que abarca el río Amazonas entre Cocha Redonda, Isla Vamos y Puerto Esperanza; el río Loretoyacu hasta la confluencia con el lago El Correo; los lagos El Sapo, El Correo, Tarapoto Largo, Tarapoto Redondo, Chepeten, Cocha Largo y Matamata, incluyendo más de diez pozos aledaños y los bajiales que se inundan anualmente; y el caño Igarapehussu hasta los lagos Umari y Umaricillo. Estas observaciones constan de un monitoreo intensivo en el que se registran los avistamientos, comederos, heces y casos de mortalidad y captura de manatíes; y un monitoreo extensivo en el que una red de pescadores de la zona de Atacuari hasta Zaragoza aporta la información relacionada con eventos importantes, como la captura y mortalidad de los manatíes en la zona. Al ser un monitoreo que se realiza con la ayuda de la comunidad, la información se analiza en talleres, presentando los datos en gráficas, porcentajes y mapas, sin recurrir a pruebas estadísticas.

Entre 2002 y 2013 se han registrado un total de 3.596 avistamientos de manatíes del Amazonas (*Trichechus inunguis*) en la zona de Puerto Nariño. El monitoreo con gente de la comunidad ha sido una herramienta importante para la conservación de los manatíes en los humedales de Tarapoto; lo cual es notorio en la disminución en la tasa de caza de manatíes en la zona, de diez animales por año en 1998 y 1999, a seis anuales en 2000 y 2001, a cuatro en 2002, y solo tres en el periodo entre 2003 y 2013; sin embargo los pobladores de los países vecinos de Brasil y Perú siguen cazando manatíes. Los humedales de Tarapoto son sitios importantes para la especie en esta zona, y son de los únicos sitios en la región amazónica con poblaciones en recuperación; por lo que se hace importante implementar medidas de control de la instalación de mallas de pesca y el tráfico de botes rápidos para beneficiar las poblaciones de manatíes de la zona.

ABSTRACT

In 2002 a program in which local fishermen helped in systematic observations of manatees' population was conducted in the area that includes the Amazon river between Cocha Redonda, Isla Vamos and Puerto Esperanza; the Loretoyacu river up to the confluence with El Correo lake; El Sapo, El Correo, Tarapoto Largo, Tarapoto Redondo, Chepeten, Cocha Largo and Matamata lakes, including more than ten neighboring natural wells and lowlands that flood annually; and the Igarapehussu channel up to the Umari and Umaricillo lakes. These observations consisted on an intensive monitoring in which the sightings, feeding places, feces, and cases of capture and mortality of manatees were recorded; and an extensive monitoring in which a network of fishermen, that covers the area from Atacuari up to Zaragoza, provided information on important events such as the capture and mortality of manatees in the area. The information analysis was done in workshops with the community, introducing the information in the form of graphics, percentages and maps, making no use of statistical tests. There have been a total of 3.596 manatee sightings in the Puerto Nariño area between 2002 and 2013. The monitoring with the community is an important tool in the conservation of the manatees in the Tarapoto wetlands; this is evident in the reduction of the manatee hunting in this zone, from ten animals a year in 1998 and 1999, to six a year in 2000 and 2001, four in 2002 and only three in the period between 2003 and 2013; nevertheless, the manatee hunting is still going on in the neighboring countries of Peru and Brazil. The Tarapoto wetlands are an important site for the conservation of manatees since it is one of the few places in the amazon region with increasing population of this specie, which is why it is important to implement measures to control the use of fishing nets and the traffic of fast boats in order to benefit manatee populations in this area.

INTRODUCCIÓN

El manatí del Amazonas es el más pequeño de los sirénidos y el único que se encuentra distribuido exclusivamente en aguas dulces. Habita los ríos, lagos y bosques inundables de la Amazonia desde la boca del río Amazonas hasta los grandes tributarios en la cuenca occidental (Rosas 1994). En Colombia está presente en los humedales de Tarapoto, el río Amazonas y sus tributarios, el Caquetá fronterizo y el río Putumayo (Rodríguez-Mahecha *et al* 2006). Es un herbívoro grande que llega a medir tres metros y puede pesar más de 400 kilos (Rosas 1994); durante

la época de inundación se alimenta de una gran variedad de plantas acuáticas, pastos, bejucos y frutos, llegando a los pozos y caños más alejados del sistema de los lagos Tarapoto (Kendall *et al* 2005). Cuando los españoles de la expedición Orellana navegaron el río Amazonas, encontraron indígenas utilizando escudos hechos con la piel de manatí y la gente les ofreció carne de este animal como alimento (Medina 1998). A pesar de que la caza comercial de manatíes en la zona de Leticia nunca alcanzó los niveles registrados para Brasil (Domning 1982), viajeros extranjeros del siglo XIX reportaron casos de caza entre Atacuari, Caballo Cocha y Tabatinga (Woodroffe 1914). Los indígenas ticunas que vivían en el lago Tarapoto hace 50 años se acuerdan de las faenas de caza de sus padres y abuelos (Demetrio Silva, Leobina Ahue, com. pers.). Durante las décadas 70, 80 y 90 la caza de manatíes siguió en los lagos hasta que los pescadores decían que era 'pura suerte' encontrar uno (Orozco 2001).

El manatí amazónico está clasificado como 'vulnerable' por la UICN (UICN 1996) y 'amenazado' en Colombia (Rodríguez-Mahecha 2006) a raíz de la caza y la pérdida de hábitat. La reproducción es muy lenta, tomando en cuenta que la hembra tiene un sola cría (en muy poco casos nacen gemelos) aproximadamente cada tres años (Caldwell y Caldwell 1985). Aunque los manatíes están protegidos por legislación en todos los países amazónicos, se dificultan el control y la vigilancia en una región tan grande (Marmontel *et al* 2012). Considerando la situación precaria de los manatíes en la zona, se empezó con un programa de estudio y conservación de la especie. Desde el inicio se dio prioridad a la conservación, utilizando metodologías no invasivas e involucrando la comunidad en el trabajo de investigación. A partir de 1998, desarrollamos una serie de tesis de pregrado abarcando la distribución, caza, uso de hábitat, alimentación, conservación y aspectos culturales del manatí (Pérez y Chávez 2000; Orozco 2001; Padilla 2002; Holguín 2002; Kendall y Orozco 2003). Inicialmente, el equipo de trabajo formaba parte de la Fundación Omacha y a partir del 2005 se integró a la Fundación Natütama.

En 1998 también asumimos el cuidado de una cría de manatí, aparentemente huérfana, que fue atrapada en una malla en el río Amazonas. El manejo de esta cría macho, cuyo nombre era Airuwe, generó otras tesis (Castelblanco 2000; Charry 2002) y dio la oportunidad para ampliar el trabajo de conservación con niños, abuelos y pescadores hasta

que en 2002 fue liberado en Tarapoto. Después de cuatro meses de seguimiento con radiotelemetría se perdió la señal; esto coincidió con la caza de un manatí que pudo haber sido Airuwe y que fue el último animal cazado en los lagos. A través de un trabajo social y acuerdos con los pescadores, se logró eliminar la caza de esta especie en la zona y, con la experiencia adquirida, se empezó un trabajo de monitoreo permanente con base en el conocimiento de los pescadores (Kendall *et al* 2008). La meta fue enraizar la conservación, utilizando como herramientas la educación y el monitoreo de los manatíes, con observaciones directas de los animales y sus comederos.

METODOLOGÍA

Tomando en cuenta la dificultad para observar manatíes amazónicos en su hábitat, la mayoría de los estudios de estos animales en vida silvestre se hace con métodos indirectos, basándose en entrevistas con conocedores de manatíes, a veces apoyados por unas pocas observaciones directas (Montenegro 1994; Reeves *et al*. 1996; Calvimontes-Ugarte 2009; Sousa *et al*. 2013). En Mamiraua, Brasil, también se ha hecho seguimiento de manatíes con radiotelemetría, estableciendo algunas migraciones largas (Marmontel *et al*. 2002). Últimamente hay más investigaciones basadas en la colecta de heces y orina, y muestras de tejidos (Caballero 2005; Pantoja 2004), que aportan resultados en cuanto a genética, niveles hormonales y otros aspectos.

Sin embargo, la experiencia con los pescadores mostró la viabilidad de hacer un monitoreo basado en la observación de los animales en su hábitat y de aprovechar las salidas de campo para reforzar la conservación del manatí. Se empezaron observaciones sistemáticas en 2002, registrando avistamientos de los animales, comederos, heces y casos de mortalidad y captura. Desde esta fecha se ha realizado monitoreo 'intensivo' en una área que abarca el río Amazonas entre Cocha Redonda, Isla Vamos y Puerto Esperanza; el río Loretoyacu hasta la confluencia con el lago El Correo; los lagos Sapo, El Correo, Tarapoto (largo y redondo), incluyendo más de diez pozos aledaños y los bajiales que se inundan anualmente; los lagos Chepeten, Cocha largo y Matamata; y el caño Igarapehussu hasta los lagos Umari y Umaricillo. Se tiene también un monitoreo 'extensivo' a través de una red de información de pescadores que cubre toda la zona de Atacuari hasta Zaragoza, aportando información relacionada con eventos importantes, como la captura y mortalidad de los manatíes.



Entre 2002 y 2013 se han registrado un total de 3.596 avistamientos de manatíes del Amazonas (*Trichechus inunguis*) en la zona de Puerto Nariño, resultando el sistema lacustre de Tarapoto uno de los escasos lugares donde es posible la recuperación de esta especie en peligro.





Trichechus inunguis es una especie tranquila que, al contrario que otros manatíes, no tiene uñas en las aletas y muestra una mancha clara (blanca o rosácea) en el vientre.



Figura 1. Área de estudio para la conservación y monitoreo de los manatíes. Zaragoza-Atacuari, Amazonas, Colombia.

Cuando el manatí amazónico sube a respirar, por lo general muestra solamente su hocico; abre las nares durante dos o tres segundos y baja hacia atrás tan suavemente que no deja huella. Respira cada cinco a diez minutos, dependiendo de la actividad. Es tímido y evita las embarcaciones. Por estas características, el avistamiento es difícil y requiere paciencia y silencio. Es más fácil ver el hocico negro en las aguas amarillentas del río Amazonas que en las aguas oscuras de los humedales. Otras señas para ubicar el manatí en aguas negras son la 'espuma', un conjunto de burbujitas que se forma cuando el manatí está desplazándose muy cerca a la superficie; y el movimiento de las capas de vegetación flotante en los pozos donde se alimenta. Aunque se han captado los sonidos de algunos manatíes a través de un hidrófono, este método es menos ágil que la observación y podría ser un complemento ocasional para sitios sin corriente.

La observación de comederos también requiere mucha experiencia: en el caso de gramalote espinoso (*Echinochloa polystachya*) es fácil reconocer los tallos comidos por el manatí; sin embargo, es mucho más difícil encontrar los comederos de gramalote dulce (*Paspalum repens*), buchón (*Eichornia crassipes*), guamo (*Pistia stratiotes*) y otras plantas. El acceso a los sitios donde se encuentran estos parches flotantes tiene que hacerse en canoa; el pescador debe conocer las huellas que dejan los



Los manatíes del Amazonas (*Trichechus inunguis*) son animales muy tímidos, se acercan a las orillas en busca de pastos y se alejan en cuanto notan una presencia extraña.

peces, las tortugas y otros animales que también se alimentan de esta vegetación para poder distinguir las del manatí. Algunos de los pescadores/coinvestigadores que realizan el monitoreo son excazadores de manatí, otros son conocedores de los animales a través de sus actividades de pesca de subsistencia en los lagos Tarapoto. Ocasionalmente, investigadores acompañan los recorridos, en especial cuando son reportados grupos grandes o comportamientos llamativos.

Las zonas de monitoreo varían según la época y el acceso a los pozos y al bosque inundado, ya que la diferencia entre aguas altas y aguas bajas puede superar los once metros (por ejemplo en 2010 y 2012):

-durante aguas altas los pescadores hacen tres recorridos semanales por los lagos, los pozos y los caños en canoa. A lo largo de una quincena, cubren todos los sitios; para la siguiente quincena, vuelven a cubrir estos mismos lugares. Adicionalmente, un pescador hace dos recorridos en el río Amazonas por quincena, observando dos sitios diferentes. En total, se visita cada lugar por lo menos dos veces al mes. Los pescadores registran en sus notas comederos, manatíes y otros elementos de interés.

-en las épocas de transición, es decir aguas bajando y aguas subiendo, se cambian los recorridos según el nivel del agua, considerando que no se puede entrar a los pozos y caños de la selva inundada cuando el agua

mide menos de once metros frente al muelle turístico de Puerto Nariño. Se dedica más esfuerzo a observar manatíes en los lagos y el río en estas épocas, con dos recorridos semanales a los lagos Tarapoto, El Correo y Sapo. Además, se actúa frente a amenazas como las mallas que cierran los caminos de desplazamiento de los animales.

-durante aguas bajas se cambiaron los recorridos, con más salidas al río Amazonas. Los pescadores visitan cada remanso una vez a la semana para observar manatíes y registrar comederos en las orillas. También reportan problemas como tráfico de botes y pesca con redes en sitios que pueden poner en peligro a los animales. A veces es difícil encontrar a los manatíes, ya que estas amenazas los desplazan hacia el medio del río, donde la corriente y los objetos flotando en el agua complican la observación.

Este plan de monitoreo fue establecido después de hacer observaciones preliminares y entrevistas que dieron un marco para las migraciones de los manatíes que utilizan los humedales de Tarapoto. Los datos registrados por los pescadores en sus cuadernos incluyen la fecha, hora y sitio para todas las observaciones (por zona, no por GPS); en el caso de los avistamientos, anotan el número y tamaño (grande, mediano, cría) de los animales y describen su comportamiento (cuando se ve el mismo animal varias veces, se registra como un solo avistamiento); en el caso de comederos, registran la especie de la planta comida y la cantidad (mucho o poco); también anotan la presencia de heces y factores humanos, como la presencia de personas con herramientas como arpones.

Una o dos veces al año, cuando los manatíes están desplazándose durante las épocas de transición, se hace un conteo con seis pescadores ubicados en diferentes sitios estratégicos. Cada uno reporta los manatíes que avistan en el lapso de dos horas, observando desde puntos bien distantes unos de otros. El éxito del conteo depende en buena parte del clima y de la distribución de los manatíes en este momento. La información se analiza en talleres, presentando los datos en gráficas, porcentajes y mapas, sin recurrir a pruebas estadísticas cuya utilidad no es clara para los pescadores. Si se presentan amenazas, se buscan formas de resolverlas. Los datos de monitoreo alimentan la información difundida por los guías a través del Centro de Interpretación Natütama y es compartida con la comunidad, aprovechando los programas de educación que realiza la Fundación.

Tabla 1. Avistamientos de manatíes por hábitat en el periodo 2002-2013.

Año	Río avistamientos	Lagos avistamientos	Pozos avistamientos	Total avistamientos	Máximo avistado en un día
2002	113	44	21	176	11
2003	153	58	30	241	12
2004	55	41	30	126	12
2005	104	57	22	183	14
2006	117	91	27	235	15
2007	74	92	50	216	17
2008	136	148	48	332	20
2009	233	137	30	400	20
2010	358	111	9	478	27
2011	289	217	29	535	24
2012	161	132	44	337	25
2013	159	130	46	335	20

Tabla 2. Observaciones en la zona de Puerto Nariño según época y hábitat, 2012.

HÁBITAT	Aguas subiendo	Aguas altas	Aguas bajando	Aguas bajas
Río Amazonas y remansos	17,4%	33,6%	32,9%	83,2%
Lagos Tarapoto, El Correo y Sapo	82,6%	31,2%	67,1%	16,2%
Pozos, caños y bosque inundado	0	35,2%	0	0
Total observaciones manatíes	23	125	82	117

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Avistamientos y abundancia

Se registraron 3.596 avistamientos de manatíes entre 2002 y 2013 en la zona de Puerto Nariño. De este total, 1.644 avistamientos fueron registrados en los lagos, caños, pozos y bosque inundado de los humedales de Tarapoto y 1.952 en el río Amazonas. Aunque el esfuerzo de observación no ha cambiado significativamente, el número de avistamientos registrados en un año varía de 126 (2004) a 535 (2011). Esto se debe principalmente al ritmo del río y condiciones hidrológicas que favorecen la existencia de grupos de manatíes en épocas de transición, facilitando el avistamiento de muchos animales en repetidas ocasiones: por ejemplo, en el 2011 los manatíes estuvieron represados en los lagos grandes durante los primeros meses de la inundación, hasta que el agua subió suficientemente para dar acceso a los pozos y el bosque inundado.

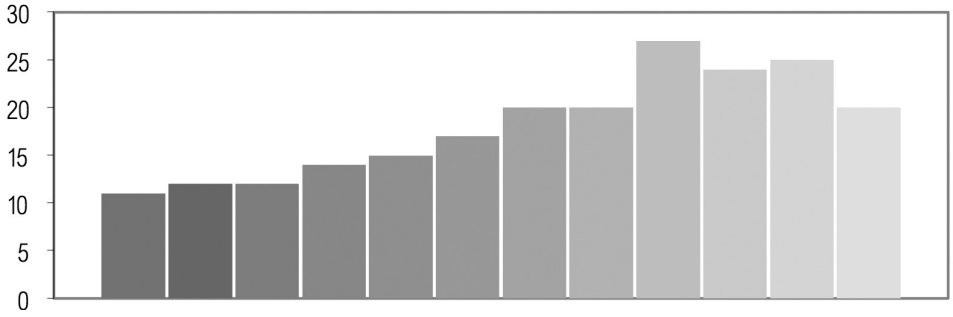


Figura 2. Número de manatíes avistados en un día en el periodo 2002-2013.

El número máximo de manatíes avistados en un día también varía según las condiciones hidrológicas, ya que los grupos grandes de animales en aguas de transición aseguran una cifra alta. Por ejemplo, el 24/Jun/2010 se contabilizó un récord de 27 manatíes; este día hubo un grupo de 18 manatíes en Tarapoto Redondo, que aseguró un conteo alto.

Migraciones

La migración anual de los manatíes que utilizan los humedales de Tarapoto tiene un patrón muy claro, que se puede apreciar en la Tabla 2, con el ejemplo del año 2012. Las épocas hidrológicas corresponden a los siguientes niveles de agua, tomando como cero el punto más hondo del río Loretoyacu frente a la bocana de la quebrada Baos, abajo del muelle turístico de Puerto Nariño:

-Aguas bajas: <8 m

-Aguas de transición (subiendo y bajando): 8 a 11 m

-Aguas altas: >11 m

Cuando el agua empieza a subir, los manatíes salen de los remansos del Amazonas y suben por el río Loretoyacu hacia los lagos Sapo, Correo y Tarapoto. En estos sitios se alimentan de los pastos pequeños (Poaceae) y otras plantas que han crecido en la tierra durante el periodo de aguas bajas y que son cubiertas poco a poco por la creciente. Como se puede ver en la Tabla 2, los manatíes solamente comienzan la entrada al bosque inundado cuando el agua supera los 11 m. Durante la época de aguas altas habitan los pozos, los bajiales y los caños, donde la oferta de alimento es abundante, pero también se desplazan por los lagos para tener acceso a diferentes pozos.

Algunos manatíes se quedan en el río Amazonas y utilizan los pozos que se forman en las islas; sin embargo, no sabemos si estos manatíes avistados en el río entran a los humedales durante una parte de la creciente. La época de aguas altas ofrece un hábitat muy extensivo para los manatíes y los registros de avistamiento manifiestan una dispersión muy amplia de los animales en estos meses. Cuando la creciente es alta, hay acceso a los humedales de Tarapoto a través de otros sitios atrás de Naranjales, que no son monitoreados de forma permanente: por ejemplo, el caño Ceará, que conecta con Igarapehuassu, y el lago Virginiacocha. Sin embargo, cuando el agua está por debajo de 11 m, el acceso al río Amazonas tiene que ser por el río Loretoyacu.

Apenas el agua empieza a bajar, se observan más manatíes en los lagos. Si el agua se mantiene por encima de los ocho metros, los manatíes pasan más tiempo en los lagos, hasta que salen al río Amazonas para el verano. Las pocas observaciones de manatíes en los lagos durante aguas bajas registran los últimos en salir y los primeros en llegar. A través de doce años de monitoreo, se tienen solamente dos registros de manatíes que se han quedado en los humedales durante el verano: estos fueron observados en el pozo Chepeten, que es relativamente hondo y se mantiene con vegetación durante todo el año.

En 2013 el agua no bajó mucho y los lagos fueron accesibles durante todo el verano; sin embargo, no hubo ningún manatí avistado en los lagos durante casi dos meses. En el río Amazonas, se observaron los manatíes en remansos donde pueden ahorrar energía, ya que hay poquísimo alimento disponible. Cuando los remansos se vuelven poco profundos o hay mucho tráfico de botes y pescadores, los manatíes son avistados hacia el medio del río, en el filo de los canales hondos.

Este patrón de migraciones es diferente a algunas migraciones registradas en Mamiraua y Amanã en Brasil, donde hay desplazamientos anuales registrados con telemetría que trazan una ruta de lagos inundables a un lago grande y hondo para el verano (Marmontel *et al.* 2002).

Comederos y uso de hábitat

Durante 2013 se registraron 180 comederos de manatí, comparado con 335 avistamientos. Por lo general, la cifra de comederos es más baja que la de avistamientos, porque en los totales anuales solamente se contabilizan comederos 'frescos' con menos de tres días; y también porque

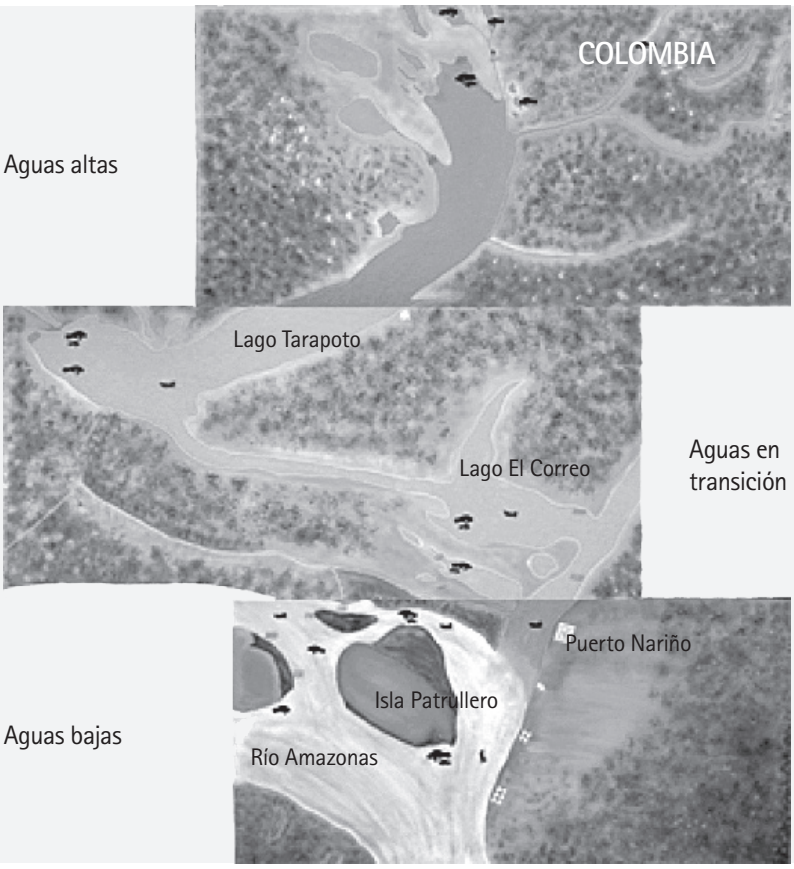


Figura 3. Mapa de la distribución de manatíes y crías en los lagos de Tarapoto, incluye las principales zonas de tráfico de botes y mallas. (Mapa pintado por Pedro Nel Coello).

se registran grandes extensiones contiguas como un solo comedero. Como se puede apreciar en la Tabla 3, los comederos y los avistamientos aportan una visión complementaria en cuanto a la presencia de manatíes.

En los pozos y el bosque inundado observamos relativamente más comederos que avistamientos. La diferencia se debe en parte a la dificultad de observar los animales en estos sitios y también al desplazamiento de los manatíes a los lagos cercanos donde hay aguas abiertas, libre de vegetación flotante. Igualmente, los registros de comederos indican que los manatíes se mueven por lugares poco profundos con vegetación muy tupida durante aguas altas. Utilizan un hábitat muy amplio, llegando a casi todos los lagos, caños y pozos de los humedales, incluyendo Matamata, Marianococha, Virginiacocha y los lagos de Boiahuassu.

Tabla 3. Comederos y avistamientos de manatí en 2013 discriminados según el hábitat.

	Pozos y bosque inundado	Lagos Tarapoto, El Correo y Sapo	Río Amazonas	**Total registros**
COMEDEROS	51,1%	16,1%	32,8%	**180**
AVISTAMIENTOS	13,7%	38,8%	47,5%	**335**

Aunque los registros distinguen entre 'mucho' o 'poco' comido, los comederos no dan suficiente información para estimar el número de animales alimentándose en cierto sitio. Son muy útiles para confirmar la presencia de los manatíes y la importancia de los pozos para la alimentación. También aportan datos sobre la variedad de plantas que comen: para 2013, las plantas registradas en los pozos con más frecuencia fueron el pasto dulce (*Paspalum repens*), el guamo (*Pistia stratiotes*), el gramalote espinoso (*Echinochloa polystachya*), el arrocillo (*Oryza grandiglumis*) y el camotillo (*Ipomea aquatica*). Todas estas plantas también hacen parte de la dieta de manatí registrada para Brasil (Colares y Colares 2002; Guterres *et al*. 2008).

Los cuatro pozos alrededor de la cabecera de Tarapoto Largo fueron utilizados constantemente por los manatíes durante 2013, al igual que en otros años: los comederos y las heces de manatí atestiguan la presencia de los animales, aunque no hubo una gran cantidad de avistamientos.

Tabla 4. Presencia de manatíes en la cabecera de Tarapoto Largo en 2013.

CABECERA	COMEDEROS	AVISTAMIENTOS	HECES
Pozo 1	12	1	1
Pozo 2	11	1	3
Pozo 3	10	8	1
Pozo 4	9	4	3

El mapa hecho por el pescador que hace el monitoreo de manatíes en este sector indica la variedad de plantas que hay en los cuatro pozos de la cabecera de Tarapoto. En los pozos 2 y 3 se nota la presencia de un manatí debajo de un renaco (*Ficus* sp.) en el momento que estaban cayendo frutos al agua, que podría significar que los estaba comiendo.



Figura 4. Mapa de los pozos y vegetación de la cabecera del lago Tarapoto Largo. Mapa de Luis Hernando Peña, comunidad de Tarapoto.

Más del 90% de los registros de comederos en las orillas del río Amazonas son de gramalote espinoso (*E. polystachya*), que es muy abundante durante las épocas de aguas subiendo y aguas altas. Se han registrado periodos de dos a tres meses durante el verano cuando los manatíes no tienen acceso a vegetación, pero esto es poco en comparación con los largos periodos de ayuno descritos para Brasil (Best 1983). Igualmente, hay algunas plantas flotando por el río y ramas en descomposición que aprovechan los manatíes.

Grupos

La gran mayoría (80,6%) de los manatíes avistados en los lagos y los pozos de los humedales Tarapoto en 2013 estaban en grupos de dos o más animales. La literatura caracteriza el manatí como solitario, a veces juntándose en agregaciones alrededor del alimento o por factores de hábitat, y lo contrasta con la vaca marina Steller, que fue reportada en grupos familiares compuestos por un macho, una hembra, un juvenil y una cría pequeña (Caldwell & Caldwell 1985). La gráfica que resume los datos para 2013 muestra un patrón de grupos, pero no se puede saber si estos grupos tienen alguna estabilidad: por ejemplo, los grupos más grandes podrían formarse a raíz de la confluencia de subgrupos estables.

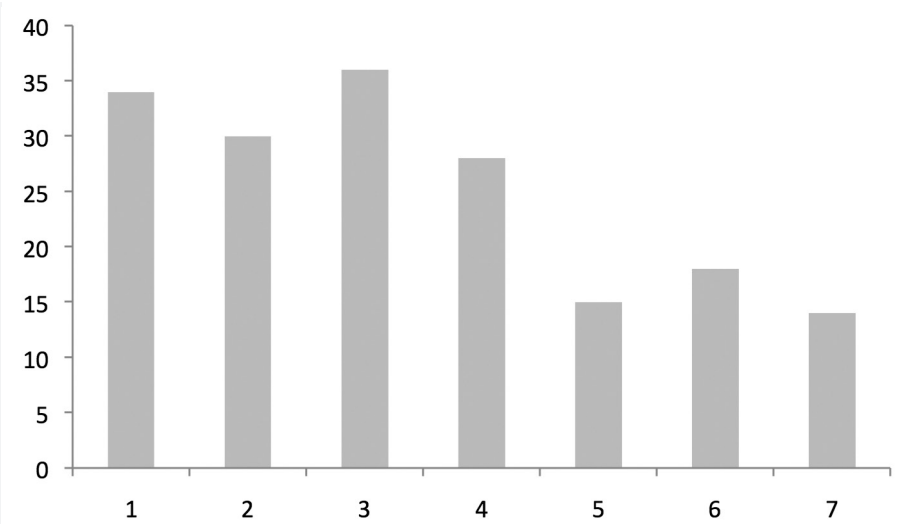


Figura 5. Grupos de manatíes en los humedales de Tarapoto en el año 2013.

La metodología que se usa para observar los animales y la definición de grupo tienden a aumentar el número de manatíes en grupo: generalmente, el pescador se queda mirando los animales durante más de media hora para asegurar cuántos están presentes y durante este lapso los manatíes a veces hacen desplazamientos cortos, acercándose y alejándose. No todos tienen que salir a respirar en el mismo momento para caracterizarlos como 'grupo'. Los grupos más grandes corresponden a registros para el lago Tarapoto Redondo, con 14 manatíes en 2009, 18 en 2010 y 12 en 2012. En el lago El Correo también hay registros de grupos de seis a ocho manatíes para los últimos cinco años. Ambos lagos son sitios importantes durante épocas de transición, cuando los manatíes están migrando al río Amazonas. Para ambos lagos se tienen registros de comportamiento de reproducción, con varios manatíes acosando a un animal grande, que podría ser una hembra. Aunque estos grupos grandes podrían ser vistos como una respuesta a una situación específica de desplazamiento, la mayoría de los manatíes (53,7%) fueron registrados en grupos de dos a cuatro animales en 2013. Solamente seis de estos casos corresponden a un adulto con cría pequeña. En muchos casos se puede distinguir entre animales grandes y medianos por el tamaño del hocico, pero no se sabe si son hembras con juveniles u otro tipo de agrupaciones, ya que no es posible establecer el sexo de los animales sin capturarlos.

Para el río Amazonas, la concentración en grupos se acentúa aún más: solamente 11 manatíes de 150 avistamientos fueron observados solos, o sea que 92,7% de los animales fueron observados en grupos de dos o más. Durante aguas bajas, el hábitat disponible es más limitado y los animales se juntan en los remansos, aumentando el número de grupos grandes: en 2013 más de la mitad de los manatíes fueron registrados en grupos de cuatro a ocho animales y se han observado grupos de hasta 17 animales en años anteriores. Según los datos globales de grupos en 2013, el 86,2% de los avistamientos fueron de dos manatíes o más, comparado con 79,5% en el 2004. Pescadores de la zona entrevistados en el 2011 aseguraron que últimamente veían más manatíes en grupo que hace diez años y que estaban 'aumentando' los manatíes. No se pueden hacer comparaciones con otros estudios de grupos en vida silvestre, ya que no hay este tipo de observaciones para el manatí amazónico. Para el manatí antillano (*Trichechus manatus*) en el río Orinoco hay avistamientos de grupos grandes en época de aguas bajas, cuando se presentan limitaciones de hábitat (Castelblanco *et al.* 2005).

Crías

La relación entre los avistamientos de crías y avistamientos totales no ha cambiado significativamente durante los últimos cinco años, variando de 4,86% en 2011 a 5,67% en 2013. Del total de 107 avistamientos de crías en la zona de Puerto Nariño entre 2009 y 2013, 36 fueron observados en los humedales de Tarapoto. Los sitios de mayor frecuencia para crías fueron el lago Tarapoto Redondo, lago El Correo y Tarapoto Largo, en orden de importancia. Por lo general, se ven más crías pequeñas durante la subida del río y el inicio de aguas altas. Esto coincide con otros estudios en Brasil que señalan un aumento en el número de crías para la creciente, cuando hay vegetación abundante para la hembra (Best 1982).

Cruzando la información por las fechas y los sitios de avistamiento, se puede estimar un número mínimo de crías nuevas para cada año. Durante los primeros años de monitoreo, se estimaron dos crías nuevas por año en la zona de Puerto Nariño; a partir de 2010, fueron cuatro por año. Al mismo tiempo, se ha registrado una baja en el número de crías capturadas y muertas en la zona Atacuari-Zaragoza, y se conocen por lo menos cinco casos de crías y juveniles liberados de mallas por pescadores en aguas colombianas entre 2010 y 2013.



Con frecuencia, algunos pescadores capturan las crías y las mantienen como mascotas en pozos con poca profundidad, donde generalmente mueren por falta de alimento.

Caza y mortalidad

En 1998 y 1999 se registraron diez manatíes cazados por año en la zona Atacuari- Zaragoza (Kendall *et al*. 2005). Después de los primeros talleres y el acuerdo con los pescadores, la caza con arpón empezó a bajar, llegando a seis manatíes cazados en 2000, otros seis en 2001 y cuatro en 2002. A partir del 2003 no se ha registrado ningún manatí cazado en los lagos de Tarapoto y solo se tiene conocimiento de tres casos en aguas colombianas entre 2003 y 2013. Sin embargo, se registran de dos a tres animales cazados por año en aguas peruanas. Algunos de estos animales fueron muertos por pescadores brasileros que subieron el río Amazonas durante la época de aguas bajas en busca de pirarucú y manatí. Igualmente, a partir de entrevistas hay registros de caza en los últimos años en la zona fronteriza de Brasil (Pantoja *et al*. 2013).

Amenazas

Las amenazas más importantes registradas en los humedales de Tarapoto fueron las mallas de pesca y el tráfico de botes. Durante aguas altas los manatíes tienen mucho espacio y los pocos casos de animales enredados ocurrieron en mallas livianas: un manatí adulto sale fácilmente de este tipo de malla, pero una cría puede quedar atrapada. En los casos registrados de 2009 a 2013, los mismos pescadores han rescatado y liberado los animales. Durante las épocas de transición, los pescadores a veces atraviesan los caños con redes e interfieren con las migraciones.

Los manatíes tienden a juntarse en los lagos Tarapoto redondo y El Correo durante aguas subiendo y bajando, justamente en la época cuando hay mucho turismo para el avistamiento de delfines en estos lugares. Los botes grandes y rápidos, y la gran cantidad de peque-peques que llevan turistas, se desplazan de una forma caótica, a veces haciendo vueltas a altas velocidades para hacer saltar a los delfines. Observamos que los manatíes se retiran de estas zonas durante el día.

El verano es la época que presenta mayores peligros para el manatí, ya que el espacio es restringido y los animales se concentran en remansos donde también hay mucha actividad de pesca con mallas livianas y redes grandes. Los botes pasan por los remansos, desplazando a los manatíes de sus zonas de descanso (Kendall *et al.* 2005), pero no se han registrado casos de colisiones con manatíes, a diferencia de lo sucedido en la Florida en Estados Unidos (Reep y Bonde 2006). En el pasado también colocaban trampas con arpón y cerco, tapando los canales, el último caso hallado en los lagos de Tarapoto fue en 2006.

CONCLUSIONES

El monitoreo con gente de la comunidad ha sido una herramienta importante para la conservación de los manatíes en los humedales de Tarapoto. Los recorridos continuos, con la presencia de los pescadores en los sitios más lejanos, aseguran un flujo de datos e información que facilita acciones inmediatas para proteger manatíes amenazados. Adicionalmente, esta información aporta un marco para las estrategias de conservación a largo plazo, concertadas con la comunidad.

Los resultados del monitoreo alimentan un programa muy amplio de educación ambiental alrededor del manatí amazónico, que a su vez refuerza el compromiso con la conservación de esta especie. Entre 2005 y 2013, la Fundación Natütama recibió 46.268 visitantes en el Centro de Interpretación en Puerto Nariño. Más del 15% de estos visitantes fueron niños, adultos y abuelos de la región, quienes escucharon información e historias de los manatíes y vieron presentaciones de teatro y videos incentivando la conservación. Igualmente, el equipo Natütama viajó a comunidades colombianas, brasileras y peruanas llevando el mensaje a autoridades, profesores, adultos y niños. En los colegios, los niños del cuarto grado tienen que mostrar su conocimiento para ganar el Diploma del Manatí.

En talleres con los pescadores de la zona se evalúan los resultados constantemente y una de las preguntas importantes es: ¿están aumentando los manatíes? La percepción local, evidenciada en 24 entrevistas con pescadores, es que sí están aumentando. Todos los entrevistados aseguraron que 'hay más manatíes ahora que hace diez años'. Dijeron que los ven en grupos grandes y son más 'mansos'. Los datos de monitoreo registran un aumento en el número de crías naciendo anualmente: de dos hasta 2009, a cuatro de 2010 en adelante. Los datos también indican una baja en la mortalidad por caza y captura. Los avistamientos y el conteo anual registraron picos en 2011 y 2010, respectivamente; en estos años se observaron grupos muy grandes durante aguas de transición. Dos factores importantes influyeron en la baja en los conteos y los avistamientos de 2012 y 2013: en cuanto al conteo, la combinación del comportamiento hidroclimático con la presencia de muchos botes rápidos en los lagos durante aguas de transición, impidiendo la formación de grupos grandes; en lo que refiere a las observaciones, los remansos más cercanos del río Amazonas han cambiado drásticamente y algunas observaciones sugieren que los animales han sido desplazados a remansos río arriba.

Para el futuro, medidas como el control de las mallas de pesca y de los botes rápidos dentro de los lagos serían de gran beneficio para los manatíes. Igualmente, la participación de la comunidad en el monitoreo y el cuidado es la mejor forma de controlar la caza y asegurar la conservación (Aragones *et al*. 2012). Los humedales de Tarapoto resultan de gran importancia para la especie y uno de los pocos en la región amazónica donde hay indicios de una posible recuperación de la población.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a todas las personas que aportaron información y datos para este trabajo, especialmente a los coinvestigadores Demetrio Silva, Pedro Ahue, Misael Ahue, Francisco Silva, Jesús Uriel Peña y Luis Ahuanari; también agradecemos los aportes de Rocío Perdomo, Nataly Castelblanco, Diana Marcela Rojas, Ximena Torres, José Becerra, Mauricio Laureano y Jaime Peña. Por aportar a la conservación del manatí a través de la educación, agradecemos al Grupo Selvando y los guías del Centro de Interpretación Natütama; y por su apoyo al programa de conservación, agradecemos la comunidad de Santa Clara de Tarapoto, el resguardo ATICOYA en Puerto Nariño, Whale & Dolphin Conservation, Columbus Zoo & Aquarium, Rufford Small Grants Foundation y la Fundación Omacha.

LITERATURA CITADA

Aragones, L.V., M.Marmontel & S.Kendall. 2012. Working with communities for Sirenian conservation. En Hines E.M., J.E. Reynolds III, L.V. Aragones, A.A. Mignucci-Giannoni & M.Marmontel (Eds.) Sirenian Conservation: Issues and strategies in developing countries, University Press of Florida.

Best, R.C. 1982. Seasonal breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia:Sirenia). Biotropica 14:1:76-78.

Best, R.C. 1983. Apparent dry season fasting in Amazonian manatees (Mammals:Sirenia). Biotropica 15:1:61-64.

Caballero, S. & J.P. Giraldo. 2004. Filogeografia del manatí antillano (*Trichechus manatus*) y del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en Colombia. EN Programa Nacional de Manejo y Conservación de Manatíes en Colombia, Dirección de Ecosistemas, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial/Fundación Omacha Bogotá.

Caldwell, D.K. & M.C. Caldwell. 1985. Manatees. En: Ridgway, S.H. & R.Harrison (Eds.) Handbook of Marine Mammals Volume 3: The Sirenians and Baleen Whales, Academic Press.

Calvimontes-Ugarte, J. 2009. Etnoconocimiento, uso y conservación del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en la reserva de desarrollo sostenible Amanã, Brasil. Tesis Maestría Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.

Castelblanco, D.N. 2000. Estudio del comportamiento del manatí amazónico *Trichechus inunguis* en cautiverio, Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Castelblanco-Martínez, D.N., Bermúdez, A.L., y I. Gómez. 2005. Ecología, distribución y conservación del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en la orinoquía colombiana. Programa Nacional de Manejo y Conservación de Manatíes en Colombia, Dirección de Ecosistemas, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial/Fundación Omacha, Bogotá.

Charry, A. 2002. Patrones de comportamiento y uso de hábitat del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) en condiciones de semicautiverio. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Colares, I.G: & E.P. Colares 2002. Food plants eaten by Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*, Mammalia:Sirenia) Brazilian Archives of Biology & Technology 45:pp67-72.

Domning, D. 1982. Commercial exploitation of manatees *Trichechus* in Brazil 1785-1973. Biological Conservation 22:101-226.

Guterres, M.G., M. Marmontel, D.M. Ayub, R.F.Singer & R.B. Singer. 2008. Anatomia e morfologia de plantas aquaticas da Amazonia, IDSM Mamiraua Belem.

Holguín, V. 2002. Estudio preliminar de la ecología alimentaría del manatí (*Trichechus inunguis*) en la zona de Puerto Nariño, Amazonia colombiana. Tesis de grado, Universidad del Valle, Cali.

IUCN.1996. Red list of threatened animals. Switzerland: IUCN.

Kendall, S. y D.L. Orozco. 2003. El árbol de los manatíes: caza, concertación y conservación en la Amazonia colombiana. En: Campos-Rozo, C. y A. Ulloa (Eds) Fauna Socializada: tendencias en el manejo participativo de la fauna en America Latina, Fundación Natura/MacArthur Foundation/ Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Bogotá.

Kendall, S., D.L. Orozco, & C. Ahué. 2005. Ecología, caza y conservación del manatí *Trichechus inunguis* en la Amazonia colombiana. Programa Nacional de Manejo y Conservación de Manatíes en Colombia, Dirección de Ecosistemas, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial/ Fundación Omacha Bogotá.

Kendall, S., C.Ahue, M. Ferreira & P. Roa. 2008. Uso de hábitat, áreas prioritarias y conservación del Manatí Amazónico (*Trichechus inunguis*) en el Trapecio Colombiano, En Trujillo, F., J.A. Alonso, M.C. Diazgranados & C. Gómez (Eds). Fauna acuática amenazada en la Amazonia Colombiana. Fundación Omacha, Fundación Natura, Sinchi, Corpoamazonia. Bogotá.

Marmontel, M., M.G. Guterres., M.C.O. Meirelles, J. Calvimontes J. & F. C. W. Rosas. 2002. Lago Amanã: Destino estival de manatíes amazónicos en la amazonía occidental brasileña, Libro de Resúmenes 10ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de America del Sur, 14-19 oct. 2002 Valdivia Chile.

Marmontel, M., F.C.W Rosas & S. Kendall. 2012. The Amazonian manatee pp.47-53. En: Hines E.M., J.E. Reynolds III, L.V. Aragones, A.A. Mignucci-Giannoni & M.Marmontel (Eds.) Sirenian Conservation: Issues and strategies in developing countries, University Press of Florida.

Medina, J. T. 1988. The Discovery of the Amazon, New York Dover.

Montenegro, I. 1994. Distribución espacial de la vaca marina *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia) en el río Amazonas, Trapecio Amazónico. Trianea, 5: 323-334.

Orozco, D. 2001. Manatí *Trichechus inunguis*: caza, percepción y conocimiento de las comunidades del Municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Padilla, A. 2002. Distribución de las macrófitas acuáticas en la zona de Puerto Nariño, Amazonas y su importancia como comederos potenciales del manatí *Trichechus inunguis*, Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Pantoja, T.M.A. 2004. Análise física e química da urina de *Trichechus inunguis* (Mammalia:Sirenia); valores referencia para o peixe-boi da Amazonia. Tese de Mestrado INPA/Universidade do Amazonas, Manaus.

Pantonja, T. M. A., H.L. Queiroz,.S. Kendall, & J.C.P.Marquez. 2013. Etnoconservação do peixe-boi da Amazonia (*Trichechus inunguis*, Mammalia, Sirenia) no baixo Javari, Am-Brasil. IV Congreso colombiano de Etnobiología, Bogotá.

Pérez, M. y E. Chávez. 2000. Evaluación del estado de conservación del manatí amazónico (*Trichechus inunguis*) e identificación de los hábitos alimenticios de la especie en la zona de influencia de Puerto Nariño, Amazonas- Colombia. Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Reep, R.L. & R.K. Bonde. 2006. The Florida manatee: Biology and Conservation, University Press of Florida.

Reeves, R.R, S. Leatherwood, T.A. Jefferson, B.E. Curry & T. Henningsen. 1996 Amazonian manatees, *Trichechus inunguis*, in Peru: distribution, exploitation and conservation status. Interciencia 21:6:.246-254.

Rodríguez-Mahecha, J.V., M. Alberico, F. Trujillo & J.Jorgensen. (Eds) 2006 Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies, amenazados de Colombia, Conservación Internacional Colombia y Ministeiro de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia.

Rosas, F. W. 1994. Biology, conservation and status of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*, Mammal Review 24:2:49-59.

Sousa, M.E.M., B.M.L.Martins & M.E.B. Fernandes. 2013. The need for local ecological knowledge (LEK) as a tool for the participative management of manatees on Marajó Island, Brazilian Amazonian coast. Ocean & Coastal Management 86:pp53.60.



Fernando Trujillo · Santiago R. Duque
editores







UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE AMAZONIA











MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

PROSPERIDAD
PARA TODOS