



BASES TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DEL PAICHE (*Arapaima gigas*) EN LA CUENCA AMAZÓNICA BOLIVIANA



**Bases técnicas para
el manejo y aprovechamiento
del paiche (*Arapaima gigas*) en la
cuenca amazónica boliviana**

Fernando M. Carvajal-Vallejos, Roxana Salas, Julio Navia,
Joachim Carolsfeld, Federico Moreno Aulo, Paul A. Van Damme
(Editores)

Estado Plurinacional de Bolivia
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
2017





Estado Plurinacional de Bolivia

CÉSAR HUGO COCARICO YANA
Ministro de Desarrollo Rural y Tierras

MARISOL SOLANO CHARIS
Viceministra de Desarrollo Rural Agropecuario

CARLOS OSINAGA ROMERO
Director General Ejecutivo – INIAF

© Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
© Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

Depósito Legal: 2-1-63-17
ISBN: 978-99974-67-40-9
Edición: Editorial INIA (www.editorial-inia.com)
Diseño e impresión: ETREUS impresores
Supervisión diagramación: Pedro Guereca (Editorial INIA)

CITA: Fernando M. Carvajal-Vallejos, Roxana Salas, Julio Navia, Joachim Carolsfeld, Federico Moreno Aulo, Paul A. Van Damme (Editores) (2017) Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica boliviana. INIAF-IDRC-Editorial INIA, Bolivia, 508 p.

La presente publicación puede ser reproducida total o parcialmente con fines educativos y sin permiso especial, siempre con mención de la fuente.

Elaborado por:



Con apoyo de:



Financiado por:



Co-financiado por:



Global Affairs
Canada

Affaires mondiales
Canada



IDRC | CRDI

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international

Canada

PRESENTACIÓN

Con el fin de hacer frente a la crisis alimentaria y al fracaso de las políticas aplicadas por gobiernos neoliberales que nos dejaron postergados por más de 500 años, el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia implementó un nuevo modelo económico, que es aplicado por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), con el propósito de lograr la seguridad y soberanía alimentaria en condiciones de inocuidad y calidad para el vivir bien de las bolivianas y los bolivianos, apuntando a una Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria en el marco de la economía plural, reforzando los pilares de la Agenda Patriótica 2025.

El crecimiento y desarrollo en base al aprovechamiento de los recursos naturales, la reducción de la desigualdad social, la nacionalización y el control de los recursos naturales, permiten a las instituciones del MDRyT desarrollar y generar información técnica desde la participación activa de los pequeños y medianos productores, generación de conocimientos que son plasmados en el presente documento que hace referencia al uso y acceso a las bondades de la Madre Tierra para satisfacer las necesidades alimentarias en convivencia armónica con la naturaleza, su respeto y defensa.

Por tal motivo el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), con el objetivo de brindar información de estos rubros en base a experiencias técnicas y profesionales de diferentes instituciones del sector en todo el país, presenta el siguiente aporte de investigación y de consulta académica.

Cesar Hugo Cocarico Yana
MINISTRO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

PRÓLOGO

El libro "Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica boliviana" es un producto significativo que aporta el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a la investigación técnica-científica de la fauna acuática en Bolivia. Este documento divulga oficialmente nuevos conocimientos técnicos sobre la biología, ecología, aspectos ambientales, sociales y comerciales del paiche, como especie introducida en nuestro país.

Esta publicación se constituye en una herramienta de consulta académica y de planificación estratégica para promover el desarrollo de las pesquerías amazónicas en pequeña escala, principalmente del paiche. Esperamos que este material sea utilizado por los tomadores de decisiones del Estado en sus diferentes niveles, dado que los recursos pesqueros juegan un papel importante para los ecosistemas acuáticos, y son un medio de vida de las poblaciones que dependen del recurso y habitan las riberas de los diferentes cuerpos de agua de la región norte amazónica. La pesca para los pueblos indígenas es una actividad económica de seguridad y soberanía alimentaria. Con una buena planificación de aprovechamiento enmarcada en políticas públicas, la pesca aportará a la conservación y sostenibilidad de las especies nativas en los territorios indígenas, y se mejorará la calidad de vida de hombres y mujeres del pueblo boliviano, a través del consumo de pescado en condiciones de inocuidad y calidad para el vivir bien.

La información presentada en este libro es el resultado de la investigación participativa (entre investigadores y actores locales) realizada en cuatro territorios indígenas (los TIOCs Chácobo-Pacahuara, Tacana-Cavineño, Cavineño y Multiétnico II) del norte del departamento del Beni en alianza estratégica con la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO) y la Federación Única de Pescadores, Comercializadores y Piscicultores del Norte Amazónico de Bolivia (FEUPECOPINAB).

CARLOS OSINAGA ROMERO
Director General Ejecutivo - INIAF

ÍNDICE

Cap.	Autores	Título	Pag.
	Ministro MDRyT	Presentación	V
	Director INIAF	Prólogo	VII
	-	Resumen Ejecutivo	XI
PARTE I. INTRODUCCIÓN			1
1	-	Introducción: el paiche en la Cuenca Amazónica boliviana	3
2	Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M, Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme PA, Céspedes R, Oberdorff T	Diversidad de los peces en la Cuenca Amazónica boliviana	7
PARTE II. INVASIÓN Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL			19
3	Carvajal-Vallejos FM, Montellano SV, Lizarro D, Villafán S, Zeballos AJ, Van Damme PA	La introducción del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en la Cuenca Amazónica boliviana y síntesis del conocimiento	21
4	Van Damme PA, Coca Méndez C, Córdova L, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J	La expansión del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) (Osteoglossiformes; Arapaimidae) en la Amazonía boliviana	43
5	Lizarro D, Montellano SV, Villafán S, Calderón H, Moreno-Aulo F, Zeballos AJ, Carvajal-Vallejos FM	Distribución del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en Bolivia: una actualización a cinco décadas de su introducción	59
PARTE III. BIOLOGÍA Y GENÉTICA			79
6	Jaldin MA, Villafán S, Montellano SV, Maldonado M, Carvajal-Vallejos FM	Edad y crecimiento del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en la cuenca baja del río Madre de Dios basado en el análisis de escamas	81
7	Villafán S, Aguilar F, Argote A, Lizarro D, Maldonado M, Carvajal-Vallejos FM	Dieta del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en lagunas de las cuencas Beni y Madre de Dios (Bolivia)	103
8	Villafán S, Montellano SV, Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM	Abundancia del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en cuatro territorios indígenas del norte de Bolivia	121
9	Carvajal-Vallejos FM, Nelson J, Barroso D, Villafán S, Montellano SV, Carolsfeld J	Variabilidad genética del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en Bolivia: una o varias poblaciones?	147
PARTE IV. BENEFICIOS Y RIESGOS PARA EL CONSUMO			163
10	Reynaga Loredo R, Villafán S, Montellano SV, Carvajal-Vallejos FM	Contenido nutricional de la carne de paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en Bolivia	165
11	Ustariz K, Villafán S, Carolsfeld J, Kravac L, Carvajal-Vallejos FM	Concentración de mercurio en carne de paiche (<i>Arapaima gigas</i>) del norte de la Cuenca Amazónica de Bolivia	175
12	Rodríguez Levy IE, Bervoets L, Carvajal-Vallejos FM	Acumulación de metales en especies de peces comerciales del norte de la Cuenca Amazónica boliviana y riesgos para el consumo humano.	191

PARTE V. PESCA Y MEDIOS DE VIDA			203
13	Montellano SV, Macnaughton AE, Carvajal-Vallejos FM	Diagnóstico de las pesquerías en cuatro territorios indígenas del norte amazónico de Bolivia	205
14	Macnaughton AE, Montellano SV, Trujillo S, Salas R, Carvajal-Vallejos FM	Los medios de vida en comunidades indígenas del norte de Bolivia: cuál es el rol actual y potencial de la pesca?	321
15	Flores DN, Montellano SV, Rodal P, Barrozo D, Carvajal-Vallejos FM	La pesca en Cachuela Esperanza y Rosario del Yata	359
PARTE VI. CADENA DE VALOR DEL PAICHE			387
16	Rico López G, Coca Méndez C, Almeida O.T., Van Damme PA	Estructura y economía de la pesca indígena y comercial en el norte de la Cuenca Amazónica boliviana	389
17	Navia J, Salas R, Montellano SV, Van Damme PA	La cadena productiva del pescado en el norte de la Cuenca Amazónica de Bolivia	409
18	Navia J, Villarroel L, Van Damme PA	El mercado del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) en Bolivia	441
PARTE VII. RECOMENDACIONES			449
19	Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Navia J, Salas R, Moreno Aulo F, Rainville T, Macnaughton AE, Daza R, Carolsfeld J	Desafíos y recomendaciones para el manejo del paiche (<i>Arapaima gigas</i>) y la conservación de la diversidad acuática en Bolivia	451
ANEXOS			
1	Lista de especies de peces presentes en cada una de las 13 unidades hidrológicas definidas para la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), y que conforman la base de datos Fish-AMAZBOL		465
2	Lista de autores		505

RESUMEN EJECUTIVO

La **PARTE I (INTRODUCCIÓN)** tiene dos capítulos introductorios.

El **capítulo 1** presenta un breve resumen del contexto del libro e indica sus orígenes y objetivos.

El **capítulo 2** presenta los últimos conocimientos sobre la diversidad de los peces en la Cuenca Amazónica boliviana. La ictiofauna que contiene esta cuenca ha recibido una reciente atención por parte de científicos y autoridades nacionales en las últimas décadas, porque representa una de las fuentes de proteína más importantes para los bolivianos y bolivianas de las comunidades locales y de las grandes ciudades. En el capítulo se presenta una base de datos sobre los peces reportados para la cuenca. La base de datos fue construida a partir de una revisión exhaustiva de la literatura sobre peces nativos y no nativos (exóticos). La base de datos fue denominada como Fish-AMAZBOL y contiene listas de especies para 13 unidades hidrológicas definidas en este trabajo. El área estudiada representa, aproximadamente, 65% (722 137 km²) del territorio de Bolivia. Se reportaron 802 especies válidas, 12 de ellas no nativas. En perspectiva, este valor representa alrededor del 14% de la ictiofauna neotropical y alrededor del 6% de los peces estrictamente de agua dulce que habitan el planeta. Esta información puede considerarse como un punto de referencia sobre la riqueza de peces en la Cuenca Amazónica boliviana, la cual debe ser mejor entendida para protegerla, conservarla, y aprovecharla de una manera sostenible.

La **PARTE II (INVASIÓN Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL)** contiene una descripción exhaustiva de los conocimientos más recientes sobre los patrones de invasión del paiche (identificado tentativamente como *Arapaima gigas*) en la Amazonía boliviana.

El **capítulo 3** presenta una síntesis general del estado de conocimiento del paiche en su zona de distribución natural y Bolivia, indicando los aspectos más relevantes de su biología y ecología, y describe la historia de su introducción en Bolivia, para entender cómo ocurrió la dispersión desde la porción peruana del río Madre de Dios, y su posterior establecimiento en los principales sistemas asociados a este río en el norte. La velocidad de dispersión del paiche ha sido calculada en base a varias decenas de avistamientos, y se propone el tiempo que le tomará a la especie alcanzar las partes altas de las cuencas donde todavía no está presente pero que ya fueron alcanzadas en las partes bajas. Los primeros registros en los ríos Mamoré e Iténez son explicados desde diferentes perspectivas: el evento extremo de inundación en 2013-2014 y/o la mano del hombre vinculada a piscicultura en Bolivia y/o Brasil. En vista del alcance geográfico actual de la especie, se recomienda que los tomadores de

decisiones a diferentes escalas geográficas definen cual es la mejor estrategia para manejar o enfrentar a la especie en los siguientes años, y promuevan la regulación de introducciones de peces no nativos.

El **capítulo 4** enfoca la misma problemática desde una perspectiva de reconstrucción del patrón de invasión del paiche, utilizando datos de entrevistas con personas clave y estadísticas pesqueras. Se estima que la especie ocupa aproximadamente 340 km² de lagunas de várzea en las cuencas de los ríos Beni, Orthon y Madre de Dios. La captura anual en 2009 fue estimada en 0.76 kg/ha/año. La distribución actual solamente representa el 24% de las lagunas de várzea en la Cuenca Amazónica boliviana, reflejando el alto potencial pesquero si la especie colonizaría también las cuencas de los ríos Mamoré e Iténez. Este capítulo describe en particular el posible rol de bajas temperaturas como factor limitante para la expansión de paiche hacia el sureste de la cuenca.

Basándose en los capítulos anteriores, **el capítulo 5** presenta una actualización de la distribución del paiche en Bolivia. Los registros de la especie fueron obtenidos de diferentes fuentes de información y sumaron un total de 338, entre observaciones en el medio natural (329) y en piscicultura (9). Los resultados muestran que la especie ha tenido un avance considerable en la Cuenca Amazónica boliviana, y que ahora también se encuentra en la Cuenca del Plata (río Paraguay). En la Cuenca Amazónica, se reporta por primera vez su presencia en las subcuencas de los ríos Mamoré e Iténez, posiblemente causada por eventos hidrológicos extremos y/o piscicultura precariamente manejada. En la cuenca del río Beni los registros últimos indican que ya se encuentra próximo al piedemonte andino. En base a este escenario actual, y tomando en cuenta la experiencia sucedida en las pesquerías de Riberalta a raíz de su introducción, se propone que el sector pesquero inicie un diálogo sobre la planificación de las pesquerías en la Cuenca Amazónica, para evitar posibles conflictos (competencia) entre los principales puertos pesqueros, optimizar los beneficios que se pueden obtener de las pesquerías sostenidas por esta especie, y al mismo tiempo contribuir a la protección de la diversidad acuática nativa.

La PARTE III (BIOLOGÍA Y GENÉTICA) trata la biología y genética del paiche.

En el **capítulo 6** se presentan datos sobre el crecimiento del paiche, uno de los peces más grandes de la Cuenca Amazónica, capaz de alcanzar tallas de hasta tres metros de largo y más de 200 kg. La investigación sobre su crecimiento y edad fue realizada en la laguna El Mentiroso (cuenca del río Madre de Dios) en base a muestras colectadas en octubre 2011 y julio-agosto 2012. Se analizaron datos de longitud total, longitud estándar, longitud del intestino y peso de 250 individuos. Se realizó el conteo de los anillos de crecimiento en escamas de 116 individuos. La talla de madurez sexual aproximada fue definida mediante observación directa de las gónadas y datos primarios proporcionados por pescadores a través de entrevistas directas. Los resultados mostraron una correlación positiva entre la longitud total y estándar, entre la longitud estándar y el peso, y entre la longitud estándar y la longitud intestinal. Las clases de edad estuvieron comprendidas entre cero y trece años. La talla mínima observada (longitud estándar) con presencia de ovocitos en desarrollo fue de 152 cm. Las entrevistas a pescadores indicaron que la talla (longitud total) de primera madurez sexual del paiche se encuentra alrededor de 120 cm, y que el período reproductivo ocurre entre las aguas bajas y ascenso de las mismas (septiembre – enero).

Hasta la fecha, se desconocía la dieta del paiche en ambientes de Bolivia y su efecto sobre las comunidades acuáticas. El **capítulo 7** presenta la metodología y resultados de un estudio sobre la dieta de la especie en lagunas y arroyos de los ríos Beni y Madre de Dios, durante el periodo de aguas bajas (julio 2012). Se colectaron 253 estómagos de ejemplares con una longitud estándar promedio de 116.6 cm, (min. 44.4 cm; max. 236 cm). En cada estómago se separaron los ítems presentes, los cuales fueron pesados, fotografiados e identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Para describir la dieta se usaron los índices de frecuencia de ocurrencia, frecuencia numérica, frecuencia gravimétrica y el Índice de Importancia Relativa presa específico. Adicionalmente se realizó un análisis de la dieta separando la muestra en clases de tamaño cada 20 cm y según su sexo. Para poder determinar su nicho trófico se calculó el Índice Intestinal y el Nivel Trófico. De los 253 estómagos, sólo 177 presentaron contenido estomacal. 97 de estos ejemplares fueron hembras y 70 machos. La mayoría de los ejemplares pertenecieron a las clases de tamaño comprendida entre 81-100 y 101-120 cm (83 y 44 individuos respectivamente). Se encontró que la dieta está compuesta principalmente por peces, materia vegetal e invertebrados. El ítem peces fue el único categorizado como primario. Dentro de los peces el orden Characiformes fue el más importante. Las familias de mayor relevancia dentro de este taxón fueron Characidae y Curimatidae. Los invertebrados que destacaron en la dieta pertenecen a los órdenes Coleoptera, Hemiptera y Decapoda. No se observó diferencias significativas en la composición de la dieta entre las diferentes tallas y sexos. El Índice Intestinal, el Índice de Nivel Trófico y los ítems encontrados en la dieta del paiche sugieren que es una especie omnívora, sin embargo presenta una clara preferencia carnívora direccionada hacia peces.

El **capítulo 8** presenta una evaluación de la abundancia del paiche en cuatro TIOCs (Territorios Indígenas Originarios Campesinos) del departamento del Beni para determinar su potencial pesquero. Se realizó el conteo de paiche en 34 lagunas y cuatro ríos de estos territorios, a través de su visualización el momento cuando éstos salen a respirar. Los resultados mostraron que la mayor densidad de paiche (individuos/ha) se encuentra en lagunas de la comunidad Las Petas (TIOC Chácobo-Pacahuara), y en el río Santa María (TIOC Cavineño). La mayor abundancia y potencial para la pesca (cantidad de carne que potencialmente se puede extraer) se encontró en lagunas de la comunidad Santa Rosa de Florida (TIOC-Cavineño) y en remansos y cauces del río Benicito (TIOC Chácobo-Pacahuara). Se concluye que el paiche en los ecosistemas acuáticos de los territorios indígenas evaluados es una especie abundante y puede ser extraído de manera sostenible, además de proporcionar valiosos recursos económicos a las poblaciones indígenas del norte de Bolivia.

En el **capítulo 9**, se presentan resultados sobre la variabilidad e identidad genética del paiche en el norte de Bolivia, y el estado de su estructuración poblacional. Se colectaron 111 individuos de los ríos Madre de Dios (55), Beni (38) y Orthon (18). Todos ellos fueron analizados a nivel de tres loci de microsatélites (DNAn) y de la ATPasa (DNAm), mientras que solo cinco de cada localidad para el CO1 (DNAm). Los microsatélites mostraron una estructura poblacional relacionada al origen geográfico de las poblaciones, mientras que la ATPasa fue poco variable y no se detectó diferencias entre localidades. La variación del CO1 sugiere que los ejemplares examinados forman parte de una misma entidad genética. Se propone que la estructura observada con los microsatélites está relacionada a la introducción de individuos provenientes de múltiples stocks, los cuales poseen una preferencia por ciertos hábitats y atravesaron por cuellos de botella. Se recomienda que el manejo de la especie considere la diferenciación existente entre las distintas zonas geográficas y/o sistemas.

La **PARTE IV (BENEFICIOS Y RIESGOS PARA EL CONSUMO)** presenta las metodologías y resultados de estudios especializados sobre los beneficios y riesgos de consumo de carne de paiche y de algunas especies nativas.

La carne del paiche posee características que han facilitado su comercialización en las principales ciudades del país. El **capítulo 10** detalla el trabajo de caracterización e identificación del aporte nutricional de la carne de paiche proveniente de la ciudad de Riberalta (Beni), principal puerto pesquero al norte de Bolivia y centro de distribución de carne de paiche a los mercados del interior. Se colectaron muestras de tejido de la zona dorsal, abdominal y caudal (n=3; 800 g) de tres ejemplares medianos (122.8 cm de longitud total promedio). Los resultados muestran que la carne de paiche tiene un importante contenido nutricional, es rica en proteínas (20%), ácidos grasos Omega 3 y vitamina D, y presenta bajos niveles de grasas totales y carbohidratos. Se recomienda su consumo habitual en la dieta, el cual debe ser complementado con otros alimentos y equilibrado en relación a la cantidad de contaminantes que puede contener (p.ej. mercurio). A corto plazo se recomienda realizar estudios sobre el contenido nutricional de la especie en base a otras variables (p.ej. zona de procedencia, tamaño, sexo, piscicultura, entre otros), pero también sobre cómo se debe manipular y preparar los alimentos para optimizar la asimilación de los nutrientes que posee.

Los suelos de la Cuenca Amazónica boliviana son reservorios naturales de mercurio donde la intensa actividad minera, la deforestación y cambios de uso de suelo, potencian la contaminación de sistemas acuáticos y el flujo a través de la cadena trófica. El objetivo del **capítulo 11** fue determinar las concentraciones de mercurio en la carne del paiche, una de las especies comerciales más importantes en las pesquerías de Bolivia. Se realizaron colectas de músculo en ocho sitios en las cuencas de los ríos Orthon, Madre de Dios, Beni y Yata (Beni y Pando). Las muestras tomadas fueron transportadas, manteniendo la cadena de frío, a un laboratorio donde fueron liofilizadas y analizadas mediante el método de digestión y lectura por fluorescencia atómica. Los resultados obtenidos mostraron que en general el paiche tiene bajas concentraciones de mercurio en su tejido muscular (0.2 mg Hg/kg), en relación al límite permisible sugerido por la OMS de 0.5 mg Hg/kg, y en comparación a especies con concentraciones intermedias de mercurio, como el atún. El consumo moderado de carne de paiche no representa un riesgo y puede realizarse de manera regular hasta tres veces por mes en cantidades de 0.7 - 1 kg.

El **capítulo 12** presenta los resultados de un análisis de las concentraciones de metales (arsénico As, cadmio Cd, cromo Cr, cobalto Co, cobre Cu, plomo Pb, mercurio Hg, níquel Ni, zinc Zn) en el tejido muscular de diferentes especies de peces colectadas en los mercados de ciudades situadas en las orillas del río Beni (Rurrenabaque, Riberalta). En total se analizaron 109 muestras pertenecientes a 35 especies de peces y a cuatro niveles tróficos (carnívoros, detritívoros, herbívoros, omnívoros). Al agrupar las muestras según su nivel trófico, las especies carnívoras presentaron el valor mediano más alto de mercurio, seguidas por el grupo de especies omnívoras, detritívoras y finalmente, las especies herbívoras, por lo que se podría sugerir que se trata de un caso de biomagnificación de este metal a través de las redes tróficas acuáticas. No fue posible detectar una diferenciación significativa en los niveles de mercurio al tomar en cuenta las diferentes zonas de pesca a lo largo de la cuenca, situación que parece demostrar que la contaminación por mercurio sólo depende de los hábitos alimenticios de los peces y no tanto de las condiciones ambientales en las que viven. Se realizó un análisis del riesgo de consumo de pescado para la

salud humana. El estudio demostró que el mercurio es el único de los metales estudiados que representa un riesgo, particularmente para la población femenina, que muestra una mayor vulnerabilidad en términos de intoxicación por mercurio. Los grupos indígenas del noroeste del país constituyen otro grupo muy vulnerable, ya que a diferencia de los habitantes de las ciudades, las personas de las poblaciones de la cuenca del río Beni generalmente no tienen otras opciones como fuente de proteínas.

La **PARTE V (PESCA Y MEDIOS DE VIDA)** presenta una descripción exhaustiva de las características de pesca en cuatro Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs) en el norte de la Amazonía Boliviana y describe en detalle como la pesca comercial y de subsistencia aportan a sostener los medios de vida en esta región del país.

El **capítulo 13** presenta los resultados de talleres comunales y entrevistas individuales en cuatro TIOCs (Territorios Indígenas Originarios Campesinos) del norte de Beni (Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II) entre los meses de octubre y noviembre de 2015. Se eligieron las 23 comunidades con mayor potencial pesquero dentro de los cuatro TIOCs. En total, se realizaron 127 entrevistas. Se obtuvo información sobre sus principales actividades productivas, sus zonas de pesca, medios de transporte, embarcaciones, motores, artes de pesca, esfuerzo de pesca, volúmenes estimados de captura, especies más importantes, la comercialización de pescado, seguridad alimentaria al nivel de hogar, conocimientos y percepciones del paiche, y finalmente sobre los principales problemas que enfrenta el sector pesquero, planteando posibles soluciones a estos problemas. El objetivo fue el de identificar las pesquerías con mayor potencial para participar de un aprovechamiento pesquero periódico dentro de las comunidades estudiadas. Se observó que las comunidades del TIOC TIM II son las que aprovechan en mayor proporción de los recursos pesqueros a los que tienen acceso, y el paiche empieza a tomar importancia como fuente alternativa de ingresos económicos para las comunidades que lo aprovechan comercialmente. Estos resultados pueden servir de base para un mejor aprovechamiento pesquero por estas comunidades en el futuro.

En el **capítulo 14** se presenta una caracterización de los medios de vida en 23 comunidades indígenas de cuatro TIOCs en el Departamento de Beni, Bolivia. En general, los encuestados informaron de estrategias de subsistencia diversificadas, en su mayoría actividades extractivistas. Las actividades con las tasas más altas de participación en general fueron para la subsistencia, la pesca (98%) y la agricultura (92%), y luego para fines comerciales castaña (81%), caza (61%) pesca de especies nativas (48%), pesca de paiche (37%) y cosecha de palmito (36%). Mientras que el pescado es una parte central de las dietas locales, la venta de pescado es menos común y, en general, una fuente secundaria de ingresos a la castaña y otras actividades. Muchos encuestados enfrentan problemas significativos de pobreza y vulnerabilidad, incluyendo la falta de acceso a servicios básicos como educación, salud, agua limpia, acceso al transporte y bajos niveles de seguridad alimentaria. Las recomendaciones incluyen el desarrollo de una estrategia para hacer uso del paiche como una fuente adicional de ingresos estacional, y el inicio de una planificación participativa integrada con las comunidades basada en el enfoque de los medios de vida sostenibles (SLA).

La actividad pesquera en la Amazonía boliviana es de vital importancia económica e involucra a varios sectores. Pese a esto se tiene escasa información

técnica sobre la actividad. El **capítulo 15** presenta un diagnóstico sobre la actividad pesquera en Cachuela Esperanza y Rosario del Yata en base a un monitoreo pesquero en ambas comunidades. Se describen aspectos generales de la pesca comercial. Ambas comunidades practican pesca comercial y de subsistencia. En la comunidad de Cachuela Esperanza, la pacupeba (*Mylossoma duriventre*), yatorana (*Brycon amazonicus*), y pacú o tambaquí blanco (*Piaractus brachypomus*) son las especies de mayor importancia, mientras que en la comunidad de Rosario del Yata son el paiche (*Arapaima gigas*), tucunaré (*Cichla pleiozona*) y bentón (*Hoplias malabaricus*). La pesca en ambas comunidades juega un rol económico importante tanto en el consumo como en el comercio.

En la **PARTE VI (CADENA DE VALOR)** se describen las cadenas productivas del pescado en la Amazonía boliviana y se presentan algunos datos sobre los mercados urbanos del paiche.

La cuenca alta de Madera representa una zona importante para el abastecimiento de carne de pescado para la población boliviana. El objetivo del **capítulo 16** fue caracterizar la actividad pesquera en los alrededores de Riberalta y cuantificar el aporte económico generado, tanto por las unidades de pesca comercial de mediana escala (pescadores que viven en zonas urbanas) como por las unidades de pesca de pequeña escala (pescadores indígenas que radican en los TIOCs y pescadores campesinos). Este estudio está basado en un monitoreo intensivo realizado por el lapso de un año. Se registraron 443 desembarques y 1 963 envíos de pescado y se realizaron entrevistas con los dueños de unidades de pesca y con los representantes de las asociaciones de pescadores y comercializadores de pescado de Riberalta. Los resultados indican que la flota pesquera comercial de Riberalta está compuesta por embarcaciones de mediano y pequeño porte (con capacidad de almacenamiento de hielo menor a 1.7 toneladas), dedicada principalmente a la captura de paiche, con estrategia de comercialización destinada al abastecimiento de las principales ciudades del país. Por otro lado, la pesca de pequeña escala está compuesta por embarcaciones de pequeño porte (con capacidad de almacenamiento de hielo menor a 200 kg), dedicada principalmente a la captura de especies nativas de pescado, con estrategia de comercialización destinada al abastecimiento de Riberalta. En cuanto a la pesca comercial de mediana escala, las unidades de pesca de pequeño porte son menos eficientes que los de mayor porte en cuanto a desembarque por unidad de esfuerzo (kg/pescador/día), sin embargo, las embarcaciones de pequeño porte son más eficientes económicamente (ingreso/costo) debido principalmente a la modalidad de pago de la tripulación (riesgo compartido). Se concluye que la pesca de Riberalta aporta significativamente a la seguridad alimentaria, siendo que el país presenta un índice de consumo de pescado per cápita muy por debajo de lo recomendado por organizaciones internacionales. La pesca aporta significativamente al Producto Interno Bruto regional y a la generación de empleo para pobladores de la Amazonía.

El **capítulo 17** describe la cadena productiva del pescado, con especial énfasis en el paiche, en el norte del departamento Beni mediante una estructura segmentada, que muestra las interrelaciones entre los actores directos (1 588) e indirectos (45) y los flujos de materiales e insumos, productos y capital de las actividades de los eslabones de provisión de bienes y servicios, de producción pesquera, de procesamiento y elaboración de productos de pescado, y de comercialización y distribución. El estudio se basa en la sistematización y análisis de datos secundarios seleccionados e información primaria proporcionada por actores clave del sector pesquero urbano e

indígena, mediante entrevistas, encuestas y talleres participativos. Se estima que la captura anual de pescado para el comercio es de aproximadamente 932 toneladas, de las cuales el volumen de paiche es de 742 t/año (79.6%) y los volúmenes de pacú y surubí alcanzan a 115.8 y 74.1 t/año (12.4 y 8.0%) respectivamente. El 92.1% del volumen total de extracción anual de pescado corresponde a la captura comercial y el 8.0% proviene de la pesca indígena. Resultados del estudio indican que 400 actores directos locales generan ingresos trabajando en la provisión de bienes, materiales e insumos para la producción y 250 prestando servicios personales y de transporte. En producción pesquera intervienen 393 pescadores urbanos y 379 pescadores indígenas. El procesamiento y elaboración de productos de pescado es realizado por 100 actores locales, y 66 personas trabajan en la comercialización de pescado al por menor y mayor. La captura comercial tiene un costo unitario promedio de 7.1 Bs/kg de pescado y las ganancias que reporta para los pescadores urbanos son de 3.9 y 2.9 Bs/kg cuando entregan a procesadores del pescado y a los comercializadores respectivamente. En situación análoga, los pescadores indígenas reciben un beneficio de 3.8 Bs/kg, siendo que su costo de captura es de 4.2 Bs/kg. El kilogramo de filete de carne fresca y el de productos crudos de pescado que elaboran con materia prima de la pesca comercial generan utilidades del 27.78% y 24.50% para los procesadores respectivamente, y sus ganancias aumentan al 44.44% y 39.25% cuando utilizan pescado proveniente de captura indígena. Las utilidades que perciben los comerciantes mayoristas alcanzan al 33.07% por kilogramo de pescado que compran a pescadores urbanos y al 39.73% cuando sus proveedores son pescadores indígenas. Los comerciantes minoristas obtienen utilidades del 28.34% y 39.56% en similares casos.

El objetivo del **capítulo 18** es presentar las características y valores de demanda de paiche en particular, y de otras carnes de pescado en general, a nivel nacional, así como los precios de venta del paiche al consumidor. Se ha enfatizado la estimación de demanda de la carne de paiche, con el propósito de contribuir en la planificación del aprovechamiento integral de esta especie. El presente estudio de mercado de la carne de paiche en Bolivia ha sido realizado en las capitales de departamentos Cobija, Trinidad, Cochabamba, Santa Cruz, La Paz / El Alto, Oruro, Potosí, Sucre y Tarija, además en Riberalta. Se aplicó una metodología innovadora que permitió obtener estimaciones estocásticas de las cantidades de pescado comercializadas en cada mercado. En este marco, se estima que la demanda de carne de pescado en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta es de aproximadamente 27 762 toneladas por año. De la demanda total estimada, 952 toneladas (3.43%) corresponden a la demanda anual de carne de paiche y 26 810 t/año (96.57%) son demanda nacional de otras especies de pescado. La carne de paiche tiene demanda en seis de las diez ciudades de Bolivia donde se realizó el estudio, y está concentrada en los principales mercados de Riberalta, Santa Cruz y Cochabamba con 412, 318 y 162 t/año respectivamente, que representan en conjunto 93.8% de su demanda total. El mayor centro de procedencia de paiche es Riberalta. La introducción del paiche al norte amazónico de Bolivia y el incremento de las capturas de esta especie ha resultado en una reactivación de la pesca comercial en Riberalta y la apertura de nuevos mercados en el interior. Sin embargo, la explotación de esta especie tiene todas las características de un "boom", con el riesgo de insostenibilidad, ya que se trata de una especie que fácilmente es sobre-explotada. El precio de la carne de paiche en el mercado nacional tiene valores considerablemente altos en comparación con otras especies, particularmente en las ciudades de Santa Cruz y Cochabamba, que son las que mayor demanda registran para esta especie. Asimismo, el precio del paiche en La Paz y El Alto es el tercero más alto de 17 especies que

se comercializan en ese potencial mercado nacional. Se recomienda que las bases de datos, metodologías y modelo de innovación tecnológica generadas en el presente estudio sean consideradas por los actores públicos a nivel municipal y departamental para su complementación, actualización posterior y aplicación permanente, ya que pueden constituirse en herramientas de apoyo a la toma de decisiones, tomando en cuenta que los precios y valores actuales y proyectados de consumo y demanda de carne de pescado a nivel nacional por especies, son indicadores clave para la planificación estratégica de la acuicultura y la pesca en el país.

La **PARTE VII (RECOMENDACIONES) (capítulo 19)** presenta recomendaciones dirigidas a actores directos e indirectos de la cadena productiva del paiche.

PARTE I

INTRODUCCIÓN

Introducción: el paiche en la Cuenca Amazónica boliviana



INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*) es una de las especies más grandes de agua dulce del mundo, alcanzando 3-4 m y más de 200 kg (Nelson 2006; Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Habita principalmente las lagunas de várzea y ríos de baja corriente. A nivel regional es comúnmente conocido con el nombre de pirarucú, paiche o arapaima. De manera natural, el paiche se encuentra mayormente en la cuenca del Amazonas, donde ocupa alrededor de 2 millones de km², en Brasil, Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela (Saavedra *et al.* 2005). Hasta el momento de su introducción a través del río Madre de Dios, no ocurrió naturalmente en nuestro país, debido a que las cascadas entre Porto Velho y, respectivamente, Guayaramerín (río Mamoré) y Cachuela Esperanza (río Beni) representaban una barrera natural para la especie.

La invasión del paiche en Bolivia representa una de los casos más espectaculares y sorprendentes de introducción de una especie no-nativa en una subcuenca amazónica. El caso del paiche es particularmente interesante porque la especie ha demostrado ser muy vulnerable a la extinción en su rango natural de distribución en la Amazonía, y particularmente en Perú y Brasil (Castello *et al.* 2006), donde ha sido diezmada por la explotación comercial. En cambio, en Bolivia, donde la pesca comercial es de menor escala, la especie ha llegado a ocupar un importante segmento de la cadena de valor del pescado en el norte amazónico, de tal manera que se habla frecuentemente de un "boom" en la comercialización de la especie. En un plazo de dos décadas, esta especie invasora ha podido ocupar un papel preponderante en la pesca comercial de la región y en algunos mercados urbanos del interior.

En los últimos 10 años el caso del paiche ha llamado la atención de varias agencias de cooperación y de investigadores, que han aportado informaciones permitiendo conocer los beneficios y riesgos de la introducción de esta especie en la Amazonía boliviana. Producto del proyecto Peces para la Vida I, financiado por la Cooperación canadiense (IDRC), dentro del marco del proyecto CIFS RF, Coca Méndez *et al.* (2012) publicaron un libro que resumió el entonces conocimiento sobre la especie. Por otra parte, un conjunto de insti-

tuciones de desarrollo, a través del proyecto Peces para la Vida II (2013-2016), financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD), profundizó el conocimiento acerca de la especie y pretende en la actualidad mejorar la contribución de la especie a la seguridad alimentaria en el país.

Los impactos de la especie en la cadena de valor y su potencial contribución a la seguridad alimentaria son de tal magnitud que el Estado Plurinacional de Bolivia también decidió avanzar hacia la investigación para poder mejorar la toma de decisiones relacionadas a su manejo. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) en 2013 decretó una resolución ministerial que por primera vez introdujo herramientas y normativas para la gestión de las pesquerías del paiche y la protección de la ictiofauna nativa, que podría estar afectada negativamente por la especie invasora. Al mismo tiempo, el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF), reconociendo la necesidad de disponer de bases técnicas para el manejo de la especie, a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, inició el subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni", ejecutado por FAUNAGUA, que contempló entre otras acciones, la publicación del presente libro actualizado sobre el tema.

Este libro es fruto de los esfuerzos en conjunto de la plataforma Peces para la Vida y del proceso apoyado por INIAF. Está compuesto de siete partes. La primera parte (I) presenta datos sobre la diversidad de los peces de la Cuenca Amazónica de Bolivia. En la segunda parte (II), se explora sobre los patrones de invasión y la distribución actual del paiche en Bolivia. En la tercera parte (III), se resume el conocimiento actual sobre la biología y la genética de las poblaciones de la especie en Bolivia. En la parte IV, se describen los beneficios y riesgos para el consumo de la carne del paiche, enfocando la problemática del mercurio. Luego, en la parte V, se presentan nuevos datos sobre la importancia de la pesca para

sostener los medios de vida en comunidades indígenas del norte amazónico de Bolivia. En la parte VI se presenta información sobre las cadenas de valor del paiche. Finalmente, en la parte VII, se presentan recomendaciones para el manejo de la especie, dirigidas a los actores directos e indirectos de la cadena de valor.

Este libro no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de los representantes de los eslabones de la cadena del pescado en Riberalta y alrededores, particularmente la FEU-PECOPINAB (Federación Única de Pescadores, Comercializadores y Piscicultores del norte de la Amazonía boliviana) y la CIRABO (Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia). Dedicamos el mismo a los pescadores, que son el sustento de los medios de vida en la Amazonía boliviana.

REFERENCIAS

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia, 470 p.

Castello L, Arantes CC, McGrath DG, Stewart DJ, Sarmiento de Sousa F (2016) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, doi: 10.1002/aqc.2491

Coca Méndez C, Rico López G, Carvajal-Vallejos FM, Salas Peredo R, Wojchiechowski JM, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: contribución de especies nativas y de una especie introducida (paiche *Arapaima gigas*). Editorial PIEB, La Paz, Bolivia. 167 p.

Nelson JS (2006) Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc., 4th editions, New York.

Saavedra EA, Quintero LG, Pinto CA (2005) Distribución geográfica, hábitat y aspectos ecológicos. pp. 9-17. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). Biología y cultivo del pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.

Diversidad de los peces en la Cuenca Amazónica boliviana

Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,8}, Rémy Bigorne⁴, América J. Zeballos Fernández³, Jaime Sarmiento⁵, Soraya Barrera⁵, Takayuki Yunoki⁶, Marc Pouilly⁴, José Zubieta^{1,8}, Evans De La Barra⁴, Michel Jegú⁴, Mabel Maldonado², Paul A. Van Damme^{1,8}, Ricardo Céspedes⁷, Thierry Oberdorff⁴



¹ FAUNAGUA, Instituto de investigaciones aplicadas de los recursos acuáticos, final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Sacaba, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al Parque La Torre s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Museum National d'Histoire Naturelle, 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex, Francia.

⁵ Museo Nacional de Historia Natural - Instituto de Ecología, Colección Boliviana de Fauna (CBF), c. 27s/n Campus Universidad Mayor de San Andrés, Cota Cota, La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁶ Centro de Investigaciones de Recursos Acuáticos (CIRA), Universidad Autónoma del Beni José Ballivián (UABJB), Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁷ Museo Alcides D'Orbigny, Av. Potosí #1458, zona Queru Queru, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁸ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

Los peces bolivianos son diversos y abundantes. Sin embargo, a pesar de su importancia para los medios de subsistencia locales, se ha prestado poca atención a este grupo de vertebrados (Van Damme *et al.* 2009). Por consiguiente, los peces siguen siendo el grupo de vertebrados menos conocidos en Bolivia, y la información sobre su distribución y/o biología es escasa y dispersa. En la última década, el gobierno boliviano y la comunidad científica han centrado su atención en este importante recurso natural que podría verse afectado en un futuro próximo al aumentar las amenazas tales como la contaminación del agua, las represas y la introducción de especies (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme *et al.* 2011; Van Damme & Carvajal-Vallejos 2012).

El presente documento se centró exclusivamente en la parte boliviana de la cuenca del río Amazonas.

Las listas de registros de especies de peces de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) comenzaron con el trabajo pionero de Pearson (1924), describiendo 26 nuevas especies y presentando una distribución longitudinal y altitudinal de 160 especies recolectadas principalmente en la cuenca del río Beni y en algunas partes de la cuenca del río Mamoré. Posteriormente, este mismo autor publicó una lista con 275 especies de peces presentes en las cuencas del Beni y Mamoré (Pearson 1937).

Más de cinco décadas después de este trabajo innovador, Lauzanne *et al.* (1991), basado en un extenso trabajo de muestreo, publicó una lista provisional de 389 especies de peces de la CAB a las cuales Sarmiento (1998), Chernoff & Willink (1999), Lasso *et al.* (1999), y Chernoff *et al.* (2000), añadieron respectivamente 21, 91 y 3 especies adicionales, llegando a un total de 504 especies.

Más recientemente, Pouilly *et al.* (2010), Carvajal-Vallejos & Zeballos Fernández (2011), y Hablützel *et al.* (2013), que consideraron información sobre las especies de peces presentes en las tierras bajas de la CAB (hasta 300 m sobre el nivel del mar), registraron entre 721 y 994 especies para esta porción de la cuenca.

Con base en esta breve revisión, está claro que el número de nuevos registros de peces

para la CAB está en constante aumento, pero sigue siendo muy variable dependiendo de los autores. Las razones de esta variabilidad son múltiples, pero en su mayoría proceden de la compilación parcial de los datos disponibles, la inclusión de especies dudosas y la ausencia de verificación sistemática de las sinonimias de especies.

El objetivo del presente estudio fue, por lo tanto, compilar una base de datos de peces para la parte boliviana de la cuenca amazónica intentando, en la medida de lo posible, evitar estos inconvenientes mencionados anteriormente. El trabajo incluye información disponible en artículos publicados, libros, literatura gris, bases de datos en línea, museos extranjeros (22, mencionados en Pouilly *et al.* (2010) y Jégu *et al.* (2012)) y nacionales (2), y universidades. Para cada especie registrada se revisó la confiabilidad y consistencia sistemática.

Este trabajo en esencia es la traducción de una publicación realizada hace pocos años (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014), y tiene la intención de difundir datos recientes y hacer más accesible la información sobre la riqueza de los peces en Bolivia en el ámbito nacional.

MÉTODOS

Cobertura espacial

La CAB cubre 722 137 km² (el 65.7% del territorio boliviano) y está situada, de oeste a este, entre los Andes y la frontera suroeste del Escudo Brasileño. La CAB, aunque está compuesta principalmente por la cuenca del río Madera (denominado como río Madeira en Brasil), que cubre un área de 720 057 km² (65.5% del territorio boliviano), también está constituida por una pequeña porción de la cuenca del río Purus (río Acre), cubriendo una superficie de 1 851 km² (0.2% del territorio boliviano), y ubicada en la esquina noroccidental del país (Figura 1).

La cuenca del río Madera se dividió en 12 unidades hidrológicas correspondientes, respectivamente, a las subcuencas de Abuná, Orthon, Madre de Dios, Beni, Yata, Mamoré, Grande, Parapetí e Iténez (o Guaporé en Brasil), Beni-Madre de Dios-Orthon (B-MD-O), Mamoré-Iténez (MM-I), y el río Madera propiamente (Figura 1). Las unidades hidrológi-

cas fueron definidas siguiendo el diagrama hidrográfico (nivel 5) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2010), y el mapa de los cuerpos de agua del Sistema de Información Territorial de Apoyo a la Producción - SITAP (2009) (disponible en el Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia, Departamento de Ecosistemas de Ciencias y Gestión, Universidad de Texas (<http://essm.tamu.edu/bolivia>)).

La latitud y longitud de las unidades hidrológicas fueron recolectadas de la literatura, Google Earth Pro versión 4.2 Beta, y de un mapa demográfico de Bolivia (INE 2001, disponible en <http://essm.tamu.edu/bolivia>). Además, se calculó la amplitud elevacional, longitud del eje principal del río y área de superficie de cada unidad hidrológica (Cuadro 1).

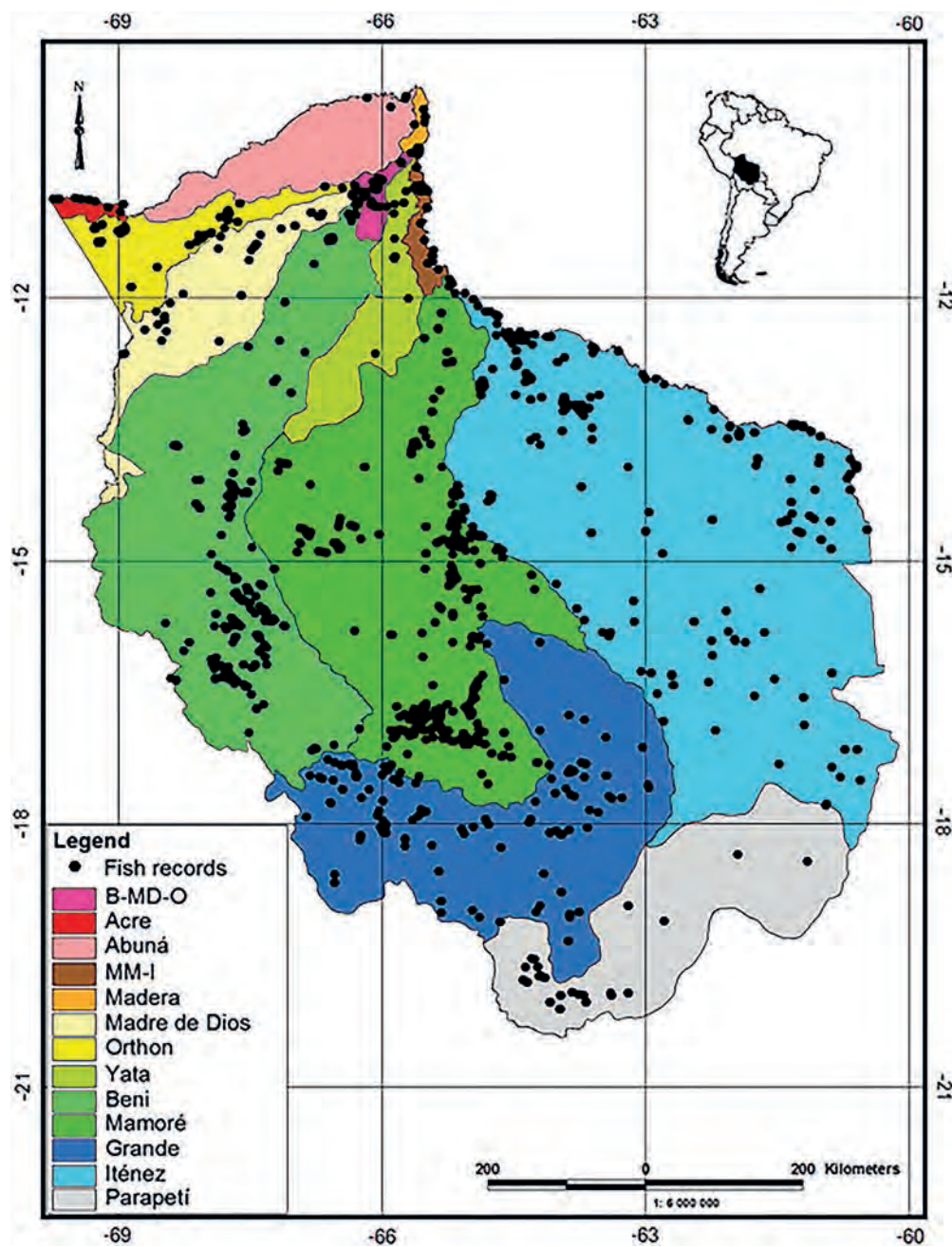


Figura 1. Mapa de la Cuenca Amazónica boliviana que muestra las 13 unidades hidrológicas y las localidades registradas (puntos) consideradas en la base de datos Fish-AMAZBOL. Los puntos pueden representar más de una localidad (localidades próximas).

Recopilación de datos

Los datos fueron recogidos como una colaboración conjunta entre tres instituciones: la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) - Cochabamba (Bolivia), FAUNAGUA (Cochabamba (Bolivia)) y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) - Marsella (Francia). Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura publicada entre 1855 y 2013, sobre especies de peces nativos y no nativos presentes en la CAB.

datos internacionales (véase más adelante).

Los registros de especies de peces se incluyeron en la base de datos de acuerdo a los siguientes criterios: (a) ocurrencia en una revisión taxonómica o descripción de especies que incluye material de la CAB; (b) ocurrencia en la Colección Ictiológica UMSS - Museo D'Orbigny donde el material puede ser revisado, (c) ocurrencia en la base de datos y colección de peces de la CBF, (d) presencia en museos y universidades extranjeras citadas por Pouilly *et al.* (2010) y Jégu *et al.*

Cuadro 1. Descripción general de la base de datos Fish-AMAZBOL para cada una de las 13 unidades hidrológicas definidas en la Cuenca Amazónica boliviana (véase el texto para la explicación de las variables)

Unidad hidrológica	Área (km ²)	Longitud (km)	Amplitud elevacional msnm	Riqueza de especies de peces			
				Total	Nativa	No nativa	Exclusiva
Acre	1 851.2	72 156.7	184-343	38	38	0	4
Abuná	23 559.8	1 066.4	90-308	72	70	2	4
Madera	1 399.6	234.8	90-233	149	148	1	9
Orthon	18 387.9	1 041.4	144-360	245	244	1	3
Madre de Dios	30 924.4	1 442.9	105-3117	353	351	2	5
Beni	119 206.0	2 295.2	103-6404	419	416	3	31
Yata	19 849.8	1 030.2	99-225	32	31	1	0
Mamoré	129 955.2	2 229.8	116-4666	556	554	2	51
Grande	102 059.6	2 070.9	158-5141	133	127	6	13
Iténez	206 432.6	2 843.2	108-919	520	519	2	73
Parapetí	60 686.1	1 463.3	254-3713	30	30	0	6
B-MD-O	3 652.9	363.7	105-217	141	139	2	4
MM-I	3 602.6	570.6	107-184	143	142	1	1
total	721 567.7	-	90-6404	802	790	12	203

La base de datos se obtuvo de 146 fuentes bibliográficas, incluyendo trabajos publicados, libros, tesis y literatura gris (informes y datos no publicados). La lista completa de referencias utilizadas para compilar la base de datos Fish-AMAZBOL se presenta como material suplementario en línea (ver Apéndice 1 del material suplementario en la red del trabajo doi:10.1007/s10750-014-1841-5) y la bibliografía original está disponible en la ULRA y FAUNAGUA. También se incluyó, si es válido (ver abajo), registros de peces depositados en la Colección Boliviana de Fauna (CBF) en La Paz, Bolivia; en la Colección Ictiológica de la UMSS - Museo D'Orbigny, Cochabamba, Bolivia; y en museos extranjeros y bases de

(2012) (p.e. El Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, EE.UU.; la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, EE.UU.; la Universidad de Auburn, Departamento de Zoología-Entomología, EE.UU.; la Academia de Ciencias de California, EE.UU.; el Museo de Vertebrados de la Universidad de Cornell, EE.UU.; el Museo de Historia Natural de Florida, EE.UU.; el Museo de Historia Natural de Campo, Chicago, EE.UU.; la Universidad de Kansas, EE.UU.; el Museo de Zoología de la Universidad de Michigan, EE.UU.; la Institución Smithsonian; EE.UU.; el Museo Nacional de Historia Natural, Washington, EE.UU.; el Museo Británico de Historia Natural, Reino Unido; el Museo de Ciencias Naturales de

Caracas, Venezuela; la Pontificia Universidad Católica del Río Grande do Sul, Museo de Ciencias de Porto Alegre, Brasil; el Museo de Nacional de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil; la Fundación Universidad Federal de Rondônia (UNIR), Brasil; el Museo de Zoología de la Universidad de São Paulo, Brasil; el Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazônia, Manaus (Brasil) y el Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazonía (Brasil); el Museo Nacional de Historia Natural, Francia; el Museo Sueco de Historia Natural, Suecia; El Museo Real de Ontario, Canadá; el Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt, Alemania; el Museo de Zoología de la Universidad de Amsterdam, Países Bajos), e) la presencia en bases de datos internacionales en línea (por ejemplo, Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Neotropical Biodiversity Database (NEODAT)), y f) ocurrencia en una lista de peces elaborada para una porción de la CAB.

Para cada registro, se revisó la distribución y el estado actual (nombre o sinónimo válido de la especie) usando preferentemente como autoridad de nomenclatura el Catálogo de Peces de la Academia de Ciencias de California (CAS) (Eschmeyer 2013), actualizado el 10 de diciembre de 2013, y ocasionalmente la versión de FishBase de octubre de 2013 (Froese & Pauly 2013). Cuando la presencia de un taxón fue inconsistente con su distribución real conocida y no hubo posibilidad de revisar el material, el registro se clasificó como dudoso. En algunos casos, los taxa identificados hasta el nivel de género (4% de la lista total de especies) fueron incluidos en la base de datos, pero sólo cuando el género estuvo ausente en la lista de especies registradas.

Algunas discrepancias fueron identificadas para los nombres de algunos taxa entre el CAS y FishBase. Cuando un conflicto fue notado entre las bases de datos de consulta, se retuvo el nombre propuesto por el CAS. Se observaron conflictos para las especies *Ageneiosus valenciennesi* (Bleeker 1864) (CAS) vs. *Ageneiosus militaris* (Valenciennes 1835) (Fish-Base), *Cheirodon stenodon* (Eigenmann 1915) (CAS) vs. *Odontostilbe stenodon* (Eigenmann 1915) (Fish-Base), *Galeocharax goeldii* (Fowler 1913) (CAS) y *Galeocharax gulo* (Cope 1870) (FishBase). Sin embargo, tres excepciones fueron realizadas: 1) consi-

derando Weitzman & Palmer (1997) se retuvo *Hyphessobrycon megalopterus* (Eigenmann 1915) en vez de *Megalampodus megalopterus* (Eigenmann 1915) (CAS), 2) siguiendo Britto (2003) *Brochis genus* fue considerado un sinónimo de *Corydoras genus*, y por lo tanto se tomó en cuenta *Corydoras multiradiatus* (Orce's V. 1960) en vez de *Brochis multiradiatus* (Orce's V. 1960) (CAS y FishBase), 3) según Lundberg *et al.* (2011) y Carvajal-Vallejos (2013), se retuvo *Platyne-matichthys notatus* (Jardine 1841) en cuenta de *Brachyplatystoma notatus* (Jardine 1841) (CAS).

Se consideraron tres descriptores de la riqueza dentro cada unidad hidrológica: nativa, no nativa y riqueza total. La riqueza nativa es el número de especies que actualmente se encuentran en la unidad, pero excluye especies no nativas que han sido introducidas directa o indirectamente en la cuenca. La riqueza no nativa o "exótica" es el número de especies no nativas (foráneas) que ocurren en cada unidad hidrológica. Consideramos como especies no nativas: (a) especies que no ocurrieron naturalmente en una unidad hidrológica dada, y (b) que aparentemente se han establecido exitosamente, por ejemplo, mantienen poblaciones que se reproducen en el medio natural. La riqueza total tiene en cuenta el número total de especies establecidas en una unidad hidrológica determinada y es, por lo tanto, la suma de la riqueza nativa y no nativa.

El estado no nativo de cada especie se verificó utilizando la literatura específica sobre introducciones (por ejemplo, Welcomme 1988; sitio web de la FAO www.fao.org consultado en julio de 2013). Las familias se organizaron en orden sistemático siguiendo los criterios propuestos por Reis *et al.* (2003), quienes presentaron la posición de los nombres de las familias basados en las interrelaciones de la historia evolutiva. Para simplificar, se decidió utilizar la clasificación más aceptada de Reis *et al.* (2003), aunque se han propuesto nuevas relaciones y clasificación basadas en evidencias moleculares y morfológicas para miembros de la familia Characidae (Mirande 2009, 2010; Oliveira *et al.* 2011; Netto-Ferreira *et al.* 2013). Los géneros y las especies dentro de una familia se posicionaron en orden alfabético.

Similitud de la fauna de peces en unidades hidrológicas

Utilizando la matriz de especies (presencia-ausencia) se calculó, para cada par de unidades hidrológicas, el componente de renovación del Índice de Disimilitud de Jaccard, tal como lo define Baselga (2012). Este índice se formula como $b_{jtu} = 2 \min(b, c)/a + 2 \min(b, c)$; donde a es el número de especies comunes a ambas unidades hidrológicas, b es el número de especies que ocurren en la primera unidad pero no en la segunda, c es el número de especies que ocurren en la segunda unidad pero no en la primera. Utilizando el valor mínimo de disimilaridad de ensamblaje, el B_{jtu} explica la sustitución de especies, minimizando la influencia de las diferencias en la riqueza de especies (Leprieur & Oikonomou 2014), una propiedad altamente deseable en nuestro caso, ya que la riqueza de especies varía mucho entre unidades hidrológicas. Este índice va de 0 a 1 y es mínimo (sin disimilitud) cuando el conjunto más pobre está anidado en el conjunto más rico, y máximo cuando los dos conjuntos no tienen ninguna especie en común ($a = 0$).

Aplicamos un análisis de agrupamiento jerárquico a nuestra matriz de disimilitud utilizando un método de enlace promedio (UPGMA), y una función de penalización Kelley-Gardner-Sutcliffe (KGS) para determinar el número óptimo de grupos de unidades hidrológicas.

RESULTADOS

La base de datos Fish-AMAZBOL contiene 802 especies (entre ellas 145 especies fueron descritas para la CAB, sobre un número inicial de 160), distribuidas en 15 órdenes, 50 familias y 326 géneros (ver Anexo 1 del presente libro para la lista de órdenes, familias y especies). La fauna de peces estuvo dominada por Characiformes (CHA, 331 spp.), Siluriformes (SIL, 312 spp.), Perciformes (PER, 68 spp.) y Gymnotiformes (GYM, 46 spp.). Las familias más importantes en términos de número de especies fueron los Characidae (177 spp. - CHA), Loricariidae (71 spp. - SIL), Cichlidae (63 spp. - PER), Callichthyidae (46 spp. - SIL), Pimelodidae (45 spp. - SIL), y Curimatidae (31 spp. - CHA).

Siguiendo la metodología propuesta, la pre-

sencia de 45 especies fue considerada dudosa por ahora. Estas especies pertenecen principalmente a los órdenes Characiformes (25) y Siluriformes (14) (ver Anexo 1). Se registraron 38 especies para la parte boliviana sobre la cuenca del río Purus (Acre), y 798 especies para todo el resto de la CAB. En la cuenca alta del río Madera, la unidad del río Mamoré fue la unidad conteniendo el mayor número de especies (556), mientras que la unidad del Parapetí mostró el número más bajo (30). Las unidades Iténez (520 especies), Beni (419), Madre de Dios (353) y Orthon (245) también mostraron una importante riqueza de peces. La unidad hidrológica con los registros exclusivos más altos fue el Iténez (73 especies), seguida de las unidades Mamoré (51), Beni (31) y Grande (13) (Cuadro 1). Obsérvese que estas especies exclusivas no representan especies necesariamente endémicas (es decir, especies restringidas a una unidad hidrológica), ya que eventualmente pueden estar presentes en otras partes de la CAB.

Doce especies no nativas, correspondientes a siete órdenes, también se registraron en la CAB. Entre estos órdenes, solo los Cyprinodontiformes tienen tres representantes no nativos (*Poecilia reticulata* Peters 1859; *Gambusia affinis* Baird & Girard 1853; y *G. holbrooki* Girard 1859). Otras introducciones notables conciernen a la trucha arco iris *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) y la trucha europea *Salvelinus fontinalis* (Mitchell 1814) (Salmonidae, Salmoniformes), las cuales se registraron en la parte andina de las unidades Beni y Mamoré, y la especie gigante del Amazonas paiche o paichi (Bolivia) *Arapaima gigas* (Schinz 1822) que se registró en las tierras bajas del norte de Bolivia (ver Anexo 2).

Para evaluar la influencia del esfuerzo de muestreo en la riqueza de especies nativas de las unidades hidrológicas, se graficó la relación entre la riqueza de especies nativas y el número de registros, después de controlar el efecto del tamaño de la unidad hidrológica (por ejemplo usando residuales de (1) la relación entre la riqueza de especies nativas (log) y la superficie de las unidades hidrológicas (log), y (2) la relación entre el número de registros (log) y la superficie de las unidades hidrológicas (log)). Los resultados muestran que, después de tomar en cuenta el tamaño

de las unidades, la riqueza de especies nativas aumenta linealmente con el número de registros a un nivel significativo para un mayor número de registros. Esto significa que algunas de las unidades están sub-muestreadas y deben albergar un mayor número de especies, en relación a las que actualmente se conocen (p.e. Parapetí, Yata, Abuná, Acre, y Grande), mientras que la riqueza en las unidades restantes (Madre de Dios, Mamoré, Iténez, Madera, Beni, Orthon, MM-I y B-MD-O) parece más precisa en la medida que se ven independientes del número de registros (Figuras 1 y 2).

Este resultado nos lleva a concluir que el número de especies en la Amazonía boliviana es mayor que lo que podemos documentar en la actualidad y que se necesitan más estudios de campo para obtener una imagen confiable de la ictiofauna de la región y más específicamente en el Parapetí, Yata, Abuná, Acre y Grande (Ver Figura 2).

Los resultados del análisis de agrupamiento jerárquico ponen de manifiesto una clara separación de las unidades hidrológicas más australes (p.e. las unidades Parapetí y Grande) de las restantes, indicando una fauna de peces distinta para esta área. Además, las unidades de Abuná y Madera parecen albergar una fauna de peces distinta. En contraste, nuestros resultados muestran similitudes faunísticas entre (1) las unidades hidrológicas Grande y Parapetí, (2) unidades Orthon, Acre y Madre de Dios, (3) unidades Mamoré, Iténez, Yata y MM-I, y (4) unidades Beni y B-MD-O; siendo los dos últimos grupos próximos uno del otro. El patrón general de (di)similitud faunística parece seguir un gradiente de proximidad geográfica desde el noroeste al este de Bolivia (o al revés) (Figura 3).

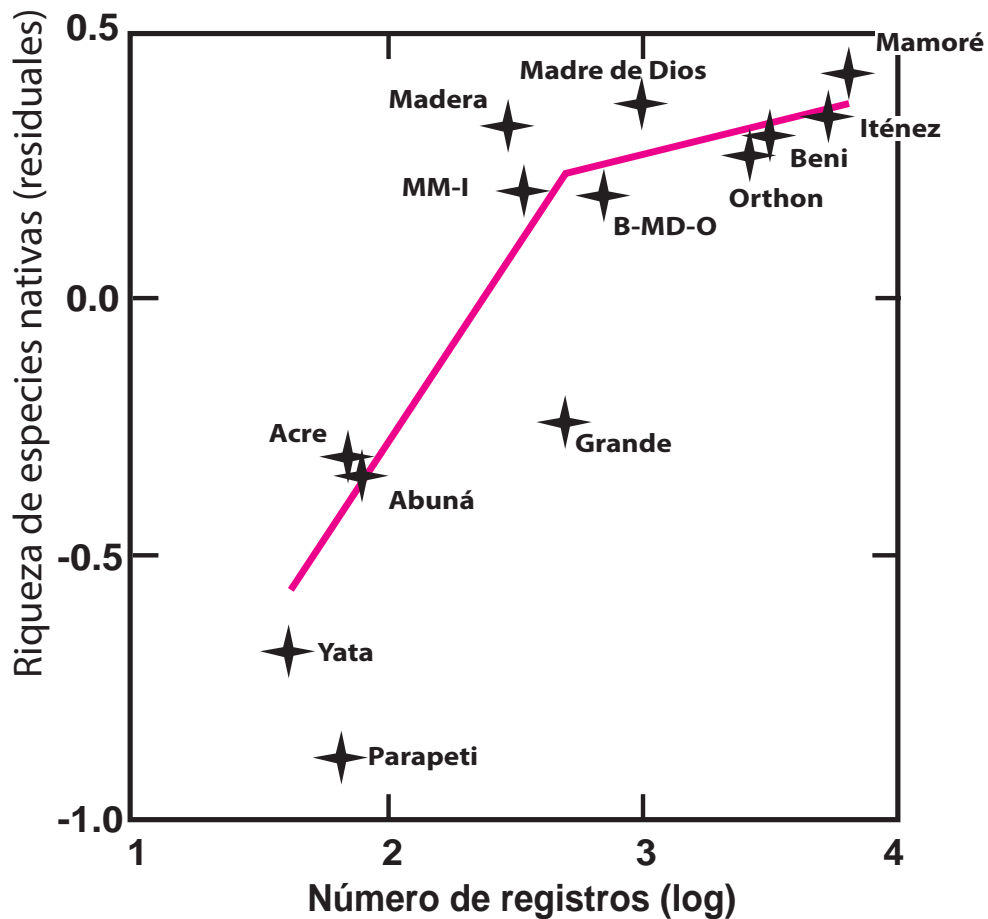


Figura 2. Relación entre la riqueza de especies nativas y el número de registros, después de controlar el tamaño de las unidades hidrológicas (ver sección de resultados para una mayor explicación). Curva ajustada (tensión = 0.8).

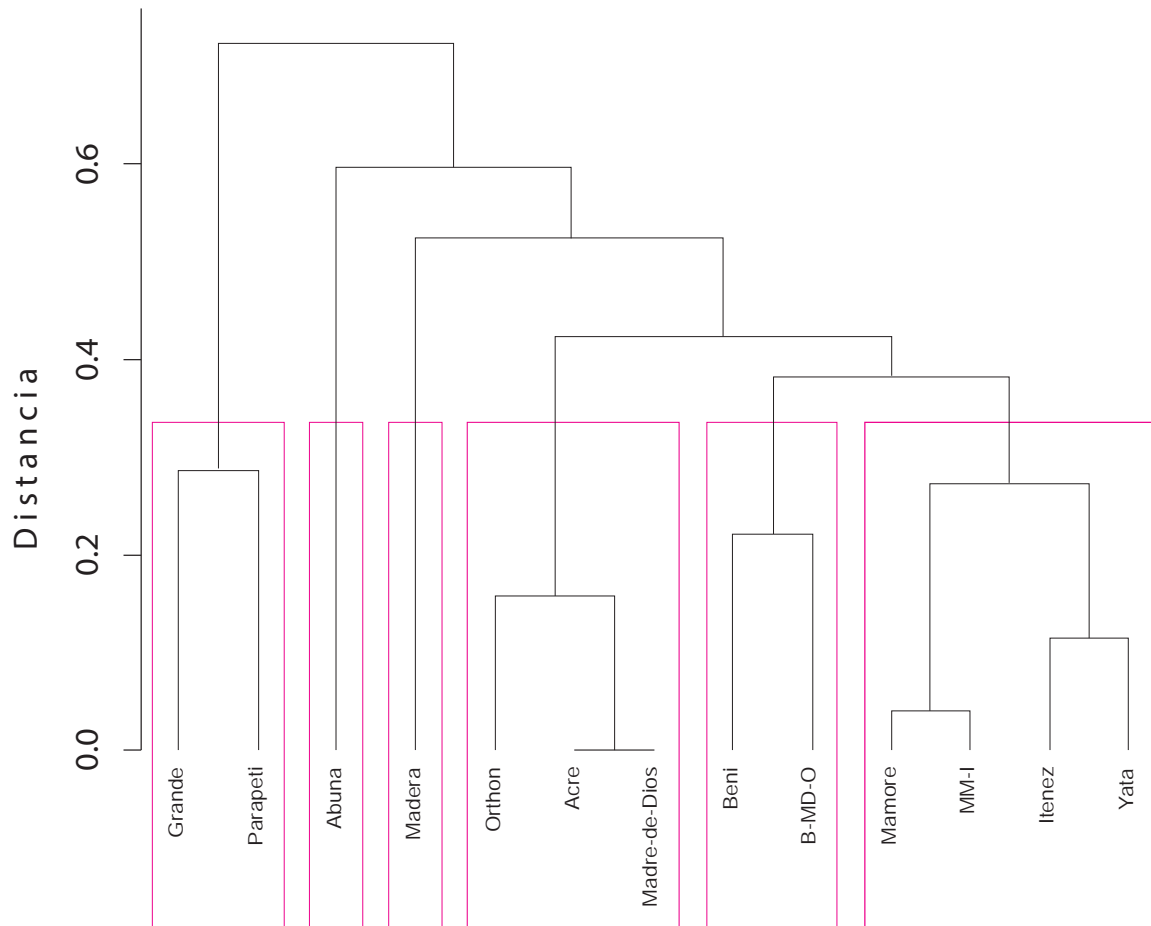


Figura 3. Dendrograma de las unidades hidrológicas de acuerdo a la (di)similitud a nivel de la composición de su ictiofauna. El análisis de agrupamiento jerárquico fue realizado utilizando un ligamiento promedio (UPGMA). Los rectángulos en rojo corresponden a los grupos óptimos de unidades hidrológicas de acuerdo a la función de penalización de KGS (véase el texto para mayor explicación)

DISCUSIÓN

Siguiendo un patrón de composición taxonómica general previamente observado en los sistemas principales del ámbito Neotropical (Reis *et al.* 2003; Buckup *et al.* 2007), los Characiformes, Siluriformes, Perciformes y Gymnotiformes dominan la diversidad de peces de la CAB.

Los mayores niveles de diversidad de peces se registraron en las unidades hidrológicas del Mamoré, Iténez, Beni y Madre de Dios, las cuales son las más grandes en términos de área, además de ser las más estudiadas en la CAB. Otras unidades hidrológicas más pequeñas (por ejemplo, Yata, Grande, Parapetí, Abuná, Acre y MM-I), necesitan claramente una atención especial y más evaluaciones de campo para mejorar el conocimiento de su fauna de peces.

La parte boliviana de la Cuenca del Amazonas está representada principalmente por la cuenca alta del río Madera, una subcuenca semi-aislada debido a rápidos y cataratas en la zona aguas arriba comprendida entre Porto Velho, Brasil, y Guayaramerín, Bolivia. La cuenca alta del río Madera contribuye en torno al 25% de la descarga total de la cuenca del río Madera en su conjunto, esta última contribuyendo con el 10% de la descarga del río Amazonas (Carvalho & Albert 2011). La base de datos FISH-AMAZBOL contiene información sobre 802 especies de peces (12 no nativas) que habitan las 13 unidades hidrológicas de la CAB. Para poner este número en perspectiva, la ictiofauna de la CAB representa alrededor del 14% de la ictiofauna Neotropical (Albert & Reis 2011), y alrededor del 6% de todos los peces de agua dulce que habitan en el planeta (Lévêque *et al.* 2008).

Este valor de 802 especies cae entre los valores propuestos anteriormente por Pouilly *et al.* (2010) y Carvajal-Vallejos & Zeballos Fernández (2011) para la misma zona. Estos autores encontraron 973 y 714 especies, respectivamente. La diferencia en la riqueza de especies entre el presente estudio y las dos anteriores proviene de 1) la inclusión de especies dudosas y la falta de verificación sistemática de los sinónimos de las especies, y 2) la compilación parcial de datos disponibles en estos trabajos previos. En el presente estudio se realizó una revisión detallada tomando en cuenta bibliografía especializada y dos bases de datos digitales en línea (catálogo de peces – CAS, y FishBase), para generar la lista de registros de peces más completa y precisa. En este sentido, Fish-AMAZBOL pretende ser una línea de base de referencia que podría ser completada progresivamente con nuevos datos de campo y nueva bibliografía.

La CAB permanece relativamente intacta (Josse *et al.* 2013) en comparación con otros países sudamericanos que comparten la cuenca del Amazonas (p.e. Brasil, Perú y Colombia). La presión humana sigue siendo baja y aún no se ha convertido en una amenaza seria para los recursos acuáticos, aunque algunas poblaciones de peces comienzan a mostrar signos de sobreexplotación (p.e. *Colossoma*, Carvajal-Vallejos *et al.* 2009). La amenaza más aparente a corto plazo para los peces y las pesquerías de la CAB, parecen ser los proyectos de represas hidroeléctricas en la frontera boliviana con Brasil y en la porción brasileña de la cuenca alta del río Madera. Estas represas pueden bloquear las rutas migratorias o transformar los ambientes acuáticos, pero también pueden facilitar la introducción de especies de peces no deseados. Debido a que más del 99% de la CAB drena hacia el río Madera, es necesario predecir los efectos potenciales que estas presas y sus embalses asociados podrían producir en las comunidades de peces y las pesquerías. En este sentido, la base de datos Fish-AMAZBOL ayudará a desarrollar programas regionales de conservación y contribuir al manejo a gran escala de ecosistemas acuáticos.

RECOMENDACIONES

La Cuenca Amazónica en Bolivia posee una elevada diversidad de peces como se ha mos-

trado en el presente trabajo. A pesar que la presión humana es todavía baja en relación a otros países que comparten la cuenca, hay un incremento progresivo de demandas y planificación de proyectos que pueden tener un notable impacto negativo sobre la diversidad de peces y el aprovechamiento pesquero que sostienen varias de ellas. No se conoce con certeza el efecto potencial que puede generar cada intervención de desarrollo que modifique el ambiente acuático, pero se estima que el mayor impacto puede venir de proyectos hidroeléctricos que se están planificando en Bolivia y algunos que han sido puestos en marcha en Brasil sobre el río Madera. La construcción de represas y sus zonas de embalse pueden generar efectos a diferentes escalas espaciales, y pueden promover otros impactos colaterales como la introducción de especies de peces a través de la piscicultura o estructuras que forman parte del complejo posicionado para la misma represa (p.e. pasos para peces).

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a Adalid Argote, Federico Machicao, Daniel Barrozo, Jimena Camacho, Tamara Pérez, Alfredo Arteaga, Guido Miranda (WCS), y personal de la ULRA que permitió acceso a su colección de peces y apoyo técnico. Agradecemos a Carolina Doria (UNIR, Brasil), William Ohara (UNIR, Brasil), Gislene Torrente Vilara (UFAM, Brasil) y Ariana Ribeiro (UNIR, Brasil) por brindar datos sobre la región transfronteriza de la cuenca del río Madera. Agradecemos a Fabien Leprieur por el asesoramiento estadístico, y a Sergio Villafán por su colaboración en la traducción del texto al Castellano. Este trabajo fue financiado por el IRD a través del Proyecto Europeo BioFresh-Contrato No. 226874 (<http://www2.freshwaterbiodiversity.eu/>). Los datos también están disponibles a través del portal BioFresh. <http://data.freshwaterbiodiversity.eu/>.

REFERENCIAS

La bibliografía completa sobre peces amazónicos de Bolivia se encuentra en www.faanagua.org/publicaciones

Albert J, Reis R (2011) Introduction to Neotropical freshwaters. pp. 3–19. En: Albert JS, Reis RE

- (Eds.). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. University of California Press, London, UK.
- Baselga A (2012) The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. *Global Ecology and Biogeography*, 21: 1223–1232.
- Britto MR (2003) Phylogeny of the subfamily Corydoradinae (Siluriformes: Callichthyidae), with a definition of its genera. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 153: 119–154.
- Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS (Eds.) (2007) *Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Série Livros 23*, Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Carvajal-Vallejos FM (2013) Phylogeny and population genetics of the fish performing the largest migration known in freshwater, the Amazonian catfish *Brachyplatystoma rousseauxii*: revelations from the Upper Madera. Unpublished PhD Dissertation, Montpellier II University, Montpellier, France.
- Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernández AJ (2011) Diversidad y distribución de los peces de la Amazonía boliviana. pp. 101–147. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Jégu M, Torrico JP (2009) *Colossoma macropomum*. pp. 69–70. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. La Paz, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367–395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Carvalho TP, Albert JS (2011) The Amazon-Paraguay divide. pp. 193–202. En: Albert JS, Reis RE (Eds.), *Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes*. University of California Press, London, UK.
- Chernoff B, Willink PW (Eds.) (1999) A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Upper Río Orthon basin, Pando, Bolivia. *Bulletin of Biological Assessment* 15. Conservation International, Washington D.C, USA.
- Chernoff B, Machado-Allison A, Willink P, Sarmiento J, Barrera S, Menezes N, Ortega H (2000) Fishes of three Bolivian rivers: diversity, distribution and conservation. *Interciencia*, 25: 273–283.
- Eschmeyer WN (Ed.) (2013) *Catalog of Fishes*. California Academy of Sciences. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Electronic version updated December 10/2013.
- Froese R, Pauly D (2013) *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (October/ 2013).
- Hablützel PI, Yunoki T, Torres Velasco L (2013) Update on the checklist of fish species of the Bolivian Amazon. *Check List*, 9: 208–210.
- Jégu M, Queiroz LJ, Camacho Terrazas J, Torrente-Vilara G, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly M, Yunoki T, Zuanon JAS (2012) Catálogo de los peces de la cuenca Iténez (Bolivia y Brasil). pp. 111–156. En: Van Damme PA, Maldonado M, Pouilly M, Doria CRC (Eds.). *Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Josse C, Young R, Lyons-Smyth T, Brooks T, Frances A, Comer P, Petry P, Balslev H, Bassuner B, Goettsch B, Hak J, Jørgensen P, Larrea-Alcázar D, Navarro G, Saatchi S, Sanchez de Lozada A, Svenning JC, Tovar LA, Moscoso A (2013) Desarrollo de insumos para la toma de decisiones de conservación en la cuenca amazónica occidental. *Ecología Aplicada*, 12: 45–65.
- Kelley LA, Gardner SP, Sutcliffe MJ (1996) An automated approach for clustering an ensemble of NMR derived protein structures into conformationally related subfamilies. *Protein Engineering*, 9: 1063–1065.
- Lasso C, Castelló V, Canales-Tilve T, Cabot-Nieves J (1999) Contribución al conocimiento de la ictiofauna del río Paraguá, cuenca del Río Iténez o Guaporé, Amazonía boliviana. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 152: 89–103.
- Lauzanne L, Loubens G, Le Guennec B (1991) Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 24: 61–76.
- Leprieur F, Oikonomou A (2014) The need for richness independent measures of turnover when delineating biogeographical regions. *Journal of Biogeography*, 41: 417–420.
- Lévêque C, Oberdorff T, Paugy D, Stiassny MLJ, Tedesco PA (2008) Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 545–567.
- Lundberg JG, Sullivan JP, Hardman M (2011) Phylogenetics of the South American catfish family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes)

using nuclear and mitochondrial gene sequences. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 161: 153–189.

Mirande JM (2009) Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). Cladistics, 25: 574–613.

Mirande JM (2010) Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. Neotropical Ichthyology, 8: 385–568.

Netto-Ferreira AL, Birindelli JL, Sousa L, Mariguela T, Oliveira C (2013) A new miniature Characid (Ostariophysi: Characiformes: Characidae), with phylogenetic position inferred from morphological and molecular data. PLoS ONE, 8: e52098.

Oliveira C, Avelino GS, Abe KT, Mariguela TC, Benine RC, Ortí G, Vari RP, Castro RM (2011) Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive in group sampling. BMC Evolutionary Biology, 11: 275.

Pearson NE (1924) The fishes of the eastern slope of the Andes. I. The fishes of the Río Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford Expedition. Indiana University Studies, 11: 1–83.

Pearson NE (1937) The fishes of the Beni-Mamuré and Paraguay basin, and a discussion of the origin of the Paraguayan fauna. Proceedings of the Californian Academy of Sciences, 23: 99–114.

Pouilly M, Jégu M, Camacho J, Quintanilla M, Miranda G, Zubieta JP, Yunoki T (2010) Lista actualizada y distribución de los peces en las tierras bajas de la Amazonía boliviana. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 28: 73–97.

Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CJ (Eds.) (2003). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil.

Sarmiento J (1998) Ichthyology of Parque Nacional Noel Kempff Mercado. pp. 168–180. En: Killeen TJ, Schulenber TS (Eds.). A Biological Assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Appendix 5, RAP Working Papers 10, Washington, D.C., USA.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM (2012) Los recursos hidrobiológicos en el río Iténez y sus tributarios: diversidad, aprovechamiento y manejo. pp. 401–420. En: Van Damme PA, Maldonado M, Pouilly M, Doria CRC (Eds.). Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil). Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Sarmiento J, Barrera S, Osinaga K, Miranda-Chumacero G (2009) Capítulo 2: Peces. pp.: 31–42. En: Aguirre LF, Aguayo R, Balderrama J, Cortez C,

Tarifa T (Eds.). Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, La Paz, Bolivia.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly M, Pérez T, Molina Carpio J (2011) Amenazas para los peces y las pesquerías de la Amazonía boliviana. pp. 327–365. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Weitzman SH, Palmer L (1997) A new species of *Hyphessobrycon* (Teleostei: Characidae) from the Neblina region of Venezuela and Brazil, with comments on the putative 'rosy tetra clade'. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 7: 209–242.

Welcomme RL (1988) International introductions of inland aquatic species. FAO Fish. Technical Paper No. 294. FAO, Rome.

PARTE II

INVASIÓN Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL

La introducción del paiche (*Arapaima gigas*) en la Cuenca Amazónica boliviana y síntesis del conocimiento

Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,5}, Selva V. Montellano^{1,5}, Dennis Lizarro⁴, Sergio Villafán^{1,5}, América J. Zeballos³, Paul A. Van Damme^{1,5}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al Parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

⁴ Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB), Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia Canadá.

INTRODUCCIÓN

El movimiento y establecimiento de especies fuera de su área natural de distribución ha ocurrido a diferentes dimensiones espaciales y temporales, y ha sido considerado como uno de los cambios ambientales globales más notables y significativos causados por el hombre (Vitousek *et al.* 1997). A nivel mundial, los lagos, lagunas y ríos han sido los ambientes que sufrieron las mayores perturbaciones por especies introducidas e invasoras (en particular peces). Los esfuerzos permanentes en mantener la práctica de la pesca deportiva (Mooney & Cleland 2001), pesca de consumo (Hickley 1994), piscicultura (Casal 2006), y peces ornamentales (Rahel 2007), fueron las actividades principales relacionadas a la introducción de peces. La introducción de especies en ambientes nuevos muchas veces implica la homogenización de faunas diferenciadas o la ruptura de aislamientos naturales entre poblaciones, especies o comunidades resultantes de procesos evolutivos antiguos o recientes (Pelicice & Agostinho 2009; Baiser *et al.* 2012; Daga *et al.* 2015; Toussaint *et al.* 2016).

Se entiende por especie introducida, especie alienígena, especie exótica, especie no nativa o no originaria, a aquella que vive fuera de su área natural de distribución y que ha llegado a un nuevo ambiente por acción intencional o accidental del hombre. El suceso de una invasión puede ser entendido como la expansión demográfica de una especie introducida (o de una población) (Hufbauer & Torchin 2007), y posee implicaciones biogeográficas más que taxonómicas (Colautti & MacIssac 2004). Se define como especie invasora a aquella que puede generar impactos ecológicos o económicos significativos en el nuevo ambiente donde fue introducida. Medir estos impactos positivos o negativos por lo general es un desafío complejo, y categorizar a una especie introducida como invasora muchas veces resulta en conclusiones ambiguas e inconsistentes. En muchos casos, las especies introducidas pueden tener impactos negativos significativos a nivel ecológico o ambiental, pero impactos positivos a nivel económico (Hufbauer & Torchin 2007).

Como en muchas partes del mundo, las introducciones de peces en cuerpos de agua naturales estuvieron fomentadas por gobier-

nos regionales e instituciones de desarrollo (Pérez *et al.* 2003; Ortega *et al.* 2007; Girão 2007), pero en muchos casos han sido el resultado de prácticas que no fueron evaluadas y dimensionadas desde los riesgos y consecuencias que potencialmente representaban las especies para el medio ambiente receptor (Bomford *et al.* 2010; Clavero 2011). Se ha notado que el éxito de una introducción depende de algunas características que facilitan el establecimiento y dispersión de la especie. Estas características, no exclusivas, básicamente consisten de un elevado potencial para reproducirse (alta fecundidad y maduración temprana), crecimiento rápido, elevada capacidad de dispersión, elevada plasticidad fenotípica, tolerancia a una gama de condiciones ambientales, y habilidad para consumir otras fuentes de alimento a las habituales (Marchetti *et al.* 2004; García-Berthou 2007; Howeth *et al.* 2016).

El conocimiento de las especies introducidas en Bolivia es reducido no obstante que varias de ellas son importantes para la recreación (pesca deportiva), comercio (pesca comercial regional), seguridad alimentaria local (pesca de subsistencia), tanto en áreas rurales como urbanas. En las tierras bajas de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) se han reportado al menos cinco especies introducidas (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014b), pero se sabe que en la porción andina de la cuenca existen por lo menos otras cuatro especies provenientes de diferentes cuencas de América del Sur o continentes (ver Carvajal-Vallejos *et al.* 2009; Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Estas especies aparentemente se adaptaron a las condiciones locales y regionales donde fueron introducidas, y se expandieron de forma espectacular, en muchos casos aparentemente a costo de las poblaciones de especies nativas (véase por ejemplo Sarmiento & Barrera 2004; Van Damme & Carvajal 2005; Van Damme *et al.* 2009; Carvajal-Vallejos & Zeballos Fernández 2011).

En las tierras bajas (por debajo de 300 msnm) de la CAB, la llegada del paiche o paichi *Arapaima* cf. *gigas* (Figura 1) es uno de los casos más particulares y sorprendentes de introducción en el país en las últimas décadas. Considerando los impactos que ha producido a nivel socioeconómico, se lo puede considerar una especie invasora. Se sabe todavía poco sobre las perturbaciones que

estaría causando en los ecosistemas locales, por la complejidad que poseen los sistemas amazónicos y dificultad para estudiar este tipo de casos. Sin embargo, el impacto que ha tenido sobre la pesca y la cadena de valor del pescado, que surge desde el norte de Bolivia hacia el interior del país, es más

ca comercial de la región y ha tenido buena aceptación en los mercados de las grandes ciudades del interior donde se comenzó comercializando bajo el nombre de filete de surubí, una especie nativa de piel apetecida y tradicional para los consumidores de las zonas urbanas.



Figura 1. Ejemplar de paiche capturado por un pescador de la ciudad de Riberalta en el río Manupare (Pando), noviembre 2012.

evidente. Hasta el año 1994, el paiche no figuraba en los registros de las capturas comerciales de Bolivia (CDP 1995). Repentinamente, en las décadas posteriores la especie tomó importancia en los desembarques de diferentes puertos pesqueros (p.ej. Puerto Rico, Riberalta) – (Van Damme 2006) y en la actualidad se estima que constituye más del 80% de los volúmenes desembarcados en Riberalta, el principal puerto pesquero de la región norte (Coca Méndez *et al.* 2012). En un plazo no mayor a 10 años desde que se tornó abundante, esta especie invasora ha ocupado una posición significativa en la pes-

En base a lo expuesto más arriba, el presente capítulo tiene por objeto presentar una descripción actualizada de las características biológicas y ecológicas del paiche, una recapitulación de la historia de su introducción en Bolivia, y mostrar la velocidad de dispersión que la especie ha seguido en las principales cuencas de la CAB, en base a primeros avistamientos en su zona de distribución actual. Las dos primeras partes fueron extraídas principalmente del trabajo de Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) y complementados con artículos recientes sobre la especie en Brasil y Perú.

MÉTODOS

La información descrita en el estado de conocimiento de la especie fue extraída de Carvajal-Vallejos *et al.* (2011). Esta síntesis se basa en bibliografía disponible generada en Brasil, Colombia y Perú, principalmente.

La historia de la introducción del paiche en Bolivia corresponde en gran parte a la narración presentada por Carvajal-Vallejos *et al.* (2011).

Obtención de primeros avistamientos de paiche

Se obtuvieron los registros de primeros avistamientos de paiche en diferentes puntos de Bolivia de diferentes fuentes: observaciones directas, publicaciones, informes técnicos, entrevistas a pescadores y/o comunarios, y talleres comunales. Para diferenciar los registros de acuerdo a su grado de confiabilidad se utilizaron seis categorías de tipo de información. Las mismas y sus descripciones se pueden ver en el Cuadro 1. En total se obtuvieron 40 registros de primeros avistamientos de paiche en la CAB.

Entre las publicaciones que se consultaron están Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) y Miran-

da-Chumacero *et al.* (2012). Los informes técnicos consultados fueron García *et al.* (2015) y Lizarro *et al.* (2015); ambos corresponden al Centro de Investigación en Recursos Acuáticos-Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB), Trinidad, Bolivia.

Se usaron también datos obtenidos a través de entrevistas a informantes clave (pescadores experimentados y/o comunarios antiguos) en algunos de los lugares de desembarque pesquero más importantes de la CAB. Estas entrevistas fueron realizadas por investigadores de las instituciones CIRA-UABJB, Asociación Faunagua, y el Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía-Universidad Autónoma de Pando (CIPA-UAP) en el marco de diferentes proyectos e iniciativas. Algunas de estas entrevistas fueron incluidas en las publicaciones e informes técnicos anteriormente nombrados o están en proceso de publicación; otras no han sido publicadas hasta el corriente.

Otros registros de primeros avistamientos de paiche fueron obtenidos en talleres comunales realizados en varias comunidades de cuatro Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs): Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y Territorio Indígena Mul-

Cuadro 1. Categorías de los diferentes tipos de información de donde se obtuvieron los registros de primeros avistamientos de paiche en Bolivia.

Tipo de Información	Descripción	N° registros
Observación Directa	Registro de observación directa, no es parte de ninguna publicación o informe actualmente	2
Observación Directa-Pub	Registro de observación directa que fue incluido en una publicación o informe técnico	6
Entrevista a pescador	Entrevista personal con el pescador que dio el dato, esta entrevista no fue incluida en ninguna publicación o informe actualmente	5
Entrevista a pescador-Pub	Entrevista personal con el pescador que dio el dato, esta entrevista fue incluida en una publicación o informe técnico	4
Entrevista a comunario-Pub	Entrevista personal con un poblador o comunario (no se conoce con certeza si es pescador) que dio el dato. Esta entrevista fue incluida en una publicación o informe técnico	3
Taller comunal	Registro obtenido de taller realizado en una comunidad con la participación de varios comunarios y pescadores.	20

tiétnico II (TIM II) en el norte del Beni. Estos talleres fueron realizados por investigadores de Faunagua entre octubre y noviembre de 2015, con la participación de varios comunarios involucrados en la dirigencia de la pesca o la comunidad, y pescadores. Durante los talleres se realizaron varias consultas sobre el conocimiento local del paiche y la pesca, y entre ellas se preguntó cuándo y dónde apareció por primera vez la especie en la zona. Estos registros de paiche fueron posicionados en un mapa hidrológico impreso correspondiente a la zona de interés, indicando el nombre del lugar y año del primer avistamiento. La información (posición) fue utilizada para elaborar un mapa de los primeros registros de paiche.

De los datos disponibles en la literatura, se consideró el trabajo de Carvajal-Vallejos *et al.* (2011), el cual presenta una síntesis general del estado de conocimiento acerca de la especie y propone una hipótesis sobre la historia de su introducción en el país. Presenta un mapa tentativo de la distribución que tiene el paiche en Bolivia hasta 2011 y describe brevemente los cambios socioeconómicos y las modificaciones en la cadena productiva de pesca que sucedieron en el norte del país.

Otro estudio considerado fue el de Miranda-Chumacero *et al.* (2012), el cual reúne y examina datos sobre la distribución del paiche y su historia en el medio natural del TIOC Tacana II (Bolivia). Este territorio posee su límite norte próximo a la zona de introducción en Perú. En este trabajo se utilizaron datos de encuestas sobre comunidades de peces llevadas a cabo por la Wildlife Conservation Society (WCS) y el CIPA, para documentar los sitios con presencia de paiche en el norte de Bolivia. Se identificaron los cuerpos de agua en la región con presencia confirmada de paiche mediante observación directa por ictiólogos del CIPA, o ejemplares capturados en estudios de biodiversidad acuática. También, se realizaron monitoreos de la pesca que proporcionaron datos sobre las primeras observaciones de paiche en comunidades de los TIOCs Tacana I y Tacana II en los departamentos de La Paz, Pando y Beni. Esto fue complementado con entrevistas a pescadores entre agosto y septiembre de 2005 en comunidades del TIOC Tacana II. Entre julio de 2005 y agosto de 2008, se hicieron entrevistas específicas bimensuales sobre observaciones de paiche a

pescadores de las comunidades ribereñas del TIOC Tacana I. Entre agosto y septiembre de 2008, se realizaron entrevistas a personas de la comunidad de Tumichucua usando mapas de la zona para que pudieran identificar los cuerpos de agua en los que habían observado paiche.

Entre los informes técnicos consultados, el de García *et al.* (2015) fue llevado a cabo en el río Blanco (cuenca del río Iténez o Guaporé), ubicado en la provincia Iténez y el Parque Departamental y Área Natural de Manejo Integrado-Iténez (PDANMI-Iténez) del departamento de Beni. El objetivo de esta exploración fue verificar y certificar la presencia de paiche en estos cuerpos de agua. El equipo técnico del CIRA-UABJB, con el apoyo del Servicio Descentralizado de Áreas Protegidas (SEDEAPRO) y el Servicio Departamental de Agricultura y Ganadería (SEDAG), pudo confirmar la presencia de paiche en la cuenca del río Iténez. La primera evidencia de la presencia de la especie en el río Blanco estuvo sustentada por la captura de 23 especímenes de paiche. Además de las observaciones directas por parte de los técnicos del CIRA, también se realizaron entrevistas a habitantes de las comunidades de Buena Vista, San Borja y Bahía La Salud en 2015.

El otro informe técnico, de Lizarro *et al.* (2015), tuvo el mismo objetivo que el anterior de verificar la presencia de paiche en diferentes cuerpos de agua de la cuenca del río Mamoré. Los reportes y presencia de la especie fueron evidenciados por primera vez en inmediaciones de la comunidad Santa Rosa de Vigo con la captura de 12 especímenes, los que fueron depositados en la colección de peces del CIRA-UABJB.

En cuanto a la información no publicada, se obtuvieron dos registros de observaciones directas por investigadores del área de Ictiología del CIRA-UABJB en la localidad de San Joaquín y en la comunidad Siete Esquinas del departamento de Beni. Estos registros, por ser recientes, no han sido todavía publicados o incluidos en ningún informe técnico.

También se realizaron cinco entrevistas aisladas realizadas por investigadores de Faunagua, por ser datos recientes aún no han sido publicados o incluidos en ningún informe técnico. Estas entrevistas se realizaron con el objetivo de conocer el año y lugar de primer

avistamiento de paiche para complementar la información obtenida en el presente trabajo. Estas entrevistas se realizaron a pescadores considerados como los más experimentados y antiguos por pobladores de las comunidades u otros pescadores donde se realizó la entrevista. Las entrevistas se realizaron en Rurrenabaque, Riberalta, Puerto Rico, Cachuela Esperanza y en la comunidad Trinidadcito del TIOC TIM II entre los años 2015 y 2016. Estas localidades están consideradas como parte de los principales puertos de desembarque pesquero de la CAB (Van Damme *et al.* 2015).

En el Cuadro 2 se puede observar con mayor detalle el número, tipo de registros y fuentes de donde se obtuvieron los registros de primeros avistamientos de paiche en Bolivia para el presente estudio.

Los registros de primeros avistamientos de paiche en Bolivia obtenidos de las diferentes fuentes de información mencionadas arriba (publicaciones, informes técnicos, observaciones directas, entrevistas y talleres comunales) fueron reunidos y sistematizados en una base de datos única. Posteriormente estos registros fueron georeferenciados usando las coordenadas de

los lugares específicos o la zona más cercana al lugar donde ocurrió la observación. Una vez obtenidos estos puntos se construyó un mapa que muestra el frente de invasión del paiche en Bolivia cada cinco años desde el reporte del primer registro. Los puntos fueron posicionados sobre el mapa base de subcuencas elaborado y presentado por Carvajal-Vallejos *et al.* (2014a).

Velocidad de dispersión

Una vez obtenidos los puntos de primeros avistamientos de paiche, se midió la distancia (km), siguiendo el curso de los ríos, desde el punto de escape en Puerto Maldonado (Lagunas Valencia y Sandoval – Perú) y cada uno de los puntos de primer avistamiento. El programa empleado para este fin fue Google Earth Pro 2015.

La velocidad de dispersión fue obtenida al dividir las distancias (km), entre el número de años transcurridos desde el escape (aprox. 1965) (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011) y el año de observación. Esta misma metodología fue también utilizada por Van Damme *et al.* (2015).

Cuadro 2. Número, tipo de registro y fuentes de donde se obtuvieron los registros de primeros avistamientos de paiche en Bolivia.

N° y tipo de registro	Fuente
(2) Observación Directa	(2) reportes por investigadores de Ictiología del CIRA-UABJB, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico.
(6) Observación Directa-Publicación (Pub)	(5) provenientes de informe técnico de García <i>et al.</i> (2015). (1) proveniente de informe técnico de Lizarro <i>et al.</i> (2015).
(5) Entrevista a pescador	(5) entrevistas aisladas realizadas por investigadores de Fauna-gua. No forman parte de ninguna publicación o informe técnico.
(4) Entrevista a pescador-Pub	(3) provenientes de publicación de Carvajal-Vallejos <i>et al.</i> (2011). (1) proveniente de publicación de Miranda-Chumacero <i>et al.</i> (2012).
(3) Entrevista a comunario-Pub	(3) provenientes de informe técnico de García <i>et al.</i> (2015).
(20) Taller comunal	(20) obtenidos a través de 20 talleres comunales, realizados por investigadores de Faunagua. Estudio en proceso de publicación.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA ESPECIE

Arapaima gigas (Schinz 1822), conocido como paiche o paichi en Bolivia, ha sido considerado hasta hace pocos años como el único representante reconocido de la familia Arapaimidae del orden Osteoglossiformes en América del Sur (Ferraris 2003; Berra 2004; Lavoué & Sullivan 2004; Nelson 2006). Recientemente, Stewart (2013b) describió una nueva especie para la cuenca alta del río Purus y el mismo autor (2013a) revalidó la existencia de otras especies sinonimizadas con *A. gigas* en el pasado (*A. agassizii*, *A. leptosoma*, *A. mapae* y *A. arapaima*). Debido a estos cambios recientes, el estado taxonómico del paiche se ha tornado controvertido. En contraposición a los postulados de Stewart (2013 a,b), recientes estudios genéticos apuntan a la existencia de una sola especie en eje principal del Amazonas (p.e. Hrbek *et al.* 2005; Leão 2009; Araripe *et al.* 2013). Sin embargo, no se puede descartar totalmente que no existan otras especies en la cuenca del Amazonas y las Guayanas.

La examinación morfológica de ejemplares de paiche provenientes del norte de Bolivia y depositados en la colección de peces de la ULRA (UMSS)-Museo Alcide D'Orbigny (Cochabamba), sugiere que la especie puede ser denominada taxonómicamente como *A. cf. gigas*. Esta determinación fue realizada siguiendo las características propuestas por Stewart (2013a), y una revisión del mismo material por el mismo Stewart en 2013. Para una mejor determinación de la especie presente en Bolivia, bajo los supuestos de Stewart (2013a), se debe realizar un trabajo comparativo de identificación más preciso utilizando métodos morfológicos y moleculares.

El paiche es uno de los peces de escama más grandes de aguas continentales del mundo, pudiendo alcanzar de 3 a 4 m y con aproximadamente 250 kg de peso (Nelson 2006; Arantes *et al.* 2010; Watson 2011). La cabeza es pequeña y deprimida, con ornamentación muy característica y varias depresiones. El cuerpo es alargado, cilíndrico y comprimido, cubierto con escamas ovales grandes y gruesas. Las aletas anales y dorsales están al mismo nivel, cerca de la cola que es redondeada en forma. La porción posterior del cuerpo posee una coloración roja intensa (Ferraris 2003; Saavedra *et al.* 2005a; Nelson 2006).

Por estudios en cautiverio y ambientes naturales, se conoce que el paiche tiene preferencias carnívoras (Martinelli & Petrere Jr. 1999; Imbiriba 2000; De Oliveira *et al.* 2006), a pesar de que su tracto digestivo pudo haber sido filtrador en origen (Pinese 1996). Los juveniles de paiche se alimentan principalmente de peces pequeños, decápodos, moluscos e insectos, pero pueden ser oportunistas tomando sus presas del ambiente (e.g. partes vegetales) (Saavedra *et al.* 2005c). Los adultos son más selectivos con las presas y pueden consumir aproximadamente 6% de su masa corporal (Rebaza *et al.* 1999). Prefieren peces de tamaños medianos (Callichthyidae, Characidae, Cichlidae, Prochilodontidae, Anostomidae y Loricariidae), decápodos (*Macrobrachium* spp.) y algunas veces tortugas pequeñas (Podocnemidae) (Migdalski 1957; Rebaza *et al.* 1999; Saavedra *et al.* 2005c). Recientemente, Watson *et al.* (2013), utilizando las señales de isótopos estables (nitrógeno y carbono), mostraron que la especie en Guyana posee el nivel trófico de un omnívoro. Este resultado fue concordante con la descripción morfológica del intestino y la boca, la cual está provista con dientes pero no de aquellos que posee una especie típicamente carnívora o piscívora. En Bolivia se ha determinado que la especie posee hábitos omnívoros con preferencia por los peces, y que es un oportunista más que una especie selectiva. Esto quiere decir que aprovecha los recursos más abundantes (entre ellos invertebrados y partes vegetales) y accesibles, más que especies o ítems específicos (Villafán 2014). Al parecer, el hecho de que haya sido considerado como un piscívoro estricto se origina en que los restos vegetales encontrados en los estómagos fueron eliminados arbitrariamente de los análisis. Los restos vegetales fueron considerados como accidentales, suponiendo que eran ingeridos durante la captura de otras presas (Queiroz 2000).

El paiche utiliza los sentidos del olfato y el tacto más que el de la visión para encontrar a sus presas. Su actividad alimenticia es más intensa durante la noche y produce una agitación con la cabeza y/o la cola en la superficie del agua cuando una presa es succionada (Rebaza *et al.* 1999; Saavedra *et al.* 2005a). En la Cuenca Amazónica colombiana se ha encontrado una correlación inversa entre el estado de condición y los niveles de agua. Durante la época de aguas bajas aparentemente

pueden conseguir sus presas con mayor facilidad porque se encuentran concentradas en las lagunas y ríos pequeños (Hurtado 1998; Saavedra *et al.* 2005b).

Generalmente habita ríos de corriente suave y lagunas poco profundas con abundante vegetación flotante influenciadas por ríos de aguas blancas, negras y claras (Goulding *et al.* 2003; Fernandes 2005). El bosque ribereño de la planicie de inundación es importante para las zonas de anidamiento (Castello 2008). Sus depredadores naturales son algunas aves (*Anhinga anhinga*, *Megaceryle torcuata*, *Phalacrocorax brasilianus*) y algunos peces (*Serrasalmus* spp., *Cichla monoculus*, *Erythrinus erythrinus* y *Astronotus ocellatus*) (Rebaza *et al.* 1999).

Las branquias están reducidas en tamaño y han perdido casi completamente afinidad por el oxígeno. Sus funciones principales son la excreción de amoníaco, carbonatos y dióxido de carbono (Val & De Almeida-Val 1995), así como la regulación de iones o ácido-bases (Brauner *et al.* 2004). Por otro lado, su gran vejiga natatoria, altamente vascularizada (presencia de muchos vasos sanguíneos), trabaja como un órgano respiratorio accesorio (Rebaza *et al.* 1999; Fernandes 2005). Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria, la cual ocupa todo el techo de la cavidad abdominal (Rebaza *et al.* 1999; Marques 2003). El aire lo consiguen a través de succiones regulares de la superficie del agua, con una frecuencia (10-20 min) que depende del tamaño del espécimen (Fontenele 1948). El aire ingerido alcanza la vejiga natatoria por un orificio dorso-caudal en la faringe. Debido a estas adaptaciones, se ha sugerido que el paiche puede sobrevivir a condiciones adversas impuestas por los ambientes poco oxigenados existentes en las lagunas de la planicie de inundación amazónica (Val & De Almeida-Val 1995).

La reproducción del paiche puede ocurrir a lo largo de todo el año pero se intensifica cuando las aguas comienzan a subir de nivel y las áreas para la construcción de nidos están disponibles en el bosque (Fernandes 2005; Saavedra *et al.* 2005c). Se ha sugerido que los cambios en la conductividad y pH de las aguas al comienzo de la época lluviosa son los factores que desencadenan la época de reproducción en esta especie (Imbiriba *et al.*

1993). En la Cuenca Amazónica brasileña la época de reproducción comienza en octubre y se extiende hasta el mes de mayo (Menezes 1951; Fontenele & Vasconcelos 1982), siguiendo la crecida de las aguas (Lüling 1964). En el Perú, se ha observado un desove constante en la reserva Pacaya-Samiria con un pico entre septiembre y diciembre (Guerra 1980), y un período reproductivo de siete meses (noviembre-julio) en la porción baja del río Ucayalí (Lüling 1964). En la Amazonía colombiana, se ha reportado un incremento en el índice gonadosomático (IGS) entre los meses de septiembre a noviembre cuando las aguas comienzan a levantarse, y una caída drástica durante los meses con los niveles máximos de agua (Hurtado 1998). En el río Rupununi, la época de reproducción comienza cuando los peces se encuentran dispersos en la sabana inundada entre los meses de mayo y agosto (Lowe-McConnel 1964).

Únicamente la gónada (ovario o testículo) izquierda es funcional, la cual es relativamente pequeña (Migdalski 1957; Fontenele 1959; Neves 1995; Godinho *et al.* 2005). En las hembras el ovario no tiene conexión con la papila genital, la ovulación ocurre dentro la cavidad celómica y los desoves son fraccionados con baja fecundidad (Fontenele 1948; Godinho *et al.* 2005). La fecundidad es variable y sólo el 25% de los huevos totales (47 000-68 300 por hembra madura) son liberados (Imbiriba 1994; Rebaza *et al.* 1999); los huevos pueden medir de 0.5 - 0.3 mm (Migdalski 1957). Los estados macroscópicos de maduración gonadal fueron descritos por varios autores, pero se ha propuesto una escala de clasificación general que incluye al paiche en Nuñez & Duponchelle (2009). El peso del ovario en una hembra de 2 m de longitud es 495 - 1 300 g (Rebaza *et al.* 1999). La edad de primera madurez sexual ocurre entre los 4-5 años cuando los especímenes alcanzan una longitud total promedio de 150-185 cm (Lüling 1964; Guerra 1980; Godinho *et al.* 2005) y un peso de 40-45 kg (Imbiriba 1994; Saavedra *et al.* 2005d). Sin embargo, longitudes inferiores (menos de 120 cm) han sido registradas (Crossa & Petrere 1999), probablemente como una respuesta a la presión de pesca que existe sobre los ejemplares más grandes. Arantes *et al.* (2010) encontraron, a través de anillos de crecimiento en escamas, que la talla (total) y edad de primera madurez sexual puede fluctuar entre 157-164 cm y

3-5 años en la Amazonía Central (Brasil). Estos autores determinaron que el paiche forma dos anillos de crecimiento al año en las escamas y sugieren que las condiciones de manejo y densidad de la especie tienen influencia sobre la talla de primera madurez sexual.

La reproducción involucra la formación de parejas (Fontenele 1948; Fontenele 1959). El macho delimita y cuida un área aproximadamente de 200-400 m², para evitar la aproximación de cualquier pez invasor (Saavedra *et al.* 2005d), cada 300-500 m a la orilla de las lagunas laterales conectadas al río y arroyos (Queiroz 2000; Castello 2008). Una vez establecida el área, la pareja realiza un cortejo ruidoso con sonidos similares a los humanos en un lugar donde la profundidad es aproximadamente 1.5 m (Rebaza *et al.* 1999; Saavedra *et al.* 2005d). Tanto el macho como la hembra participan en la construcción del nido durante tres a cinco días. El nido es una depresión circular con diámetro de 0.3 - 0.75 m y una profundidad de 0.12-0.2 m (Imbiriba 1994; Queiroz 1999; Castello 2008). El tamaño de los nidos puede variar de un año a otro; posiblemente en relación a la variación hidrológica anual (Castello 2008). Por lo general, el nido se ubica en un punto somero (alrededor de 1-1.5 m de altura) con el fondo arenoso o arcilloso y libre de vegetación (Fontenele 1948; Imbiriba 1994; Queiroz 1999; Castello 2008). Los huevos son depositados y fertilizados en la depresión del nido, y una vez que eclosionan los pececillos permanecen en el mismo alrededor de cinco días hasta que el saco vitelino se consume por completo (Saavedra *et al.* 2005d). Posteriormente, comienzan a nadar cerca de la cabeza del padre y a tomar aire atmosférico de la superficie del agua (Fontenele 1948; Fontenele 1959). Muchas veces la hembra no participa del cuidado de las crías (Castello 2008). Los machos cuidan agresivamente a su descendencia y exudan una sustancia blanca por depresiones de la cabeza que contiene una feromona para atraerlos y mantenerlos cerca (Fernandes 2005). Esta sustancia lechosa posee valores elevados de proteína y pH, y podría ser un alimento suplementario para los pececillos como lo sugieren los habitantes de las comunidades ribereñas amazónicas (Rebaza *et al.* 1999). Cuando un peligro amenaza, los padres abren los opérculos y los alevines se esconden dentro para protegerse (Rebaza *et al.* 1999). Las crías permanecen con los pa-

ches hasta que alcanzan un tamaño cercano a los 25 cm (3-4 meses), antes de la próxima época reproductiva (Rebaza *et al.* 1999; Saavedra *et al.* 2005a).

Varios esfuerzos han sido llevados a cabo para distinguir los sexos en especímenes maduros e inmaduros a nivel morfológico (Imbiriba 1991; Saavedra *et al.* 2005d) y genético (Marques 2003; Marques *et al.* 2006), pero no se han encontrado diferencias claras. Hace pocos años, se ha mostrado que es posible determinar el sexo a través de la cantidad de vitelogenina en el plasma (muestras de sangre) de ejemplares adultos, y de las proporciones de 17 β -estradiol y 11-ketotestosterona en ejemplares inmaduros (Dugue *et al.* 2008; Chu-Koo *et al.* 2009). Otro método poco invasivo, y que no requiere el sacrificio de los ejemplares, es la observación directa de las gónadas mediante laparoscopia. Carreiro *et al.* (2011) mostraron que es posible diferenciar el sexo de individuos adultos mediante esta técnica, la cual ha sido empleada en los campos de la medicina y veterinaria para examinar órganos internos mediante la inserción de un instrumento óptico en la cavidad del cuerpo por una incisión o el poro urogenital. Morfológicamente, los sexos pueden ser reconocidos cuando los adultos conforman una pareja. El macho es más largo que la hembra, tiene el dorso oscuro, la porción ventral de la cabeza con una coloración rojo-naranja, la pigmentación roja intensificada a los lados del cuerpo y una papila genital recta. La hembra mantiene su color castaño, es más gruesa y tiene una papila genital en forma de roseta (Copaira & Montalvo 1972; Rebaza *et al.* 1999; Saavedra *et al.* 2005d). Se ha observado que la proporción de hembras y machos en condiciones naturales es de 1.2/1, respectivamente (Saavedra *et al.* 2005d).

El paiche posee un cariotipo compuesto de 28 cromosomas submeta/metacéntricos y 28 subtelo/acrocéntricos, y no es posible reconocer los sexos a este nivel. Posee regiones organizadoras nucleolares (NORs en inglés) simples con un polimorfismo estructural a nivel del tamaño (Marques 2003). Según estudios poblacionales con microsatélites (DNA_n) (Hrbek *et al.* 2007) y secuencias de fragmentos del genoma mitocondrial (DNA_{mt}) (Hrbek *et al.* 2005; Hrbek *et al.* 2007), se ha encontrado un flujo genético elevado entre va-

rias poblaciones geográficas a lo largo del eje principal del río Amazonas. Resultados similares fueron encontrados a través de RAPDs en el Araguaia Medio (Marques 2003). Los microsatélites revelaron una elevada variabilidad genética inter-poblacional y las distancias genéticas y geográficas estuvieron asociadas (aislamiento por la distancia); las poblaciones llegaron a ser significativamente diferentes entre 2 500-3 000 km de distancia. Los fragmentos de DNAm mostraron una variabilidad haplotípica importante y una divergencia histórica mínima entre localidades sin asociación entre distancias genéticas y geográficas. La mayor diversidad se encontró aguas arriba de Manaos (Brasil) y en lugares alejados de los mayores centros poblados. Los patrones de diferenciación observados con este marcador podrían ser resultado de la sobre-explotación y presión pesquera que la especie ha sufrido desde varias décadas atrás. Se ha sugerido que la variabilidad elevada podría garantizar la continuidad de la especie en su ambiente natural (Hrbek *et al.* 2007). Sin embargo, la creación y posicionamiento estratégico de reservas a lo largo del eje Amazónico podría ser una alternativa para mejorar el repoblamiento y el manejo de la especie en áreas donde las poblaciones fueron fuertemente disminuidas (Hrbek *et al.* 2005; Hrbek *et al.* 2007). Resultados similares fueron encontrados por Araripe *et al.* (2013), quienes sugieren que hay un mayor flujo genético entre muestras más próximas pero que la variación genética no solo es explicada por la distancia geográfica. Vitorino *et al.* (2015), mediante el uso de ISSRs, por su parte encontraron que hay una relación importante entre la variabilidad y la procedencia geográfica más que con la distancia geográfica en muestras del Araguaia-Tocantins. Al parecer existen otros factores que condicionan la intensidad del flujo genético entre localidades geográficas más que la distancia, entre ellos la disponibilidad de refugios con poca intervención de sobre-pesca o degradación del hábitat ribereño, y la conformación de grupos familiares. En ambos estudios últimos, se indica que la variabilidad genética es baja en varias localidades, como potencial consecuencia de la sobreexplotación a la que estuvo sujeta la especie en Brasil.

Desde el siglo XVIII, el paiche fue una de las especies más importantes para las pesquerías a lo largo del eje principal del Amazonas, y sostuvo una fuerte actividad extractiva para

cubrir la demanda de proteína en las ciudades ribereñas más grandes (Goulding 1980). La buena consistencia de la carne y la ausencia de huesos intermusculares, permitió el salado y secado de filetes mediante un proceso similar al que se conocía para el bacalao (pez marino del género *Gadus*). En este estado se podía almacenar y transportar largas distancias a los centros mayores de consumo (Hrbek *et al.* 2005). Con la aparición de las redes agalleras de nylon en las prácticas de la pesca Amazónica, una caída dramática de las poblaciones naturales se hizo evidente a final de los años 80 y la especie fue indexada en el Apéndice II del Tratado Internacional de Conservación de Especies Comerciales Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

HISTORIA DE LA INTRODUCCIÓN DEL PAICHE EN LA CUENCA DEL RÍO MADRE DE DIOS

Debido a que el paiche representaba una fuente habitual de ingresos económicos y proteína para las comunidades ribereñas en la Cuenca Amazónica Central (Queiroz 1999; Murrieta 2001; Viana *et al.* 2004), se asumieron algunas alternativas para mitigar las repercusiones negativas de la pesca. Se comenzaron a desarrollar y promover actividades incipientes de cultivo artesanal de la especie con el objeto de reducir su extracción del medio natural sin afectar el sustento pesquero (Alcantara *et al.* 2006). Por los años cuarenta, en la laguna Zapote de la zona Reservada del río Pacaya (actualmente Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú), experimentos sencillos revelaron la facilidad que la especie tenía para reproducirse en cautiverio y la facilidad para cosechar los alevinos. A partir de aquellas experiencias, el cultivo y multiplicación del paiche en ambientes controlados comenzó a ser practicado en varias comunidades a lo largo del eje Ucayalí-Amazonas en Perú. Los cultivos artesanales de paiche fueron exitosos gracias a varios rasgos fisiológicos favorables que la especie presentaba: rusticidad a la manipulación (Imbiriba 2000), buena tolerancia a concentraciones bajas de oxígeno (Queiroz 1999), resistencia a concentraciones altas de amonio (Cavero *et al.* 2004), crecimiento rápido (tasa promedio de 10 kg año⁻¹) (Queiroz 1999; Rebaza *et al.* 1999), alto rendimiento (8 000 kg ha⁻¹ año⁻¹)

comparado al de otros animales domésticos (por ejemplo, ganado $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) (Rebaza *et al.* 1999), reproducción sin inducción hormonal (Imbiriba 2000; Fernandes 2005), y cuidado de las crías (Fontanele 1959).

Entre 1965 y finales de la misma década, la Estación de Pesquería de Loreto de la Dirección General de Pesca y Caza, Ministerio de Agricultura del Perú, inició un repoblamiento e introducción de paiche en ambientes naturales y cuerpos de agua que ofrecían condiciones favorables para su establecimiento y expansión. En el marco de esta iniciativa, se realizó la transposición de especímenes de paiche (se estima que fueron algunas centenas), y posiblemente otras especies, como el sábalo (*Prochilodus nigricans*) y la palometa real (*Astronotus ocellatus*) entre otros, desde la Reserva Pacaya Samiria a dos cuerpos de agua en el departamento de Madre de Dios, a la laguna Sauce en el departamento de San Martín, y al reservorio de San Lorenzo en el departamento de Piura. En la cuenca del río Madre de Dios, los ejemplares de paiche fueron introducidos y mantenidos en espacios delimitados dentro las lagunas Valencia y Sandoval, frente a la comunidad de Puerto Maldonado. Estos espacios, según pescadores que conocieron el predio, consistían de una estructura poco estable que fue rebasada y destruida por el nivel de las aguas durante la temporada de lluvias poco tiempo después que los paiches fueron introducidos. De esta manera, a partir de estos dos puntos, el paiche comenzó un proceso de expansión exitoso hacia los cuerpos de agua en territorio boliviano donde la disponibilidad de hábitats era mayor que en la porción peruana del río Madre de Dios. Datos genéticos de *Arapaima* obtenidos en diferentes puntos de la Amazonía, incluyendo Bolivia, son coincidentes con la afirmación de que la población fundadora introducida en el río Madre de Dios tuvo un origen en las aguas peruanas del eje Ucayalí-Amazonas (Hrbek *et al.* 2005).

Relatos de los pescadores más antiguos de la ciudad de Riberalta indican que la llegada del paiche por esta zona fue después del año 1980. Según uno de ellos (Wilfredo Chipunavi), su embarcación (El Pingüino) llevó el primer ejemplar de paiche a la ciudad de Riberalta estimativamente el año 1983. El ejemplar, que medía alrededor de 1.5 m y pesaba 22 kg, fue capturado por la laguna

Murillo, a la altura de la Barraca Venecia, a unos 100 km de la ciudad de Riberalta. Dos meses después, el mismo pescador capturó un ejemplar de dimensiones similares al primero a la altura de la comunidad San Miguel, sobre el río Madre de Dios, aproximadamente a 70 km de Riberalta. Debido a que el paiche era una especie desconocida en la región, los pobladores locales no lo consumían porque el sabor de la carne fresca les parecía desagradable comparado al de las especies nativas. Los pescadores que lograban accidentalmente su captura desechaban la carne o la guardaban en forma de charque (secada con sal y a la luz del sol).

El poco conocimiento de la especie, el inexistente interés para aprovechar la carne de paiche a finales de los años 80, y la gran cantidad de lagunas y arroyos favorecieron su multiplicación y dispersión en el norte de Bolivia. Desde aquellos años, las capturas de este pez en distintos puntos de la CAB occidental fueron cada vez más frecuentes y progresivamente fueron avanzando hacia los sistemas más próximos del río Madre de Dios como los ríos Beni, Orthon, Madera, Yata y Abuná. En los ríos Madre de Dios, Orthon, y Yata la especie se encontraba en toda su cuenca (ríos, arroyos y lagunas) alrededor del 2010; cardúmenes de peces pequeños eran observados con frecuencia por los pescadores locales. Para el mismo año, la especie alcanzó casi toda la cuenca baja del río Beni (lagunas y tributarios). La observación más al sur sobre el río Beni el año 2008 fue en la boca de río Negro, tributario del río Beni, aproximadamente a 200 km río abajo del piedemonte andino (Rurrenabaque). En el río Madera su presencia era incierta para 2010 por debajo de la confluencia de los ríos Mamoré y Beni (no existía registros comprobados), pero se sospechó que alcanzó el tramo del río Madera entre la desembocadura del río Abuná y la cachuela de Santo Antonio por la facilidad que tuvo para atravesar las cachuelas en Bolivia hacia aguas abajo (p.ej. Cachuela Esperanza en el río Beni y una serie de cachuelas en el tramo binacional del río Madera). Evidencia de ello (comentarios personales de Marcelo Apel), fueron reportes de pescadores del estado de Acre (Brasil) que capturaban la especie en el río transfronterizo Abuná.

Hasta el 2010, no se tenían registros de la especie en las aguas de los ríos Mamoré e

Iténez por encima de la cachuela inmediatamente aguas arriba de la boca del río Yata (Cachuela Yata o Bananeira). Al parecer, la especie podía remontar ríos de corriente relativamente fuerte ya que pudo atravesar dos cachuelas medianas entre la boca del río Yata y el origen del río Madera, posiblemente por las zonas menos correntosas. Basado en esas observaciones, se propuso que la velocidad de las aguas a la altura de Cachuela Yata y otras próximas a la ciudad de Guayaramerín representaban una barrera física al movimiento de esta especie hacia aguas arriba. Sin embargo, ya se sospechaba que la planicie de inundación de la CAB, una de las más extensas de América del Sur (Hamilton *et al.* 2004; Crespo & Van Damme 2011), podía ser un medio de dispersión para la especie durante la época de aguas altas o eventos hidrológicos extremos (excepcionales), si ésta no lograba ultrapasar en primera instancia las cachuelas por encima de la boca del río Yata.

Dispersión y velocidad de expansión del paiche

En la Figura 2 se puede notar que el primer avistamiento de paiche en Bolivia fue en proximidades de la comunidad El Chivé, sobre la cuenca del río Madre de Dios. Esta observación, cerca a la frontera con Perú, fue realizada el año 1976 por un pescador de la zona. Posteriormente en 1979, el paiche fue observado sobre el mismo eje en la laguna El Mentiroso, por un pescador de la comunidad de Trinidacito. En la década posterior, otros avistamientos ocurrieron en la cuenca del río Madre de Dios, pero también la cuenca del río Orthon, en proximidades de la comunidad de Puerto Rico (1989). En la década de los noventa la especie se expandió hacia otras cuencas y el frente de invasión era cada vez más extenso, varios avistamientos comenzaron a ocurrir en la cuenca media y baja del río Beni, y sistemas menores asociados como los del río Biata, Geneshwaya, entre otros.

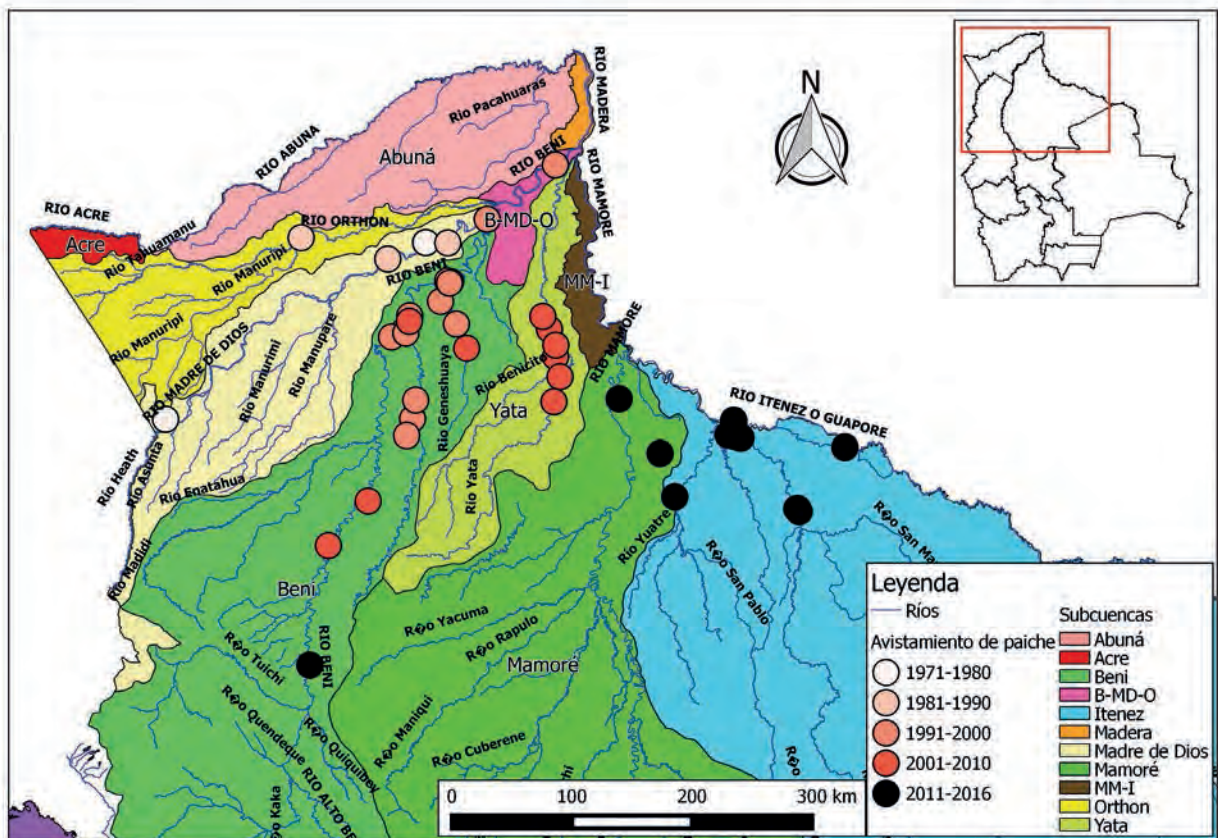


Figura 2. Primeros avistamientos de paiche en la Cuenca Amazónica de Bolivia desde su introducción a través del río Madre de Dios en los años setenta. El mapa de las cuencas corresponde al trabajo de Carvajal-Vallejos *et al.* (2014a) (B-MD-O: Beni-Madre de Dios-Orthon, MM-I: Mamoré-Iténez).

Durante la década pasada del 2000, los registros mostraron un avance progresivo hacia la cuenca alta del río Beni (2008 - boca del río Negro en el río Beni) y la cuenca del río Yata y Benicito. En la década actual, el paiche ha sido observado a pocas decenas de kilómetros del piedemonte andino del río Beni (20 km río abajo de Rurrenabaque, 2014), y sorprendentemente han surgido reportes de la especie en la cuenca baja y media de los ríos Mamoré e Iténez. Llama la atención, que en estas dos últimas cuencas no se hayan evidenciado registros progresivos del avance de la especie hacia aguas arriba, por ejemplo entre Guayaramerín y la confluencia de los ríos Iténez y Mamoré (Figura 2).

Considerando 30 puntos de primeros avistamientos de paiche en la CAB, sin tomar en cuenta los registros en las cuencas Iténez y Mamoré, se obtuvo una velocidad promedio del frente de invasión de 32.7 km/año (máximo 114.4, mínimo 12, desviación estándar: 18.12 km/año). Los primeros avistamientos en las cuencas de los ríos Mamoré e Iténez fueron excluidos del cálculo, debido a que su origen es incierto. La fuente de la introducción que generó la dispersión sobre estos sistemas parece estar en el lado brasileño o un punto desconocido en Bolivia.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo respaldan y son coincidentes con una introducción y subsecuente expansión del paiche desde la porción peruana del río Madre de Dios (Puerto Maldonado) hacia la cuenca baja de este río y sistemas asociados inmediatos como el Beni y Orthon. El frente de invasión que se pudo observar en la cuenca del río Beni, muestra un movimiento progresivo de la especie hacia aguas arriba y se espera que su límite de distribución sea alcanzado en los próximos años, el cual tentativamente estará condicionado en primera instancia por factores geográficos como la pendiente, y por ende por la velocidad de las aguas, y al cual se pueden sumar otros como los climáticos (p.e. temperatura) o ecológicos (p.e. disponibilidad de hábitat). En la cuenca del río Orthon, la especie se encuentra en casi todo el sistema, pero los pescadores de la parte alta del río Tahuamanu en Bolivia indican que la especie no es muy abundante y común en las porciones donde

ellos operan, por lo tanto su presencia en las pesquerías es escasa.

En la cuenca del río Mamoré e Iténez, los primeros avistamientos de la especie denotan que pudo haber superado las cachuelas entre la boca del río Yata y Guayaramerín sobre el río Mamoré, alcanzando estas cuencas por la planicie de inundación desde algún punto de la cuenca del río Beni o Yata durante el periodo de aguas altas, o, alternativamente, escaparon al medio natural de pozas de cultivo en el estado fronterizo de Rondonia (Brasil) o en el departamento del Beni. Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) sugirieron que la cachuela aguas arriba de la boca del río Yata podía representar una barrera geográfica para la expansión de la especie hacia aguas arriba, debido a que la distribución de la especie en 2010 coincidía con avistamientos hasta ese punto y la turbulencia de las aguas parecía infranqueable. Si el paiche hubiese logrado traspasar estas cachuelas se esperaría un desplazamiento progresivo hacia aguas arriba y por lo tanto avistamientos cerca de la ciudad de Guayaramerín y el río Mamoré, comprendido entre esta ciudad y la confluencia del río Iténez con el mismo. No obstante, hasta la fecha no se conocen reportes de la especie que sugieran este movimiento progresivo hacia aguas arriba del bajo Mamoré. Alternativamente, en el periodo 2013-2014 ocurrió un evento climático extraordinario en el que los volúmenes de descarga y los niveles de agua fueron más elevados a lo usual en los últimos 14 años (Ovando *et al.* 2016). Este evento extremo de inundación pudo haber logrado conexiones entre las cuencas bajas de los ríos Beni y/o Yata con el Mamoré, suficientes para permitir la dispersión del paiche hacia la cuenca del río Mamoré y subsecuentemente al río Iténez. Estos puntos de contacto, con condiciones mínimas suficientes (p.e. profundidad) para permitir el paso del paiche de una cuenca a otra, son desconocidos y posiblemente ocurrieron en varias partes de la zona inundada en las pampas. Esta posible dispersión a través de la planicie inundada también fue sugerida por Carvajal-Vallejos *et al.* (2011), pero antes de la inundación extrema sucedida en años recientes no se tuvieron reportes de la especie en puntos sobre las cuencas Mamoré e Iténez. Sin embargo, la posibilidad de que el paiche haya alcanzado las cuencas de los ríos Mamoré e Iténez por la planicie de inundación tampoco parece explicar el esta-

do actual de la distribución de la especie en estas cuencas. Considerando la velocidad de dispersión obtenida, excluyendo los sistemas Mamoré e Iténez, en dos o tres años posteriores el paiche podría haberse dispersado una distancia próxima a los 90-100 km desde los puntos de ingreso. Esto puede explicar la presencia de la especie en puntos sobre la cuenca del Mamoré en su parte media, pero no para localidades como Buena Vista (frente a la ciudad de Costa Marques – Brasil). Se dice que la especie en esta zona ya está ampliamente distribuida (C. Doria – UNIR, Brasil), y este punto en particular se encuentra a más de 250 km en línea recta de cualquier punto al borde de la cuenca del río Yata, la cuenca con presencia de paiche más próxima al río Iténez. Considerando todo lo mencionado, la posibilidad de que el paiche pudo haber llegado a la cuenca del río Iténez en años anteriores al evento extremo de inundación, y un posterior movimiento expansivo hacia otras partes de la cuenca (p.e. río Blanco) y el río Mamoré facilitado por el evento de inundación extremo, parece más factible. Bajo este escenario, algunas iniciativas poco controladas de piscicultura de paiche en Brasil sobre la cuenca del río Iténez, podrían haber facilitado la introducción de la especie en el sistema hace aproximadamente 5-7 años. Por observaciones directas de campo en 2016, se ha visto que comercializadores de pescado en la ciudad brasileña de Guajaramirim, ofertan a compradores bolivianos ejemplares juveniles de paiche (aprox. 10-20 kg) que aparentemente fueron cultivados en granjas piscícolas de Rondônia.

El contacto de las cuencas durante el evento extremo de inundación en 2013-2014 y el potencial escape de la especie en el lado brasileño son posibles explicaciones alternativas pero no exclusivas. Ambos eventos pudieron ocurrir y son el resultado de dos procesos de introducción con stocks provenientes de Bolivia, o uno diferente relacionado a la piscicultura en Brasil. Durante un taller en agosto/2016 con comunidades Chácobos que habitan las orillas del río Benicito, se pudo constatar que alrededor de 2010-2012 una persona de Riberalta, conocido por los pescadores con el nombre de “uruguayo”, compraba juveniles de paiche con algunas semanas de vida durante el periodo de reproducción de la especie en esta cuenca. Estos peces aparentemente eran principalmente vendidos

a piscicultores en el estado de Rondônia, y una parte menor a clientes en las ciudades de Santa Cruz, Trinidad, y posiblemente Cochabamba (Chapare). Si parte de estos ejemplares fueron comercializados en Brasil y por diferentes motivos alcanzaron el medio natural, es posible que los paiches presentes en el río Iténez tengan una mayor afinidad (genética) con los paiches del río Yata u otras cuencas de Bolivia donde fueron capturados para ser comercializados. Alternativamente, es posible que los paiches utilizados en la piscicultura de Brasil y ahora dispersos en el medio natural, tengan un origen en algún punto del Brasil, y se esperaría encontrar menor afinidad con los stocks existentes en Bolivia.

Sumado a las posibles fuentes de introducción por la inundación extrema y la piscicultura en Brasil, existe una tercera potencial fuente de introducción por actividades de piscicultura en Bolivia. En la última década, la piscicultura de paiche en Bolivia ha surgido como una moda adquirida de países del Brasil y Perú, pero con pocos fundamentos y sustentos de viabilidad y factibilidad como negocio rentable. La piscicultura de esta especie en las tierras bajas de Bolivia es reciente, todavía poco desarrollada, y apenas comienza a dar sus primeros pasos en medio de varias falencias a diferentes niveles. Sin embargo, la iniciativa parecía estar más focalizada en el comercio de juveniles con un precio relativamente alto en el mercado (en promedio, ejemplares de 10-15 cm costaban entre 7-15 \$us), más que en un verdadero apoyo a la producción y cultivo de la especie. Según datos de distribución recientes y el relato indicado más arriba, se sabe que hubo translocaciones de la especie con fines de piscicultura (experimental o de producción) de paiche hacia las zonas de Trinidad, Chapare y Santa Cruz (ver capítulo de distribución), y se desconoce si estos ejemplares fueron confinados adecuadamente o se produjeron escapes al medio natural. No obstante que estos puntos parecen bastante alejados de los primeros avistamientos de paiche en las cuencas Mamoré e Iténez, algunas actividades en Trinidad podrían haber jugado un rol para la introducción de la especie en la cuenca media del Mamoré. No se puede descartar que algún evento de escape o translocación desde Trinidad pudo generar o dar lugar al establecimiento de la especie en algunas lagunas del Mamoré bajo, donde la especie ha sido recientemente observada.

Considerando todo ello, la presencia de la especie en las cuencas de los ríos Mamoré e Iténez puede tener un solo origen o ser el resultado de múltiples introducciones provenientes de uno o varios stocks.

Velocidad del frente de invasión

El primer trabajo que estimó la distancia de dispersión del paiche por año fue Van Damme *et al.* (2015), quienes determinaron la velocidad en 20.9 km/año basados en tres observaciones, una de ellas en la laguna El Mentiroso en 1979. Sobre el primer avistamiento en la misma laguna, Macnaughton *et al.* (2015) sugieren que la observación fue un poco más tarde en 1984, pero esta variación parece estar sujeta al informante entrevistado. En el presente estudio la fecha de primer avistamiento en la laguna El Mentiroso es anterior (1972) a las dos fechas mencionadas, y aparentemente parece más aproximada considerando su posición en relación al punto de introducción y la información proviene del pescador más antiguo de la comunidad de Trinidacito. La velocidad estimada con un mayor número de avistamientos muestra que el avance de la especie es más rápido de lo previsto, y que algunos lugares serán colonizados varios años antes de lo previsto según la velocidad hasta el corriente.

Tomando la velocidad promedio (32.7 km/año) de dispersión observada en las cuencas Beni, Orthon y Yata, se esperaría que el paiche ahora presente en el río Mamoré y proximidades de Santa Rosa de Vigo llegue a Puerto Villarroel (1 054 km entre ambos puntos) en aproximadamente 32 años. De manera similar, en la cuenca del río Iténez, se espera que la especie alcance la boca del río Verde desde Buena Vista (782 km entre ambos), en aproximadamente 24 años, si otros eventos de introducción facilitados por el hombre no ocurren en la cuenca antes de ese tiempo.

RECOMENDACIONES

En vista que el paiche está siguiendo un proceso de expansión en la CAB resultante de su capacidad de dispersión, y potencialmente facilitado por eventos extremos de inundación y/o translocaciones realizadas con fines

de cultivo u otros, es importante identificar cuáles son las decisiones prioritarias para controlar o enfrentar el avance de la especie. Parece inminente e inevitable que la especie va alcanzar gran parte de los cuerpos de agua en las tierras bajas de la CAB en las próximas décadas, porque se ha llegado a un estado incontrolable de su dispersión y cualquier medida a estas alturas puede ser poco efectiva para controlar su avance. Para los tomadores de decisiones a nivel local, regional y nacional, es una prioridad comenzar a decidir cuál parece la mejor estrategia para manejar y/o controlar la especie a diferentes escalas geográficas en los próximos años, y apoyar el desarrollo y elaboración de una normativa que regule la introducción de especies de peces no nativas a los cuerpos de agua en Bolivia. Tomando en cuenta el principio precautorio que las especies potencialmente invasoras pueden generar cambios o impactos no deseados a nivel local y/o regional (ecológico o socioeconómico), se sugiere evitar futuras introducciones de otras especies por la elevada incertidumbre que existe respecto a los impactos negativos que pueden causar, sobre todo en sistemas complejos como los que existen en la CAB.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a los pescadores de las comunidades indígenas de los TIOCs Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño, y Territorio Indígena Multiétnico II, y pescadores de Riberalta, Cachuela Esperanza, Puerto Rico, Rurrenabaque, Santa Rosa de Vigo, Bella Vista y Buena Vista por su colaboración durante las entrevistas sobre la llegada del paiche a sus zonas de pesca. Este trabajo fue subvencionado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue co-financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Co-

mercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD).

REFERENCIAS

Alcántara F, Wust WH, Tello S, Rebaza M, Del Castillo D (2006) Paiche: el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Lima, Perú. 69 p.

Arantes CC, Castello L, Stewart DJ, Cetra M, Queiroz HL (2010) Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 455-465.

Araripe J, Rêgo P, Queiroz H, Sampaio I, Schneider H (2013) Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellites markers. *PLoS ONE*, 8 (1): e54470.

Baiser B, Olden JD, Record S, Lockwood JL, McKinney ML (2012) Pattern and process of biotic homogenization in the New Pangaea. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279: 4772–4777.

Berra T (2004) Freshwater fish distribution. Academic Press, Florida, USA.

Bomford M, Barry SC, Lawrence E (2010) Predicting establishment success for introduced freshwater fishes: a role for climate matching. *Biological Invasions*, 12: 2559–2571.

Brauner CJ, Matey V, Wilson JM, Bernier NJ, Val L (2004) Transition in organ function during the evolution of air-breathing; insights from *Arapaima gigas*, an obligate air-breathing teleost from the Amazon. *The Journal of Experimental Biology*, 207: 1433-1438.

Carreiro CR, Furtado-Neto MA, Mesquita PE, Bezerra T (2011) Sex determination in the Giant fish of Amazon Basin, *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimatidae), using laparoscopy. *Acta Amazonica*, 41 (3): 415-420.

Carvajal-Vallejos FM, Muñoz H, De La Barra E, Argote A (2009) Threatened fishes of world: *Oligosarcus schindleri* Menezes & Géry 1983 (Characidae). *Environmental Biology of Fishes*, 85: 39-40.

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M,

Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme P, Céspedes R, Oberdorff T (2014a) Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, 732 (1): 19-27.

Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernandez AJ, Van Damme PA (2014b) Peces introducidos en la Amazonía boliviana: distribución y evaluación del estado de conocimiento. pp 179-195. En: Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Línea de Base sobre Ecosistemas y Recursos Acuáticos en la Amazonía Boliviana: sistema de monitoreo de los impactos de las represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en territorio boliviano. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernández AJ (2011) Diversidad y distribución de los peces de la Amazonía boliviana. pp 101-147. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Casal CMV (2006) Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*, 8: 3-11.

Castello L (2008) Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. *Journal of Fish Biology*, 72 (6): 1520-1528.

Cavero BA, Pereira-Filho M, Bordinhon AM, Fonseca FA, Ituassú DR, Roubach R, Ono EA (2004) Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (5): 513-516.

CDP (1995) Estadística e información pesquera de Bolivia 1994. MDE-SNAG-CDP, La Paz, Bolivia. 52 p.

Chu-Koo F, Dugué R, Aván Aguilar M, Casanova Daza A, Alcántara Bocanegra F, Chavez Veintemilla C, Duponchelle F, Renno J-F, Tello S, Nuñez J (2009) Gender determination in the paiche or pirarucu (*Arapaima gigas*) using plasma vitellogenin, 17 β -estradiol, and 11-ketotestosterone levels. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35 (1): 125-136.

Clavero M (2011) Assessing the risk of freshwater fish introductions into the Iberian Peninsula. *Freshwater Biology*, 56 (10): 2145-2155.

Coca Méndez C, Rico López G, Carvajal Vallejos FM, Salas Peredo R, Wojchiechowski J, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: contribución de especies nativas y de una especie

- introducida (paiche *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB, La Paz, Bolivia, 152 p.
- Colautti RI, MacIssac HJ (2004) A neutral terminology to define 'invasive' species. *Diversity and Distributions*, 10: 135-141.
- Copaira M, Montalvo C (1972) Dimorfismo sexual en el paiche (*Arapaima gigas* Cuvier 1829). Universidad Nacional de San Marcos. *Revista de Investigaciones Pecuarias (IVITA)*, 1 (2): 203-207.
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. pp 15-27. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Crossa M, Petrere Jr M (1999) Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier. *Fisheries Management and Ecology*, 6: 173-186.
- Daga VS, Skóra F, Padial AA, Abilhoa V, Gubiani EA, Vitule JR (2015) Homogenization dynamics of the fish assemblages in Neotropical reservoirs: comparing the roles of introduced species and their vectors. *Hydrobiologia*, 746: 327-347.
- De Oliveira V, Poletto SL, Venere PC (2006) Feeding of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*, Arapaimatidae) in their natural environment, lago Quatro Bocas, Araguaiana-MT, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 3 (2): 312-314.
- Dugue R, Chu F, Alcantara F, Duponchelle F, Renno JF, Nuñez J (2008) Purification and assay of *Arapaima gigas* vitellogenin: Potential use for sex determination. *Cybio*, 32 (2): 111.
- Fernandes D (2005) "More eyes watching ...". Lessons from the community-based management of a giant fish, *Arapaima gigas*, in Central Guyana. Unpublished Master dissertation. University of Manitoba, Winnipeg, Canada. 180 p.
- Ferraris Jr CF (2003) Family Arapaimatidae. pp. 31-32. En: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr CF (Eds.). *Check list of the Freshwater Fishes of South and Central America*. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.
- Fontenele O (1948) Contribution to the biology of the *Arapaima gigas* (Cuvier) in captivity (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 8: 445-459.
- Fontenele O (1959) Hábitos de desova do pirarucu, "*Arapaima gigas*" (Cuvier) (Pisces: Isospondyly, Arapaimidae), e evolução de sua larva. Ministério da Viação e Obras Públicas, Departamento Nacional de Obra Contra as Sêcas, Serviço de Piscicultura, Fortaleza, Ceara, Brasil. Publicação 153, Serie I-C. 18 p.
- Fontenele O, Vasconcelos EA (1982) The arapaima, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) in the Northeast ponds: results on adaptation and probable causes of stock depletion. *Boletim Técnico DNOCS*, 40: 43-66.
- García V, Moreno-Aulo F, Torres L (2015) El paiche (*Arapaima gigas*) en el río Blanco, Provincia Iténez del Departamento del Beni, Bolivia. Informe técnico CIRA-Universidad Autónoma del Beni, Bolivia.
- García-Berthou (2007) The characteristics of invasive fishes: what has been learned so far?. *Journal of Fish Biology*, 71: 33-55.
- Girão MV (2007) Avaliação dos procedimentos de introdução do pirarucu (*Arapaima gigas*) na região nordeste: retrospectiva histórica, situação atual e perspectivas futuras. Dissertação de Mestrado, Universidade, Federal Do Ceará, Fortaleza, Brasil. 62 p.
- Godinho HP, Santos JE, Formagio PS, Guimarães-Cruz RJ (2005) Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Acta Zoologica*, 86: 289-294.
- Goulding M (1980) *Fishes and the forest*. University of California Press. Los Angeles, CA, USA.
- Guerra H (1980) Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (ríos Pacaya y Samiria) 1971-1975. Informe IMARPE 67. Instituto del Mar del Perú, Callao, Perú.
- Hamilton SK, Sippel SJ, Melack JM (2004) Seasonal inundation patterns in two large savanna floodplains of South America: the Llanos de Moxos (Bolivia) and the Llanos del Orinoco (Venezuela and Colombia). *Hydrological Processes*, 18: 2103-2116.
- Hrbek T, Crossa M, Farias IP (2007) Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology*, 67 (4): 909-917.
- Hrbek T, Farias IP, Crossa M, Sampaio I, Porto JI, Meyer A (2005) Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8 (3): 297-308.
- Hufbauer RA, Torchin ME (2007) Integrating ecological and evolutionary theory of biological invasions. pp 79-96. In: Nentwing W. (Ed.). *Biological Invasions*. Ecological Studies 193. Springer.

- Hickley P (1994) Stocking and introduction of fish. pp. 247-254. In: Cowx IG (Ed.). Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Fishing News Books, Blackwell Science Publications, Oxford, UK.
- Howeth JG, Gantz CA, Angermeier PL, Frimpong EA, Hoff MH, Keller RP, Mandrak NE, Marchetti MP, Olden JD, Romagosa CM, Lodge DM (2016) Predicting invasiveness of species in trade: climate match, trophic guild and fecundity influence establishment and impact of non-native freshwater fishes. *Diversity and Distributions*, 22 (2): 148-160.
- Hurtado J (1998) Aspectos biológicos pesqueros del *Arapaima gigas* en el sistema de várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Tesis de Biólogo. Universidad del Valle, Facultad de Biología, Santiago de Cali. 79 p.
- Imbiriba EP (1991) Produção e manejo de alevitos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier). Embrapa-CPATU. Circular Técnica nº57, 19 p.
- Imbiriba E (1994) Reprodução, larval e alevinagem de pirarucu (*Arapaima gigas*). EMBRAPA-CPATU, Belém, Brasil. *Recomendações Básicas*, 26: 1-4.
- Imbiriba EP (2000) Production potential of pirarucu, *Arapaima gigas*, in captivity. *Acta Amazonica*, 31: 299-316.
- Imbiriba E, Lourenço J, Barten B (1993) Bioecología e manejo sustentado do pirarucu (*Arapaima gigas*) na bacia Amazonia. EMBRAPA, Brasil.
- Lavoué S, Sullivan JP (2004) Simultaneous analysis of five molecular markers provides a well-supported phylogenetic hypothesis for living bony-tongue fishes (Osteoglossomorpha: Teleostei). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33: 171-185.
- Leão A (2009) Análise de la variabilidade genética das populações de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) dos principais tributários do rio Amazonas através do uso de marcadores microssatélites. Tesis de doctorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Programas de Pós Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – PPG-INPA, Programa de Pós Graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva – PPG-GCBEv. Manaus (AM), Brasil. 72 p.
- Lizarro D, Torres L, Rodal P (2015) El paiche (*Arapaima gigas*) en el río Mamoré, Provincia Mamoré del Departamento del Beni, Bolivia. Informe técnico CIRA-Universidad Autónoma del Beni, Bolivia.
- Lowe-McConnell RH (1964) The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America. Part I. Ecological grouping of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Journal of the Linnean Society*, 45: 103-144.
- Lüling K (1964) Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie del Tiere*, 54: 436-530.
- Macnaughton A, Carvajal-Vallejos FM, Argote A, Rainville T, Van Damme PA, Carolsfeld J (2015) "Paiche reigns!" species introduction and indigenous fisheries in the Bolivian Amazon. *Maritime Studies*, 14: 11.
- Marchetti MP, Moyle PB, Levine R (2004) Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fishes across invasion stages in California. *Freshwater Biology*, 49 (5): 646-661.
- Martinelli NMC, Petrere Jr M (1999) Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), in Brazilian Amazonia. *Fisheries Management and Ecology*, 6 (3): 233-240.
- Marques DK (2003) Caracterização genética do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) (Teleostei, Osteoglossidae) da bacia Tocantins-Araguaia, estado do Mato Grosso. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Genética e Evolução do Centro de Ciências e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil. 66 p.
- Marques DK, Venetre PC, Galetti Jr PM (2006) Chromosomal characterization of the bonytongue *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimatidae). *Neotropical Ichthyology*, 4 (2): 215-218.
- Menezes RS (1951) Biological and economical notes on the *Arapaima gigas* (Actinopterygii, Arapaimatidae). Serie Estudos Tecnicos 3. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, Brazil.
- Migdalski EC (1957) Contribution to the life history of the South American fish *Arapaima gigas*. *Copeia*, 1: 54-56.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1 (2): 129-138.
- Mooney HA, Cleland EE (2001) The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of Natural Academy of Sciences of the United States of America*, 98 (10): 5446-5451.

- Murrieta RS (2001) A mística do pirarucu: pesca, ethos e paisagem em comunidades rurais do Baixo Amazonas. *Horizontes Antropológicos*, 7 (16): 113-130.
- Nelson JS (2006) *Fishes of the world*. John Wiley and Sons, Inc., 4th edition, New York, USA.
- Neves AMB (1995) Current knowledge on the *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817). *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Serie Zoológica*, 11: 33-56.
- Núñez J, Duponchelle F (2009) Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 167-180.
- Ortega H, Guerra H, Ramírez R (2007) The introduction of nonnative fishes into freshwater systems of Peru. pp 247-278. In: Bert TM (Ed.). *Ecological and genetic implications of aquaculture activities. Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries*. Springer, Netherlands.
- Ovando A, Tomasella J, Rodriguez DA, Martinez JM, Siqueira-Junior JL, Pinto GLN, Passy P, Vauchel P, Noriega L, von Randow C (2016) Extreme flooded events in the Bolivian Amazon wetlands. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 5: 293-308.
- Pelicice FM, Agostinho AA (2009) Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. *Biological Invasions*, 11: 1789-1801.
- Pérez JE, Alfonsi C, Nirchio M, Muñoz C, Gómez JA (2003) The introduction of exotic species in aquaculture: A solution or part of the problem? *Interciencia*, 28 (4): 234-238.
- Pinese JF (1996) *Morfologia funcional da alimentação do pirarucu (Arapaima gigas)*. Tese de doutorado em ecologia e Recursos Naturais. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidad Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.
- Queiroz HL (1999) Artisanal fisheries of pirarucú at Mamirauá ecological station. pp. 83-99. En: Padoch CJM, Ayers M, Pinedo-Vasquez M, Henderson A (Eds.). *Várzea: diversity, development and conservation of Amazonia's whitewater floodplains*. Section I: Fishes and Fisheries. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York, USA.
- Queiroz HL (2000) Conservation of the pirarucu *Arapaima gigas*: red giants in muddy waters. Unpublished doctoral dissertation, University of St Andrews, Scotland.
- Rahel FJ (2007) Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. *Freshwater Biology*, 52: 696-710.
- Rebaza M, Alcantara F, Valdivieso M (1999) *Manual de piscicultura del paiche (Arapaima gigas)*. Manatí Gráfico S.A., Caracas, Venezuela.
- Sarmiento J, Barrera S (2004) List of fish species present in Bolivia. pp. 566-574. En: Ibisch PL, Mérida G. (Eds.). *Biodiversity: The Richness of Bolivia state of knowledge and conservation*. Ministry of Sustainable Development. FAN Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Saavedra EA, Quintero LG, Landines MA (2005a) Descripción morfológica y anatómica. pp. 19-29. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible*. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Saavedra EA, Quintero LG, López N, Edivaldo L (2005b) Nutrición y alimentación del pirarucú. pp. 41-58. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible*. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Saavedra EA, Quintero LG, Pinto CA (2005c) Distribución geográfica, hábitat y aspectos ecológicos. pp. 9-17. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible*. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Saavedra EA, Quintero LG, Landines MA (2005d) Aspectos reproductivos. pp. 31-40. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible*. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Stewart DJ (2013a) Re-description of *Arapaima agassizii* (Valenciennes), a rare fish from Brazil (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae). *Copeia*, 2013 (1): 38-51.
- Stewart DJ (2013b) A new species of *Arapaima* (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae) from the Solimões River, Amazonas State, Brazil. *Copeia*, 2013 (3): 470-476.
- Toussaint A, Beauchard O, Oberdorff T, Brosse S, Villéger S (2016) World freshwater fish homogenization is driven by a few widespread non-native species. *Biological Invasions*, 18: 1295-1304.
- Val LA, De Almeida-Val VMF (1995) *Fishes of the*

- Amazon and their environment: physiological and biochemical aspect. Springer-Verlag Berlin, Germany.
- Van Damme PA (2006). Propuesta de programa y proyecto de desarrollo pesquero en el norte amazónico. FAO, 64 p.
- Van Damme PA, Carvajal FM (2005) Recursos pesqueros y pesca en los ríos Blanco y San Martín, cuenca del río Iténez, Beni, Bolivia. Faunagua, Cochabamba, Bolivia. 31 p.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Sarmiento J, Barrera S, Osinaga K, Miranda-Chumacero G (2009) Peces. pp 29-90. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Ed.). Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. Management of Biological Invasions, 6 (4): 375-383.
- Villafán S (2014) Dieta del paiche – *Arapaima aff. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia). Tesis de grado, presentada para optar al diploma académico de Licenciatura en Biología. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Bolivia. 64 p.
- Viana JP, Damasceno JMB, Castello L, Crampton W (2004) Economic incentives for sustainable community management of fishery resources in the Mamiraua Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil. pp. 139-154. En: Silvius K, Fragoso J, Bodmer R (Eds.). People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America. Columbia University Press, New York, USA.
- Vitousek PM, D'Antonio CM, Loope LL, Rejmánek M, Westbrooks R (1997) Introduced species: A significant component of human-caused global change. New Zealand Journal of Ecology, 21 (1): 1-16.
- Vitorino CA, Oliveira RCC, Margarido VP, Venere PC (2015) Genetic diversity of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Araguaia-Tocantins basin estimated by ISSR marker. Neotropical Ichthyology, 13 (3): 557-568.
- Watson C (2011) Ecology and conservation of *Arapaima* in Guyana: Recovery of a giant fish in distress. Thesis submitted for the Doctor of Philosophy Degree, State University of New York, USA. 153 p.
- Watson C, Stewart D, Teece MA (2013) Trophic ecology of *Arapaima* in Guyana: giant omnivores in Neotropical floodplains. Neotropical Ichthyology, 11 (2): 341-349.

La expansión del paiche (*Arapaima gigas*) (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en la Amazonía boliviana

Paul A. Van Damme^{1,3}, Claudia Coca Méndez¹, Leslie Córdova^{1,3},
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,3}, Joachim Carolsfeld^{2,3}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² World Fisheries Trust (WFT), 434 Russel St, Victoria, BC V9A 3X3, Canada.

³ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia Canadá.

INTRODUCCIÓN

La pesca en agua dulce representa una fuente vital de comercio, empleo y alimentación en todo el mundo (Welcomme *et al.* 2010). Esto es particularmente cierto en el caso de la pesca artesanal en los países en vías de desarrollo, donde las actividades pesqueras son una parte integral de medios de vida diversificados y juegan un papel crítico en la seguridad alimentaria de los pescadores y sus familias, además de contribuir en la economía nacional e internacional. Muchas de las pesquerías de agua dulce, en particular las de las grandes cuencas de los ríos tropicales, se desarrollan en un entorno de alta riqueza de especies y alta diversidad de especies (Allan *et al.* 2011). La sobreexplotación, el cambio climático, represas hidroeléctricas y otras amenazas relacionadas con actividades humanas son una preocupación constante (Allan *et al.* 2005; Ficke *et al.* 2007; Castello *et al.* 2013). Las especies de peces introducidos son consideradas como una amenaza adicional para los ecosistemas de agua dulce (Leprieur *et al.* 2009; Vitule *et al.* 2009; Cucherousset & Olden 2011; Vitule *et al.* 2012), sin embargo, estas especies pueden también jugar un rol positivo en la pesca comercial y la pesca deportiva (Eby *et al.* 2006; Gozlan 2008; Simberloff *et al.* 2013).

La Amazonía boliviana, que coincide con gran parte de la cuenca alta del río Madera, cuenta con más de 800 especies de peces (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014). La gran riqueza de especies puede explicarse por la elevada heterogeneidad del hábitat acuático (Van Damme *et al.* 2011a) y el aislamiento histórico por la presencia de rápidos en la zona fronteriza con Brasil. Sin embargo, este aislamiento puede cambiar rápidamente con la construcción de represas hidroeléctricas, el aumento del comercio de especies para la acuicultura (Torrente-Vilara *et al.* 2011; Castello *et al.* 2013; Pelicice *et al.* 2014; Daga *et al.* 2014) y el constante riesgo de introducción de especies no autóctonas. Uno de los primeros casos de una introducción de una especie no nativa es la invasión de *Arapaima gigas* (Schinz 1822) en la región noroeste de la Amazonía

boliviana (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Miranda-Chumacero *et al.* 2012) por la liberación intencional de la especie o el escape de la misma de centros de acuicultura en el Perú.

Arapaima gigas, llamado paiche en el Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia, y pirarucú en Brasil y Colombia (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), posee un gran tamaño (hasta 3 m de longitud y 200 kg). Es un depredador que respira aire atmosférico y que históricamente ha dominado los sistemas de lagunas de las llanuras de inundación de la zona central en la Amazonía tropical (Migdalski 1957; Arantes *et al.* 2010). El paiche, del orden Osteoglossiformes, es una especie antigua, y junto con su pariente más cercano del África, es una de las especies de peces más grandes del mundo. Trabajos recientes han sugerido que podría haber varias especies de paiche (Stewart 2013). En este capítulo, utilizaremos la nomenclatura *A. gigas*, a la espera de la resolución de la verdadera identidad de la especie que se encuentra en Bolivia.

El paiche es una especie nativa de Brasil, Perú y Colombia, y durante mucho tiempo ha sido aprovechado por los pueblos indígenas (Sánchez 1960), con un sustancial incremento en su explotación con la llegada de los colonizadores europeos (Goulding 1980) y una buena aceptación de su carne, por sus gruesos filetes de carne y la ausencia de huesos intramusculares. Su carne es comercializada en filete, salada o seca (Hrbek *et al.* 2007). La aparición de redes de nylon y de hielo aumentó sustancialmente la pesquería de esta especie, e hizo que en la década de los ochenta haya una dramática disminución de las poblaciones en la cuenca amazónica baja y media. Como resultado, la especie fue indexada en el Apéndice II del Tratado Internacional de Conservación de Especies Comerciales de Fauna y Flora Silvestre (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Brasil, el año 1996, finalmente respondió a esta crisis y cerró la pesquería en su totalidad por varios años; posteriormente se permitió que sólo algunas comunidades de pescadores pesquen esta especie en lagunas, mediante planes de manejo (Castello *et al.* 2009; Campos-Silva & Peres 2016).

¹ Este capítulo fue publicado como artículo en la revista "Management of Biological Invasions". El presente capítulo es una traducción del artículo, con leves modificaciones. Las estimaciones de la velocidad de migración fueron recalculados por Carvajal-Vallejos *et al.* y presentadas en el capítulo 3.

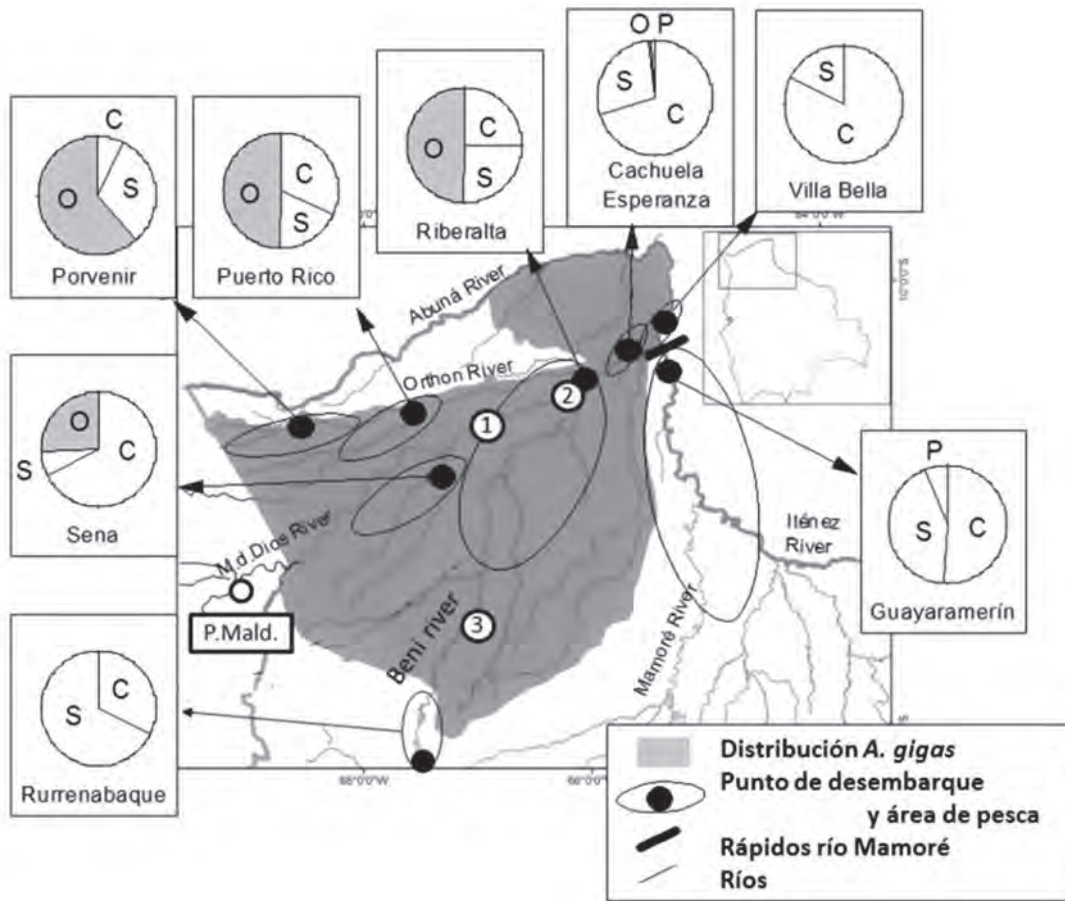


Figura 1. Porcentaje relativo de grupos taxonómicos de peces en los desembarques en el norte de la Amazonía de Bolivia en 2008 según entrevistas con personas clave en siete puntos de desembarque. S: Siluriformes; O: Osteoglossiformes; C: Characiformes; P: Perciformes. Clupeiformes no están incluidos. Ver Cuadro 1 para la lista detallada de especies dentro de cada una de los taxa mencionados. Las zonas de pesca son aproximaciones. P.Mald.: Puerto Maldonado (Perú). 1 2 3 son algunos puntos de primera observación de *A. cf. gigas*.

A pesar de que su rango de distribución haya podido haber sido sustancialmente mayor en el pasado, la distribución natural actual de la especie en el Amazonas no incluye Bolivia. Presumiblemente, eso se debe a los rápidos de aguas abajo de Cachuela Esperanza en el río Beni y Guayaramerín en el río Mamoré (Figura 1) que forman barreras naturales hacia aguas arriba (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Torrente-Vilara *et al.* 2011). La especie está listada como con "Datos Insuficientes (DI)" en la Lista Roja de Especies Amenazadas.

Arapaima gigas fue observado por primera vez en las cabeceras superiores del Madera en la década de los 1960; como resultado de un probable escape en instalaciones precarias de acuicultura en Perú cerca de Puerto Maldonado. En el último medio siglo, la especie

se ha extendido aguas abajo hacia territorio boliviano (cuenca de Madre de Dios). El registro más antiguo de paiche en las pesquerías de Bolivia fue en 1975 (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), sin embargo, las estadísticas oficiales de pesca entre 1982 y 1995 no informan sobre esta especie (véase Van Damme *et al.* 2011a). Sin embargo, el año 2004 el paiche ya era una especie común en el norte amazónico de Bolivia (Farell & Azurduy 2006). Su avance hacia aguas arriba en las cuencas adyacentes de Bolivia parece continuar a un ritmo constante, estando ya presente en la cuenca del alto Beni a 20 km por debajo Rurrenabaque (Miranda-Chumacero *et al.* 2012) (Figura 1). Su expansión en la cuenca del río Mamoré parece haber sido bloqueada por los rápidos cerca de la boca del río Yata y la ciudad de Guayaramerín (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011) (Figura 1).

Informes recientes de paiche en los mercados de pescado de la cuenca de los ríos Iténez y Mamoré (Doria & Souza 2012) indican que los individuos provinieron de la cuenca del río Beni. Sin embargo, Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) mencionan que la presencia de la especie en estas dos cuencas es esperada, dado el comercio incontrolado y la introducción de juveniles en las actividades de acuicultura en toda esta región de Bolivia. En los últimos tres años, hubo varios reportes de paiche en la cuenca del río Iténez, probablemente el resultado de introducciones adicionales en la cuenca en el Brasil (Carvajal-Vallejos, datos no publicados).

En este trabajo se describe la distribución del paiche (basada en información obtenida hasta el año 2014), como deducción de informes con habitantes locales y estadísticas de pesca, y un análisis de la evolución del impacto de la composición de las especies de captura en la pesca de la Amazonía boliviana. También tratamos de explicar el éxito de la invasión de la especie, así como de analizar los factores que podrían limitar la expansión de la misma. Al mismo tiempo, destacamos los vacíos de información que existen sobre el potencial de su invasión y los impactos negativos ecológicos del paiche en nuevos hábitats.

MÉTODOS

Bolivia desmanteló su sistema público formal de recopilación de datos de desembarque de pescado en 1995, dando lugar a registros dispersos de desembarque de pescado colectados por organizaciones no gubernamentales durante casi los últimos 20 años. Esto plantea un reto formidable para la documentación sobre el estado de la pesca o la detección de tendencias en las poblaciones de peces y su distribución. Para superar esta limitación, hemos empleado dos enfoques complementarios para evaluar el efecto de la introducción del paiche en los desembarques de peces en la Amazonía boliviana. El primer enfoque se basa en entrevistas a informantes clave en algunos de los principales lugares de desembarque en la región amazónica, realizadas en el año 2008, y el segundo enfoque se basa en un período de seguimiento intensivo de los desembarques de pescado en Riberalta, el principal puerto pesquero de la Amazonía boliviana, durante 30 días consecutivos en

mayo del 2009. Nombres locales de las especies de peces se proporcionan en el Cuadro 5.

Entrevistas

Las entrevistas se llevaron a cabo en los principales sitios de desembarque en el norte de la Amazonía en 2008, incluyendo Riberalta, Cachuela Esperanza y Villa Bella en la parte baja del río Beni, Guayaramerín en la parte baja del río Mamoré, Porvenir y Puerto Rico en el río Orthon, El Sena en el Madre Río de Dios, y en la parte superior del río Beni en Rurrenabaque (Figura 1). Estos sitios representan aproximadamente el 34% de todos los pescadores comerciales registrado en la Amazonía boliviana (Van Damme *et al.* 2011b). Se identificaron informantes clave, y se les pidió que estimen los desembarques de pesca para años anteriores (2007) de las especies nativas más comunes y de *A. gigas*. Para los ocho lugares de desembarque, se entrevistó a un total de 19 informantes clave, lo que permitió la estimación de los desembarques totales anuales para cada ubicación, así como de la composición relativa de las capturas. Las entrevistas fueron llevadas a cabo por un equipo de investigadores de Bolivia, siguiendo los protocolos que las normas bolivianas exigen. Los datos reportados por cada lugar de desembarque representan datos de consenso entre todos los entrevistados, también se obtuvo datos de pesca local, registros comerciales e informes de la Naval. De acuerdo con el último censo de población realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2001), el 84% de los pescadores comerciales de paiche en el área opera en Riberalta, Cachuela Esperanza, Villa Bella, Puerto Rico, Porvenir y El Sena. Esta cifra se utilizó para estimar el total de desembarque de *A. gigas* en esta área.

Desembarques de la pesca

Los desembarques pesqueros fueron recopilados por un técnico investigador que reportó todas las capturas en los lugares de desembarque de Riberalta durante mayo del 2009. En total, se registraron 50 desembarques de pescadores comerciales durante un período de 30 días. Cada pescador proporcionó información detallada sobre el tamaño de la

captura, composición, lugares de pesca y el esfuerzo de la pesca. Esta información fue corroborada por el técnico investigador revisando las capturas y la identidad de las especies con precisión. Por el propósito del presente trabajo, se le asignó el origen de la captura de peces a los ríos Beni, Madre de Dios y Orthon. Estos registros de captura representan aproximadamente el 80% de la captura total para estos lugares de desembarque, y se basa sobre el número de barcos activos de pesca que operan en el área durante el período de la encuesta. Los datos económicos básicos también se registraron. Sobre la base de los precios en los mercados de las diferentes especies de peces registradas en el área, los valores totales del mercado de cada especie fueron calculados y se estimó la contribución relativa del paiche a los ingresos brutos.

Análisis de datos

Los patrones espaciales de desembarque de paiche se resumieron mediante el mapeo geográfico y medidas de tendencia central y

variabilidad. Se examinó si los desembarques en lo que respecta al paiche estaban relacionados con la distancia hasta el punto de invasión inicial (Río Madre de Dios) o, alternativamente, a la superficie de los cuerpos de agua permanentes en cada cuenca, que fue estimada a partir de un modelo espacial desarrollado por Crespo & Van Damme (2011). Además, la composición de la captura aproximada en el área de estudio se utilizó para estimar la producción potencial del paiche en otras cuencas del Amazonas boliviano. Esta extrapolación se basa en la hidrografía, el mapa de inundación publicado por Crespo & Van Damme (2011) y los cálculos de superficies de los diferentes tipos de hábitats acuáticos presentados por los mismos autores.

Las temperaturas bajas fueron consideradas como un factor potencial que podría controlar la expansión de *A. gigas* (Arantes *et al.* 2010). Los datos de la temperatura del agua son escasos y más difíciles de obtener que datos de temperatura del aire; por tanto, es común el uso de la temperatura del aire como un sustituto de temperatura del agua en estudios

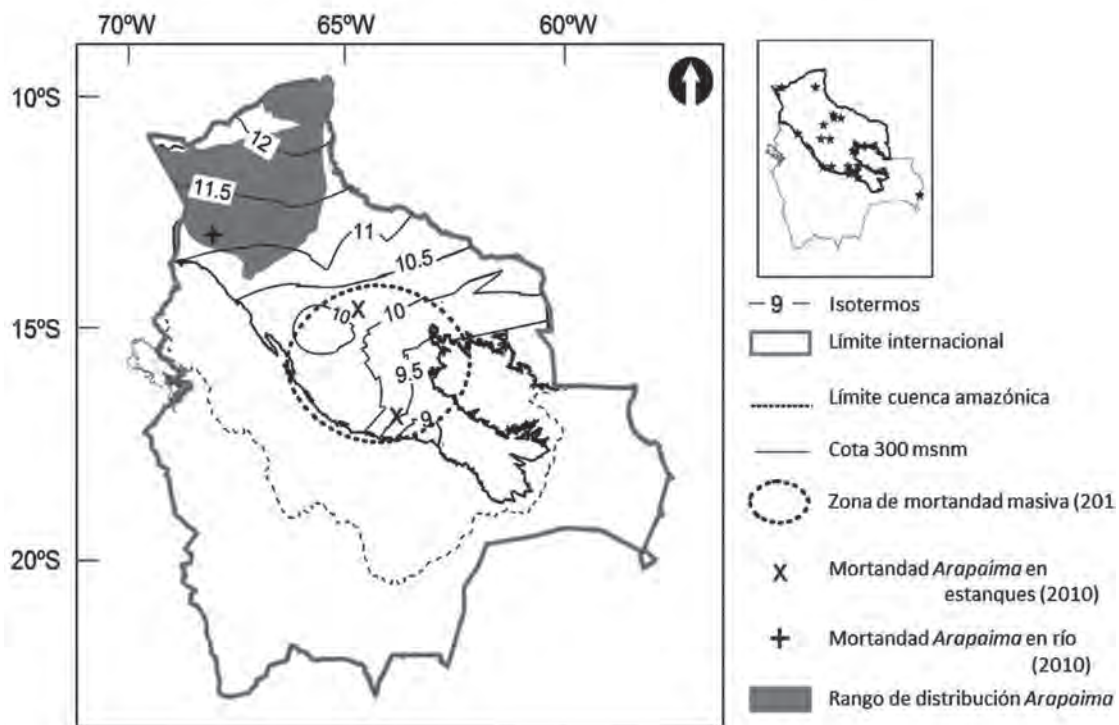


Figura 2. Mapa de las temperaturas mínimas del aire en la Amazonía boliviana por debajo de 300 m sobre el nivel del mar (msnm). Los valores calculados son el promedio de los cuatro días consecutivos más fríos del año, en un período de más de 21 años (1990-2010), según lo registrado por las estaciones meteorológicas del SENAMHI. El mapa indica las localidades donde se registró mortandad de la especie *A. gigas* en cuerpos de agua durante los choques de frío en julio del 2010.

similares (Rahel & Olden 2008). El mapa de temperatura de aire que muestra isotermas se ha elaborado sobre la base de una serie de datos de 21 años (1990-2010), disponible a partir de 20 estaciones del SENAMHI (Cuadro 1). Las isotermas fueron extraídas del promedio de las temperaturas medias de los cuatro días más fríos consecutivos de cada año. Estudios previos han vinculado la distribución de especies de aguas templadas de las temperaturas del aire de invierno (por ejemplo, Bennett *et al.* 1997; Cortemedlia & Beitinger 2006). Se obtuvo información sobre la mortandad de paiche en aguas naturales y en estanques de piscicultura a través de entrevistas; estos datos se representan en el mapa de la temperatura de aire. Las entrevistas telefónicas se llevaron a cabo con 12 unidades de acuicultura y ocho organizaciones de pesca en Riberalta, Porvenir, Puerto Rico, El Sena, Rosario del Yata, Trinidad, Puerto Villarroel, Santa Cruz y Rurrenabaque, esto con el fin de detectar lugares donde se observó la mortalidad del paiche durante el último golpe de frío reportado (julio de 2010). Duran-

te este choque de frío muchos peces nativos murieron, principalmente en la parte sureste de la Amazonía boliviana (Grande, Piraí y el río Ichilo) (Petherick 2010; Van Damme *et al.* 2011c).

RESULTADOS

Entrevistas

Los informantes clave reportaron la presencia de por lo menos 26 especies de peces en sus capturas el año 2007 (Cuadro 3). Algunos de los nombres locales pueden haber sido usados para más de una especie, por ejemplo, dentro del género *Mylossoma*, *Metynnis*, y la familia Curimatidae (Characiformes). Suponiendo que dentro de estos taxones hay una sola especie, la contribución del número de especies en las capturas dentro de los órdenes Characiformes, Siluriformes, Osteoglossiformes y Perciformes sería de 13, 10, 1 y 2, respectivamente (Cuadro 3). El paiche fue la única especie no nativa reportada en las capturas.

Cuadro 1. Datos climatológicos utilizados para el desarrollo del mapa de temperaturas mínimas (ver la Figura 2 para la ubicación de las estaciones), basado en datos disponibles para el período 1990-2010

Estaciones meteorológicas	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud	Número de años	Disponibilidad de datos
Pailón	290	-17.66	-62.72	6	1991-1996
Portachuelo	289	-17.35	-63.40	19	1991-2009
Montero	317	-17.33	-63.38	19	1991-2009
General Saavedra	320	-17.23	-63.20	8	1993-2000
Okinawa I	252	-17.22	-62.88	9	2002-2010
Chipiriri	260	-16.87	-65.48	21	1990-2010
Puerto Villarroel	195	-16.84	-64.79	12	1992-2003
San Pedro - STC	450	-16.82	-63.48	18	1990-1992, 1995-2009
San Julián	305	-16.80	-62.67	19	1990-1996, 1998-2009
Asención de Guarayos	245	-15.70	-63.10	21	1990-2010
Trinidad - Aeropuerto	156	-14.82	-64.92	19	1990-1996, 1998-2001, 2003-2010
San Ignacio de Moxos - Aeropuerto	160	-14.80	-65.63	21	1990-2010
Rurrenabaque - Aeropuerto	204	-14.43	-67.50	21	1990-2010
Santa Ana de Yacuma - Aeropuerto	144	-13.76	-65.43	17	1990-1999, 2004-2010
San Ramón - Aeropuerto	139	-13.26	-64.61	20	1990-2001, 2003-2010
Magdalena - Aeropuerto	141	-13.26	-64.06	21	1990-2010
San Joaquín - Aeropuerto	139	-13.05	-64.67	21	1990-2010
Riberalta - Aeropuerto	141	-11.01	-66.08	21	1990-2010

Los desembarques en Rurrenabaque (parte alta del río Beni) y Guayaramerín (parte baja del río Mamoré) estaban compuestos en su totalidad de especies nativas, con el paiche totalmente ausente en estos sitios (Figura 1). *Arapaima gigas* se registró en el reporte de las capturas de Riberalta, El Sena, Puerto Rico y Porvenir, cuyas zonas de pesca en gran medida se sobreponen con las cuencas de los ríos Madre de Dios, Yata y el río Orthon, y con los tramos medios y bajos del río Beni. En Cachuela Esperanza y Villa Bella (bajo Beni), la especie es escasa (1% de la captura total) y/o ausente. En ambas localidades, donde la pesca tiene lugar en rápidos, los carácidos que migran dominaron los desembarques.

Los informantes clave estimaron un total de 784 t en sus capturas en los ocho lugares de desembarque en el periodo de un año. Los órdenes dominantes fueron los bagres (Siluriformes) y carácidos (Characiformes), que representaron 36 y 34% del total de las capturas. Las especies nativas o grupos de especies que contribuyeron más del 10% de la captura total fueron *Colossoma macropomum* (Cuvier 1816), *Brycon* sp. (Characiformes), *Pseudoplatistoma* spp. y *Zungaro zungaro* (Humboldt 1821) (Siluriformes) (Cuadro 3). *A. gigas* aportó el 29% de la captura total en el área de estudio en general, que es equivalente a 225 t. Dentro del área de distribución de paiche publicado por Carvajal-Vallejos *et al.* (2011), la estimación total de las capturas de esta especie fue diferente a los sitios de desembarque. La mayor captura se reportó en Riberalta (179 t), mientras que las localidades con el

más alto porcentaje de esta especie fueron Riberalta (49%), Porvenir (58%) y Puerto Rico (49%).

Desembarques de pesca

El seguimiento de los desembarques en Riberalta en mayo del 2009 corroboró los resultados de las entrevistas. Un total de capturas de 12 t fue registrado durante un periodo de un mes, el 57% de la captura procedió de la cuenca del Madre de Dios, mientras que el 36 y 6% respectivamente se originaron en las cuencas del río Beni y Orthon. El paiche constituyó el 56% de la captura total, mientras que las especies de los órdenes Characiformes, Siluriformes y Perciformes constituyeron el 24, 18 y 1%, respectivamente (Cuadro 4). El número de especies presentes en las capturas de la cuenca del río Beni (28) fue mayor que en las cuencas del río Madre de Dios y Orthon, 14 y 2 especies respectivamente. Por otra parte, el paiche fue la especie más abundante en la captura en la cuenca del río Madre de Dios (74.2%), pero no tanto como en las regiones más distantes desde el punto de invasión, tales como en la cuenca de los ríos Orthon (52.7%) y Beni (28.5%), a pesar de la gran superficie de las lagunas (Cuadro 2).

El valor de mercado total de los desembarques de pesca en Riberalta en mayo del 2009 fue 172 574 Bs (26 600 US\$). El paiche era vendido a un precio intermedio en los mercados (2 US\$/ kg) (Cuadro 4), contribuyendo con un 54% del valor total en general. Los

Cuadro 2. Área de superficie de lagunas de inundación y canal principal del río en las cuencas de Madre de Dios, Beni y el río Orthon, dentro de la zona de pesca de Riberalta.

	Madre de Dios	Orthon	Beni	Total
Superficie de las lagunas (km ²)	59	15	78	152
Superficie de los ríos (km ²)	257	147	219	623
Superficie de las lagunas (%)	19	9	26	20
Captura total (kg)	6 798	700	4 250	11 748
% paiche en los desembarques	74	53	29	

valores de los mercados restantes se atribuyen a los grandes Siluriformes (25%) y Characiformes (21%).

Distribución y estimación de desembarques

El paiche ahora ocupa aproximadamente el

24% de la superficie de las lagunas en las llanuras de inundación en la Amazonía boliviana que se encuentran por debajo de 300 m sobre el nivel del mar. El rendimiento estimado de *A. gigas*, calculado sobre la base de la producción de los datos del 2007 y sobre la base de la superficie de las lagunas en las llanuras de inundación es equivalente a 0.76 kg/ha/año. Una extrapolación de los desem-

Cuadro 3. Desembarques por especie (kg) en 8 sitios en el norte de la Amazonía boliviana basados en entrevistas con personas clave en 2007

	Sitios de desembarque							
	Rurrenabaque	El Sena	Guayaramerín	Riberaita	Porvenir	Puerto Rico	Villa Bella	Cachuela Esperanza
CHARACIFORMES								
<i>Colossoma macropomum</i>	9 940	960	26 220	51 100	1 840	5 290	370	4 100
<i>Piaractus brachypomus</i>	19 880	480	13 680	7 300	-	880	560	1 370
<i>Brycon amazonicus</i>	1 420	13 500	21 660	18 250	-	3 970	13 320	23 210
<i>Prochilodus nigricans</i>	7 100	480	7 980	10 950	-	2 210	370	2 280
<i>Serrasalmus maculatus</i> , <i>S. rhombeus</i> , <i>Pygocentrus nattereri</i>	-	480	1 140	3 650	-	880	-	-
<i>Mylosoma</i> spp., <i>Metynnis</i> spp.	-	-	1 140	-	-	880	-	460
<i>Hydrolycus scomberoides</i> , <i>Rhapiodon vulpinus</i>	1 420	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	-	-	-	-	-	370	-
Curimatidae (varias especies)	-	-	-	-	310	-	-	-
SILURIFORMES								
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> , <i>P. tigrinum</i>	24 140	960	21 660	54 750	5 510	5 730	560	5 010
<i>Zungaro zungaro</i>	36 920	-	1 140	18 250	2 750	-	740	2 280
<i>Calophysus macropterus</i> , <i>Pinirampus pinirampus</i>	2 840	480	2 280	3 650	-	-	370	2 730
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	9 940	240	34 200	3 650	610	2 210	190	460
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	-	-	-	7 300	-	-	740	460
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	2 840	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	4 260	-	-	-	-	-	560	1 370
<i>Leiarius marmoratus</i>	1 420	-	-	3 650	-	-	-	-
PERCIFORMES								
<i>Cichla pleiozona</i>	-	-	9 120	-	-	-	-	-
<i>Plagioscon squamosissimus</i>	-	-	-	-	-	-	-	460
OSTEOGLOSSIFORMES								
<i>Arapaima gigas</i>	-	6 030	-	178 850	17 750	21 610	-	460
TOTAL (kg)	142 000	24 100	114 000	365 000	30 600	44 100	18 500	45 570

Cuadro 4. Especies, captura (kg) y precios de pescado en los mercados de Riberalta en Mayo 2009

	Madre de Dios	Beni	Orthon	Total	Total (%)	Precio en el mercado (US\$/kg)
CLUPEIFORMES						
<i>Pellona</i> sp.	5	-	-	5	0.0	1.43
CHARACIFORMES						
<i>Colossoma macropomum</i> , <i>Piaractus brachypomus</i>	1 118	1 292	205	2 615	22.3	2.29
<i>Brycon amazonicus</i>	18	2	-	20	0.2	2.29
<i>Prochilodus nigricans</i>	-	15	-	15	0.1	1.00
<i>Serrasalmus maculatus</i> , <i>S. rhombus</i> , <i>Pygocentrus nattereri</i>	-	26	-	26	0.2	1.00
<i>Mylosoma</i> spp., <i>Metynniss</i> spp.	43	16	-	59	0.5	2.00
<i>Hydrolycus scomberoides</i> , <i>Rhapiodon vulpinus</i>	4	33	-	37	0.3	2.00
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	3	-	3	0.0	1.14
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	-	1	-	1	0.0	1.00
Curimatidae (various species)	20	46	-	66	0.6	1.00
<i>Triportheus angulatus</i>	-	4	-	4	0.0	1.00
<i>Leporinus trifasciatus</i> , <i>Schizodon fasciatus</i>	-	18	-	18	0.1	2.00
SILURIFORMES						
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> , <i>P. tigrinum</i>	238	828	-	1 066	9.1	2.57
<i>Zungaro zungaro</i>	52	194	126	372	3.2	1.71
<i>Calophysus macropterus</i> , <i>Pinirampus pirinampus</i>	38	36	-	74	0.6	1.71
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	-	3	-	3	0.0	2.00
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	-	292	-	292	2.5	2.29
<i>Pterodoras granulosus</i>	-	1	-	1	0.0	1.43
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	-	35	-	35	0.3	1.43
<i>Hemisorubim platrhynchos</i>	-	3	-	3	0.0	1.43
<i>Sorubim lima</i>	-	1	-	1	0.0	0.86
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	38	-	-	38	0.3	2.29
<i>Leiarius marmoratus</i>	15	126	-	141	1.2	2.57
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	-	6	-	6	0.1	1.43
<i>Ageneiosus inermis</i>	7	20	-	27	0.2	1.43
<i>Hoplosternum littorale</i>	-	2	-	2	0.0	1.71
<i>Pterigoplichthys dijunctivus</i>	-	3	-	3	0.0	1.00
PERCIFORMES						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	72	18	-	90	0.8	1.43
<i>Cichla pleiozona</i>	8	1	-	9	0.1	2.29
OSTEOGLOSSIFORMES						
<i>Arapaima gigas</i>	5 047	1 212	369	6 628	56.4	2.00
TOTAL (kg)	6 798	4 250	700	11 748	100.0	

barques actuales en el área del distribución de paiche (258 t / año) para el resto de la Amazonía boliviana (<300 m sobre el nivel del mar), arroja un potencial adicional de 824 t/ año.

La actual distribución del paiche se encuentra delimitada por la temperatura mínima de las isotermas que están entre 11 y 12.5 ° C (Figura 2). Este límite de temperatura en el agua es tres grados más alto que en el sureste de la Amazonía boliviana (8.5 a 9 ° C) donde se dieron los índices más altos de mortalidad de los peces nativos durante un choque de temperaturas bajas en julio del 2010 (Petherick 2010).

En esta misma zona (Santa Cruz, Trinidad), todos los especímenes de paiche que se mantuvieron en estanques artificiales de menos de 1.5 m de profundidad murieron, lo mismo que ocurrió en hábitats naturales cerca de Rurrenabaque (Figura 2).

DISCUSIÓN

Los retos logísticos asociados a estudios de campo han impedido obtener resultados definitivos sobre el tamaño de la población, distribución e historia natural de la especie invasiva paiche en Bolivia. Nuestro estudio demuestra el valor de combinar el conocimiento local de los ciudadanos y los datos de desembarques de pesca para entender la historia natural y la ruta de invasión de esta especie introducida, así como también su creciente impacto en las economías locales y regionales.

El presente estudio muestra que en la Amazonía boliviana la especie se ha transformado en un caso particular de invasor piscívoro exitoso. Este éxito puede explicarse en parte por su estrategia de historia de vida equilibrada (*sensu* Winemiller 2005), en el cual la baja fecundidad (Sánchez 1960; Greenwood & Wilson 1998), cuidado parental (Sánchez 1960; Queiroz 2000) y la maduración retardada (Lüling 1964; Ruffino & Isaac 1995) se ven favorecidos en ambientes relativamente estables. Para peces con respiración pulmonada como *A. gigas*, la Amazonía boliviana presenta llanuras de inundación con lagunas innumerables, que representan un hábitat potencial, a pesar de eventos periódicos anóxicos y de vez en cuando bajas temperaturas

en el agua. Arantes *et al.* (2010) y Castello *et al.* (2011) mostraron que la especie realiza migraciones laterales que le permiten explorar, y finalmente, colonizar, nuevas lagunas de inundación y ríos adyacentes de lento movimiento. Este comportamiento característico parece haber permitido a la especie colonizar la Amazonía boliviana, avanzando a unos 20-30 km cada año (véase también el capítulo 2 del presente libro).

Una vez instalado en aguas bolivianas, la especie ha ganado gran importancia económica a través de una pesquería artesanal empleando métodos nuevos. La disponibilidad de datos sugiere que actualmente ocupa una dominante posición en la pesquería. En una sola década, la pesquería de paiche ha aumentado y se ha convertido en una de las más importantes. Considerando que este pez estaba completamente ausente en las capturas hasta el año 2000, los datos de las estimaciones de pesca muestran que esta especie ya llegó a ser dominante en 2007 y 2009. Su prevalencia en la pesca comercial todavía puede crecer, ya que existen algunos indicios de que la pesca no ha alcanzado todavía su máximo potencial en las cuencas más lejanas del punto de introducción (Cuadro 1). Este crecimiento muy rápido de la pesquería puede reflejar el alto potencial de invasión de la especie, como probablemente también una consecuencia del reciente reconocimiento del valor comercial de la especie por los pescadores, la mejoría de las prácticas de pesca y la creciente aceptación de esta especie en los mercados locales.

Mientras que en Bolivia la especie está creciendo en importancia, se considera vulnerable a la extinción en la mayor parte de su área de distribución histórica en la Amazonía central, y es propensa a la sobrepesca (Castello *et al.* 2015). Esta puede ser una razón para concluir que la presión en la explotación en la Amazonía boliviana sigue siendo baja, según lo sugerido por Van Damme *et al.* (2011a), o que los métodos que se utilizan para capturar esta especie en particular en esta área no son muy eficientes, como es sugerido por Miranda-Chumacero *et al.* (2012). Algunos factores socioculturales también pueden explicar los patrones de desembarque y la baja presión de la pesca en general. El control sobre los recursos de las lagunas, incluyendo *A. gigas*, se encuentra en su mayoría bajo el control de

las poblaciones indígenas, que poseen derechos sobre una explotación formal o informal (o protección), pero no participan ampliamente en la pesca de paiche. El hecho de que la cuenca del río Beni incluye más territorios indígenas que la cuenca del Madre de Dios y la cuenca del río Orthon, podría explicar el relativamente bajo desembarque de *A. gigas* en esta cuenca.

Basados en los cálculos semi-cuantitativos, la actual producción de paiche se encuentra en aproximadamente 0.76 kg/ha/año, asumiendo una superficie de 340 km² de lagunas de inundación en el área de introducción. Esta estimación está muy por encima de los rendimientos sostenibles de 0.3 kg/ha/año reportados para las lagunas en la Amazonía peruana (Sánchez 1960), pero por debajo de los rendimientos recomendados (~1.5 kg/ha/año) mediante la aplicación de un modelo poblacional elaborado por Castello *et al.* (2011). Sin embargo, nuestro cálculo no tuvo en cuenta los arroyos pequeños, y estos también pueden albergar poblaciones de paiche que pueden ser explotados (Coca Méndez *et al.* 2012). Por otro lado, lagunas tectónicas no fueron tomadas en cuenta, porque no se sabe si han sido colonizadas por el paiche. La sobreexplotación a corto plazo es poco probable porque el acceso a muchas lagunas de inundación es difícil o son controladas por indígenas, que hasta el momento muestran poco interés en la explotación comercial de la especie.

El paiche parece ser un invasor exitoso. Sin embargo, las barreras naturales pueden limitar una mayor expansión en la Amazonía boliviana. Dos factores son de particular importancia para ser considerados. El primero de ellos es el conjunto de grandes rápidos y cascadas, que parecen ser barreras eficaces para la migración de esta especie (Torrente-Villara *et al.* 2011). Mientras que el movimiento aguas abajo en la cuenca del río Beni probablemente no es limitante para la especie y permitiría la dispersión hacia la confluencia de los ríos Beni y Mamoré, el movimiento hacia aguas arriba en las cuencas Mamoré e Iténez puede estar excluido por una serie de

rápidos en la parte baja del río Mamoré cerca de Guayaramerín (Figura 1)¹. Sin embargo, estas barreras posiblemente pueden ser remontadas por la especie durante las ocasionales inundaciones extremas, como se ha experimentado a principios del 2014.

La temperatura del agua también podría limitar su expansión. Estudios previos han relacionado la distribución de especies de aguas templadas con los umbrales de temperatura mínima (por ejemplo, Bennett *et al.* 1997; Cortemedlia & Beitinger 2006), y tales modelos pueden servir para predecir futuras distribuciones (Rahel & Olden 2008). En la región de estudio, la temperatura del agua puede disminuir notablemente con los vientos fríos del sur durante el invierno. Por ejemplo, un periodo de frente frío en el 2010 dio lugar a que la temperatura del agua baje como 4 °C y este fenómeno fue responsable de una masiva mortandad de peces en la Amazonía boliviana central y oriental (Petherick 2010). El paiche presenta una distribución natural en las zonas más cálidas con temperatura entre los 24-30°C (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), y la misma puede ser intolerante a temperaturas bajas en el agua. El mapa de isotermas de las temperaturas mínimas del aire (Figura 2) no refleja estos eventos extremos, pero muestra que la parte central y oriental de la cuenca son más frías que el noroeste con aproximadamente 4° C menos, lo que puede constituir una barrera natural para la expansión hacia los cuerpos de agua naturales y para su uso en la acuicultura.

A pesar de su tamaño, y su papel como depredador en la cima de la cadena trófica, la información de desembarques no es concluyente acerca de un posible impacto negativo sobre otras especies comerciales (pero ver Miranda-Chumacero *et al.* 2013). Sin embargo, es difícil testear esta hipótesis ya que las pesquerías comerciales han evolucionado de una pesca de bagres migratorios (predominantemente *Pseudoplatystoma* spp.) y carácidos (*C. macropomum*, *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818)) a una más especializada en paiche. Algunos indígenas de las comunidades informan que el paiche está reduciendo sus captu-

¹. Después de redactar este capítulo, surgieron varios testimonios que afirman la presencia de la especie en la cuenca del río Iténez, probablemente el resultado de introducciones directas desde Brasil. Carvajal-Carvajal *et al.* (Capítulo 3) presentan y discuten los últimos datos

Cuadro 5. Nombres locales de especies en los desembarques en el norte amazónico de Bolivia en el año 2007 (entrevistas en 8 puntos de desembarque) y 2009 (registros pesqueros en Riberalta)

Nombre local	Nombre científico	2007	2009
CLUPEIFORMES			
Sardinón	<i>Pellona</i> sp.		X
CHARACIFORMES (C)			
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	X	X
Tambaquí	<i>Piaractus brachypomus</i>	X	X
Yatorana	<i>Brycon</i> sp.	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>	X	X
Piraña	<i>Serrasalmus rhombeus/Pygocentrus nattereri</i>	X	X
Pacupeba	<i>Mylossoma aureum/M. duriventre/Metynnis hypsauchen</i>	X	X
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides/Raphiodon vulpinus</i>	X	X
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>		X
Branquiña/Llorona	Curimatidae (various species)	X	X
Pechuga	<i>Triporthus angulatus</i>		X
Lisa	<i>Leporinus trifasciatus/Schizodon fasciatus</i>		X
SILURIFORMES (S)			
Surubí/Chuncuina	<i>Pseudoplatystoma fasciatum/P. tigrinum</i>	X	X
Chanana	<i>Zungaro zungaro</i>	X	X
Blanquillo	<i>Calophysus macropterus/Pinirampus pirinampu</i>	X	X
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	X	X
Pirahiba	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	X	X
Tachacá	<i>Pterodoras granulatus</i>	X	X
Paleta	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	X	X
Brazo de Moza	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>		X
Pico de Pato	<i>Sorubim lima</i>		X
Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	X	X
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X	X
Suchi	<i>Hypophthalmus marginatus</i>		X
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>		X
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>		X
Zapato	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>		X
OSTEOGLOSSIFORMES (O)			
Paiche	<i>Arapaima cf. gigas</i>	X	X
PERCIFORMES (P)			
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X	X
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>	X	X
Serepapa	<i>Astronotus crassipinis</i>	X	X
Número total de especies		22	31

ras de pequeños carácidos, y, como el paiche no es aprovechado tradicionalmente, lo ven como una plaga que debe ser erradicada. Por otra parte, el desarrollo de la pesca del paiche podría proporcionar un mayor ingreso y estabilidad para pescadores rurales y urbanos en una región del país donde se encuentra un alto índice de pobreza e inseguridad alimentaria. La sostenibilidad de este esfuerzo depende de si la presión pesquera es compensada suficientemente por la naturaleza invasiva del paiche en las aguas de Bolivia, y de la aplicación de planes de manejo. Las propuestas de introducir activamente esta especie a otras cuencas de Bolivia donde aún no ha llegado, o de utilizarlo en acuicultura, necesitan ser evaluadas cuidadosamente para equilibrar los beneficios a corto y a largo plazo.

Existe un tiempo considerable de retraso entre la introducción inicial en el sur de Perú, y el establecimiento y la proliferación posterior de la especie en la Amazonía boliviana. Este mismo fenómeno ha sido reportado para especies exóticas en el Brasil y en sistemas de ríos africanos (Vitule 2009; Ellender & Weyl 2014) y es una razón suficiente para ser cautelosos a la hora de planificar nuevas introducciones en ecosistemas acuáticos tales como, por ejemplo, la cuenca del río Iténez (Van Damme *et al.* 2013). Decisiones políticas balanceadas sobre las actividades de la pesca y de la acuicultura son importantes para determinar el futuro de *A. gigas* en Bolivia. El paiche puede ser considerado como una nueva especie favorable o una especie invasora desfavorable. De esta manera, el caso de la introducción de *A. gigas* en la Amazonía boliviana es un caso ejemplar que podría informarnos sobre los posibles impactos positivos o negativos de futuras introducciones, que probablemente continuarán como resultado de la intensificación de la acuicultura y el desarrollo de represas en la región.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and De-

velopment – DFATD). Fue co-financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto “Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni”.

REFERENCIAS

- Allan JD, Abell R, Hogan Z, Revenga C, Taylor BW, Welcomme RL, Winemiller K (2005) Overfishing of inland waters. *BioScience*, 55: 1041-1051
- Arantes CC, Castello L, Stewart DJ, Cetra M, Queiroz HL (2010) Effects of population density on growth and reproduction of *Arapaima* in an Amazonian river floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 455-465
- Beard TD, Arlinghaus R, Cooke SJ, McIntyre PB, De Silva S, Bartley D, Cowx IG (2011) Ecosystem approach to inland fisheries: research needs and implementation strategies. *Biology Letters*, 7: 481-483
- Bennett WA, Currie RJ, Wagner PF, Beitinger TL (1997) Cold tolerance and potential overwintering of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in the United States. *Transaction of the American Fisheries Society*, 126: 841-849
- Campos-Silva JV, Peres CA (2016) Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fishery. *Scientific Reports*, 6:34745. Doi: 10.1038/srep34745
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos Fernández AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M, Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme PA, Céspedes R, Oberdorff T (2014) Fish AMAZBOL: A database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, doi 10.1007/s10750.014.1841-5
- Castello L, Viana JP, Watkins G, Pinedo-Vasquez M, Luzadis VA (2009) Lessons from integrating fishers of arapaima in small-scale fisheries management at the Mamirauá Reserve, Amazon. *Environmental Management*, 43: 197-209
- Castello L, Stewart DJ, Arantes CC (2011) Modelling population dynamics and conservation

- of arapaima in the Amazon. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21: 623-640
- Castello L, McGrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, Renó VF, Arantes CC (2013) The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, 6: 217-229
- Castello L, Arantes CC, McGrath DG, Stewart DJ, Sarmento de Sousa F (2014) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. DOI: 10.1002/aqc.2491.
- Coca Méndez C, Rico López G, Carvajal Vallejos FM, Salas Peredo R, Wojchiechowski J, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: contribución de especies nativas y de una especie introducida (paiche *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca; IDRC; Fundación PIEB, La Paz, Bolivia, 152 p.
- Cortemedlia C, Beitinger TL (2006) Projected US distributions of transgenic and wildtype zebra danios, *Danio rerio*, based on temperature tolerance data. *Journal of Thermal Biology*, 31: 422-428
- Cucherousset J, Olden JD (2011) Ecological impacts of non-native freshwater fishes. *Fisheries*, 36: 215-230
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitos, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia, pp 15-27
- Daga VS, Skóra F, Padial AA, Abilhoa V, Gubiani EA, Vitule JRS (2014) Homogenization dynamics of the fish assemblages in Neotropical reservoirs: comparing the roles of introduced species and their vectors. *Hydrobiologia* doi:10.1007/s10750-014-2032-0
- Doria CRC, Brasil de Souza ST (2012) A pesca nas bacias dos rios Guaporé e baixo Mamoré, Amazônia brasileira. pp 281-294. Em: Van Damme PA, Maldonado M, Pouilly M, Doria CRC (Eds.). *Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Eby LA, Roach WJ, Crowder LB, Stanford JA (2006) Effects of stocking-up freshwater food webs. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 576-584.
- Ellender BR, Weyl OLF (2014) A review of current knowledge, risk and ecological impacts associated with non-native freshwater fish introductions in South Africa. *Aquatic Invasions*, 9 (2): 117-132
- Farell ME, Azurduy H (2006) El paiche (*Arapaima gigas*): depredador o depredado? *Revista del Grupo de Apoyo a la Biología (GAB)*, 1: 20-22
- Ficke AD, Myrick CA, Hansen LJ (2007). Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology*, 17: 581-613
- Goulding M (1980) *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, USA, 250 p.
- Gozlan RE (2008) Introduction of non native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries*, 9: 106-115
- Greenwood PH, Wilson MVH (1998) Bonytongues and their allies. pp 80-84. In: Paxton JR, Eschmeyer WN (Eds.). *Encyclopedia of fishes*. Academic Press, San Diego,
- Hrbek T, Crossa M, Farias IP (2007) Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 909-917
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2001) Censo Nacional de Población y Vivienda. <http://www.ine.gov.bo>
- Leprieur F, Brosse S, García-Berthou F, Oberdorff T, Olden JD, Townsend CR (2009) Scientific uncertainty and the assessment of risks posed by non-native freshwater fishes. *Fish and Fisheries*, 10: 88-97
- Lüling KH (1964) Zur biologie und Ökologie von *Arapaima gigas*. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 54: 436-530
- Migdalski EC (1957) Contribution to the life history of the south american fish *Arapaima gigas*. *Copeia*, 1: 54-56
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles TM, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasion Records*, 1: 129-138
- Miranda-Chumacero G, Lopes K, Sánchez Y, Queiroz HL, Sarmiento J (2013) Efeitos na ictiofauna da Lagoa Tumichucua (Norte da Bolivia) depois da entrada do pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, em Cuvier 1822). pp. 103-130. Em: Figueiredo ESA (ed.) *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia*. Tefé: IDSM. 278 pp
- Pelicice F, Vitule JR, Lima D, Orsi ML, Agostinho AA (2014) A serious new threat to Brazilian

- freshwater ecosystem: The naturalization of nonnative fish by decree. *Conservation Letters*, 7: 55-60
- Petherick A (2010) Antarctic cold snap kills millions of aquatic animals in the Amazon. *Nature*, doi:10.1038/news.2010.437
- Queiroz HL (2000) Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian várzea: red giants in muddy waters. University of St. Andrews, St. Andrews
- Rahel FJ, Olden JD (2008) Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology*, 22: 521-533
- Ruffino ML, Isaac VJ (1995) Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *Naga ICLARM Q*, 18: 41-45
- Sánchez J (1960) El paiche: aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. *Revista de Caza y Pesca, Bol.*, Lima, 10: 17-61
- Simberloff D, Martin J-L, Genovesi P, Maris V, Wardle DA, Aronson J, Courchamp F, Galil B, García-Berthou E, Pascal M, Pyšek P, Sousa R, Tabacchi E, Vilà M (2013) Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution*, 28: 58-66
- Stewart D (2013) A New Species of *Arapaima* (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae) from the Solimões River, Amazonas State, Brazil. *Copeia*, 2013 (3): 470-476
- Torrente-Vilara G, Zuanon J, Leprieur F, Oberdorff T, Tedesco PA (2011) Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin). *Ecology of Freshwater Fish*, 20: 588-597
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rua A, Córdova L, Becerra P (2011a) Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp 247-291. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia,
- Van Damme PA, Crespo A, Becerra P, Salas R (2011b) Empleo en el sector pesquero en las tierras bajas de la Amazonía boliviana. pp. 293-306. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia,
- Van Damme PA, Maldonado M, Pouilly M, Doria CRC (2013) Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil). Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia. 420 pp.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly M, Pérez T, Molina Carpio J (2011c) Amenazas para los peces y pesquerías de la Amazonía boliviana. pp. 327-365. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Vitule JR (2009) Introduction of fishes in Brazilian continental ecosystems: Review, comments and suggestions for actions against the almost invisible enemy. *Neotropical Biology and Conservation*, 4: 111-122
- Vitule JR, Freire C, Simberloff D (2009) Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10: 98-108
- Vitule JR, Freire CA, Vazquez DP, Nuñez MA, Simberloff D (2012) Revisiting the potential conservation value on non-native species. *Conservation Biology*, 26: 1153-1155
- Welcomme RL, Cowx IG, Coates D, Béné C, Funge-Smith S, Halls A, Lorenzen K. (2010) Inland capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365: 2881-2896
- Winemiller KO (2005) Life history strategies, population regulation and implications for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 872-885

Distribución del paiche (*Arapaima gigas*) en Bolivia: una actualización a cinco décadas de su introducción

Dennis Lizarro¹, Selva V. Montellano^{2,6}, Sergio Villafán^{2,6}, Hailín Calderón³,
Federico Moreno-Aulo¹, América J. Zeballos⁵, Fernando M. Carvajal-Vallejos^{2,4,5,6}



¹ Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB), Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ Carrera de Biología, Universidad Amazónica de Pando (UAP), Av. 9 de Febrero # 001, Cobija-Pando, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al Parque La Torre s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁶ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia Canadá.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de dispersión de una especie se refiere a su posibilidad física de abandonar su ecosistema para llegar a otro donde pueda encontrar condiciones adecuadas para su supervivencia y reproducción (Begon *et al.* 2010). Una de las características de la especie humana ha sido su tendencia innata a romper las barreras naturales que impiden o limitan la distribución de muchas especies. Con sus desplazamientos, los humanos llevaron consigo, o facilitaron, la dispersión de especies en nuevos hábitats donde no existían previamente y donde los factores ecológicos ambientales no fueron un factor limitante para su expansión y permanencia. En algunos casos las especies introducidas sobresalieron por las ventajas que poseían en comparación a otros organismos nativos presentes en los ecosistemas receptores (Vitousek *et al.* 1997).

El paiche, introducido a Bolivia, en su hábitat natural se encuentra predominantemente en la planicie de inundación de la cuenca de los ríos Amazonas, Araguaia-Tocantins (Berra 2004; Hrbek *et al.* 2005, 2007; Vitorino *et al.* 2014) y Essequibo (Fernandes 2005; Lüling 1964). Su distribución en la cuenca del río Amazonas alcanza más o menos de dos millones de km² en territorios que pertenecen a Brasil, Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela. Los puntos extremos a lo largo de su distribución natural incluye las ciudades de Pucallpa en el río Ucayali (Perú) y Macapá en la boca del río Amazonas (Brasil), representando más de 4 000 km (Hrbek *et al.* 2007). Hrbek *et al.* (2005) presentan un mapa aproximado de la distribución natural de la especie en la cuenca del río Amazonas, y Castello & Stewart (2009) en todo el continente. La especie generalmente habita ríos de corriente suave y lagunas poco profundas con abundante vegetación flotante influenciadas por ríos de aguas blancas, negras y claras (Goulding *et al.* 2003; Fernandes 2005). Sin embargo, la acidez de las aguas parece ser un factor determinante en su distribución (Lüling 1964). Esta especie no formaba parte de la fauna natural de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), porque la serie de rápidos o cascadas entre Porto Velho (Brasil) y la ciudad de Guayaramerín (Bolivia) parecen haber jugado un rol de barrera geográfica efectiva para el desplazamiento de esta especie de pez, entre

otras, hacia aguas arriba de la cuenca del río Madera (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011).

En su área natural de distribución el paiche es una especie tradicional en la dieta de las comunidades ribereñas, y se ha constituido desde mucho tiempo atrás en una fuente de alimento e ingresos económicos a través de la comercialización de su carne (Crossa & Petrer Jr 1999; Goulding *et al.* 2003; Hrbek *et al.* 2005). Debido a esto, la especie ha sufrido una intensa presión de pesca desde tiempos de la colonia y sus poblaciones han sido severamente disminuidas. Actualmente, es considerada como una especie amenazada, varios de sus stocks están sobreexplotados, y las poblaciones más grandes están mayormente concentradas en áreas naturales protegidas (Alcántara *et al.* 2006; Hrbek *et al.* 2005, 2007; Castello & Stewart 2009; Castello *et al.* 2015). Como respuesta a esta dramática disminución varias iniciativas de recuperación y manejo pesquero de la especie se han realizado en diferentes partes de la Cuenca Amazónica (Castello *et al.* 2009; Petersen *et al.* 2015; Campos-Silva & Peres 2016). Parte de las iniciativas para reducir la presión de pesca en el medio natural, fue desarrollar la piscicultura de la especie en diferentes comunidades ribereñas (Alcántara *et al.* 2006), pero su manejo, producción y tecnificación es todavía limitado (Valladão *et al.* 2016).

En Bolivia, el paiche ha generado impactos socioeconómicos a diferentes escalas geográficas, por lo cual ha sido considerada como una especie introducida invasora (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Su permanencia y concurrente expansión han puesto en evidencia su buena capacidad para adaptarse a distintos hábitats en la CAB, pero también las sospechas que representa una amenaza potencial para la fauna local por el tamaño que desarrolla, y la voracidad que se le atribuye con una preferencia por los peces medianos a pequeños (Van Damme *et al.* 2011a; Villafán 2015).

Desde el escape del paiche al río Madre de Dios en la zona de Puerto Maldonado (Perú) a mediados de los años 60 hasta los años 2010-2011, su distribución en Bolivia alcanzó varios sistemas importantes del noroeste de la CAB. La rama principal de su dispersión y movimiento inicial fue el río Madre de Dios, y después ingresó a los sistemas más cercanos



Figura 1. Ejemplares de paiche capturados por pescadores de Riberalta en la cuenca media del río Beni (proximidades de Puerto Cavinás), en junio de 2006. Cada ejemplar pesa aproximadamente 50 kg.

e inmediatos asociados a este como los ríos Beni, Orthon, Madera y Yata (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Su distribución en la CAB pudo estar a un principio influenciada por diversos factores como ser las barreras geográficas naturales (p.ej. cachuelas o rápidos), la ecología de los sistemas (p.ej. calidad de las aguas, depredadores), prioridades de explotación y conservación (p.ej. preferencia por pesca de especies nativas), o una combinación de estos (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme *et al.* 2015). Sin embargo, es posible que algunos fenómenos ambientales extremos de inundación recientes (Ovando *et al.* 2016), y una piscicultura rudimentaria sin planificación hayan favorecido su dispersión a zonas o sistemas donde estaba ausente. A pesar que no toda la cuenca de algunos ríos asociados al Madre de Dios (p.e. Beni) estaba invadida por el paiche hasta 2010, es de esperar que el frente de invasión ha tenido un avance notable hasta el corriente (Figura 1). Por lo tanto, es importante conocer el estado

de la distribución de la especie para predecir algunos cambios que surgirán en las pesquerías de la CAB, y por lo tanto en las cadenas de valor de diferentes puertos pesqueros e interacciones que surgirán entre ellas. En ese sentido, el presente trabajo tiene por objeto mostrar el estado actual de la distribución del paiche en Bolivia y generar algunas recomendaciones sobre potenciales cambios y conflictos que pueden surgir en las pesquerías, basados en la experiencia de cambios que se conocen en Riberalta y las características particulares de algunos sistemas donde recientemente se ha reportado su presencia (p.e. ríos Mamoré e Iténez).

MÉTODOS

Registros de paiche en el medio natural

Se obtuvieron los registros posibles de presencia de paiche en diferentes lugares de

Bolivia de una variedad de fuentes: observaciones directas, publicaciones, informes técnicos, entrevistas a pescadores y comunarios, talleres comunales, registros de colecciones o museos y referencias anecdóticas. De acuerdo a su grado de confiabilidad se separaron los registros obtenidos en ocho categorías según el tipo de información (Cuadro 1). En total se obtuvieron 338 registros de presencia de paiche para todo el país.

Entre las publicaciones que se consultaron están: García (2000), García & Calderón (2006), Carvajal-Vallejos *et al.* (2011), Martínez (2012), Miranda-Chumacero *et al.* (2012), Lizarro *et al.* (2014), Yunoki & Torrez (2016), Van Damme *et al.* (2015). Entre los informes técnicos consultados están: Sarmiento & Ríos (2002), Pereira *et al.* (2003), Yunoki & Jiménez (2004), Calderón & Calderón (2007), Barrozo & Carvajal-Vallejos (2013), García *et al.* (2015), Lizarro *et al.* (2015) y Montellano *et al.* (2016).

Se obtuvieron también registros de presencia

de paiche a través de entrevistas a pescadores y otros informantes (comunarios) clave en puntos importantes para el desembarque pesquero en la CAB. Estas entrevistas fueron realizadas por investigadores del CIRA-UABJB (Centro de Investigación de Recursos Acuáticos-Universidad Autónoma del Beni "José Ballivian"), CIPA-UAP (Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía - Universidad Amazónica de Pando) y Faunagua, en el marco de diferentes proyectos e investigaciones.

En cuanto a la información no publicada, se obtuvieron registros de talleres comunales realizados en varias comunidades de cuatro Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TICOs): Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II) del norte de Beni. Estos talleres fueron realizados entre octubre y noviembre de 2015, con la participación de varios pescadores y comunarios. Durante los talleres, los representantes de cada comunidad expresaron sus percepciones y conocimientos del paiche. Los pescadores mostraron sobre mapas

Cuadro 1. Categorías de los diferentes tipos de información de donde se obtuvieron los registros de presencia de paiche en Bolivia.

Tipo de Información	Descripción	N° registros
Observación Directa	Registro inédito de observación directa, no es parte de ninguna publicación o informe.	115
Observación Directa-pub	Registro de observación directa que fue incluido en una publicación o informe técnico.	77
Entrevista a pescador	Registro inédito obtenido a través de una entrevista a un pescador que realizó la observación.	15
Entrevista a pescador-pub	Registro obtenido a través de una entrevista a un pescador que realizó la observación, disponible en una publicación o informe técnico.	31
Entrevista a comunario-pub	Registro obtenido a través de una entrevista a un comunario (no se conoce con certeza si es pescador) que realizó la observación, disponible en una publicación o informe técnico.	3
Taller comunal	Registro inédito obtenido a través de un taller realizado en una comunidad con la participación de varios comunarios y/o pescadores.	65
Referencia anecdótica	Registro inédito obtenido por referencia o comentario de una tercera persona, que realizó la observación de presencia de paiche en un determinado lugar.	12
Registro de colección o museo	Registro obtenido de una colección o museo. Puede tratarse de ejemplares de peces, muestras de tejidos, u otro tipo de muestra biológica de paiche, disponible en alguna universidad o centro de investigación en Bolivia.	12

Cuadro 2. Número, tipo de información y fuente de donde se obtuvieron los registros de presencia de paiche en Bolivia. La notación 'pub' indica que la información proviene de algún trabajo publicado formal o informalmente.

N° y tipo de información	Fuente
(115) Observación Directa	(91) registros por investigadores de Faunagua, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (24) registros por investigadores de CIRA-UABJB, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico.
(75) Observación Directa-Pub	(15) registros en informe técnico de Pereira <i>et al.</i> (2003) y en publicación de Miranda-Chumacero <i>et al.</i> (2012). (1) registro en tesis de Martínez (2012). (31) registros en publicación de Lizarro <i>et al.</i> (2014). (1) registro en informe técnico de Lizarro <i>et al.</i> (2015). (3) registros en informe técnico de Yunoki & Jiménez (2004). (5) registros en informe técnico de García <i>et al.</i> (2015). (9) registros en informe técnico de Barrozo & Carvajal-Vallejos (2013). (10) registros en informe técnico de Montellano <i>et al.</i> (2016).
(15) Entrevista a pescador	(15) registros obtenidos de nueve entrevistas aisladas realizadas por investigadores de Faunagua.
(31) Entrevista a pescador-pub	(2) registros obtenidos de dos entrevistas incluidas en publicación de Carvajal-Vallejos <i>et al.</i> (2011). (20) registros obtenidos de 20 entrevistas incluidas en publicación de Miranda-Chumacero <i>et al.</i> (2012). (3) registros obtenidos de tres entrevistas incluidas en publicación de García (2006) y en publicación de Miranda-Chumacero <i>et al.</i> (2012). (1) registro obtenido de entrevista incluida en publicación de Sarmiento & Ríos (2002). (5) registros obtenidos de cinco entrevistas incluidas en publicación de Van Damme <i>et al.</i> (2015).
(3) Entrevista a comunario-pub	(3) registros obtenidos de tres entrevistas incluidas en informe técnico de García <i>et al.</i> (2015).
(65) Taller comunal	(65) registros obtenidos en talleres comunales realizados por investigadores de Faunagua con la participación de 21 comunidades del norte del Beni.
(12) Referencia anecdótica	(1) registro en publicación de García (2000). (1) registro en publicación de Yunoki & Torrez (2015). (3) registros obtenidos por investigadores de CIRA-UABJB, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (2) registros obtenidos por investigadores de Faunagua, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (3) registros obtenidos por investigador de la Universidad de Porto Velho, Brasil, no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (1) registro por investigador del Departamento de Biología Ambiental y Forestal de la Universidad SUNY-ESF, Nueva York, no forma parte de ninguna publicación o informe técnico. (1) registro por pescador de pesca deportiva, no forma parte de ninguna publicación o informe técnico.
(12) Registro de Colección o Museo	(1) registro del Museo de la Universidad Amazónica de Pando (UAP) incluido en informe técnico de Calderón <i>et al.</i> (2006). (1) registro de colección de peces de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), UMSS. (9) registros de colección de tejidos de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), UMSS. (1) registro de colección de muestras biológicas de paiche de Faunagua.

impresos sus zonas de pesca, indicando los ríos, arroyos y/o lagunas donde se encontraba la mayor cantidad de paiche. De este estudio se registraron 65 puntos con presencia de paiche.

En los mismos cuatro TIOCs se realizó también una evaluación de la abundancia de paiche en la misma época (aguas bajas) cuando fueron llevados a cabo los talleres. Para este fin, se realizó un recorrido por diferentes cuerpos de agua tanto lóticos como lénticos en varias comunidades de los TIOCs anteriormente nombrados. En estos recorridos se contabilizaron los avistamientos de paiche cuando estos salían a respirar a la superficie, siguiendo la propuesta desarrollada por Castello (2004). El trabajo se realizó con la colaboración de técnicos pescadores experimentados en el reconocimiento y la captura de paiche. De este trabajo de conteo de paiche se obtuvieron 91 observaciones directas de la especie.

Por otro lado, se obtuvieron 24 puntos de observación directa de paiche reportados por investigadores del CIRA-UABJB que no forman parte de ningún informe técnico o publicación por el momento. De estos registros, 21 observaciones forman parte de una investigación taxonómica de peces en la cuenca del río Abuná en el departamento de Pando, y tres puntos aislados que corresponden a una prospección en la cuenca del río Iténez. Estos puntos de avistamiento de paiche fueron reportados cerca de las comunidades de San Joaquín, San Lorenzo, y cerca de la comunidad Siete Esquinas en el departamento del Beni.

También se obtuvieron 15 registros de avistamientos de paiche por medio de nueve entrevistas aisladas realizadas por investigadores

de Faunagua. Estas entrevistas se realizaron con el objetivo de conocer la distribución y primeros avistamientos del paiche en la CAB. Las entrevistas se realizaron a los pescadores más experimentados y antiguos de las comunidades visitadas o a pescadores que pudieron reconocer primeros avistamientos de la especie en sus zonas de pesca. Se realizaron seis entrevistas en Riberalta, una en Rurrenabaque, una en Puerto Rico y una en Cachuela Esperanza, entre los años 2015 y 2016. Estos lugares son considerados como algunos de los principales puertos de desembarque pesquero de la CAB (Van Damme *et al.* 2015).

También se obtuvieron 12 registros de paiche a partir de referencias anecdóticas, y 12 a partir de registros de ejemplares en museos o colecciones de peces, tejidos o muestras biológicas.

En el Cuadro 2 se presenta el número de observaciones totales de paiche en la CAB por tipo de registro, y su respectiva fuente de información de donde fueron obtenidos.

Registros de paiche en piscicultura

Los registros de presencia de paiche en pozas de piscicultura o ambientes confinados en diferentes lugares de Bolivia se obtuvieron de dos fuentes de información: entrevistas a investigadores relacionados al rubro, y referencias anecdóticas a personas dedicadas al cultivo de alguna especie de pez (Cuadro 3).

No se obtuvieron registros de la presencia de paiche en pozas de piscicultura, en base a la información de publicaciones o informes técnicos accesibles. En total se obtuvieron siete registros de presencia de paiche en pozas de piscicultura en Bolivia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de los diferentes tipos de información de donde se obtuvieron los registros de presencia de paiche en pozas de piscicultura en Bolivia.

Tipo de Información	Descripción	N° registros
Entrevista a investigador	Registro obtenido de entrevista personal con el investigador que dio el dato; esta información no forma parte de ninguna publicación o informe técnico.	6
Referencia anecdótica	Registro obtenido por referencia o comentario de alguna persona, que escuchó o le comentaron sobre presencia de paiche en pozas de piscicultura en un determinado lugar. No existe informe o publicación que corrobore la información.	1

Cuadro 4. Número, tipo de registro y fuentes de donde se obtuvieron los registros de presencia de paiche en Bolivia.

N° y tipo de registro	Fuente
(6) Entrevista a investigador	(3) registros obtenidos de una entrevista aislada realizada por investigador de Faunagua a la Directora del Centro Universitario de Investigación del Valle de Sajta-UMSS; no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (2) registros obtenidos de una entrevista aislada realizada por investigador del CIRA-UABJB al sub-director del Módulo de piscicultura de la CIRA-UABJB; no forman parte de ninguna publicación o informe técnico. (1) registro obtenido de una entrevista aislada realizada por investigador del CIRA-UABJB al encargado de laboratorios de la carrera de veterinaria de la UABJB.
(1) Referencia anecdótica	(1) registro reportado por investigador de Faunagua; no forma parte de ninguna publicación o informe técnico.

Se obtuvieron seis puntos de presencia de paiche en pozas de piscicultura en Bolivia por medio de tres entrevistas aisladas realizadas por investigadores de Faunagua y CIRA-UABJB. Las entrevistas fueron realizadas en diferentes meses del año 2016. También se obtuvo un registro de presencia de paiche en pozas de piscicultura, a partir de una referencia anecdótica reportada por un investigador de Faunagua.

En el Cuadro 4 se presenta la descripción del número de registros, tipo de información y fuentes de donde se obtuvieron los reportes de presencia de paiche en pozas de piscicultura en Bolivia.

Mapeo de los sitios con presencia de paiche

Los registros (georeferencias) de presencia de paiche en Bolivia obtenidos de las diferentes fuentes de información fueron reunidos y sistematizados en una base de datos para elaborar un mapa que muestre la distribución de la especie en Bolivia según las categorías del tipo de información. Los registros de presencia de paiche fueron posicionados sobre las subcuencas de la CAB, definidos por Carvajal-Vallejos *et al.* (2014), y la cuenca del río Paraguay, y sobre un modelo de distribución potencial futuro cuando el paiche alcance todos los hábitats de las tierras bajas hasta una cota de 250 m sobre el nivel del mar (msnm), en la CAB y la cuenca del río Paraguay. Se estima que la presencia de la especie estará condicionada en primera instancia por limita-

ciones de orden geográfico como la pendiente de los ríos, la cual condiciona la velocidad y turbulencia de las aguas, y la disponibilidad de ambientes favorables para el establecimiento de la especie (p.e. lagunas de origen meándrico). Bajo este supuesto, basado parcialmente en la hipótesis que las cachuelas del río Madera representaron la barrera que limitó la distribución de esta especie en la cuenca alta del río Madera (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), se ha establecido una cota de 250 msnm que coincide ampliamente con la parte baja del piedemonte en la mayoría de los sistemas corriendo desde los Andes (Navarro & Maldonado 2002). Es de esperar que otros factores ambientales pueden influir sobre la distribución y abundancia de la especie (p.e. temperatura – Van Damme *et al.* 2015), pero la información es escasa y los potenciales efectos todavía están en discusión y son controversiales.

RESULTADOS

La evaluación actual de la distribución del paiche en Bolivia muestra que la especie se encuentra en dos de las tres grandes cuencas del país, correspondientes a la CAB y la cuenca del Plata (cuenca del río Paraguay) (Cuadro 5, Figura 2). Trescientos treinta y seis (336) registros fueron reportados para la CAB y dos para la cuenca del Plata (Cuadro 5, Figura 2). La mayor cantidad de reportes de la especie corresponden a observaciones directas inéditas (115) y disponibles en publicaciones (77). En la CAB, se observaron 11 subcuencas con presencia de paiche, en una de ellas

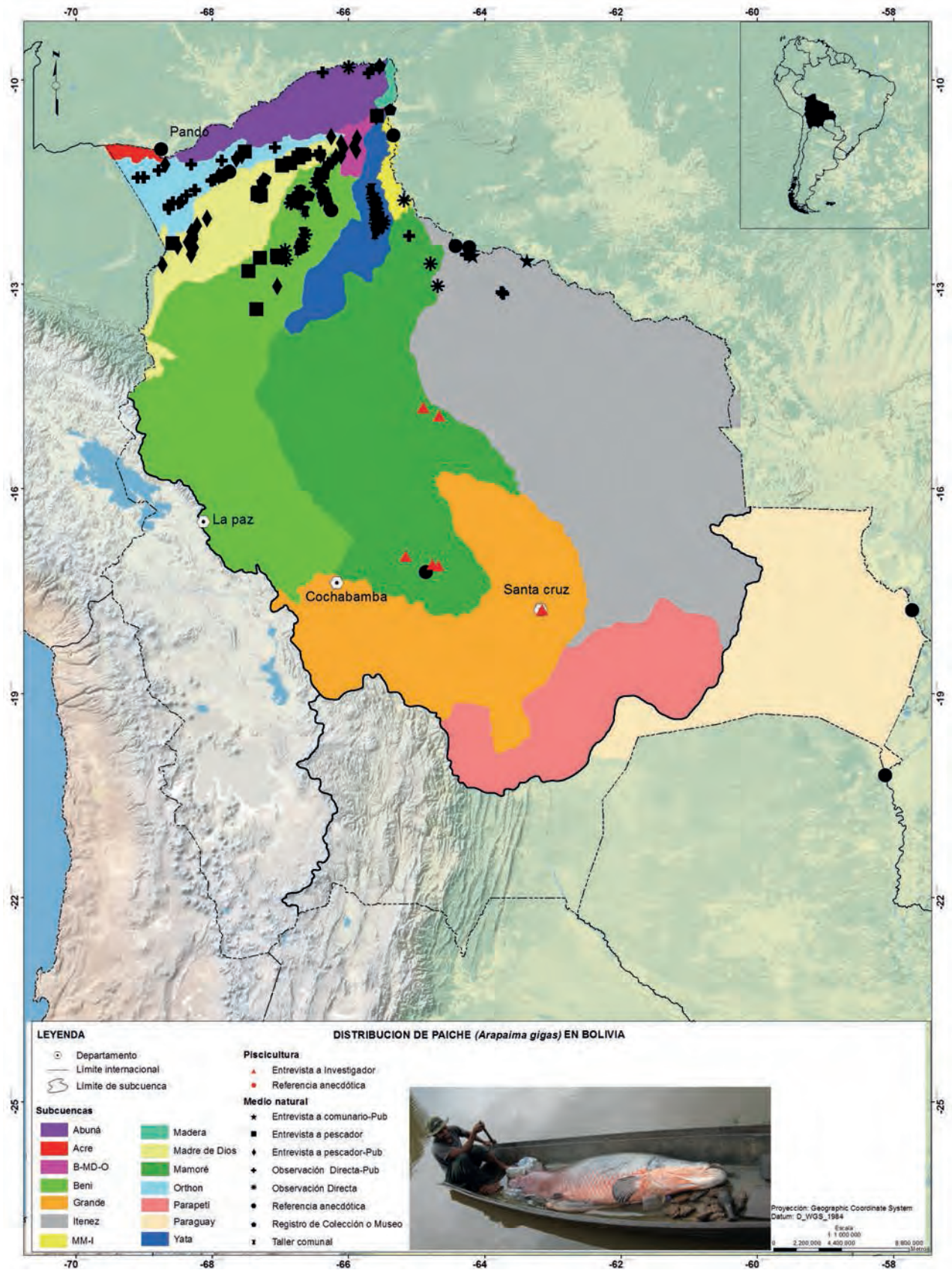


Figura 2. Distribución de registros (medio natural y piscicultura) de paiche en las subcuencas de la Cuenca Amazónica y del Plata (río Paraguay) en Bolivia. Las subcuencas en la porción Amazónica corresponden a las delimitaciones y denominaciones presentadas en Carvajal-Vallejos *et al.* (2014).

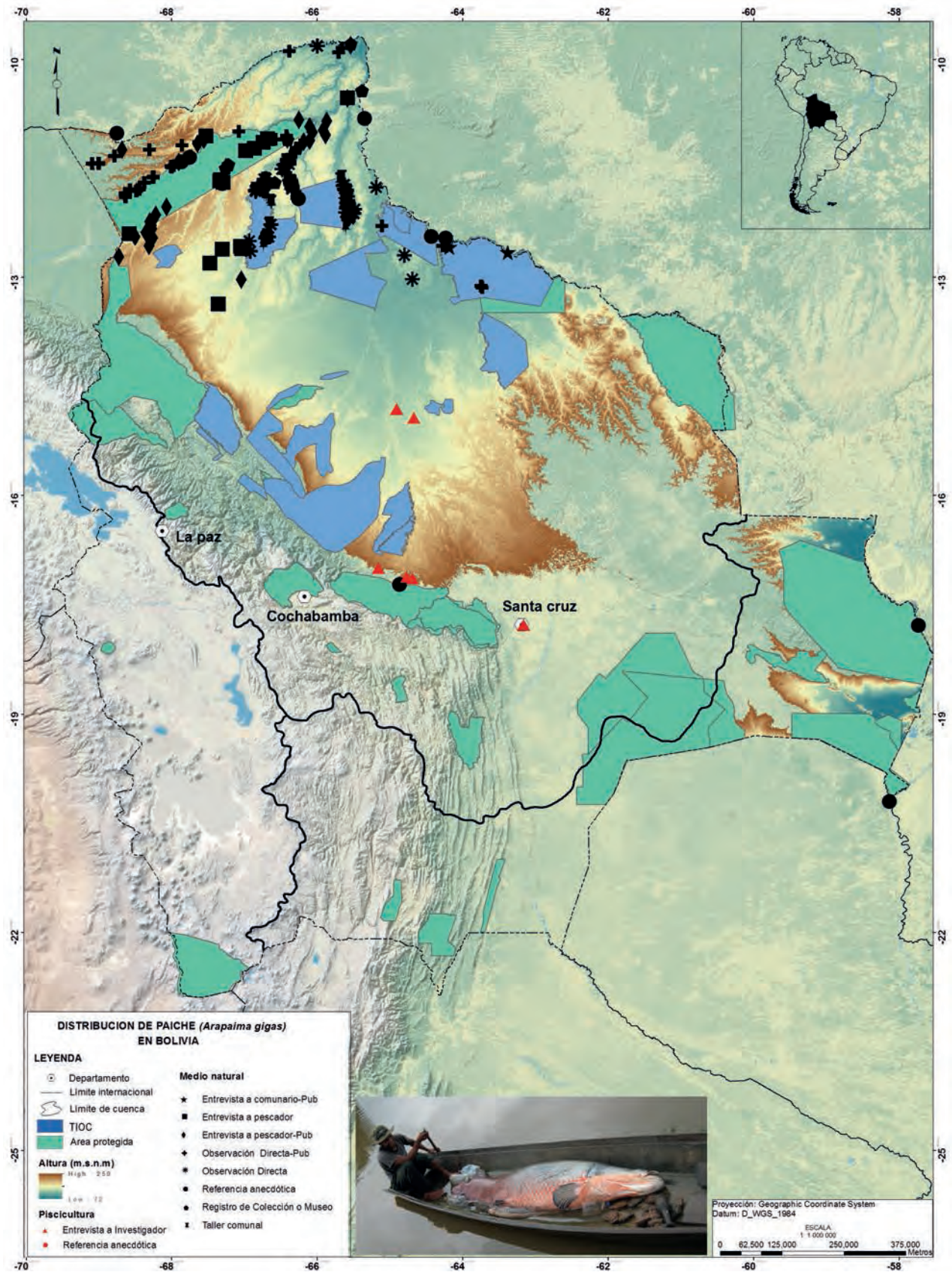


Figura 3. Distribución actual y potencial del paiche en Bolivia considerando registros en el medio natural y piscicultura, y un modelo geográfico máximo de expansión con una cota límite de 250 m sobre el nivel del mar.

Cuadro 5. Registros de paiche en Bolivia hasta el año 2016. La notación 'pub' indica que la información viene de una fuente publicada. ABU: Abuná, ACR: Acre, BEN: Beni, BMO: Beni-Mamoré-Orthon, GRA: Grande, ITE: Iténez, MDD: Madre de Dios, MAM: Mamoré, MMI: Mamoré-Iténez, ORT: Orthon, YAT: Yata, TAM: Total Cuenca Amazónica boliviana, PAR: Paraguay (Cuenca del Plata). Las subcuencas en la porción Amazónica corresponden a las denominaciones en el trabajo de Carvajal-Vallejos *et al.* (2014).

Registros de paiche	ABU	ACR	BEN	BMO	GRA	ITE	MDD	MAM	MMI	ORT	YAT	TAM	PAR	Total
Medio natural	26	1	129	5		11	32	3	6	64	50	327	2	329
Entrevista a comunario-pub						3						3		3
Entrevista a pescador			5	1			8			1		15		15
Entrevista a pescador-pub	1		6	4			14			5		30		30
Observación directa	21		53			1		1	1		38	115		115
Observación directa-pub	3		10			5	2	1		56		77		77
Registro de colección	1		1				6		4			12		12
Referencia anecdótica		1	1			2	2	1	1	2		10	2	12
Taller comunal			53								12	65		65
Piscicultura					1			8				9		9
Entrevista a investigador					1			8						
Total	26	1	129	5	1	11	32	11	6	64	50	336	2	338

(Grande) el reporte es solo de piscicultura. El mayor número de registros reportados en el medio natural se dieron en las subcuencas Beni (129), Orthon (64), Yata (50), Madre de Dios (32), y Abuná (26). La única cuenca en la que todavía no se ha reportado presencia de la especie es la del Parapetí. Los registros de piscicultura se concentraron en la cuenca del río Mamoré (8), y corresponden a localidades en las áreas circundantes a la ciudad de Trinidad y el Chapare (Figura 2).

Bajo el modelo geográfico de expansión hasta los 250 msnm, se estima que el alcance de la especie cubrirá todo el centro y norte de la CAB, exceptuando la cuenca del río Parapetí, y una porción importante en la cuenca del río Paraguay (Figura 3). Para la CAB, esto significa que gran parte del departamento de Pando estará invadido por la especie, si no lo está al corriente, casi la totalidad del norte de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, y prácticamente todo el departamento del Beni (Figura 3). Varios territorios indígenas (Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño, Territorio Indígena Multiétnico II, entre otros) y reservas (Manuripi, Madidi, Bruno Racua, entre otros) ya se encuentran actualmente invadidos por la especie, y algunos otros se espera que lo estén en los próximos años o décadas cuando la especie alcance su distribución total en las tierras bajas de la CAB (Figura 3). En la cuenca del Plata (río Paraguay), se estima que la especie se establezca en gran parte del Pan-

anal boliviano cubriendo gran parte del territorio este de Santa Cruz, donde se encuentran varios parques nacionales (Figura 3).

DISCUSIÓN

La distribución del paiche en el medio natural de Bolivia ha tenido cambios importantes en los últimos cinco años. Hasta el 2010 los registros de la especie se concentraban en ciertos sistemas del norte de la Cuenca Amazónica de Bolivia (p.e. Madre de Dios, Beni, Orthon, Yata y Abuná), pero en la actualidad su presencia ha sido reportada en la macrocuenca del Plata (río Paraguay), y en varias otras cuencas de la CAB como las de los ríos Mamoré, Iténez (Figura 4). La situación actual del estado de su distribución parece una combinación del avance natural del frente de invasión de la especie, posiblemente facilitado por algunos eventos extremos de inundación que sucedieron en 2013-2014 (Ovando *et al.* 2016), y actividades de translocación poco controladas para piscicultura realizadas en Bolivia y/o Brasil.

En la cuenca del río Paraguay, es posible que la especie haya sido introducida por escape de alguna iniciativa de piscicultura mal manejada en el lado brasileño, cerca de la frontera con Bolivia. Existen reportes anecdóticos de que se realiza piscicultura de paiche en algunos puntos próximos a la zona de San Matías en



Figura 4. Ejemplar juvenil de paiche capturado en la cuenca del río Mamoré (laguna Lavandera) en agosto 2015. El ejemplar tenía una longitud de 45 cm y pesaba 0.74 kg.

Bolivia. Sin embargo, es posible que la especie haya sido introducida en otros puntos al interior del Brasil y esté siguiendo un proceso de expansión similar al ocurrido en la CAB. Carvalho *et al.* (2015) reportaron la presencia del paiche en río Grande, correspondiente a la cuenca alta del río Paraná, lo cual denota que el paiche ya se encuentra en la parte alta de la cuenca del Plata en Brasil y posiblemente ocurrieron otros eventos similares sobre la cuenca del río Paraguay. Según relatos recogidos por estos autores, por el año 2010 hubo rupturas en los tanques de una piscifactoría próxima a la orilla del río Grande (Municipalidad de Frutal, Minas Gerais) debido a lluvias intensas, y se asume que varios juveniles y adultos fueron liberados en ese momento.

Por el momento los avistamientos de la especie en la cuenca del río Paraguay (Bolivia) son escasos, y es todavía impredecible el rol que jugará el territorio boliviano (donde existen varias reservas) en el establecimiento y expansión de la especie hacia el interior de pequeños sistemas en el país.

Impactos esperados en las pesquerías

A la luz de este nuevo escenario que evoluciona rápidamente y es difícil controlar, las pesquerías en la zona central y alta de la CAB posiblemente sufran un cambio sustancial progresivo en las próximas décadas. Desde la introducción del paiche en Bolivia hasta su expansión, estabilización y aumento poblacional al norte de la CAB transcurrieron aproximadamente 35 años (1965-2000). Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) mostraron que los registros comerciales de paiche en Riberalta, el puerto más importante al norte de Bolivia, comenzaron a partir del año 2000. Según informantes clave entrevistados por estos autores, el mismo año los comercializadores mayoristas pioneros comenzaron a abrir mercados para esta especie en las ciudades más importantes del país donde su carne era ofertada bajo el nombre de filetes de surubí, una especie nativa tradicional y preferida por el consumidor de las ciudades. Desafortunadamente, en 1995 el Centro de Desarrollo Pesquero (CDP) fue desarticulado y los últimos registros monitoreados y reportados por

esta institución se realizaron en 1994. Los registros de este último año muestran que las pesquerías de Riberalta todavía estaban dominadas (80%) en este momento por las cuatro especies tradicionales y dominantes en los principales mercados de Bolivia (surubí – *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum*, pacú – *Colossoma macropomum*, y tambaquí – *Piaractus brachypomus*) (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). En el año 2008, 43 años posteriores al suceso de introducción, el paiche se constituía en la especie principal en los desembarques de Riberalta (50%) y Puerto Rico (40%, río Orthon, Pando) donde las pesquerías totales sumaban 340 y 54 t, respectivamente (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Hacia el año 2011, 46 años después de la introducción, el paiche se expandió notablemente y se tornó más abundante en la zona norte, al punto que transformó las pesquerías del norte donde los reportes correspondientes a la ciudad de Riberalta indican que contribuía el 80% de los desembarques anuales (Coca *et al.* 2012). En la actualidad, a 50 años de su llegada, se estima que la contribución a las pesquerías de Riberalta se han mantenido en la misma dimensión (Van Damme *et al.* 2014), pero las pesquerías en algunas comunidades indígenas ya se constituyen de al menos 70% de paiche en términos de volumen de desembarque para el comercio (Argote *et al.* 2014). Tomando en cuenta estos cambios progresivos que han sucedido en Riberalta, se puede esperar que transformaciones similares ocurrirán en otros puertos importantes de desembarque en la CAB como Rurrenabaque, Trinidad y Puerto Villarroel, cuando el paiche se torne abundante en sus zonas de pesca. A diferencia de Riberalta, donde el interés por el paiche y las cadenas de valor tomaron varios años para establecerse, una vez que la especie se torne accesible para las flotas pesqueras en los nuevos puertos pesqueros mencionados, se espera que la explotación sea inmediata y se conecte a las cadenas de valor ya establecidas que tienen como ápice final los mercados del interior del país. Existen algunas razones, observadas en Riberalta (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), que tentativamente cambiarán el comportamiento de los pescadores hacia una preferencia por la búsqueda de paiche: 1) la pesca de esta especie requiere menor inversión de tiempo y fuerza que la captura de otras especies nativas y tradicionales en las pesquerías del pasado; su

pesca se focaliza y se realiza principalmente en lagunas 2) hay un mayor rendimiento de la carne versus los descartes; pocos individuos generan mayor cantidad de carne que otras especies tradicionales de piel o escama, 3) las mallas usadas en la captura de esta especie requieren menor esfuerzo de mantenimiento que otras mallas de filamentos delgados y rombo más pequeño; sin embargo el costo de cada malla es tres veces mayor al costo de las mallas convencionales empleadas para capturar peces nativos; 4) existe una demanda elevada de carne de paiche en mercados de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, los cuales forman parte de una cadena de valor establecida y sostenida por comerciantes mayoristas a la cual se pueden insertar nuevos proveedores con precios más competitivos; 5) la especie puede ser explotada por lo menos ocho meses al año, y por ser invasora e introducida no está sujeta a veda o alguna regulación de manejo en territorio boliviano (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011).

Puesto que los puertos de Rurrenabaque, Trinidad y Puerto Villarroel tienen mayor conectividad (carreteras permanentes y con grandes tramos asfaltados) y proximidad con los principales mercados de Bolivia, se puede suponer que los costos de transporte de carne de paiche les dará cierta ventaja competitiva frente a los productores y comercializadores de Riberalta. Esta ciudad se encuentra a más de 700 km por carretera de cualquiera de los principales mercados de Bolivia, y la vía terrestre no está asfaltada y es estacionalmente transitable. Debido a esto el producto desembarcado en Riberalta se transporta principalmente por vía aérea y bajo convenio con las aerolíneas. Por lo tanto, se estima que los costos de transporte desde Riberalta hacia los centros masivos de consumo serán mayores a los de los nuevos puertos productores más próximos, para ofertar el mismo producto y posiblemente en mejores condiciones de higiene y estado de preservación. Los pescadores de Riberalta deben desplazarse largas distancias sobre las cuencas de los ríos Beni (p.e. río Negro, río Madidi – cuenca media) y Madre de Dios (p.e. río Manupare – cuenca media) para realizar las faenas y obtener cargamentos mínimos, lo cual podría no ser el caso para los pescadores en los nuevos puertos que disponen de un mayor número de lagunas en sus zonas de pesca o menos conflictos con otros usuarios (p.e. indígenas). Esta

nueva interacción entre las flotas pesqueras y las cadenas de valor desarrolladas en cada puerto pesquero potencialmente entrarán en un conflicto y competencia por la venta de paiche con posible detrimento de las pesquerías y cadenas de valor desde Riberalta. Si la situación actual operacional del movimiento de producto se mantiene, el transporte de paiche desde Riberalta hacia el interior implicaría mayor inversión, menor competitividad y mayor riesgo de colapso para sostenerse a través del comercio de un mismo producto a los mercados de Bolivia. Esto lleva a proyectar que los actores involucrados y dependientes de las pesquerías de paiche comiencen a gestionar la planificación de la explotación del recurso de manera coordinada con potenciales nuevos usuarios del recurso y mercados, a medida que la ola de expansión avance hacia aguas arriba como lo estuvo haciendo en la cuenca del río Beni, o sea facilitada o acelerada por actividades descontroladas de translocación (p.e. piscicultura). Por otro lado, las predicciones que se proyectan no solo tendrán impacto sobre el eslabón de los pescadores y comercializadores sino sobre aquellos que ofertan servicios o productos a lo largo de la cadena de valor. Esto apunta a que debe formarse un liderazgo representativo de las diferentes cadenas de valor para potencialmente enfrentar un conflicto de intereses y entablar conversaciones con pares que operan desde otros puertos pesqueros, para llegar a acuerdos con autoridades locales y/o regionales. Mediante estas acciones se espera dilucidar la manera más óptima de mantenerse estables ante la demanda y oferta de carne de paiche, al menos, en los mercados de Bolivia. Para ello, se deben buscar alternativas que mejoren la oferta del producto (p.e. calidad, precio), una diversificación del mismo (p.e. transformaciones de la carne, subproductos), y estrategias que promuevan el consumo de pescado en todo el territorio nacional. Sumado a esto, la demanda de esta especie puede ser mayor aún si el gobierno nacional abre la posibilidad de que su carne o subproductos sean exportados a países limítrofes o de otros continentes, al justificar ante la convención CITES que la explotación en Bolivia no tiene impacto alguno en la conservación de la especie en su hábitat natural nativo. El paiche, por la fuerte explotación pesquera a la que estuvo sujeta en Brasil y Perú hasta los años 80s, fue indexado al acápite II del Tratado Internacio-

nal de Conservación de Especies Comerciales Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), lo cual demanda una serie de normas y regulaciones que se deben cumplir para realizar un comercio hacia el exterior.

Para la cuenca del río Paraguay (cuenca del Plata), es posible que efectos similares a los observados en Riberalta se desarrollen. Sin embargo, es incierto como pueden evolucionar las pesquerías de esta zona considerando que los volúmenes de captura de especies nativas son relativamente bajos. Si la especie se establece, lo cual es muy probable porque hay una gran cantidad de cuerpos de agua lénticos y es una de las mayores zonas inundadas del continente, posiblemente las pesquerías se focalicen sobre las capturas de paiche. El paiche tiene una alta demanda en el Brasil y para las ciudades o pueblos bolivianos en la frontera con este país puede tornarse en una alternativa económica interesante si se desarrollan cadenas de valor hacia el Brasil o el interior de Bolivia (p.e. Santa Cruz). Las pesquerías de paiche en la cuenca del río Paraguay, y la cadena de valor que puede emerger, es otro elemento a ser considerado en la planificación de la explotación coordinada de este recurso a nivel nacional.

Impactos sobre la productividad de paiche

Se ha estimado hasta 2010 que la producción pesquera global en la CAB está alrededor de 3 080 t (Van Damme *et al.* 2011b). Del total estimado, los mismos autores identificaron que el paiche contribuye con un volumen equivalente al 17%. Si consideramos un escenario para los próximos 20 años, cuando el paiche haya alcanzado gran parte de la CAB en su parte alta y se haya establecido y multiplicado a un nivel que pueda ser aprovechado a escala comercial, los volúmenes de su captura podrían estar alrededor de 1 232-1 848 t considerando porcentajes conservadores del 40-60% de contribución

Sin embargo, hay otros factores importantes que considerar relacionados a la naturaleza de los sistemas donde se encuentra y recientemente ha aparecido. Si bien los ríos Madre de Dios, Beni, Orthon y Yata, entre otros, poseen una planicie de inun-

dación importante, esta es menor a la que posee la cuenca del río Mamoré y buena parte del río Iténez (Hamilton *et al.* 2004; Crespo & Van Damme 2011; Ovando *et al.* 2016). Hamilton *et al.* (2004) y Ovando *et al.* (2016) mostraron que la CAB posee una de las zonas más extensas de inundación del continente sudamericano (al menos 71 000 km²), y que por las características geomorfológicas de su porción central en el Beni relacionada a la presencia de cachuelas en el extremo norte (Molina & Vauchel 2011), es muy propensa a inundarse y formar cuerpos de agua lénticos (lagunas) por la dinámica fluvial a la que está sujeta y es la que moldea el diseño del paisaje. Considerando las características de los sistemas Mamoré e Iténez, con una enorme planicie de inundación y cantidad de lagunas en sus cuencas, y que el paiche prefiere habitar y reproducirse en ambientes lénticos (Castello 2008 a,b), se puede predecir que la abundancia y potencialmente la producción de paiche proveniente del Mamoré e Iténez central, será mayor a la que actualmente se genera desde la zona norte y oeste de la CAB (Beni, Madre de Dios y Orthon principalmente).

Potenciales impactos sobre las pesquerías de subsistencia y comercial

Los impactos negativos de una invasión pueden ser difíciles de medir a nivel ecológico (Hufbauer & Torchin 2007), sobre todo en ecosistemas complejos como los que existen en la Cuenca Amazónica. Sin embargo, los impactos negativos o positivos a nivel socioeconómico pueden ser más evidentes, porque las personas que dependen de uno o varios recursos reaccionan rápidamente a los cambios que surgen sobre ellos (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). En varias comunidades de la CAB, los pescadores y pobladores locales indican que los hábitats colonizados por el paiche poseen pocos recursos pesqueros nativos que se pueden aprovechar y los cuales todavía son de preferencia y formaron parte de la dieta tradicional desde décadas pasadas. Aunque no está publicado un trabajo que muestre la importancia de esta percepción de los pescadores y personas que habitan las zonas rurales de la CAB, en Carvajal-Vallejos *et al.* (2013) se puede encontrar algunos argumentos recogidos de entrevistas realizadas en

comunidades vinculadas con la actividad económica de Riberalta. Frente a esta permanente afirmación y ante la incertidumbre de qué efectos puede causar el paiche en los nuevos ambientes que está invadiendo a lo largo de su ola expansiva, comparamos los resultados de dos trabajos que pueden dar una idea muy general de la interacción que podría estar ocurriendo entre las pesquerías de especies nativas y el paiche en la CAB. Argote *et al.* (2014) describen las pesquerías indígenas en varias comunidades asentadas en las cuencas de los ríos Madre de Dios y Beni. Estos autores mostraron que la composición de las capturas es bastante variable de una comunidad a otra, y que las especies nativas con mayor contribución relativa (CPUE) a los desembarques totales de las comunidades fueron el pacú (*C. macropomum*), el surubí (*P. fasciatum*) y la llorona (*Potamorhina altamazonica*), cada una con 6%, entre varios otros peces medianos a pequeños identificados (67 spp.). La llorona es una especie importante para el consumo local y tiene valor comercial para algunas comunidades del río Beni que tienen conexión permanente con Riberalta por carretera y existe transporte público diario. Por otro lado, Villafán (2014) realizó un estudio sobre la dieta del paiche considerando los mismos cuerpos de agua donde fue llevado a cabo el estudio de pesquerías y encontró que la especie es omnívora, con preferencia por peces, y no estrictamente carnívora como se proponía hasta hace poco. Varias especies de peces medianas a pequeñas encontradas en los contenidos estomacales, correspondían con las especies más abundantes en el medio y la especie de pez más frecuente fue la llorona. De todas las especies identificadas en ambos estudios, 67 en el primero y 27 en el segundo, se pudo notar que 20 de ellas aparecieron tanto en la dieta como en las capturas comerciales; de las cuales la llorona es la que tuvo la contribución más elevada pero baja en términos porcentuales (6%). Esto sugiere que la dieta del paiche no parece tener un impacto notable sobre las pesquerías indígenas, y que las especies medianas a pequeñas podrían estar contribuyendo a las pesquerías comerciales de manera indirecta a través del paiche. Las pesquerías en la CAB, todavía se caracterizan por explotar las especies de mayor tamaño en comparación a las pesquerías en la Cuenca Amazónica del Perú (Van Damme *et al.* 2011b), por ejemplo, don-

de especies medianas a pequeñas sostienen los mayores volúmenes de desembarque pesquero en la actualidad (García *et al.* 2009). Tomando el caso actual del Perú, se puede decir que los stocks pesqueros constituidos por especies pequeñas a medianas están casi intactos en Bolivia y representan un recurso potencial a ser explotado a futuro pero que sostienen, en parte, la productividad actual de paiche. La frecuencia elevada de llorona en los contenidos estomacales de paiche, respecto de otras especies en la dieta de la especie, indica que hay una mayor interacción con la pesca de subsistencia y algunas pesquerías comerciales que aprovechan a la misma, pero no parece representar un gran riesgo para este tipo de stock. Tomando en cuenta estos resultados preliminares, es posible que la percepción sobre la disminución de los recursos pesqueros en hábitats ocupados por el paiche se deba al comportamiento territorial que tiene esta especie más que al rol como depredador que estaría jugando en los sistemas acuáticos. Sin embargo, permanece una alta incertidumbre al respecto debido a que su actividad alimenticia es intensa. Escenarios similares se esperan en los nuevos hábitats que están siendo ocupados por el paiche, pero se requiere de varios estudios específicos, con diferentes aproximaciones, para dimensionar de manera más precisa los efectos más probables que estaría causando en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos de la CAB.

Piscicultura

Los registros de piscicultura de paiche en Bolivia presentados en el presente estudio son pocos, pero se estima que son una subestimación de lo que ha estado ocurriendo en los últimos 10 años. Por comunicaciones personales con algunas personas involucradas en el negocio de piscicultura en Trinidad, Cochabamba y Santa Cruz, la venta y disseminación de la especie podría haber sido mucho mayor a la que se logró documentar en el presente estudio. Existen relatos que gran parte de los pequeños piscicultores de Ivirgarzama y otros centros poblados del Chapare han adquirido juveniles de paiche para conocer y evaluar el rendimiento de la especie en estanques bajo un supuesto alto rendimiento en los primeros años de vida. Relatos similares existen para

piscicultores en los alrededores de Trinidad, pero ninguna de estas situaciones ha podido ser comprobada en campo para tener certeza si un elevado número de personas han introducido algunos ejemplares o varias decenas de esta especie a ambientes confinados que de algún modo están asociados a drenajes que se conectan con los sistemas principales. Se sabe que la piscicultura funciona como una puerta abierta para la introducción de especies de peces no nativos en todas las partes del mundo (Welcomme 1992; Naylor *et al.* 2001; Casal 2006). El caso de la introducción del paiche en Bolivia tiene un origen basado en las intenciones de piscicultura de la especie, algo similar a la introducción en la cuenca del alto Paraná, y otras decenas de introducciones a lo largo y ancho del mundo vinculadas a la piscicultura (Naylor *et al.* 2001). Es conocido que la piscicultura representa una amenaza para la diversidad nativa por el alto grado de probabilidad de producirse escapes y por ende introducciones de especies foráneas, las cuales pueden ser un medio para transmitir enfermedades (Peeler 2011) o cambios drásticos a los sistemas ecológicos receptores (Welcomme 2001; Suarez & Tsutsui 2008; Cucherousset & Olden 2011). Como se describe más arriba, el paiche es una especie actualmente abundante en varios ríos de la CAB y sus pesquerías generan cantidades importantes que se ofertan a los mercados locales y nacionales. A este punto viene la pregunta: ¿la piscicultura de paiche parece una actividad rentable que puede competir en un mercado local o nacional con la pesca actual, o es solo una moda adquirida de países vecinos fomentado por algunos empresarios oportunistas interesados en crear un negocio temporal para la venta de juveniles a un costo elevado sin medir riesgos de ningún tipo. Como lo muestran algunos trabajos en Brasil (Valladão *et al.* 2016), el manejo del paiche en cautiverio todavía está en proceso de desarrollo y está dando pasos lentamente porque hay opiniones divididas en base a experiencias exitosas y otras no tan exitosas. No existe una tecnología para inducir la reproducción asistida, por ejemplo, y lo que se hace es esperar que los parentales se reproduzcan en condiciones controladas o en el medio natural para cosechar los pecesillos. Evidentemente, la piscicultura en Bolivia debe ser fomentada y desarrollada como estrategia que aporte a la seguridad y sobera-

nía alimentaria a corto plazo. En ese marco, trabajar con especies que se conocen mejor y que representan un riesgo menor para el medio ambiente al causar cambios no deseados en los ecosistemas acuáticos o la socioeconomía de las pesquerías locales y regionales, parece lo más apropiado. Antes de introducir especies con fines de cultivo u ornamental, deberían realizarse evaluaciones según un protocolo sencillo que de luces o indicios sobre los riesgos, ventajas o desventajas que las especies pueden desencadenar en el país. Las intenciones de piscicultura de paiche en Bolivia serán un foco importante de introducción que acelerará la dispersión de la especie, si es que todavía no lo ha sido en los últimos años. El paiche es un ejemplo claro que nos ayuda a reflexionar y conocer mejor sobre las consecuencias que puede tener la introducción de especies de peces, y otras, en los sistemas acuáticos de Bolivia.

RECOMENDACIONES

Los resultados de distribución actual del paiche en Bolivia exhibidos en el presente trabajo, muestran que la ola de expansión del paiche está en un proceso progresivo de movimiento hacia las partes altas de la CAB, y en algunos casos como el río Beni ya se encuentra cerca del piedemonte andino. Adicionalmente, la especie ha sido reportada en la cuenca del Plata (río Paraguay) y es un poco incierto cómo evolucionarán sus poblaciones en este nuevo hábitat y cómo afectará a las pesquerías de esta zona. Sumado al proceso de expansión de la especie, algunas actividades de piscicultura parecen haber facilitado su introducción a puntos donde la especie estaba ausente tornándose en un factor que acelera su introducción y expansión a otras partes del país. Considerando las experiencias y cambios suscitados en las pesquerías de Riberalta a raíz de la introducción de esta especie hace 50 años, se recomienda que los actores locales y regionales comiencen la planificación del aprovechamiento de la especie conjuntamente con autoridades locales, regionales y nacionales, para evitar futuros conflictos entre ellos y se optimicen los beneficios que se pueden obtener de esta especie, al mismo tiempo que se busca las mejores alternativas para controlar sus poblaciones y conservar la fauna nativa acuática. Es impor-

tante que los actores locales promuevan una reflexión frente al gobierno de como planificar y desarrollar el sector pesquero a corto plazo, tomando en cuenta que esta especie invasora puede generar cambios notables y drásticos en las pesquerías e interacciones de los puertos más importantes de la CAB, y posiblemente de la cuenca del río Paraguay en Bolivia, en las próximas décadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a José Zubieta (Faunagua) y Mirna Brun (Estación de Piscicultura Pirahiba, ULRA-UMSS). A Jesús Jiménez Viruez, Luis Torres Velasco y Reinaldo Cholima Bravo (CIRA-UABJB) por los datos proporcionados acerca de la presencia del paiche. Un especial agradecimiento a los pescadores de las comunidades indígenas en los TIOCs Chacobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y Multiétnico II, y pescadores de los puertos pesqueros de Riberalta, Cachuela Esperanza, Rurrenabaque, Santa Rosa de Vigo, Bella Vista y Buena Vista por su colaboración para obtener información sobre la distribución del paiche. Este trabajo fue subvencionado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia, y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni" y fue co-financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD).

REFERENCIAS

- Alcántara F, Wust WH, Tello S, Rebaza M, del Castillo D (2006) Paiche: el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Lima, Perú. 69 p.
- Argote A, Van Damme PA, Macnaughton A, Villafán S, Carvajal-Vallejos FM (2014) Pesca indígena en la Cuenca Amazónica boliviana: un estudio de caso en la Tierra Comunitaria de Origen Multiétnico II. pp 297-338. En: Ministerio

- de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: línea de base sobre ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Barrozo D, Carvajal-Vallejos FM (2013) Informe Técnico - Evaluación de la abundancia y caracterización de la pesca de paiche en 10 lagunas de 9 comunidades de la TCO TIM II (Pando y Beni). Faunagua, Cochabamba, Bolivia.
- Begon, M, Townsend C.R. & Harper J.L. (2010). Ecology: From Individuals to Ecosystems, 4th Edition. 750 p.
- Berra T (2004) Freshwater fish distribution. Academic Press, Florida, USA.
- Calderón H, Calderón G (2007) Ictiofauna de la Reserva de Vida Silvestre Bruno Racua, Informe Técnico preparado para la ONG Monte Verde, Cobija Pando, 39 p.
- Campos-Silva JV, Peres JA (2016) Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fishery. Scientific Reports, 6: 34745.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M, Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme P, Céspedes R, Oberdorff T (2014) Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. Hydrobiologia, 732 (1): 19-27.
- Carvajal-Vallejos FM, Macnaughton A, Coca C, Trujillo S, Carolsfeld J, Van Damme PA (2013) A introdução de *Arapaima cf. gigas* na Amazônia boliviana: impactos nas pescarias, cadeias de valor emergentes e perspectivas para a gestão comunitaria. pp. 131-149. Em: Amaral E (Ed.). Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, Brasil.
- Carvalho FR, Casatti L, Manzotti AR, Ravazzi DC (2015) First record of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Teleostei: Osteoglossomorpha), the 'pirarucu', in the upper Parana River basin, Southeast Brazil. Check List, 11 (5): 1729.
- Casal CMV (2006) Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. Biological Invasions, 8: 3-11.
- Castello L (2008a). Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. Ecology of Freshwater Fish, 17: 38-46.
- Castello L (2008b) Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. Journal of Fish Biology, 72: 1520-1528.
- Castello L, Stewart D (2009) Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 2009: 1-8.
- Castello L, Viana JP, Watkins G, Pinedo-Vasquez M, Luzadis VA (2009) Lessons from integrating fishers of arapaima in small scale fisheries management at the Mamiraua Reserve, Amazon. Environmental management 43: 197-209.
- Castello L, Arantes C, McGrath D, Stewart D, de Sousa F (2015) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 25: 587-598.
- Coca C, Rico López G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: contribución de especies nativas y de una especie introducida (el Paiche - *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB, La Paz, Bolivia. 152 p.
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. pp. 15-27. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J. (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Crossa M, Petrere Jr M (1999) Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier. Fisheries Management and Ecology, 6: 173-186.
- Cucherousset J, Olden J (2011) Ecological impacts of non-native freshwater fishes. Fisheries, 36(5): 215-230.
- Fernandes D (2005) "More eyes watching...". Lessons from the community-based management of a giant fish, *Arapaima gigas*, in Central Guyana. Unpublished Master dissertation. University of Manitoba, Winnipeg, Canada. 180 p.
- García A, Tello S, Vargas G, Duponchelle F (2009) Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. Fish Physiology and Biochemistry, 35: 53-67.

- García VH, Calderón H (2006) Peces de Pando, Bolivia: especies de importancia comercial en mercados de la ciudad de Cobija – Especímenes capturados en ríos Tahuamanu-Manuripi-Orthon. CIPA/The Field Museum, Cobija, Bolivia. 50 p.
- García VK (2000) Aplicación de los modelos analíticos a las capturas de investigación realizada en los ríos Tahuamanu y Manuripi, Pando, Bolivia, 1999. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Beni, Trinidad, Beni, Bolivia. 80 p.
- García V, Moreno-Aulo F, Torres L (2015) El paiche (*Arapaima gigas*) en el río Blanco, provincia Iténez del departamento del Beni (Bolivia). Informe técnico. CIRA-UABJB, Trinidad, Beni, Bolivia. 21 p.
- Goulding M, Barthem R, Ferreira EJG (2003) The Smithsonian Atlas of the Amazon. Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA.
- Hamilton SK, Sippel SJ, Melack JM (2004) Seasonal inundation patterns in two large savanna floodplains of South America: the Llanos de Moxos (Bolivia) and the Llanos del Orinoco (Venezuela and Colombia). *Hydrological Processes*, 18: 2103-2116.
- Hrbek T, Farias I, Crossa M, Sampaio I, Porto J, Meyer A (2005) Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8(3): 297-308.
- Hrbek T, Crossa M, Farias I (2007) Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology*, 67 (4): 909-917.
- Hufbauer RA, Torchin ME (2007) Integrating ecological and evolutionary theory of biological invasions. pp 79-96. In: Nentwing W (Ed.). *Biological Invasions*. Ecological Studies 193. Springer.
- Lizarro D, Cholima R, Torres L (2014) Lista preliminar de peces en los ríos Orthon, Manuripi y Tahuamanu, Pando, Bolivia. *Agrociencias Amazonia*, 3: 7-16.
- Lizarro D, Torres L, Rodal P (2015) El paiche (*Arapaima gigas*) en el río Mamoré, provincia Mamoré del departamento del Beni (Bolivia). Informe técnico. CIRA-UABJB, Trinidad, Beni, Bolivia. 12 p.
- Lüling V (1964) Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 54 (3): 436-530.
- Martínez Z (2012) Identificación y selección de especies piscícolas potenciales para la alimentación humana, en la laguna "Palacios" del Municipio Bella Flor - Pando. Informe de trabajo dirigido para optar al grado de Técnico Superior en Pesca y Acuicultura, Universidad Amazónica de Pando, Pando, Bolivia.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles TM, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*. 1: 129-138.
- Molina J, Vauchel P (2011) Régimen hidrológico del río Madera y de sus tributarios. pp 3-14. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Montellano S, Calderón H, Villafán S, Zapata L, Carvajal-Vallejos FM (2016) Informe del primer aprovechamiento experimental de paiche (*Arapaima cf. gigas*) en la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, Pando-Bolivia. *Faunagua, Cochabamba, Bolivia*
- Navarro G, Maldonado M (2002) Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 719 p.
- Naylor RL, Williams SL, Strong DR (2001) Aquaculture – A gateway for exotic species. *Science*, 294: 1655-1656.
- Núñez J, Chu-Koo F, Berland M, Arévalo L, Ribeyro O, Duponchelle F, Renno JF (2011) Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Perú. *Aquaculture Research*, 42 (6): 815-822.
- Ovando A, Tomasella J, Rodriguez DA, Martinez JM, Siqueira-Junior JL, Pinto GLN, Passy P, Vauchel P, Noriega L, von Randow C (2016) Extreme flooded events in the Bolivian Amazon wetlands. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 5: 293-308.
- Peeler EJ, Oidtmann BC, Midtlyng PJ, Miossec L, Gozlan RE (2011) Non-native aquatic animals introductions have driven disease emergence in Europe. *Biological Invasions*, 13: 1291-1303.
- Pereira L, Miserendino R, Arellano A, Gonzales L, Chávez V (2003) Diagnóstico de flora y fauna: Reserva Natural de Inmovilización Federico Román. Informe técnico, HERENCIA, Cobija, Pando. 59 p.
- Petersen TA, Brum SM, Rossoni F, Silveira GFV, Castello L (2015) Recovery of *Arapaima* sp

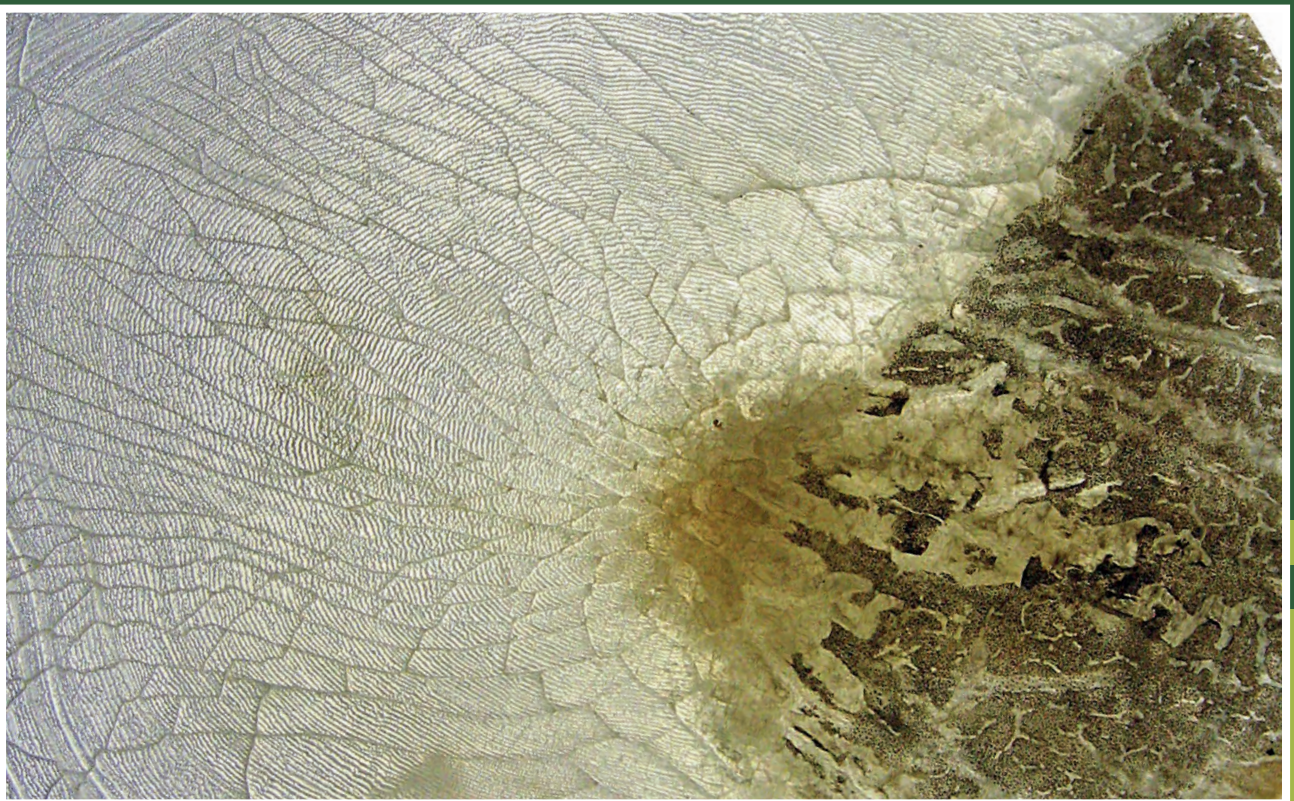
- populations by community-based management in floodplains of the Purus River, Amazon. *Journal of Fish Biology*, 89 (1): 241-248.
- Saavedra, EA, Quintero LG, Landines MA (2005) Descripción morfológica y anatómica. pp. 19-29. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P. (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimidae). Bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.
- Sarmiento J, Ríos B (2002) Diagnóstico de fauna del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Rurrenabaque, Mayo 2002, 37 p.
- Suarez AV, Tsutsui ND (2008) The evolutionary consequences of biological invasions. *Molecular Ecology*, 17: 351-360.
- Valladão G, Gallani S, Pilarski F (2016) South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, doi: 10.1111/raq.12164
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly M, Pérez T, Molina Carpio J (2011a) Amenazas para los peces y pesquerías de la Amazonía boliviana. pp. 327-365. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rua A, Córdova L, Becerra P (2011b) Pesca comercial en la Cuenca Amazónica boliviana. pp. 247-291. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia. 490 p.
- Van Damme PA, Coca C, Carvajal-Vallejos FM (2014) Composición de los desembarques de la pesca comercial en la Amazonía boliviana. pp. 341-356. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). *Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jiraú y Santo Antonio en Territorio Boliviano: línea de base sobre ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana*. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos F, Carolsfeld J, Olden JD (2015) The expansion of *Arapaima* cf. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6 (4): 375-383.
- Villafán S (2014) Dieta del paiche – *Arapaima* aff. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia). Tesis de grado, presentada para optar al diploma académico de Licenciatura en Biología. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Bolivia. 64 p.
- Vitorino CA, Oliveira RCC, Margarido VP, Venere PC (2015) Genetic diversity of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Araguaia-Tocantins basin estimated by ISSR marker. *Neotropical Ichthyology*, 13 (3): 557-568.
- Vitousek PM, D'Antonio CM, Loope LL, Rejmánek M, Westbrooks R (1997) Introduced species: A significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21 (1): 1-16.
- Welcomme R (1992) A history of international introductions of inland aquatic species. In: *Introductions and transfers of aquatic species*. pp.3-14. In: *Selected papers from a symposium held in Halifax, Nova Scotia, 12-13 June 1990*. ICES marine science symposia. Copenhagen [ICES MAR. SCI. SYMP.] Vol. 194.
- Welcomme RL (2001) *Inland Fisheries: Ecology and Management*. Oxford, Blackwell Science. 358 p.
- Yunoki T, Jiménez J (2004) Evaluación de recursos pesqueros para las tres especies de interés comercial, el Pacú (*Colossoma macropomum*), la Chuncuina (*Pseudoplatystoma tigrinum*) y el Paiche (*Arapaima gigas*), en las comunidades indígenas de "Lago el Carmen" y "Flor de Octubre" de la provincia Vaca Díez del departamento del Beni – Bolivia. Informe Técnico. CIRA-UABJB.
- Yunoki T, Torres L (2016) Water chemistry connectivity and piscivory for ecological and evolutionary process assembling fish metacommunity in the bolivian amazon lowland. *Environmental Biology of Fishes*, 99 (4): 391-408.

PARTE III

BIOLOGÍA Y GENÉTICA

Edad y crecimiento del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca baja del río Madre de Dios basado en el análisis de escamas

Marco Antonio Jaldín^{1,4}, Sergio Villafán^{1,4}, Selva V. Montellano^{1,4}, Mabel Maldonado²,
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,4}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para la Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller #211, zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá

INTRODUCCIÓN

Entender el crecimiento de los organismos es un aspecto central en los estudios de comunidades, poblaciones y especies (Higgins *et al.* 2015). La historia de vida de un organismo considera varias características biológicas como el crecimiento, la edad durante la primera reproducción, fecundidad, y mortalidad (Stearns 1992). A lo largo de su evolución, los peces han desarrollado una gran diversidad de patrones de historias de vida (p.e. Wine-miller & Taphorn 1989). Incluso dentro de una misma especie o entre poblaciones puede haber una gran variabilidad de estos rasgos, denotando una elevada plasticidad fenotípica (Wootton 1998). El conocimiento de la estructura de edades, por ejemplo, permite realizar predicciones de cambio en los stocks pesqueros y por lo tanto en la productividad, potencial reproductivo y sostenibilidad de los mismos (Higgins *et al.* 2015).

El crecimiento es un rasgo de historia de vida que ha sido ampliamente estudiado en diversos organismos. Este se define como la capacidad de sintetizar nuevo tejido mediante una maquinaria metabólica, y en peces puede estar definido en términos de inversión de energía. Sin embargo, es más común su medición mediante unidades de longitud y/o peso (Wootton 1998).

El crecimiento somático es rara vez de incremento constante en la vida de los organismos. Por lo general, el crecimiento en peces es algo plástico (cambiante) y depende de las condiciones ambientales como la temperatura o la disponibilidad de alimento (Meekan & Fortier 1996), junto con otros factores endógenos como la constitución genética, el uso prioritario de la energía, el metabolismo, la osmoregulación, entre otros. Así, la salinidad, el régimen de iluminación, la temperatura, el pH y otras condiciones (p.e. fisicoquímicas) a las que se exponen los peces tendrán un impacto directo sobre su potencial de crecimiento. A pesar de que los peces muestran a menudo un patrón de crecimiento indeterminado, este tiende típicamente a declinar durante el tiempo de vida de los individuos (Wootton 1998; Higgins *et al.* 2015).

En la región tropical, la fluctuación anual del nivel del agua afecta los distintos aspectos de la ecología y rasgos de vida de las especies. Diversos factores como la abundancia de

presas, hábitos alimenticios, cambios metabólicos, inmunológicos y el comportamiento reproductivo están fuertemente relacionados con el nivel del agua, y por lo tanto con la variabilidad estacional de los ecosistemas acuáticos (Queiroz 2000; Bezerra *et al.* 2014).

Los primeros estudios de marcas cíclicas de crecimiento y determinación de la edad fueron realizados en zonas templadas, donde las estaciones son bien marcadas (Longhurst & Pauly 1987). En estas regiones, los peces óseos presentan un crecimiento cíclico anual sincronizado con las estaciones y las variaciones anuales de temperatura y fotoperiodo; el cual puede ser observado como marcas circulares desarrolladas y diferenciadas en otolitos, escamas y huesos (vértebras, opérculos, radios de aletas). Sin embargo, en la región tropical, donde la amplitud de la temperatura no varía tanto como en las zonas templadas, también se observan marcas de crecimiento cíclicas que están afectadas por otros factores como la alternancia entre las estaciones seca y lluviosa (Meunier 2012).

La llegada del paiche a la Cuenca Amazónica Boliviana (CAB) hace algunas décadas ha generado un gran impacto sobre la pesca y la cadena productiva del pescado (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011, Van Damme *et al.* 2015), y la especie se ha convertido actualmente en un importante recurso aprovechable para las comunidades urbanas, campesinas e indígenas del norte boliviano (Argote *et al.* 2014). A pesar de que las invasiones biológicas están consideradas como una de las causas más importantes de la pérdida de biodiversidad acuática en el mundo (Castro-Díez *et al.* 2004; Alonso & Castro-Díez 2015), el paiche ha emergido como un nuevo recurso que genera beneficios económicos a la región del norte de Bolivia (Van Damme *et al.* 2015). Debido a la falta de información sobre sus rasgos ecológico-biológicos y el impacto negativo potencial que estaría generando sobre las comunidades acuáticas (p.e. peces nativos), han surgido demandas locales y se ha puesto en evidencia la necesidad de realizar estudios sobre la biología de esta especie.

El paiche es capaz de medir entre 70-100 cm y pesar alrededor de 10 kg en el primer año de vida (Queiroz 1999; Castello & Stewart 2008), denotando una tasa elevada de crecimiento. El paiche también se caracteriza por ser

una especie longeva. Se han encontrado individuos mayores a los diez años de edad en distintos lugares de la Cuenca Amazónica (CA). Sin embargo, son escasos los estudios realizados que se han enfocado sobre la composición de edades y su crecimiento en el medio natural. Fontanele (1948) sugiere que el paiche (en cautiverio - Brasil) tiene tres años cuando alcanza 120 cm de longitud total promedio. Por su parte, Lüling (1964) reportó que se forman dos marcas de crecimiento por año en las vértebras de paiche (Perú), y que un individuo de 170 cm de longitud total tiene cinco años. Wosnitza-Mendo (1984) encontró que el paiche crece alrededor de 80 cm en su primer año de vida (Perú), y Arantes *et al.* (2010) determinaron que se forman dos marcas por año en las escamas de paiche (Amazonía Central - Brasil), correspondientes a los eventos extremos en la variabilidad anual del nivel de las aguas. Estos últimos autores mostraron que la edad de primera madurez fluctúa entre 157-164 cm al alcanzar 3-5 años de edad. Estos valores son coincidentes con medidas (150-185 cm) y edades (4-5 años) encontradas por otros autores para ejemplares de Brasil y Perú (Lüling 1964; Guerra 1980, Godinho *et al.* 2005). El estudio más reciente de Watson (2011) mostró que se deposita una marca de crecimiento en las escamas de paiche (Guyanas) anualmente, y que individuos entre 95-125 cm de longitud total poseen estimativamente dos años de edad. Los paiches en esta región alcanzarían teóricamente un tamaño máximo superior (3 m, 327 kg) a lo que se estima para la Amazonía Central (3 m, 238 kg).

El ciclo de vida del paiche está determinado fuertemente por los pulsos de inundación. Se reproduce cuando aumenta el nivel de las aguas y migra lateralmente a las lagunas cuando el nivel baja en la estación seca (Arantes *et al.* 2010). La época de reproducción tiene un pico en los meses de noviembre a febrero, cuando se inunda el bosque, pero son capaces de tener múltiples desoves a lo largo del año (Nuñez & Duponchelle 2009). Los progenitores construyen un nido donde se realiza el desove. Exhiben cuidado parental y en esta etapa se observa una conducta altamente territorial. Son naturalmente sedentarios y se conoce que no realizan migraciones longitudinales largas. En cambio, realizan complejas migraciones laterales entre los hábitats acuáticos de las planicies de inundación (Castello 2008).

Estudios recientes indican que el paiche se está expandiendo en Bolivia (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), y que el proceso podría acelerarse como consecuencia del cambio climático, variabilidad climática natural, y fomento a la piscicultura (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Carvajal-Vallejos *et al.* 2014; Oberdorff *et al.* 2015; Van Damme *et al.* 2015). Considerando que esta especie tiene un elevado potencial como invasor y su expansión podría estar relacionada a la competencia y depredación sobre las especies nativas (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme *et al.* 2011a, b; Villafán 2014), conocer su edad y crecimiento es esencial para establecer medidas apropiadas de control y estrategias de uso sostenible. Por lo tanto, se espera que esta información contribuya a la planificación del aprovechamiento de la especie en beneficio de la economía regional y local, y al control de la misma para minimizar posibles impactos negativos que estaría causando sobre la diversidad acuática (p.e. peces).

El presente estudio tuvo como fin principal estimar la edad y la tasa de crecimiento del paiche capturada durante la temporada de aguas bajas en una laguna de la cuenca del río Madre de Dios.

MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente estudio se basó en muestras colectadas en la laguna El Mentiroso, una laguna de origen meándrico perteneciente al Territorio Indígena Originario Campesino (TIOC) Territorio Indígena Multiétnico (TIM) II, cerca de la comunidad indígena Tacana de Trinidadcito, en la provincia Madre de Dios del departamento de Pando, a los 11° 5' 53,25" latitud sur y 66°34' 27,28" longitud oeste, 140 m de elevación sobre el nivel del mar (Figura 1).

Esta región de Bolivia está formada por los ríos Madre de Dios, Beni, Mamoré e Iténez (o Guaporé), y cubre más de la mitad de la superficie total del país (Lauzanne & Loubens 1985). Posee un clima tropical con una estación de lluvia centrada entre los meses de octubre a marzo. Los pulsos de inundación son el factor primordial que influye en la riqueza de la fauna acuática y en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Bourrel *et al.* 1999). La mayoría de los ríos son de tipo meandriforme, caracteriza-

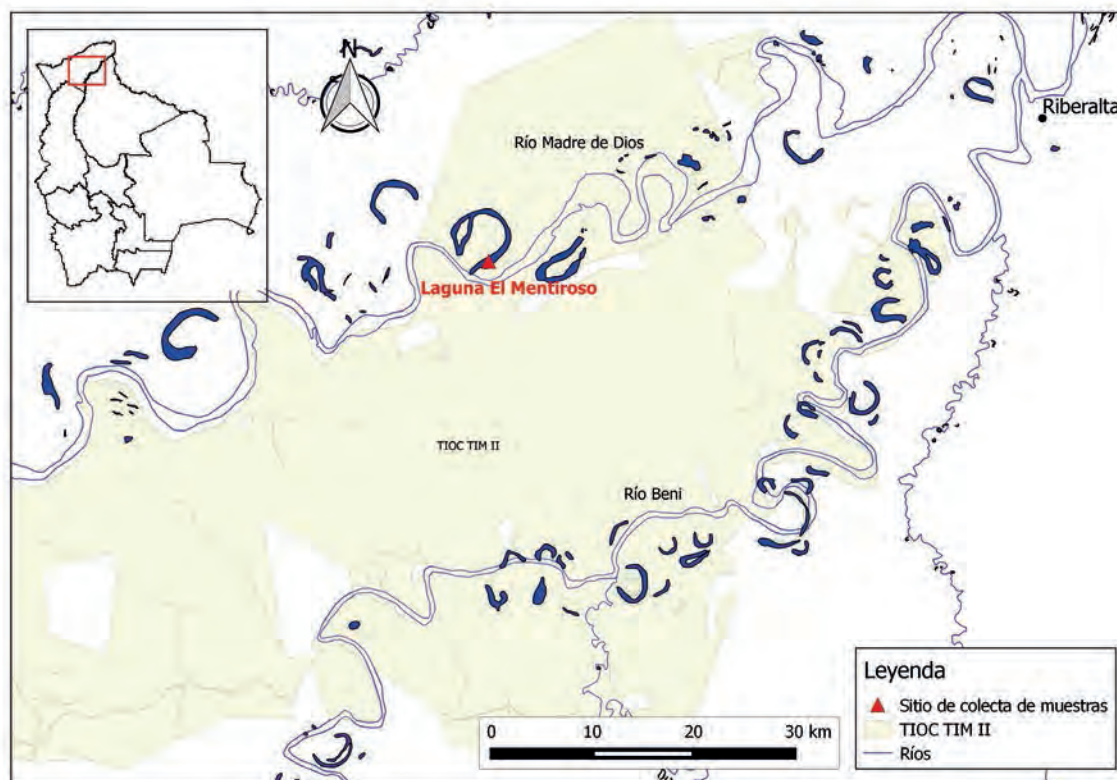


Figura 1. Ubicación geográfica de la laguna El Mentiroso en la cuenca baja del río Madre de Dios, en el departamento de Pando.

dos por su lecho inestable, su heterogeneidad estructural y su complejidad geomorfológica, constituyendo un escenario de alta productividad y reflejando una alta diversidad de peces (Crespo & Van Damme 2011).

La subcuenca del río Madre de Dios, donde se encuentra la laguna El Mentiroso, es un sistema de río-planicie de inundación con numerosas lagunas originadas por meandros abandonados. Aunque la información sobre su biocenosis es escasa, se tienen listados que muestran que la hidroecoregión de las llanuras aluviales de tierras bajas es una región altamente diversa en su ictiofauna, siendo los taxa más diversos los órdenes Characiformes y Siluriformes (Navarro & Maldonado 2002).

Clasificación taxonómica del paiche en Bolivia

Actualmente, el estado taxonómico del paiche es controvertido. Existe la duda acerca de si es un género monotípico o son varias especies. Stewart (2013) realizó una revisión

y redescrición de las especies que son consideradas válidas dentro del género *Arapaima* (*A. agassizii*, *A. leptosoma*, *A. mapae* y *A. arapaima*). Sin embargo, el trabajo no está del todo aceptado porque requiere un mayor número de ejemplares y análisis para presentar mayor evidencia. Adicionalmente, resultados genéticos recientes apuntan a la existencia de una sola especie en el eje principal del Amazonas (p.e. Hrbek *et al.* 2005; Leão 2009; Araripe *et al.* 2013).

La examinación morfológica de ejemplares de paiche provenientes del norte de Bolivia, y depositados en la colección de peces de la ULRA (UMSS)-Museo Alcide D'Orbigny (Cochabamba), sugiere que la especie puede ser denominada taxonómicamente como *A. cf. gigas*. Esta determinación fue realizada siguiendo las características propuestas por Stewart (2013), y una revisión del material por el mismo autor en 2013. Para una mejor determinación de la especie presente en Bolivia, bajo los supuestos de Stewart (2013), se debe realizar un trabajo comparativo de identificación más preciso utilizando métodos morfológicos y moleculares.

Colecta de muestras

Las muestras analizadas en este estudio fueron obtenidas de capturas realizadas por pescadores de la comunidad indígena de Trinidadcito en dos períodos de colecta. Uno en el mes de octubre de 2011, en el que se colectaron 44 individuos, y otro en julio-agosto de 2012, en el que se colectaron 238 individuos. Ambas colectas fueron realizadas en la temporada de aguas bajas, cuando la captura de paiche se facilita porque se encuentra concentrado en lagunas y cuerpos de agua, mientras que en temporada de lluvias (aguas altas) se encuentran dispersos en el bosque y son difíciles de capturar.

Se usaron tres métodos de pesca: espinel, lineada y red agallera. El espinel consiste en un cordón de nylon (1.40 mm de grosor) de 100, 200 y 300 m armado con anzuelos de 6 cm de largo cada 4.5 metros. La red agallera utilizada fue de 100 m de largo y un metro de alto, con 100 mm de distancia entre nudos. Ambos artes de pesca (espinel y red agallera) fueron colocados en la zona pelágica de la laguna. La lineada está compuesta por un cordón de nylon de 1.40 mm de grosor, armado con un anzuelo de 6 cm. Se usó este método en la orilla de la laguna o desde un bote. Por lo general, la pesca fue realizada entre las 19:00 y 06:00 horas.

En los ejemplares capturados, se tomaron medidas de la longitud total (LT), tomada desde la mandíbula inferior hasta la terminación de la aleta caudal, y la longitud estándar (LE), medida desde el extremo de la mandíbula inferior hasta la extremidad del hue-

so hipural-urostilo, determinado por el sitio donde dobla la aleta caudal (Figura 2). También se tomaron las medidas de la longitud del intestino de los individuos colectados mediante un flexómetro de precisión de 0.1 cm. Los individuos fueron pesados con balanzas de gancho de 50 y 100 kg de capacidad con una precisión de 2 y 4 kg, respectivamente. Se colectaron entre 7–10 escamas de la zona próxima a la aleta pectoral de cada individuo. Las escamas obtenidas fueron depositadas en sobres de papel con el código respectivo de los individuos.

Trabajo de laboratorio

Para el estudio del crecimiento, se analizaron datos procedentes de 250 individuos colectados. Se establecieron clases de tamaño con una variación de 5 cm. A partir de las clases de tamaño más numerosas, se realizó una submuestra para hacer el conteo y medición de los anillos de crecimiento. La submuestra consistió de 116 individuos, repartidos en distintas clases de tamaño.

Para realizar el estudio esclerocronológico se eligieron las tres mejores escamas del conjunto colectado (las más grandes, en mejor estado y en las que se visualizaba de forma más clara los anillos de crecimiento). En algunas ocasiones se seleccionaron simplemente una o dos escamas debido a que el resto de las escamas se encontraban dañadas, había presencia de escamas regeneradas o escamas en las que la lectura de los anillos de crecimiento era bastante dificultosa.



Figura 2. Individuo de paiche colectado en julio 2012 en la laguna El Mentiroso con una talla de 175 cm LE y un peso de 75 kg

Normalmente, las escamas no necesitan de una preparación especial para ser estudiadas. Sin embargo, debido a que son estructuras hidrofílicas (Panfili *et al.* 2002), cuando son conservadas secas tienden a deformarse. Para facilitar su lectura, fueron remojadas en frascos con agua por un periodo de aproximadamente dos horas, para después ser limpiadas con un cepillo y aplanadas bajo un peso de tres kg durante una hora. Después de estar secas y planas, se tomaron imágenes digitales en oscuridad y sobre un soporte con luz invertida. Las imágenes fueron manipuladas (brillo y contraste) usando el programa Gimp2 (Kimball & Mattis 2014), para optimizar la visualización y lectura de las marcas de crecimiento.

Lectura de los anillos de crecimiento

Los anillos de crecimiento se distinguen por tener bandas opacas (que denotan un crecimiento lento) los cuales contrastan con los "circuitos" o bandas translúcidas, que representan el crecimiento rápido. Se tomaron mediciones de la distancia del centro de la escama (foco) hasta cada anillo de crecimiento. También se tomó la medida del radio de la escama, el cual es la distancia tomada desde el foco hasta el borde distal. Se consideraron como anillos de crecimiento aquellas marcas que dan una vuelta entera alrededor de la escama de manera clara, incluyendo la zona rugosa de la misma (Figura 3).

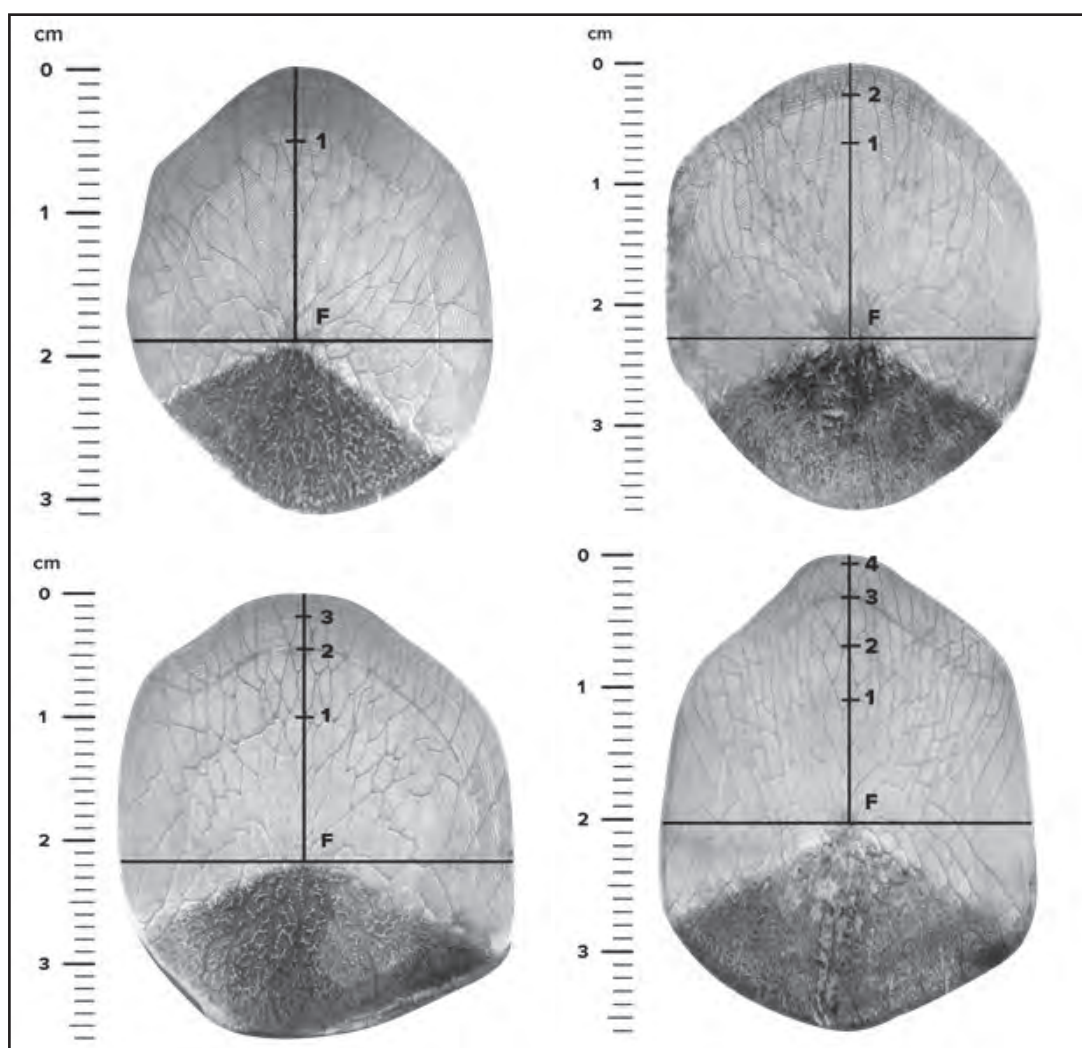


Figura 3. Escamas de cuatro individuos de paiche colectadas en la laguna El Mentiroso en julio 2012 en las que se observa la variación del número de anillos de crecimiento (F: Foco o centro de la escama). La primera escama corresponde a un individuo con dos anillos de crecimiento, pero fue elegida para mostrar la distancia a la que se forma la primera marca.

Los anillos de crecimiento fueron determinados a través de las imágenes digitales y observaciones directas de las escamas mediante una lupa. Este procedimiento ayudó a identificar los anillos de crecimiento y medir sus distancias al foco usando los programas Gimp2 e Image J (Rasband 2014).

Análisis de crecimiento

Se realizaron correlaciones entre la longitud estándar (LE) vs. peso (P), LE vs. longitud total (LT), y LE vs. longitud del intestino (LI), para conocer la relación que existe entre estas variables en la especie.

Para determinar la proporcionalidad entre el crecimiento de la escama y el crecimiento del pez se realizó una regresión entre ambas variables de la que se obtuvo una relación no lineal. La línea de tendencia que mostró el mayor ajuste, y por lo tanto un mayor valor del coeficiente de correlación, fue el modelo exponencial. A partir de esa ecuación se hizo el retro-cálculo de las longitudes para cada anillo de crecimiento siguiendo la siguiente ecuación:

$$y_n = 28.913e^{0.5445x_n}$$

Donde y_n es la longitud del pez (cm) cuando el anillo n se formó y x_n es el radio del anillo n (cm).

Para modelar el crecimiento a lo largo del tiempo se usó la función de crecimiento de Von Bertalanffy (VBGF), definida por la siguiente ecuación:

$$L_{(t)} = L_{\infty} [1 - e^{(-k(t-t_0))}]$$

Donde $L_{(t)}$ es el tamaño medio a la edad t , L_{∞} es el tamaño máximo teórico, k es el coeficiente de crecimiento, y t_0 es la edad teórica cuando la longitud es cero (Lester *et al.* 2004).

Los parámetros L , k y t_0 fueron obtenidos mediante el método de Ford-Walford (1933-1946), y fueron empleados en la construcción de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy.

Relación longitud del intestino y tamaño

Es la relación entre la longitud del intestino y la longitud del pez. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$LI = \text{Longitud del intestino (mm)} / \text{Longitud estándar (mm)}$$

A través de esta fórmula se puede conocer la relación que existe entre la longitud del cuerpo y la longitud del intestino, para futuras aplicaciones que empleen la longitud del intestino en la determinación de la edad de la especie. Algunos autores como Nikolsky (1963), empleando longitud a la furca, han mostrado que mediante este índice se puede estimar los hábitos alimenticios generales en peces.

Incremento marginal del radio (IMR) y determinación del período de formación de las marcas de crecimiento

Para determinar si el periodo de colecta coincidía con el período del año en el que se forman los anillos de crecimiento se usó el análisis del incremento marginal del radio (IMR). El incremento marginal es la distancia existente entre el último anillo y el borde de la escama. Para el análisis del IMR se analizaron 97 individuos distribuidos en los tres meses (octubre de 2011, julio-agosto de 2012) y dos períodos de colecta. Se excluyeron de este análisis los individuos que no presentaron ningún anillo de crecimiento.

El análisis de incremento marginal elimina el efecto de la variabilidad originada en la variación del potencial de crecimiento según la edad (considerando que los individuos más jóvenes presentan una mayor tasa de crecimiento que individuos mayores), y su definición está dada por la siguiente ecuación:

$$IMR = r_{total} - r_{n-1} / r_{total}$$

Donde r_{total} es la medida desde el centro de la escama hasta el borde (radio), n es el número de anillos de crecimiento y r_{n-1} es la medida de la distancia desde el centro de la

escama hasta el último anillo observado.

Talla de primera madurez sexual y período reproductivo

Para la interpretación del crecimiento del paiche se usaron datos de madurez sexual y reproducción obtenidos de dos fuentes: a) observación directa de las gónadas obtenidas para determinar las tallas y pesos más pequeños a los cuales ocurre la primera madurez, y se observa desarrollo de ovocitos en proceso de maduración (incremento en talla y cambio de color), y del tamaño de la gónada; b) entrevistas a 30 pescadores de Trinidadico sobre la longitud total mínima observada, a la cual observaron desarrollo de huevos y/o presencia de crías y los meses en los que comienza y termina la reproducción.

Como fuente comparativa, se analizó la in-

formación procedente de entrevistas a pescadores en ocho comunidades diferentes del norte de Bolivia, sobre las tallas mínimas observadas del paiche en estado reproductivo (Carvajal-Vallejos *et al.* datos en proceso de publicación).

RESULTADOS

Crecimiento

El análisis de frecuencias por clases de tamaño (5 cm, 250 individuos) mostró una variación que fue de 25.7 a 223.5 cm de LE. El mayor número de individuos se encontraron entre 85 cm y 105 cm. En la Figura 4 se presenta la distribución de clases de tamaño para la muestra total y la submuestra (n=116) considerada en el conteo y medición

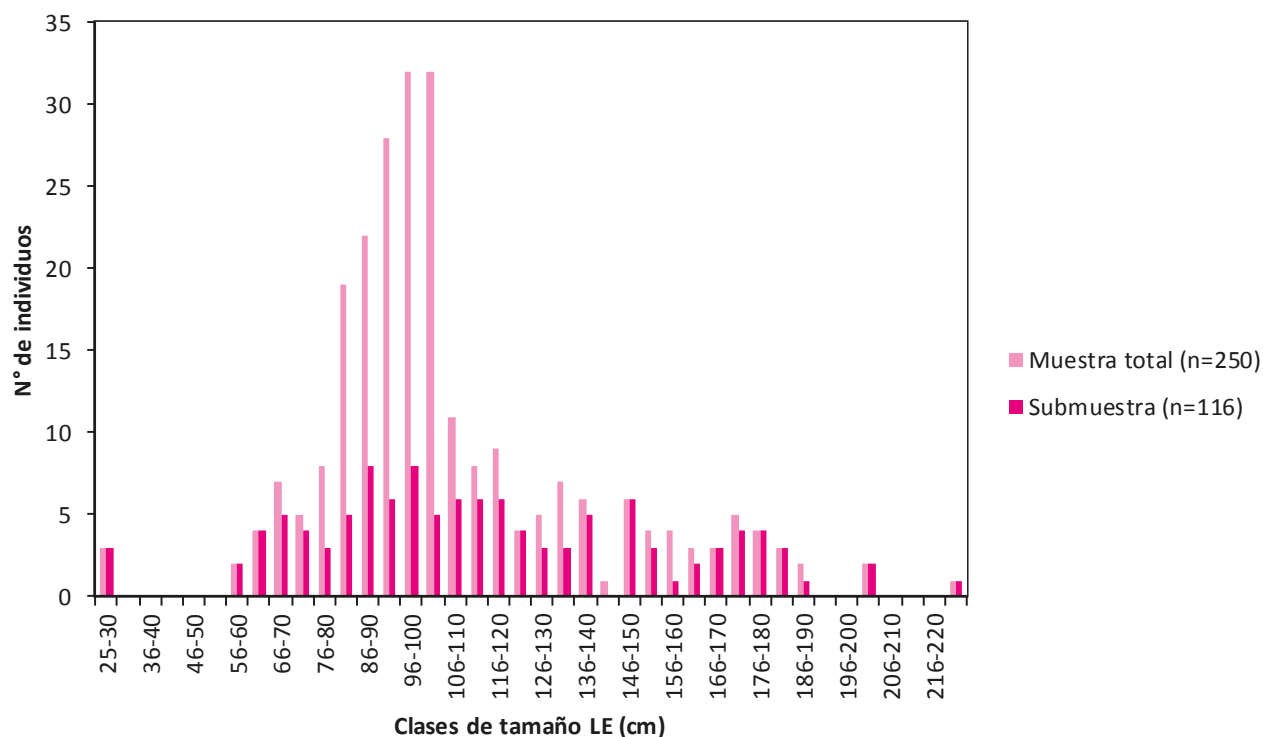


Figura 4. Distribución de frecuencias por clases de tamaño (LE) con un intervalo de 5 cm de 250 individuos colectados en la laguna El Mentiroso durante los meses de octubre 2011 y julio - agosto 2012. Las barras de color rosa representan la muestra total y las barras de color rojo representan la frecuencia de tallas de los individuos que fueron seleccionados para el conteo y medición de los anillos de crecimiento.

de los anillos de crecimiento.

Relación entre variables morfométricas

El análisis de correlación entre LE vs. LT mostró que existe una relación lineal positiva en-

tre ambas variables ($r = 0.997$) (Figura 5).

De manera similar, se encontró una relación lineal positiva entre LE vs. LI ($r = 0.9412$). El Índice Intestinal (II) calculado para la muestra estudiada fue de 1.48; esto quiere decir

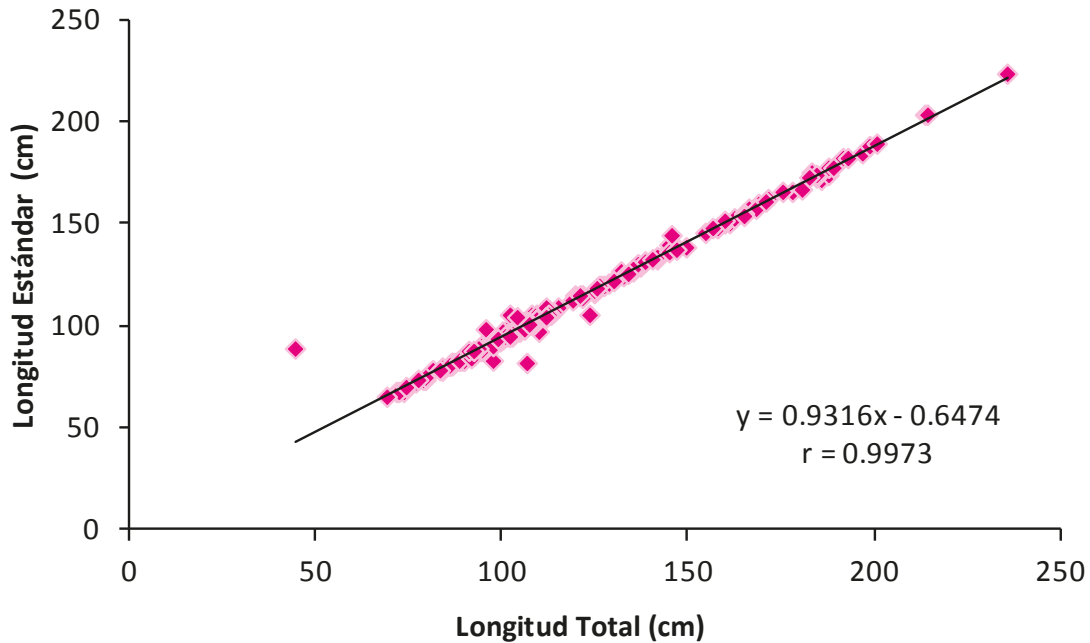


Figura 5. Relación entre la longitud estándar vs. la longitud total de 250 individuos de paiche colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

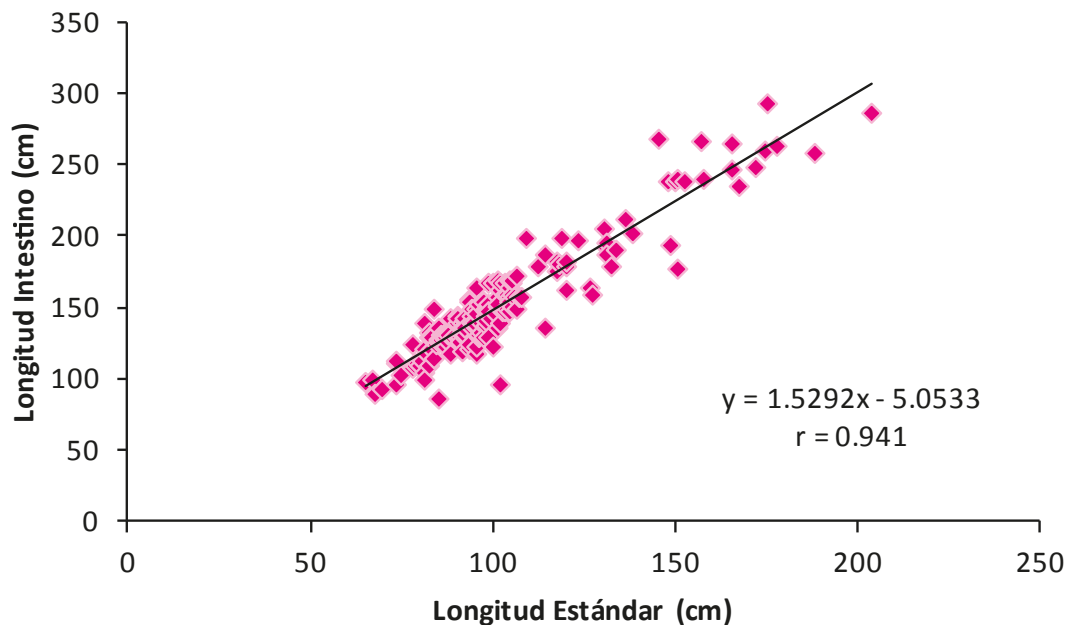


Figura 6. Relación entre la longitud del intestino vs. la longitud estándar de 250 individuos de paiche colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

que la longitud del intestino es 1.48 veces más grande que la LE (Figura 6).

La correlación entre P vs. LE mostró una relación exponencial ($r = 0.993$) (Figura 7). El peso de los individuos colectados osciló entre

0.142 y 114 kg. Se puede notar que el incremento de la longitud es relativamente uniforme hasta la talla de 1.5 m, y a partir de este punto disminuye progresivamente.

La relación entre el radio de la escama y la LE

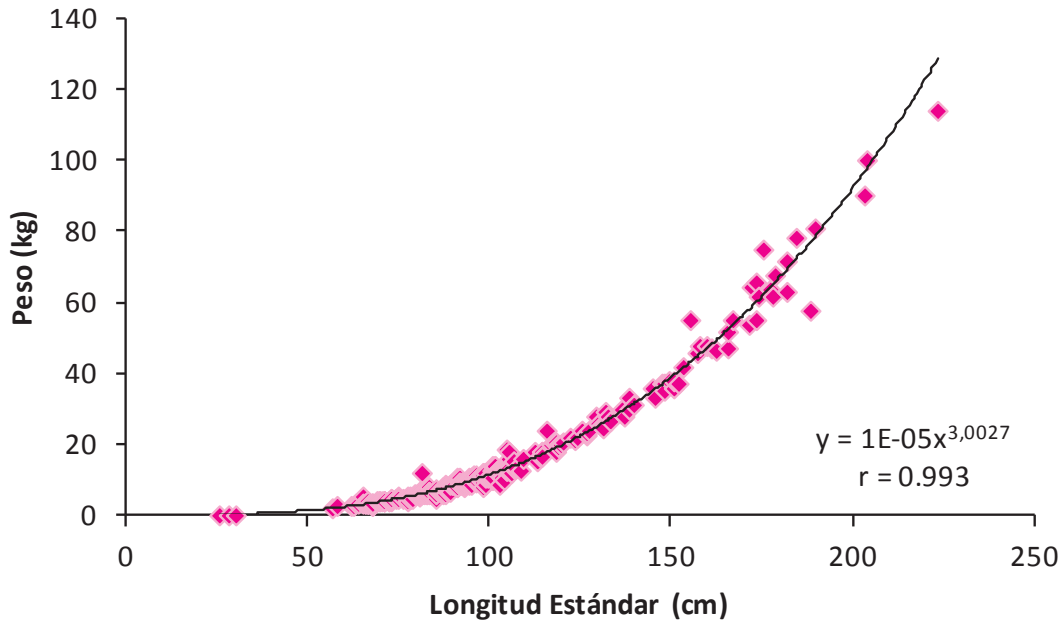


Figura 7. Relación entre la longitud estándar vs. peso de 250 ejemplares de paiche colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

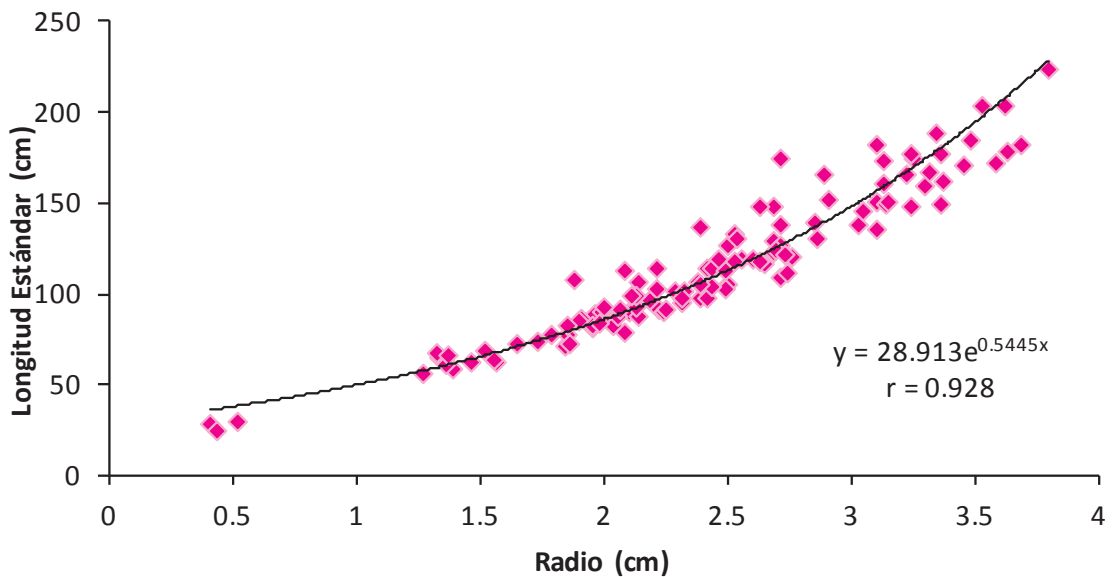


Figura 8. Relación entre el radio de las escamas vs. la longitud estándar de 116 individuos de paiche colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

mostró una línea de tendencia de tipo exponencial ($r = 0.928$) (Figura 8).

Distribución de frecuencias de los anillos de crecimiento

El número máximo de anillos de crecimiento que se contabilizaron fue 13, los cuales representarían la edad máxima registrada en

la muestra siguiendo la propuesta de Watson (2011). La distribución de frecuencia de los anillos (116 individuos) mostró que las clases de edades (años) con mayor número de individuos fue la de dos (29) y uno (18), y las menores de once y trece (cada una con uno) (Figura 9). El 80% de las muestras analizadas correspondieron a individuos menores de los

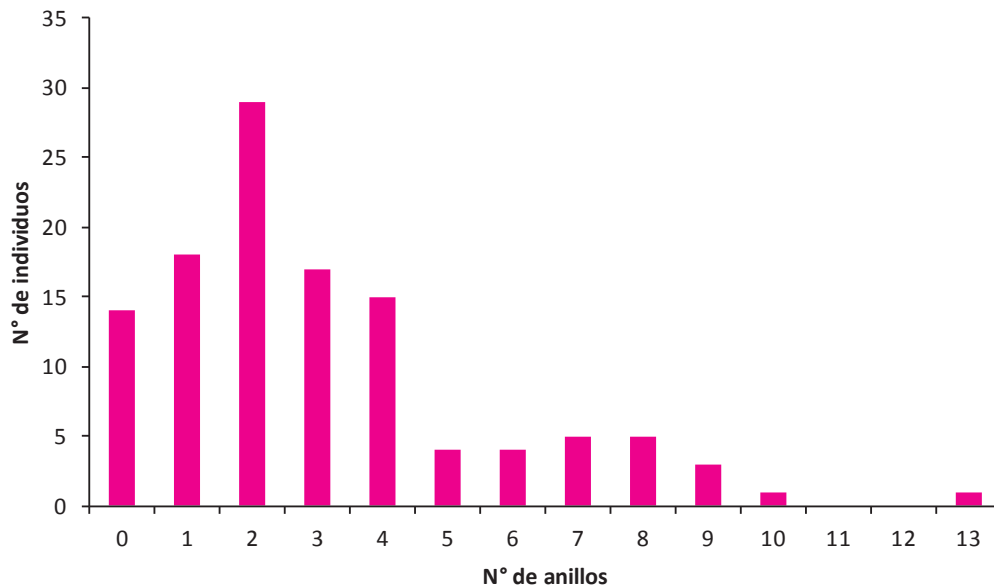


Figura 9. Distribución de frecuencias de individuos de paiche (116) según el número de anillos de crecimiento registrados en sus escamas. Los ejemplares fueron colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

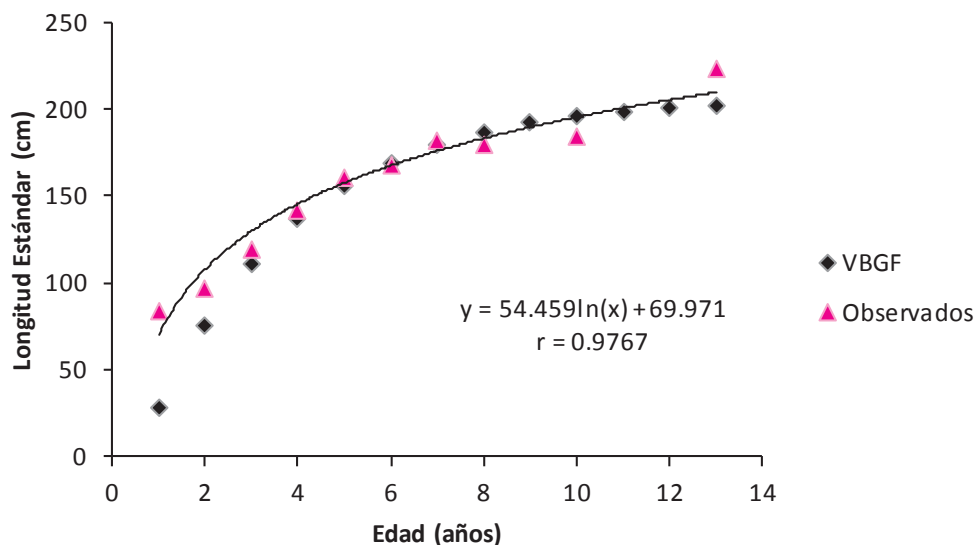


Figura 10. Curva de crecimiento de paiche según el modelo de von Bertalanffy usando los datos de las longitudes retrocalculadas bajo el modelo de Ford-Walford. Los puntos rojos corresponden a los datos de longitud estándar observados de paiches (116) capturados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012. Los puntos azules representan las longitudes retro-calculadas ajustadas al modelo de Von Bertalanffy (VBGF: Von Bertalanffy Growth Function). La línea negra es la línea de tendencia de los individuos observados.

cinco años de edad, y 14% a individuos menores de un año con longitudes comprendidas entre 25.7 cm y 69.8 (Figura 9).

Crecimiento y curva de von Bertalanffy

En la Figura 10 se muestra que los valores de la longitud estimados por la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy son bastante próximos a los tamaños observados para las clases de edad tres - ocho y 10 años.

Las clases de edad once y doce no fueron identificadas en el presente estudio, debido a la baja ocurrencia de estos individuos en las capturas.

La constante de crecimiento k presentó un valor de 0.261. La longitud máxima estimada ($L_{m\acute{a}x}$) fue de 203 cm con un valor menor al máximo observado en la muestra (223.5 cm).

En la Figura 11 se puede notar que existe una disminución progresiva entre las distancias de los anillos de crecimiento a medida que aumenta la edad de los individuos. El cambio más drástico en el patrón de crecimiento ocurre después del primer año de vida; en el que se observa un crecimiento acelerado remarcado por la distancia notable entre el foco y el primer anillo. El patrón desde el segundo

año disminuye notablemente y se torna regular con una disminución progresiva entre las distancias conforme aumenta la edad.

Incremento Marginal del Radio (IMR)

El número mayor de individuos estuvo comprendido en las clases de tamaño 1-2 mm (32) y 2-3 mm (30). Gran parte (87.6%) de los individuos analizados ($n = 97$) presentaron entre uno a cuatro milímetros de variación en el incremento marginal. De este análisis se excluyeron aquellos individuos que no presentaron ningún anillo de crecimiento (menores a un año de vida). Las medidas menos frecuentes correspondieron a los valores mínimos (0-1 mm; 5 individuos) y máximos (4-5 mm; 7 individuos) observados en el incremento marginal (Figura 12).

DISCUSIÓN

Con base en estudios de la Amazonía central (Brasil), Arantes *et al.* (2010) sugieren que el paiche forma anillos bianuales en sus escamas, es decir, dos anillos en un año. Por otro lado, en Guyana, Watson (2011) observó que en el lapso de un año se forma un anillo de crecimiento que da una vuelta completa a la

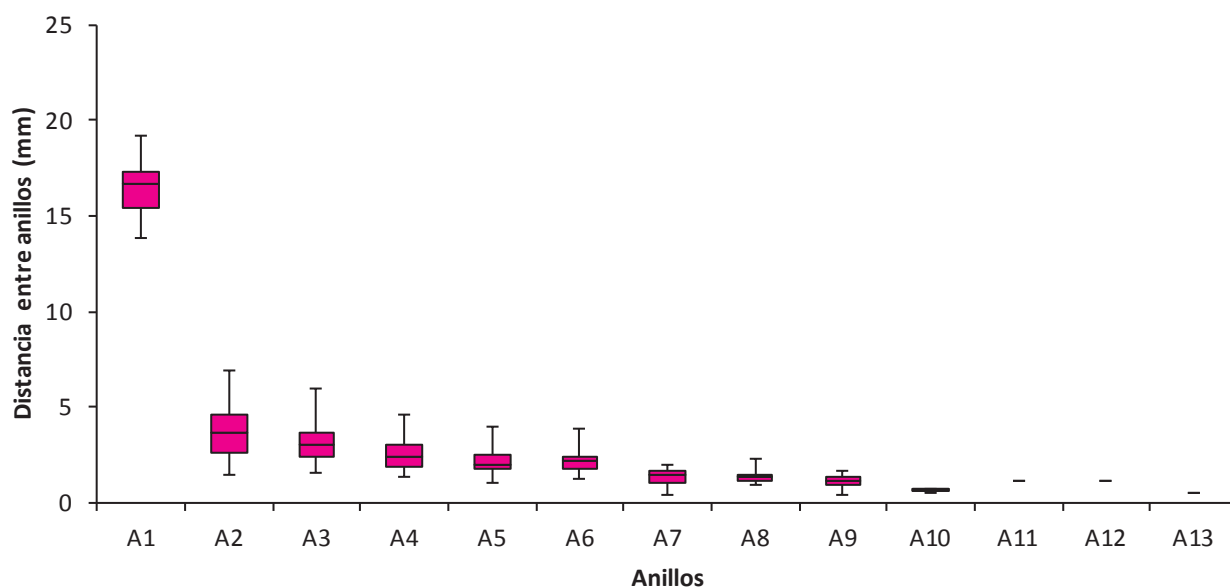


Figura 11. Diagrama de cajas y bigotes de las distancias entre anillos de crecimiento de paiche (N = 97), capturados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

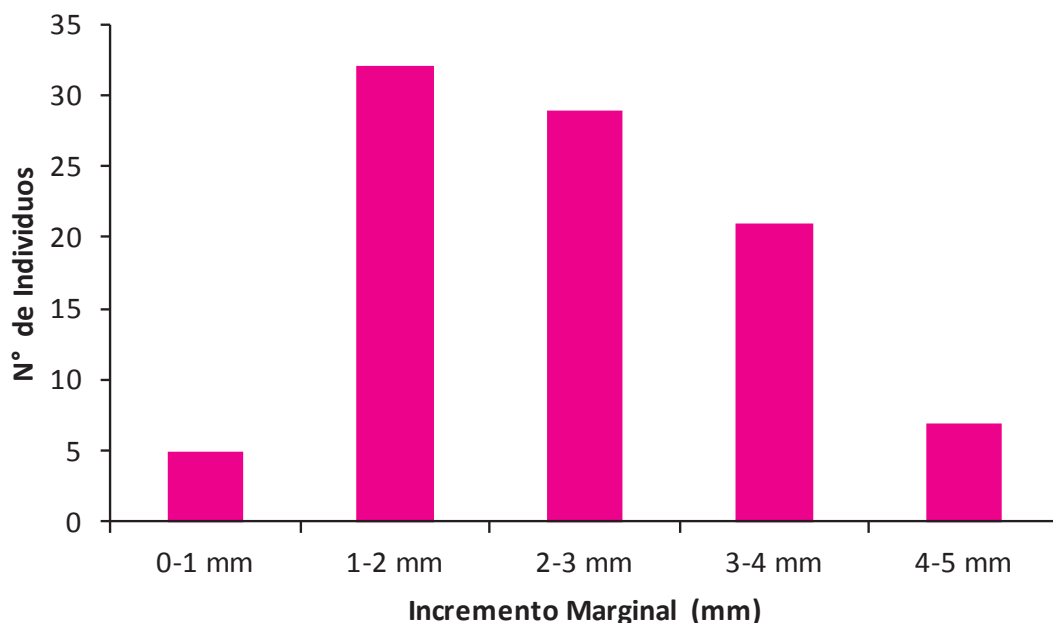


Figura 12. Distribución de frecuencias de la variación del incremento marginal con intervalo de un milímetro, en una submuestra de 97 individuos de paiche colectados en la laguna El Mentiroso en octubre 2011 y julio-agosto 2012.

escama. Estos resultados tienen el soporte de un seguimiento a individuos que fueron marcados y recapturados en el periodo de un año. La diferencia observada entre estos dos estudios puede deberse a factores climáticos y características particulares de los regímenes hidrológicos de cada región. La CAB se constituye en un nuevo hábitat para el paiche, por situarse en la porción sud-oeste de la CA, y se desconoce de qué manera podrían estar influyendo factores ambientales, hidrológicos y biocénóticos característicos de la cuenca del río Madre de Dios en relación a los hábitats de su distribución natural. Es importante notar que la elevada variabilidad química de los ecosistemas acuáticos de la CAB, los cuales no se ajustan a la clasificación tradicional de los ríos amazónicos en Brasil (Maldonado *et al.* 2007), pueden ser potenciales factores que expliquen y ayuden a entender los diferentes factores implicados en los patrones de crecimiento del paiche a lo largo de la cuenca Amazónica. La formación de un anillo por año es coherente con la distribución de tallas y pesos correspondientes que se observaron en el presente estudio.

Los factores que podrían estar afectando en el número de anillos que se forman anualmente son el nivel del agua y la temperatura,

los cuales podrían explicar la diferencia entre patrones de formación de los anillos de crecimiento observados en Brasil (Amazonía Central), las Guayanas y la CAB. Sin embargo, siempre es necesaria la validación mediante el uso de métodos adicionales para identificar discrepancias entre dichos métodos y proveer parámetros de crecimiento más refinados (Queiroz 2000). Por esa razón se tiene la necesidad de verificar a corto plazo el número de anillos mediante el uso de otras estructuras óseas, como las vértebras, otolitos o radios de las aletas, así como analizar muestras procedentes de las distintas épocas y meses del año.

Crecimiento

Reportes de los primeros naturalistas mencionan que el paiche alcanza tallas de hasta cuatro metros de longitud total. Sin embargo, tallas de hasta 2.5 metros son más frecuentes en la actualidad (Queiroz 2000). La máxima talla observada de la muestra estudiada en el presente estudio fue de 223.5 cm LE en un individuo de trece años de edad siguiendo la metodología de Watson (2011). En las Guayanas, Watson (2011) encontró ocho anillos en peces del mismo tamaño. Para la misma talla,

Arantes *et al.* (2010), en Brasil, observaron doce anillos de crecimiento. En base a testimonios de pescadores, individuos de tallas de hasta tres metros de longitud han sido observados en las lagunas de várzea en la CAB. Mediante la relación LE vs. P de los especímenes analizados, se encontró que un individuo de ese tamaño alcanzaría un peso de 274.1 kg. Para la población de las Guayanas, Watson (2011) calculó que un individuo de tres metros de longitud alcanzaría un peso de 327 kg, aproximadamente 50 kg mayor al peso estimado para el Madre de Dios. A la talla de 160 cm, que es aproximadamente la talla mínima de madurez sexual, se obtiene un peso de 41.5 kg, mientras que en las Guayanas esta misma talla corresponde a un peso de 45 kg. Por otro lado, a partir de la ecuación de la línea de tendencia resultante de la relación LE vs. P, se obtuvo que un individuo de 100 cm LE llegaría a pesar 10 a 12 kg.

La talla promedio obtenida a partir del retrocálculo para el primer año de vida fue de 70.88 cm LE, mientras que Watson (2011) determinó una talla de 79 cm LT (aprox. 74 cm LE, basado en datos de Bolivia) en la cuenca del río Essequibo. En Brasil, Arantes *et al.* (2010) encontraron que en el primer año alcanzan a medir 88 cm LT (aprox. 82.6 cm LE, basado en datos de Bolivia). En la reserva brasileña de Mamirauá, encontraron que la diferencia de tallas para el primer año podría deberse a la densidad poblacional. En ese estudio, compararon individuos provenientes de lagos con baja densidad poblacional e individuos de alta densidad poblacional. La talla retrocalculada para los individuos de baja densidad poblacional fue de 67.3 cm LT, aproximadamente 21 cm más pequeña comparada con los individuos provenientes de una alta densidad poblacional con una talla retrocalculada de 88.3 cm LT. Los autores de este estudio descartaron la hipótesis que una mayor densidad poblacional conlleva a una disminución en la talla al primer año de edad. Entre las causas probables para que esto suceda, mencionan la alta productividad de los ecosistemas de várzea, la capacidad del paiche de alimentarse de peces que son abundantes y están en la base de la cadena alimenticia (p.e. detritívoros), y la variabilidad climática que afecta los pulsos de inundación y que podría incrementar la disponibilidad de presas. No obstante, es importante considerar que stocks que sufren sobrepesca tienden a reproducirse a ta-

llas menores en comparación a stocks más saludables o intactos (Stearns 1992).

Relación longitud intestino vs. longitud estándar

En el trabajo de Watson (2011), realizado en las Guayanas, se observó que la relación entre la longitud del intestino y la longitud del cuerpo (LE) se explica por un coeficiente de 1.45. Esto quiere decir que el intestino es 1.45 veces mayor que la longitud del cuerpo. El II obtenido para el presente estudio es bastante similar (1.48). La relación establecida entre la LI y la LE muestra una relación lineal estrecha entre ambas variables ($r = 0.94$). Esto implica que el intestino puede ser un buen predictor de la longitud de cada individuo. La adición de tallas menores a 50 cm y mayores a 250 cm LE, ausentes en nuestra muestra, podría incrementar la precisión para definir la curva de relación entre estas dos variables.

Formación de los anillos

Debido a que la formación de los anillos de crecimiento depende de las condiciones y variables ambientales donde viven los peces, el crecimiento del paiche en la CAB podría estar dándose a distintos ritmos comparado a los lugares donde se distribuye naturalmente (p.e. Brasil, Perú, Guyana). En estudios de crecimiento y determinación de la edad realizados en la CAB con distintas especies como el sábalo *Prochilodus nigricans* (Loubens & Panfili 1992), la corvina *Plagioscion squamosissimus* (Loubens 2003), la piraña roja *Pygocentrus nattereri* (Duponchelle *et al.* 2007), los surubíes *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Inturias 2007), y el pacú *Colossoma macropomum* (Maldonado 2004), cada marca de crecimiento observada se formó durante un periodo en el ciclo anual de crecimiento.

En el trabajo de Watson (2011), se observó que individuos marcados y recapturados un año después de la marca poseían escamas con un solo anillo verdadero desarrollado en ese tiempo. Por su parte, Arantes *et al.* (2010), en la Amazonía central de Brasil, observaron que se depositan dos anillos al año en función al nivel del agua y a los procesos de las historias de vida relacionadas a esa variación (reproducción). Sin embargo, es-

tos últimos autores señalaron que no se tiene aún evidencias conclusivas de que el paiche en Brasil forme dos anillos de crecimiento al año, a pesar de que se ha visto este patrón en algunas especies como el dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (Alonso 2002). En base a las observaciones de Watson (2011), inferimos que cada anillo de crecimiento (notorio y definido en toda la escama) se forma durante un período que sucede anualmente. Para validar esta información en la CAB, es necesario realizar estudios específicos utilizando técnicas de marcaje y recaptura en intervalos de tiempo conocidos, de modo que se pueda observar el número de marcas que se forman en ese tiempo.

El momento preciso en el que se forman los anillos de crecimiento no está totalmente claro. Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que el ciclo hidrológico y los pulsos de inundación son uno de los factores más importantes para la formación de marcas de crecimiento en peces tropicales (Wootton 1998; Arantes *et al.* 2010; Watson 2011; Menunier 2012). Mediante los análisis realizados sobre el incremento marginal en escamas, se observó que los anillos no se forman durante el período de colecta (julio, agosto y octubre), debido a que la mayor parte de los individuos presenta un incremento marginal de dos a cuatro milímetros respecto al borde de la escama. Esto indica que el momento en el que se formaron las marcas de crecimiento en las escamas fue anterior al período de colecta, coincidiendo posiblemente con el inicio del descenso del nivel de las aguas (abril-mayo) (Figura 13). En los ecosistemas de las planicies inundadas los peces se encuentran dispersos en el bosque inundado durante la temporada de aguas altas y la obtención de presas, como peces medianos a pequeños u otros animales menores, puede dificultarse por la expansión del tamaño del ambiente acuático y dispersión de las presas. Durante la temporada seca la mayoría de las especies de peces y otros organismos acuáticos se concentran en los canales y lagos de aguas permanentes reducidos en tamaño. Este fenómeno regular y los resultados obtenidos para el incremento marginal sugieren que la temporada de aguas bajas podría ser el período de crecimiento rápido del paiche, y la temporada de aguas altas el período de creci-

miento lento, por lo tanto, el momento en el que se forman los anillos de crecimiento.

En Colombia se encontró una relación inversa entre el estado de condición del paiche y los niveles del agua. Se observó que durante la época seca sus presas están concentradas en lagos y ríos pequeños donde la captura de ellas parece ser más eficiente (Hurtado 1998; Saavedra *et al.* 2005). Por otro lado, durante la estación lluviosa los peces se dispersan en busca de recursos alimenticios y se dificulta la obtención de presas que potencialmente disminuirá el ritmo de crecimiento del paiche. Adicionalmente, cuando el bosque está inundado, comienza la época reproductiva y los individuos sexualmente maduros inician la construcción de sus nidos, invirtiendo energía y recursos para la reproducción. En la Amazonía central (Brasil), Queiroz (2000) observó que el paiche invierte energía para el crecimiento somático cuando hay abundancia de alimento y un intenso comportamiento alimenticio. Encontró una correlación positiva con el índice de repleción estomacal. Complementariamente, observó que la designación de energía para el desarrollo de las gónadas ocurre solo en períodos de crecimiento lento. Como parte del mismo estudio, con base en un análisis del factor de condición de los individuos de paiche, se establece que a lo largo del año ocurren tres eventos importantes en la vida del paiche: 1) en octubre, cuando las aguas están bajas hay una alta densidad de presas disponibles; 2) entre enero y marzo el bosque está inundado y los padres cuidan de los juveniles y disminuye la densidad de presas; 3) en junio-julio finaliza la inundación y los adultos migran de los ríos y canales a las lagunas de várzea donde peces de distintas especies suelen concentrarse, incrementando de esa manera la disponibilidad de alimento y las condiciones para un crecimiento rápido.

El paiche presenta un desove parcelado que ocurre a lo largo del año o parte de él (Guerra 1980; Núñez & Duponchelle 2009). Sin embargo, tiene un período de máxima actividad durante septiembre y diciembre con un pico en el mes de noviembre. El bosque inundado rico en alimentos durante los meses de estación lluviosa se constituye como un hábitat favorable para la crianza de los juveniles en

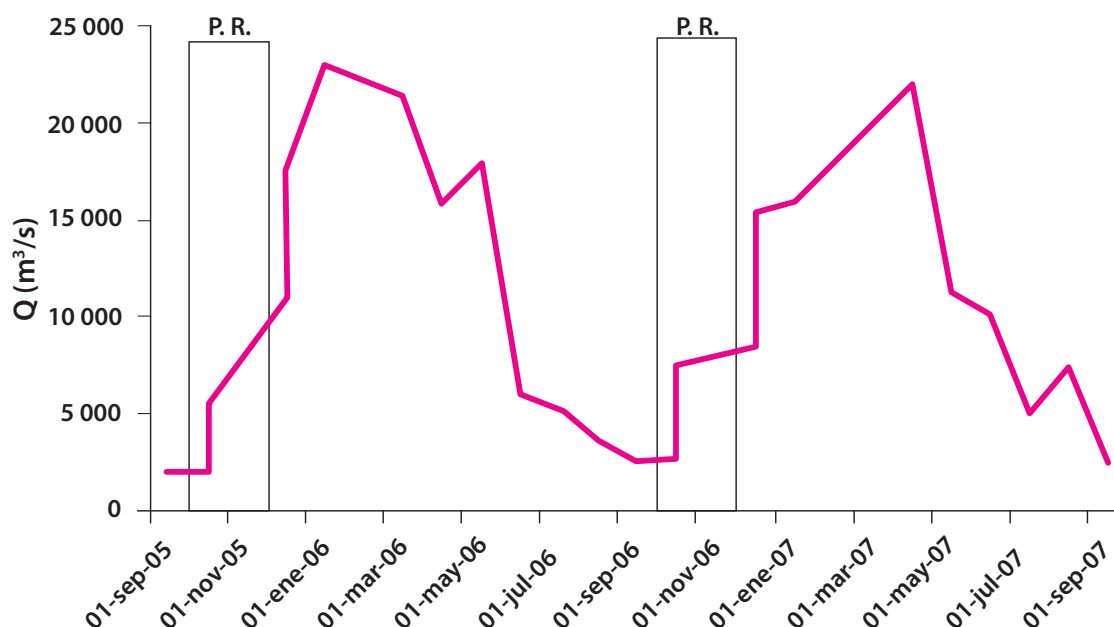


Figura 13. Hidrograma del río Beni en la estación de Cachuela Esperanza, próximo a la cuenca del río Madre de Dios, correspondiente a los años 2005–2007. Las líneas negras indican el período reproductivo (P.R.), correspondiente a los meses de octubre a diciembre, según testimonios de los pescadores de la laguna El Mentiroso. Extraído y modificado de Molina-Carpio & Vauchel (2011).

los siguientes meses, mientras los adultos se dedican su protección (Castello 2008).

Guerra (1980) observó que el paiche desova con mayor intensidad en el mes de noviembre. De igual manera, en la Amazonía colombiana se reportó un incremento en el índice gonadosomático (IGS) entre los meses de septiembre a noviembre. Este índice disminuye drásticamente durante los máximos niveles de agua. Según información extraída de pescadores mediante entrevistas estructuradas en la comunidad de Trinidacito (Carvajal-Vallejos *et al.* datos no publicados), el paiche inicia su período reproductivo en los meses de octubre y noviembre. Este evento es coincidente con el nivel más bajo de las aguas, próximo a las primeras lluvias del período de subida de las aguas, lo que indica que la reproducción del paiche está estrechamente relacionada con la dinámica del nivel de agua.

Según Guerra (1980), en un estudio realizado en Perú sobre la talla a la que ocurre la madurez sexual, el paiche comienza a madurar entre los 160 y 170 cm, pero no llega a desovar hasta que alcanza la talla de 185 cm LT. La talla mínima en la que se registró

formación de ovocitos en el presente estudio fue de una hembra de 152.5 cm LE de largo y cuatro años de edad. Según las fases de maduración del paiche propuestas por Guerra (1980), un ovario de esas características no se encuentra listo para el desove. Esto sugiere que en el mes de julio (mes de la colecta) no es el período reproductivo. Los pescadores entrevistados de la comunidad de Trinidacito afirman que la talla mínima a la que observaron paiches con huevos y/o larvas fue de 160 cm LT, con un período reproductivo que se extiende desde octubre hasta diciembre. Lülling (1964) reportó en Perú que la talla mínima de madurez sexual ocurre a los 170 cm LT, mientras que Godinho *et al.* (2005) encontraron en el río Tocantins hembras maduras con tallas comprendidas entre los 145-154 cm LT y machos maduros a 115-124 cm LT.

Entre los meses de octubre y noviembre del 2015, Carvajal *et al.* (datos no publicados) realizaron talleres comunales y entrevistas a pescadores e informantes clave en distintas comunidades de la cuenca del río Beni con el propósito de recopilar información sobre el período de reproducción del paiche y rasgos determinantes en su ciclo de vida. Según la información obtenida, el período reproductivo

inicia en el mes de septiembre y concluye en enero. En la comunidad Baketi, cuenca del río Biata-Beni, los pescadores informaron que la reproducción se da dos veces al año en los meses de junio y noviembre. En la comunidad de Buen Destino (río Biata-Beni) observaron que el desove ocurre entre agosto y marzo. En la comunidad de Triunfo (río Biata-Beni) el evento reproductivo ocurre entre octubre y noviembre. Esta información sugiere que la reproducción en la CAB inicia cuando las aguas están en su nivel más bajo y antes del comienzo de las primeras lluvias. Por lo tanto, se puede suponer que durante este período la tasa de crecimiento disminuye porque los padres invierten energía para el desarrollo de las gónadas.

Implicaciones para el manejo de la especie

Debido a la sobrepesca del paiche en las zonas donde se distribuye naturalmente, las autoridades ambientales se vieron obligadas a implementar un monitoreo y manejo sostenible de la pesca (Arantes *et al.* 2010). En Perú, la temporada de veda se da entre los meses de octubre y febrero, época que corresponde al período reproductivo del paiche (Padilla *et al.* 2004). En Brasil, la talla mínima de captura es alrededor de 150 cm LT, entre los cuatro y cinco años de edad (Queiroz 2000) a pesar de que a esa talla no se proteja totalmente el potencial reproductivo de la población (Arantes *et al.* 2010). En las Guayanas, Watson (2011) sugiere que la recuperación de la población sometida a sobrepesca en aquella región será posible implementando medidas más restrictivas que prohíban la extracción de individuos mayores a 160 cm, pero menores a 200 cm de LT. En el presente estudio se observó que la talla mínima a la cual se observa desarrollo de ovocitos es de 152 cm LE con cuatro anillos de crecimiento, pero un ejemplar con estas características aún no está listo para el desove. Considerando esta talla como la de primera madurez, se puede concluir que el 80% de la muestra analizada que proviene de capturas regulares de pescadores, se compone de clases de edad comprendidas entre cero y cuatro años. Esta proporción pone en evidencia de que las pesquerías de Trinidad extraen una elevada proporción de ejem-

plares inmaduros de la laguna El Mentiroso. La situación descrita parece ocurrir en gran parte de la zona de distribución de la especie (cuencas Beni y Madre de Dios), y por lo tanto se podría alterar el estado de condición de las poblaciones, y sus rasgos de vida (p.e. crecimiento, incremento en la talla de primera madurez sexual).

La mayor parte de las capturas de este estudio se encuentra entre los 80 y 110 cm de longitud estándar (uno a tres años de edad). A ese tamaño, los individuos no han llegado a la edad mínima de madurez sexual. A la larga esta situación podría llevar a una disminución de la población del paiche en Bolivia ya que se espera un incremento de la presión pesquera sobre los recursos ícticos amazónicos, principalmente debido a una mayor demanda de carne de pescado (Van Damme *et al.* 2015). Por otro lado, dada la naturaleza termotolerante de esta especie, se proyecta que su distribución será mayor en la CAB debido a un posible incremento de la temperatura como consecuencia del cambio climático (Oberdorff *et al.* 2015) o simplemente al proceso de expansión que está realizando en hábitats que poseen características favorables para su desarrollo (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014).

Las muestras que se analizaron en este estudio provienen de la pesca comercial que tiene lugar en una laguna de la cuenca del río Madre de Dios. El conocimiento del crecimiento y su relación con parámetros reproductivos es una herramienta útil para la implementación de programas de monitoreo y control de esta especie invasora, así como también para realizar un aprovechamiento sostenible del recurso si es la convicción de actores locales y regionales. El paiche es un pez extremadamente susceptible a la sobrepesca en su medio natural, particularmente en el momento y en los sitios de reproducción. Se ha observado que el paiche puede ser conservado más efectivamente a una escala estacional, es decir, no solo se necesita conservar su hábitat, sino también establecer vedas durante el período reproductivo (Castello 2008), si el modelo de aprovechamiento parece depender principalmente de la reproducción en los mismos sitios de pesca. La información presentada en este trabajo proporciona datos importantes para contribuir al modelo de aprovechamiento que se debe desarrollar

para el paiche a nivel regional y el control de la misma en la CAB.

RECOMENDACIONES

Se ha observado en este estudio que las escamas son bastante prácticas para el estudio del crecimiento del paiche y pueden ser usadas para la determinación de la edad y el control y monitoreo de las poblaciones de peces. Sin embargo, el reconocimiento de los anillos de crecimiento en los individuos de mayor edad se torna dificultoso debido a que estos se forman cada vez más próximos entre sí como consecuencia de la disminución de la tasa de crecimiento, de modo que incurrir en un error es más probable, particularmente en los peces de tallas mayores. Otra de las dificultades que conlleva la determinación de la edad mediante escamas es la reabsorción de los anillos de crecimiento. Por esos motivos, se requiere que el crecimiento del paiche sea estudiado mediante el uso de otras estructuras calcificadas como los otolitos y las vértebras para validar esta información e identificar las posibles discrepancias entre los distintos métodos.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a los pescadores de la comunidad indígena de Trinidadcito (TIOC TIM II), por su colaboración para la colecta de muestras en la laguna El Mentiroso, y a Adalid Argote y Daniel Barroso, por su interés y colaboración durante la colecta de muestras en la laguna El Mentiroso (Trinidadcito). Un agradecimiento a Joachim Carolsfeld por la revisión de una primera versión de este capítulo. Este trabajo fue financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD), y fue co-financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto “Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni”.

REFERENCIAS

- Alonso JC (2002) Padrão espaço-temporal da estrutura populacional e estado atual de la exploração pesqueira da dourada *Brachyplatystoma flavicans* Castelnau, 1855 (Siluriformes, Pimelodidae), no sistema Estuário-Amazonas-Solimões. Tesis doctoral, Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazônia – INPA, Manaus (AM), Brasil.
- Alonso A, Castro-Díez P (2015) Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas*, 24 (1): 1-3.
- Arantes CC, Castello L, Stewart DJ, Cetra M, Queiroz HL (2010) Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 455-465.
- Araripe J, Rêgo P, Queiroz H, Sampaio I, Schneider H (2013) Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellites markers. *PLoS ONE*, 8 (1): e54470.
- Argote A, Van Damme PA, Macnaughton A, Villafán S, Carvajal-Vallejos FM (2014) Pesca indígena en la cuenca amazónica de Bolivia: un estudio de caso en la tierra comunitaria de origen Multiétnico II. pp. 297-338. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Línea de base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la amazonía boliviana: Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau Y Santo Antonio en Territorio boliviano: Línea de base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Bourell L, Moreau S, Philips L (1999) Dinámica de las inundaciones en la cuenca amazónica boliviana. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 6: 5-17.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernandez AJ (2011) Diversidad y distribución de los peces de la Amazonia boliviana. pp. 101-147. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

- Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernandez AJ, Van Damme PA (2014) Peces introducidos en la Amazonía boliviana: distribución y evaluación del estado de conocimiento. pp. 179-195. En: Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Línea de Base sobre Ecosistemas y Recursos Acuáticos en la Amazonía Boliviana: Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Castello L (2008) Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. *Journal of Fish Biology*, 72: 1520-1528.
- Castro-Díez P, Valladares F, Alonso A (2004) La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas*, 13 (3): 61-68.
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. pp. 15-27. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Duponchelle F, Lino F, Hubert N, Panfili J, Renno J-F, Baras E, Torrico JP, Dugue R, Nuñez J (2007) Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology*, 71: 1113-1134.
- Fontanele O (1948) Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucú, "*Arapaima gigas*" (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 8: 445-459.
- Ford E (1933) An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 19: 305-384.
- Guerra H (1980) Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (Ríos Pacaya y Samiria) 1971-1975. Informe IMARPE 67. Instituto del mar del Perú. Callao, Perú. 12 p.
- Godinho HP, Santos JE, Formagio PS, Guimaraes-Cruz RJ (2005) Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Acta Zoologica*, 86: 289-294.
- Higgins RM, Diogo H, Isidro EJ (2015) Modelling growth in fish with complex life histories. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25 (3): 449-462.
- Hrbek T, Farias IP, Crossa M, Sampaio I, Porto JIR, Meyer A (2005) Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8: 297-308.
- Hurtado J (1998) Aspectos biológicos pesqueros del *Arapaima gigas* en el sistema de várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Tesis de Biólogo, Universidad del Valle, Facultad de Biología, Santiago de Cali.
- Inturias A (2007) Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía boliviana. Tesis para obtener el grado de Magister Scientiarum, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Kimball S, P Mattis (2014) Gimp 2.8.14. Programa de manipulación de imágenes de GNU.
- Lauzanne L, Loubens G (1985) Peces del río Mamoré. Collection Travaux et Documents N° 192, Éditions de l'Orstom, París, Francia.
- Leão A (2009) Análise de la variabilidade genética das populações de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) dos principais tributários do rio Amazonas através do uso de marcadores microsatélites. Tesis de doctorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Programas de Pós Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - PPG-INPA, Programa de Pós Graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva - PPG-GCBEV. Manaus (AM), Brasil.
- Longhursts AR, Pauly D (1987) Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Loubens G (2003) Biologie de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei: Sciaenidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 14 (4): 335-352.
- Loubens G, Panfili J (1992) Estimation de l'âge individual de *Prochilodus nigricans* (Teleostei, Prochilodontidae) dans le Bénéni (Bolivie): protocole d'étude et application. *Aquatic Living Resources*, 5 (1): 41-56.
- Lülling KH (1964) Zur biologie und ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 54: 436-530.
- Lundberg J, Chernoff B (1992) A Miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei: Arapaimatidae) from the Magdalena river region of Colombia. Biogeographic and evolutionary implications. *Biotropica*, 24 (1): 2-14.

- Maldonado LE (2004) Biología de la reproducción y crecimiento de *Colossoma macropomum* en la Amazonía boliviana. Tesis de grado para optar al título de Magister Scientiarum, mención Ecología acuática, La Paz, Bolivia.
- Maldonado M, Goitia E, Rivero M, Romero AM (2007) Caracterización hidroquímica de ríos amazónicos en tierras bajas de Bolivia. pp. 950-956. En: Feyen J, Aguirre LF, Moraes M (Eds.). Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: sostenibilidad a múltiples niveles y escalas Vol. II. Publicación de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Meunier FJ (2012) Skeletochronological studies of cyclical growth of freshwater fishes in French Guiana: A review. *Cybiurn*, 36 (1): 55-62.
- Meekan MG, Fortier L (1996) Selection for fast growth during the larval life of Atlantic cod *Gadus morhua* on the Scotian Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 137 (1-3): 25-37.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1 (2): 129-138.
- Navarro G, Maldonado M (2002) Geografía Ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia.
- Nikolsky CV (1963) The ecology of fishes. Academic Press, London, UK.
- Núñez J, Duponchelle F (2009) Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 167-180.
- Oberdorff T, Jézéquel C, Campero M, Carvajal-Vallejos F, Cornu JF, Dias MS, Duponchelle F, Maldonado-Ocampo JA, Ortega H, Renno JF, Tedesco PA (2015) How vulnerable are Amazonian freshwater fishes to ongoing climate change? *Journal of Applied Ichthyology*, 31 (4): 4-9.
- Padilla P, Ismiño R, Alcántara F, Tello S (2004) Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del paiche, *Arapaima gigas*. Memorias del Congreso Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica, 05-10 septiembre, Iquitos, Perú.
- Panfili J, De Pontual H, Troadec H, Wright PJ (2002) Manual of fish sclerochronology. Ifremer-IRD coedition, Brest, France.
- Queiroz H (2000) Natural history and conservation of the pirarucu *Arapaima gigas* at the Amazonian Várzea: red giants in muddy waters. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of St. Andrews, Scotland.
- Queiroz HL (1999) Artisanal fisheries of pirarucú at Mamirauá ecological station. pp 83-99. In: Padoch CJM, Ayers M, Pinedo-Vasquez M, Henderson A (Eds.). Várzea: Diversity, Development and Conservation of Amazonia's Whitewater Floodplains. Section I: Fishes and Fisheries), The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York, USA.
- Rasband W (2014) Image J 1.48v. National Institutes of Health, USA.
- Saavedra EA, Quintero LG, López N, Edivaldo L (2005) Nutrición y alimentación del pirarucú. pp. 41-58. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). Biología y cultivo del pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá.
- Stearn SC (1992) The evolution of life histories. Oxford University Press, New York, USA.
- Stewart DJ (2013) Re-description of *Arapaima agassizii* (Valenciennes), a rare fish from Brazil (Osteoglossomorpha: Osteoglossidae). *Copeia*, 2013 (1): 38-51.
- Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima* cf. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6 (4): 375-383.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly M, Perez T, Molina J (2011a). Amenazas para los peces y las pesquerías de la Amazonía boliviana. pp. 327-366. In: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Sarmiento J, Becerra P (2011b) Vulnerabilidad de los peces de las tierras bajas de la Amazonía boliviana. pp. 459-490. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Villafán S (2014) La dieta del Paiche – *Arapaima* aff. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia). Tesis de grado presentada para optar al

diploma académico de Licenciatura en Biología,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba,
Bolivia.

Walford LA (1946) A new graphic method of
describing the growth of animals. Biological
Bulletin, 90 (2): 141-147.

Watson C (2011) Ecology and conservation of
arapaima in Guyana: Recovery of a giant fish
in distress. Thesis submitted for the Doctor of
Philosophy Degree, State University of New York,
USA.

Watson LC, Stewart DJ, Teece MA (2013)
Trophic ecology of arapaima in Guyana: giant
omnivores in Neotropical floodplains. Neotropical
Ichthyology, 11: 341-349.

Winemiller KO, Taphorn DC (1989) La evolución
de las estrategias de la vida en los peces de los
llanos occidentales de Venezuela. Biollania, 6:
77-122.

Wosnitza-Mendo C (1984) The growth of
Arapaima gigas (Cuvier) after stocking in a
Peruvian lake. Archiv fuer Fischereiwissenschaft,
35: 1-5.

Wootton RJ (1998) Ecology of teleost fishes.
Second edition, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht, The Netherlands.

Dieta del paiche (*Arapaima gigas*) en lagunas de los ríos Beni y Madre de Dios (Bolivia)

S. Villafán^{1,5}, F. Aguilar^{1,5}, A. Argote^{1,5}, D. Lizarro², M. Maldonado³,
F.M. Carvajal-Vallejos^{1,3,4,5}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA), Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (UAB-JB), Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre y Parque La Torre s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

⁵ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

La introducción de especies exóticas puede causar daños ecológicos al medio receptor, pero puede convertirse al mismo tiempo en un elemento importante que contribuye a la producción económica local o regional (Valdés 2009). Aunque es difícil conocer el verdadero impacto de una especie invasora en todas sus dimensiones, se sabe que varias de ellas pueden constituirse potencialmente en una amenaza para la fauna local o generar pérdidas importantes en economías nacionales (Pimentel *et al.* 2005; Clavero & García-Berthou 2005; Van Damme *et al.* 2011). En ese sentido, es importante conocer las interacciones ecológicas que ocurren entre especies para estimar potenciales impactos a nivel de las cadenas tróficas. El estudio de la dieta a través de los contenidos estomacales (Hyslop 1980), es una alternativa para conocer las relaciones entre especies y la dependencia de ciertas fuentes disponibles en el medio que regulan y estructuran las comunidades (Koen 1999). En el caso de una especie introducida, a través del estudio de su dieta se puede inferir su posición en la red trófica (relaciones con otras especies) y potenciales impactos que puede causar sobre ciertos recursos que conforman la fauna nativa local. El término nivel trófico se refiere al lugar que ocupa cada especie dentro de toda una trama trófica. Por ejemplo, existen los productores referidos a aquellos que producen su propio alimento (p.e. plantas, algas). También hay los consumidores que son los que se alimentan de otros organismos (p.e. animales). Dos organismos pertenecen a un mismo nivel trófico cuando están separados del primer eslabón de la cadena alimentaria por el mismo número de niveles. Así mismo, un organismo puede ocupar distintos niveles tróficos y en ese caso se lo denomina omnívoro (se alimenta tanto de productores como consumidores). Cuando únicamente su alimentación está compuesta de plantas o vegetales se denomina herbívoro, y cuando come principalmente otros animales se lo llama carnívoro (Seoanez 2000). Para poder estimar estos niveles en los peces, se debe considerar tanto la composición de la dieta de especie objetivo como los niveles tróficos de las presas que consumen (Jaramillo 2009).

En Bolivia, la información sobre peces introducidos es todavía escasa a pesar de la importancia que algunos de ellos poseen. Se tienen

al menos ocho especies introducidas y bien establecidas en los ambientes naturales de nuestro país. Entre ellas, el paiche *Arapaima gigas* (Schinz 1822) es uno de los casos más particulares y sorprendentes de introducción e invasión por los impactos socioeconómicos que ha producido y su permanente expansión en las tierras bajas de la Cuenca Amazónica boliviana - CAB (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011).

El paiche fue introducido de manera voluntaria a la cuenca del río Madre de Dios en Perú (proximidades de Puerto Maldonado), pero alcanzó el medio natural de manera accidental, desde aproximadamente 1965, por un manejo inapropiado de su confinamiento (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Desde aquel evento fortuito, comenzó un proceso de expansión exitoso de la especie hacia los cuerpos de agua en territorio boliviano donde las lagunas y arroyos son abundantes y se constituyen en su hábitat preferencial (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Miranda-Chumacero *et al.* 2012).

Se sabe poco sobre las alteraciones ecológicas que el paiche podría estar causando en los cuerpos de agua de la CAB que ha logrado colonizar, por la dificultad que implica estudiar un sistema tan complejo como el de la Cuenca Amazónica (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Sin embargo, algunos autores han mostrado que la presencia de paiche fuera de su área natural de distribución puede causar disminuciones drásticas, y hasta extinciones, de especies de peces en comunidades que no tenían a este elemento como parte de su fauna nativa (Queiroz 2000).

Estudios realizados en su medio natural muestran que el paiche es un animal depredador activo, alimentándose en toda la columna de agua (Franco 2005; Castello 2001) principalmente de peces de porte pequeño con preferencia por las familias Characidae, Cichlidae, Prochilodontidae, Anostomidae y Loricariidae (Fontenele & Vasconcelos 1982; Rebaza *et al.* 1999; Bocanegra 2006). Sin embargo, también se han encontrado restos vegetales e invertebrados en su dieta (Sanchez 1961; Campos 2001; Lima & Batista 2012), lo cual hace pensar que no sería un carnívoro estricto como se sugiere.

Debido a que existen demandas de comunidades indígenas y campesinas en el norte de Bolivia de conocer el grado de impacto que el paiche estaría causando a los ecosistemas

acuáticos y comunidades de peces medianos a pequeños, tradicionales en el consumo local, el objetivo del presente estudio estuvo focalizado en determinar la dieta del paiche en tres lagunas de los ríos Beni y Madre de Dios durante el periodo de aguas bajas. A través de este estudio piloto, se espera conocer las especies o ítems que forman parte de su alimentación en este tipo de ambientes, y establecer su posición en la cadena trófica de estos cuerpos de agua.

MÉTODOS

Área de estudio

La región Neotropical de América del Sur posee la mayor cuenca hidrográfica del mundo, la Cuenca del Amazonas, con cerca de siete millones de km² (Saavedra *et al.* 2005). Esta cuenca drena parte de Brasil, Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Surinam, Guyana y Colombia (Crespo & Van Damme 2011). En esta región se encuentra la más diversa ictiofauna del mundo y aunque el conocimiento aún es escaso se estiman que existen alrededor de

3 000 especies (Junk & Soares 2001).

El estudio se realizó en las lagunas El Mentiroso, San Pedro, El Carmen, Las Pozas, y el arroyo San Luis, al norte de la CAB. La laguna El Mentiroso (-11.09968 longitud y -66.57156 latitud), se encuentra en el río Madre de Dios, próxima a la comunidad indígena de Trinidacito, ubicada en el TIOC Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II), en la provincia Madre de Dios, a una altura de 140 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las lagunas San Pedro (-11.2787 longitud y -66.3036 latitud), El Carmen (-11.388674 latitud y -66.375265 longitud) y Las Pozas (-11.38843 longitud y -66.36533 latitud), y el arroyo San Luis (-11.405881 latitud y -66.369054 longitud), pertenecen a la cuenca del río Beni, en el departamento de Beni (Figura 1).

Colecta de muestras

Las muestras colectadas en la laguna El Mentiroso corresponden a diferentes muestreos. El primero fue en octubre de 2011, posteriormente se realizó otro en julio-agosto de 2012,

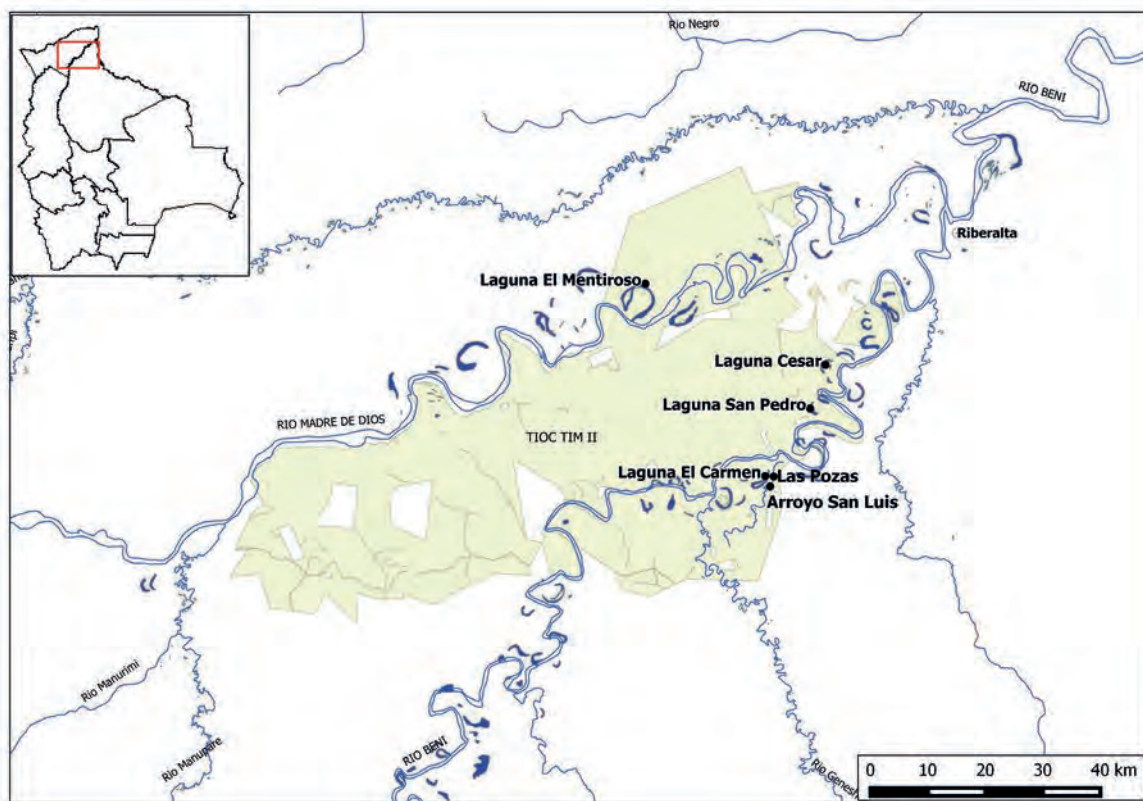


Figura 1. Localización de los sitios de colecta de paiche en las cuencas de los ríos Beni y Madre de Dios (Cuenca Amazónica boliviana), durante el periodo de aguas bajas de los años 2011-2013.

y finalmente uno en junio-julio de 2013. Las muestras pertenecientes al río Beni fueron tomadas en octubre de 2011 y mayo de 2012. Todas las muestras pertenecen a la época seca, cuando el paiche suele concentrarse en las lagunas de la región. Las muestras fueron extraídas de ejemplares capturados por pescadores comerciales locales que habitan en

comunidades indígenas próximas a los cuerpos de agua estudiados. La captura de paiche la realizan con diferentes métodos de pesca como espiñel, lineada y anzuelo, y redes agalleras.

Se colectaron un total de 253 individuos de paiche en ambos ríos (238 corresponden a la cuen-



Figura 2. Toma de medidas de longitud de un paiche capturado en la laguna El Mentiroso, Comunidad Trinidadico - Pando. AgMD64 es el código de captura del ejemplar.



Figura 3. Tracto digestivo y otros órganos en la cavidad abdominal de un ejemplar de paiche del río Madre de Dios.

ca del río Madre de Dios y 15 a la cuenca del río Beni). Cada ejemplar capturado fue medido con un flexómetro a nivel de su longitud total (LT) y longitud estándar (LE) (Figura 2).

De cada ejemplar, se extrajo el tracto digestivo completo (Figura 3) y fue fijado con formol al 10% en una bolsa plástica debidamente etiquetada para su posterior traslado. Las muestras fueron trasladadas y analizadas en el laboratorio de Ictiología de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), perteneciente a la Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba-Bolivia).

Trabajo de laboratorio

El tracto digestivo fue separado de otros tejidos u órganos para poder diferenciar sus componentes. Se consideró el estómago desde el esófago (lugar de corte de la cabeza) hasta la inserción de los ciegos pilóricos en el intestino. El estómago fue pesado usando balanzas digitales de precisión con 0.01 y 0.1 g.

Los estómagos fueron cortados longitudinal-

mente para extraer el contenido estomacal. Cada estómago se pesó lleno y vacío, para calcular por diferencia el peso del contenido estomacal, el cual fue separado en cajas Petri, luego fue fotografiado y conservado en alcohol al 70% (Figura 4).

El contenido estomacal fue separado en cuatro ítems principales: peces (agrupó peces semi-digeridos, escamas, vértebras, opérculos, espinas, maxilares, columnas vertebrales y dientes de peces - Figura 5); invertebrados (agrupó insectos y crustáceos encontrados así como algunos restos de los mismos - Figura 6); restos vegetales (agrupó semillas, hojas, plantitas semidigeridas y materia vegetal fragmentada). La arena, piedras, lodo y grasa se agruparon dentro del ítem restos digeridos porque fue difícil su separación (Figura 7). Una vez separados los ítems, los peces y los invertebrados fueron contados, pesados e identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Para los restos vegetales no fue posible realizar el conteo por su fragmentación dentro de los estómagos, por lo que sólo se consideró



Figura 4. Contenido estomacal encontrado en el estómago de un ejemplar de paiche del río Beni (AgBEp08).

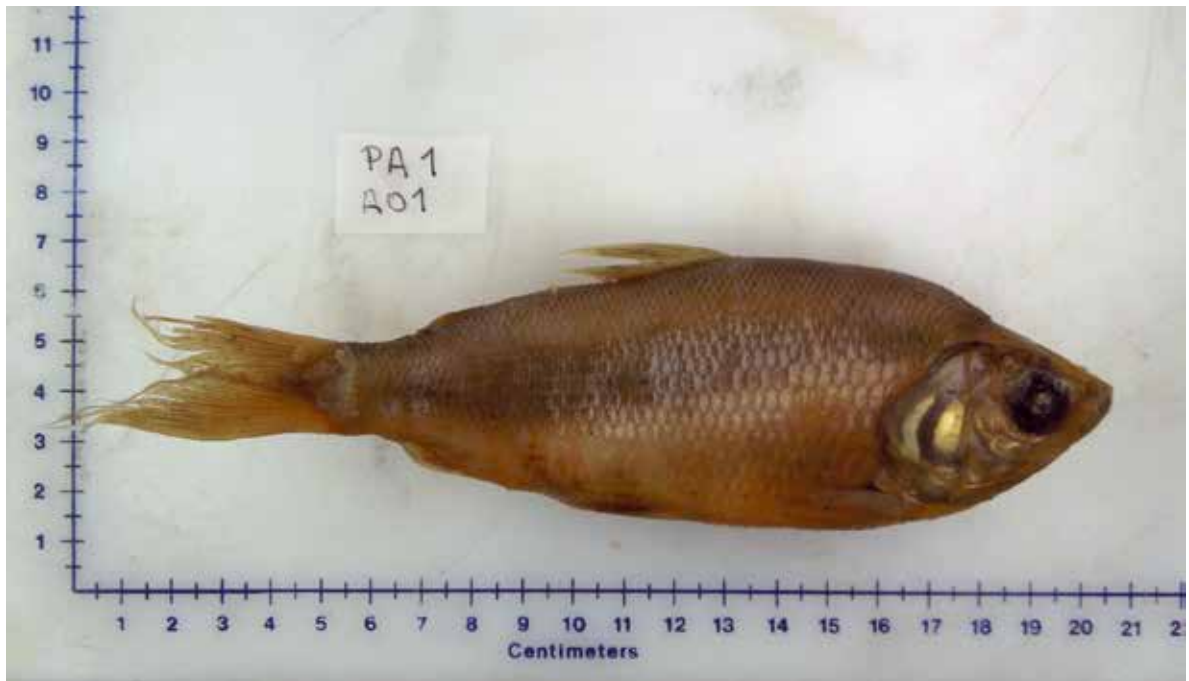


Figura 5. Especie de pez (*Psectrogaster rutiloides*, Curimatidae, Characiformes) encontrado en un estómago de paiche de la laguna El Mentiroso.



Figura 6. Invertebrados encontrados en el estómago de un paiche de la laguna El Mentiroso.



Figura 7. Restos digeridos encontrados en el estómago de un paiche (AgBEp06).

su peso. A los restos digeridos, cuando presentes, se les asignó un valor numérico de uno para el conteo por estómago. Sin embargo, se consideró también su peso, ya que no fue posible contar la arena, grasa y lodo.

Los ítems peces e invertebrados fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Muchos peces a nivel de especie mientras que los invertebrados a nivel de familia. Los restos vegetales no fueron identificados a un nivel taxonómico más bajo por encontrarse pequeños restos digeridos de hojas, madera y algunas semillas. Para la identificación de peces se utilizó la guía de Gery (1969), Lauzanne & Loubens (1985), y Becerra (2006). Para la identificación de invertebrados se usó la guía de Merritt & Cummins (1978).

Determinación de la dieta

La dieta se determinó mediante el análisis del contenido estomacal, lo que implica la determinación cualitativa y cuantitativa del alimento presente en el estómago (Tresierra & Culquichicon 1993). Para encontrar el grado de llenado de los estómagos se calculó el índice de repleción (IR) con la fórmula: $IR = Pe /$

$Pt * 100$, donde *IR* es el índice de repleción, *Pe* es el peso del contenido estomacal y *Pt* es el peso total del pez. Se determinó el grado de llenado mediante los siguientes parámetros: $0 < IR < 1$: estómago vacío; $1 < IR < 3.3$: estómago semi-lleno; $IR > 3.3$: estómago lleno (Hyslop 1980).

Se calculó el índice de frecuencia de ocurrencia (%FO) mediante la fórmula: $F = n/N * 100$; donde *F* es la frecuencia de aparición de la presa, *n* el número de estómagos que contienen una presa determinada, y *N* el número total de estómagos con alimento (Tresierra & Culquichicon 1993). La frecuencia numérica (%N) fue calculada con la fórmula $Ni = ni/Np * 100$, donde *Ni* es la abundancia relativa de la presa *i*; *ni* el número de ejemplares que presenta la presa *i*; y *Np* el número de presas consumidas por el depredador (Hyslop 1980). La frecuencia gravimétrica (%G) se determinó con la fórmula $G_i = g_i/G_p * 100$, donde *G_i* es la frecuencia gravimétrica de la presa *i*; *g_i* es el peso de ejemplares que presenta la presa *i* y *G_p* es el peso de presas consumidas por el depredador (Tresierra & Culquichicon 1993).

Luego de obtener estos índices se calculó el Índice de Importancia Relativa Presa Específico (%PSIRI_i), una modificación de Brown *et al.* (2012) al Índice de Importancia Relativa de Pinkas *et al.* (1971). Este índice disminuye el

efecto de los índices considerados individualmente y los valores se expresan en términos porcentuales. Se calculó con la siguiente fórmula: $\%PSIRI_i = \%FO * (\%N + \%G) / 2$, donde $\%PSIRI_i$ es el índice de importancia relativa específico de presa; $\%FO$ es la frecuencia de ocurrencia de la presa; $\%N$ es la frecuencia numérica de la presa dividida entre la frecuencia de ocurrencia, y $\%G$ es la frecuencia gravimétrica de la presa dividida entre la frecuencia de ocurrencia.

Para conocer cómo varía la dieta en las diferentes tallas se agrupó a los individuos que presentaban algún tipo de alimento en clases de tamaños cada 20 cm según su longitud estándar. Por otra parte, se agrupó a los individuos por clase de sexo (hembra y macho).

Se determinó el nivel trófico usando el Índice Intestinal (I) que se calcula dividiendo la longitud del intestino entre la longitud estándar del pez. Se interpretó con los siguientes parámetros: $I < 1$ los peces son carnívoros, $1 < I \leq 2$ los peces son omnívoros, $I > 2$ los peces son herbívoros (Nikolsky 1963). Así mismo se calculó el Nivel Trófico (NT). Para la categorización del nivel trófico, se usaron los parámetros sugeridos por Stergiou & Karpouzi (2002), que determinaron los gremios tróficos para peces del Mediterráneo usando el TROPH, donde: $TROPH = 2.0 - 2.1 \Rightarrow$ Peces Herbívoros, $TROPH = 2.2 - 3.7 \Rightarrow$ Peces omnívoros, $TROPH = 3.7 - 4.5 \Rightarrow$ Peces carnívoros.

El grado de similitud fue analizado con base en un análisis de agrupamiento de las clases de tamaño, con al menos 10 individuos, según el método de Ward y distancias euclidianas considerando los valores de $\%SPIRI_i$. La significancia de las comparaciones entre clases de tamaño, fue obtenida a través de una correlación de Spermán ($\%SPIRI_i$) y una prueba t-student.

Se realizaron 62 entrevistas sistematizadas a pescadores experimentados de la comunidad indígena de Trinidadcito (Pando), para la identificación de las principales presas del paiche en la laguna El Mentiroso en base a su conocimiento. No se consideró una diferencia entre las épocas de aguas bajas y altas al momento de realizar las entrevistas, por lo que la percepción de los pescadores refleja el conocimiento de las presas que consume el paiche durante todo el año. Con la información proporcionada por los pescadores (tamaños y nombres comunes), se identificaron las presas y grupos taxonómicos (p.e. Órdenes y familias) a las cuales pertenecen, y se calculó el índice $\%FO$ para describir la dieta bajo esta metodología.

RESULTADOS

De las 253 muestras procesadas en laboratorio, se encontraron únicamente 177 estómagos con contenido estomacal (166 del Madre

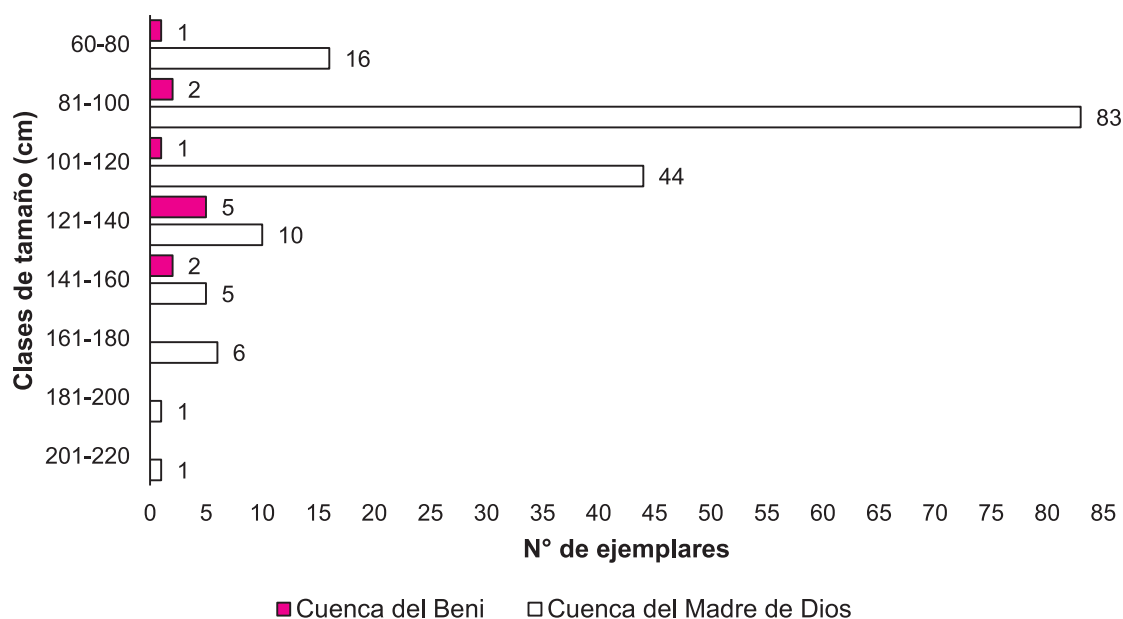


Figura 8. Distribución de frecuencias por clases de tamaño de los paiches colectados en las cuencas de los ríos Madre de Dios (laguna El Mentiroso) y Beni (lagunas San Pedro, Las Pozas, Cesar y arroyo San Luis). El valor a lado de las barras se refiere al número de individuos dentro la clase de tamaño respectiva.

de Dios y 11 del Beni). La mayor parte de los ejemplares midieron entre 81 y 120 cm (Figura 8). En el río Madre de Dios se encontraron 94 hembras y 62 machos. En el río Beni ocho machos y tres hembras. A los demás ejemplares no se les pudo identificar el sexo por la ausencia de la gónada al momento de la colecta.

El índice de repleción (*IR*) mostró que los estómagos analizados se encontraban vacíos, tanto para la cuenca del río Madre de Dios (*IR*

= 0.25 ± 0.21), como para el río Beni (*IR* = 0.21 ± 0.13).

Dieta

El análisis de los contenidos estomacales indicó que el paiche presenta una dieta diversa compuesta por peces, invertebrados y vegetales. Los peces fueron el ítem más importante tanto en el río Madre de Dios (%SPIRII = 45.17) como en el río Beni (%SPIRII = 48.7),

Cuadro 1. Índice de frecuencia de ocurrencia (FO%), índice gravimétrico (G%), índice numérico (%N), e índice de importancia relativa presa específico (PSIRII%), de ítems identificados en la dieta del paiche en las lagunas El Mentiroso (río Madre de Dios), San Pedro y Las Pozas (río Beni). %FO cl: Índice de frecuencia de ocurrencia de la dieta obtenida mediante conocimiento local; anc: Ausencia de datos numéricos contables.

Ítems identificados	%FO	%G	%N	%FO cl	%PSIRII
Cuenca del Río Madre de Dios					
INVERTEBRADOS	21.69	0.97	10.11	40.3	5.54
Coleóptera	10.84	0.09	3.56		1.82
Dystiscidae	0.60	0.01	0.19		0.10
Hydrophilidae	1.81	0.01	0.56		0.28
Sphaeriusidae	1.81	<0.01	0.56		0.28
Coleóptera no identificado	7.23	0.07	2.25		1.16
Decapoda	7.83	0.58	2.62	24.2	1.60
Trichodactylidae	3.01	0.36	0.94	24.2	0.65
Decapoda no identificado	4.82	0.23	1.69		0.96
Hemiptera	6.02	0.26	2.25		1.26
Belostomatidae	4.22	0.26	1.69		0.97
Naucoridae	0.60	<0.01	0.19		0.09
Hemiptera no identificado	1.20	<0.01	0.37		0.19
Mollusca (clase Bivalvia)	1.81	<0.01	0.56		0.28
Odonata (Flia. Libellulidae)	1.81	<0.01	0.56		0.28
Restos de insectos	1.81	0.03	0.56		0.29
Pulmonata (caracol)				21.0	
PECES	84.34	53.07	37.27	90.3	45.17
Osteoglossiformes - Arapaimadae (<i>Arapaimidae gigas</i>)				3.2	
Clupeiformes - Pristigasteridae (<i>Pellona</i> sp.)	0.60	0.17	0.19	8.1	0.18
Characiformes	21.69	13.67	9.93	85.5	11.80
Hemiodontidae (<i>Anodus elongatus</i>)				9.7	
Curimatidae	7.23	9.96	2.43	38.7	6.20
<i>Potamorhina altamazonica</i>	1.20	3.79	0.37	38.7	2.08
<i>Psectrogaster rutiloides</i>	2.41	4.15	0.94		2.54
<i>Psectrogaster</i> sp.	1.20	1.26	0.37		0.82

Curimatidae no identificado	2.41	0.76	0.75		0.76
Prochilodontidae (<i>Prochilodus nigricans</i>)				35.5	
Anostomidae - <i>Schizodon fasciatus</i>	0.60	0.17	0.19	19.4	0.18
Erythrinidae	0.60	0.28	0.19	38.7	0.23
<i>Hoplias</i> gr. <i>malabaricus</i>	0.60	0.28	0.19	37.1	0.23
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>				1.6	
Cynodontidae				11.3	
Serrasalmidae	0.60	<0.01	0.19	25.8	0.09
<i>Serrasalmus</i> sp.	0.60	<0.01	0.19	17.7	0.09
<i>Colossoma macropomum</i>				1.6	
<i>Mylossoma</i> spp.				6.5	
Characidae	10.84	1.21	4.49		2.85
<i>Moenkhausia</i> cf. <i>oligolepis</i>	1.20	0.07	0.37		0.22
<i>Poptella compressa</i>	0.60	0.11	0.19		0.15
<i>Roeboides affinis</i>	1.81	0.09	0.56		0.33
<i>Roeboides</i> sp.	0.60	0.13	0.19		0.16
Characidae no identificado	6.63	0.81	3.18		2.00
Triportheidae (<i>Triportheus</i> spp.)	1.20	1.41	0.56	69.4	0.98
Characiforme no identificado	4.22	0.65	1.87		1.26
Siluriformes	6.02	0.87	1.87	54.8	1.37
Pimelodidae	0.60	0.12	0.19		3.2
<i>Pimelodus</i> cf. <i>blochii</i>	0.60	0.12	0.19		
Heptapteridae (<i>Pimelodella</i> sp.)	0.60	0.04	0.19		
Callichthyidae (<i>Hoplosternum littorale</i>)	0.60	0.02	0.19		25.8
Loricariidae	1.20	0.46	0.37		50.0
<i>Ancistrus</i> sp.	0.60	0.20	0.19		
<i>Pterygoplichthys</i> spp.	0.60	0.26	0.19		50.0
Siluriformes no identificado	3.01	0.24	0.94		
Synbranchiformes (Synbranchidae)				3.2	
Perciformes	4.82	0.42	1.50	29.0	0.96
Cichlidae	4.82	0.42	1.50	29.0	0.96
<i>Astronotus crassipinis</i>				17.7	
Cichlidae no identificado	4.82	0.42	1.50	16.1	0.96
Gymnotiformes	1.81	0.55	0.75	22.6	0.65
Gymnotidae (<i>Gymnotus</i> gr. <i>carapo</i>)	0.60	0.42	0.19		0.30
Sternopygidae (<i>Eigenmannia</i> sp.)	0.60	0.09	0.37		0.23
Gymnotiforme no identificado	0.60	0.04	0.19		0.11
Restos de peces	74.10	37.39	23.03		30.21
REPTILES				11.3	
Testudines				6.5	
Podonecmidae (<i>Podocnemis</i> sp.)				6.5	
Squamata - Serpentes				4.8	
AVES				1.6	
RESTOS VEGETALES	89.16	7.16	27.72	12.9	17.44
Poales - Poaceae (Poales)				4.8	
RESTOS DIGERIDOS	80.12	38.80	24.91		31.85

Cuenca del río Beni				
INVERTEBRADOS - Hemiptera (Belostomatidae)	18.18	0.20	4.35	2.28
PECES	90.91	49.58	47.83	48.7
Characiformes	27.27	22.16	10.87	16.52
Curimatidae	9.09	2.81	4.35	3.58
<i>Potamorhina altamazonica</i>	9.09	19.25	2.17	10.71
<i>Psectrogaster sp</i>	9.09	17.46	2.17	9.82
Erythrinidae (<i>Hoplias gr. malabaricus</i>)	9.09	1.79	2.17	1.98
Serrasalmididae (<i>Pygocentrus nattereri</i>)	9.09	0.10	2.17	1.13
Characidae (<i>Charax sp.</i>)	9.09	2.82	2.17	2.49
Siluriformes	36.36	1.9	13.04	7.47
Auchenipteridae	9.09	1.9	2.17	2.04
Callichthyidae (<i>Hoplosternum littorale</i>)	9.09	5.98	2.17	4.08
Siluriformes no identificado	36.36	18.59	8.7	13.64
Perciformes (Cichlidae)	18.18	0.06	4.35	2.20
Restos de peces	81.82	18.59	19.57	19.08
RESTOS VEGETALES	100.00	5.66	anc	anc
RESTOS DIGERIDOS	100.00	44.56	23.91	34.24

con cinco órdenes y 14 familias identificadas. El orden Characiformes fue el más importante en ambas cuencas de estudio, al igual que las familias Characidae y Curimatidae. Las especies de peces que fueron más importantes fueron: *Psectrogaster rutiloides*, *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae), *Triportheus sp.*, *Charax sp.* (Characidae), *Hoplias gr. malabaricus* (Erythrinidae) y *Gymnotus gr. carapo*

(Gymnotidae) (Cuadro 1).

Variación de la dieta según la talla

La composición de la dieta a nivel de ítems generales mostró un mismo patrón en todas las clases de tamaño, donde los restos vegetales y los peces tuvieron un valor elevado de %FO (Figura 9). A nivel de ítems específicos la dieta fue diferente entre las

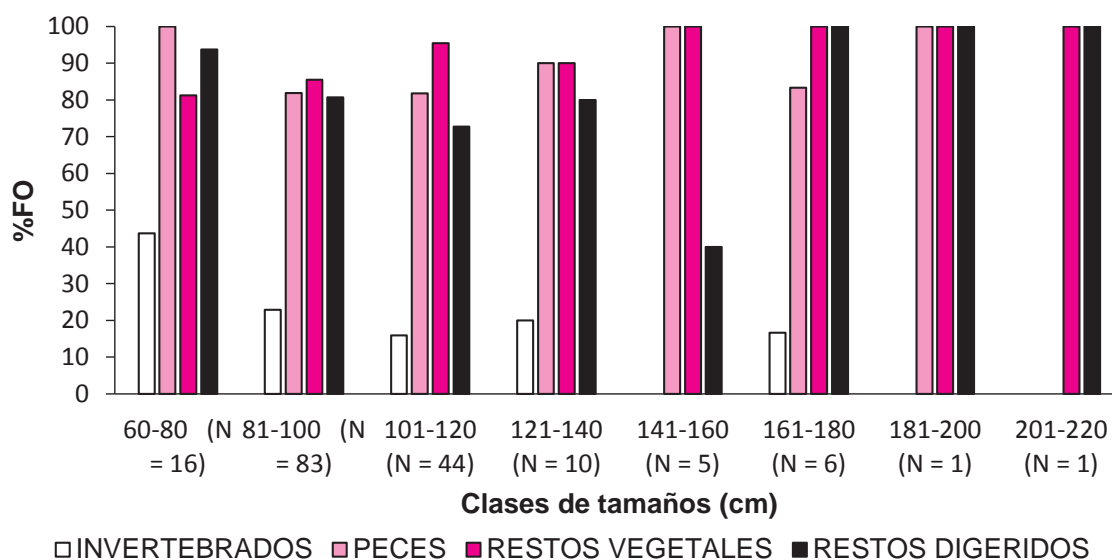


Figura 9. Índice de Frecuencia de Ocurrencia (FO%) de los ítems principales encontrados en las distintas clases de tamaño de paiche en la cuenca del río Madre de Dios, durante el periodo de aguas bajas de los años 2011-2013.

distintas clases de tamaño, excepto entre las clases de tamaño 81-100 y 101-120 cm, en las cuales se concentró el mayor número de ejemplares estudiados. En las tallas mayores (181-220 cm) la composición cambió abruptamente debido a la ausencia de algunos ítems alimenticios. Se observó que los invertebrados desaparecen en las tallas de 141-220 cm, con excepción de la clase 161-180 cm (Figura 9).

El análisis de agrupamiento mostró que exis-

te la mayor similitud en la composición de la dieta entre las clases de tamaño 81-100 y 101-120 cm (Figura 10). Las restantes clases de tamaño conformaron grupos diferenciados a una distancia media de agrupamiento. El coeficiente de Spearman reflejó la misma situación, mostrando que hay una fuerte correlación entre las clases de tamaño 81-100 y 101-120 ($\rho = 1$; $p < 0.01$). Las demás clases de tamaño presentaron elementos distintos en su dieta según la misma prueba (Cuadro 2).

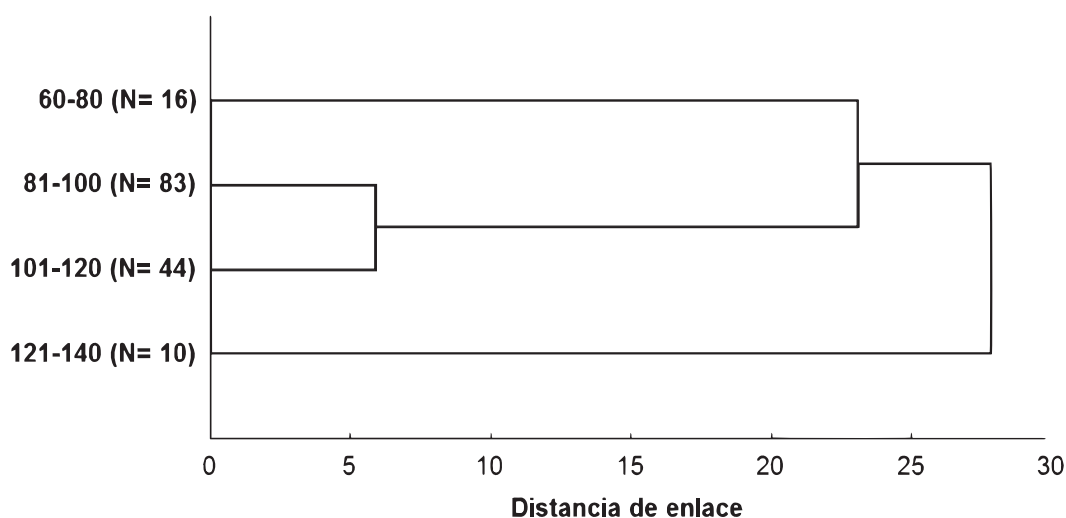


Figura 10. Árbol de similitud elaborado en base a la dieta específica de cada clase de tamaño de paiche, y considerando las distancias euclidianas y el método de agrupamiento de Ward. Se consideraron las clases de tamaño con al menos 10 ejemplares.

Cuadro 2. (Di) Similitud de la dieta entre clases de tamaño de paiche (≥ 10 individuos) según el coeficiente de correlación de Spearman (Rho) capturados en la cuenca del río Madre de Dios durante el periodo de aguas bajas de los años 2011-2013. t: valor de la prueba t-Student; p_v : p-valor, probabilidad de aceptar la hipótesis nula de no correlación; gl: Grados de libertad; *: significativo al 95% de confianza; **: significativo al 99% de confianza.

		81-100 (N = 83)	101-120 (N = 44)	121-140 (N = 10)
60-80 (N = 16)	Rho	0.45	-0.24	-0.39
	t	2.43	-1.92	-3.31
	p_v	0.02*	0.20	0.08
	Gl	27	28	19
81-100	Rho		1.00	0.11
	t		59.03	-0.45
	p_v		0.00**	0.56
	gl		24	26
101-120	Rho			0.01
	t			-0.77
	p_v			0.94
	gl			22

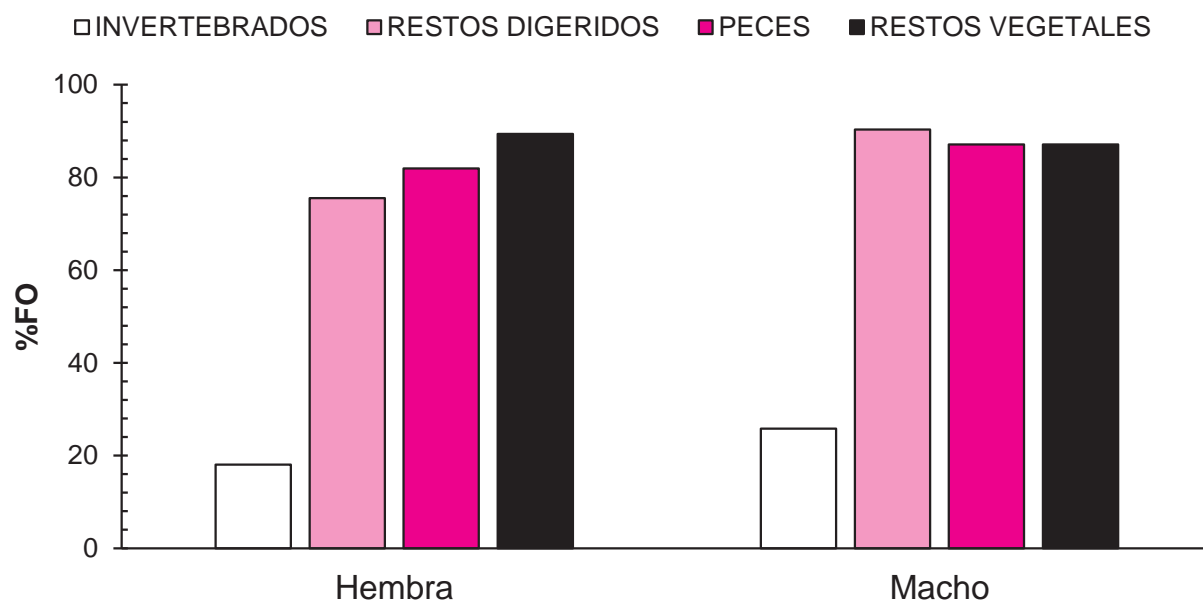


Figura 11. Frecuencia de Ocurrencia de los ítems principales encontrados en ambos sexos de paiche en la cuenca del río Madre de Dios.

Variación de la dieta entre sexos

En términos de %FO, a nivel de ítems generales, se observó que ambos sexos se alimentan de los mismos ítems en proporciones similares, donde el ítem invertebrados presentó valores bajos en relación a los demás (Figura 11). A nivel de ítems específicos, el coeficiente de Spearman reflejó que existe una correlación positiva entre sexos ($\rho = 0.58$; $p < 0.01$).

El valor del Índice intestinal (*I*) fue de 1.48 ± 0.13 . Este valor indica que el paiche corresponde al gremio trófico de los omnívoros. El NT o TROPH calculado fue de 3.8. De acuerdo a los parámetros que se presentan en Stergiou & Karpouzi (2002), ésta cifra corresponde a un pez carnívoro ($3.7 < \text{TROPH} < 4.5$), pero con un valor próximo al gremio de los omnívoros.

Las encuestas a pescadores experimentados de la comunidad de Trinidacito identificaron que la dieta del paiche se compone de siete órdenes de peces, dos de invertebrados, dos de reptiles y un orden de vegetales, siendo el ítem peces el de mayor Frecuencia de Ocurrencia (%FO = 90.3), seguido por los invertebrados (%FO = 40.3). Los órdenes de peces más frecuentes reconocidos en la dieta fueron los Characiformes y Siluriformes (%FO = 85.5 y 54.4, respectivamente). Triportheidae (%FO = 69.4), Loricariidae (SIL,

%FO = 50), Curimatidae (%FO = 38.7) y Erythrinidae (%FO = 38.7) fueron las familias de peces más frecuentes. Las especies más importantes reconocidas por los pescadores fueron *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae, %FO = 50) y *Triportheus* spp. (%FO = 69.4). En las entrevistas se registró que el paiche se alimenta de aves. Sin embargo, esta observación en la dieta se considera ocasional debido a que sólo se mencionó una vez (Cuadro 1).

DISCUSIÓN

Los valores de *IR* obtenidos para los ejemplares de ambas cuencas sugieren que los estómagos de paiche analizados deberían ser considerados como vacíos ($IR < 0.5$). Estos resultados podrían responder a la rápida digestión y evacuación del alimento que caracteriza a organismos carnívoros y omnívoros (Lagler *et al.* 1984; Rotta 2003), puesto que los ejemplares fueron capturados sin considerar sus horarios de alimentación, y el contenido estomacal ya habría sido completamente digerido. Alternativamente, los bajos valores de *IR* también podrían deberse al regurgitamiento de alimento que una buena parte de los ejemplares habrían sufrido por el estrés ocasionado durante su captura. Estos factores podrían explicar el estado de los estómagos observados, similar a lo encontrado por Hurtado (1998) en Perú, donde se determinó

una elevada cantidad de estómagos vacíos. La avanzada digestión observada en los contenidos estomacales de paiche es un factor que debe ser considerado en futuros estudios sobre sus hábitos alimenticios en ambientes naturales, de manera que se pueda realizar capturas durante las horas de mayor actividad alimenticia y se evite el regurgitamiento durante la captura.

Los resultados de este trabajo mostraron que los peces de mediano y pequeño porte forman parte de la dieta del paiche, principalmente aquellas especies de las familias Curimatidae y Characidae (Orden Characiformes). Estos resultados concuerdan con Bocanegra (2006), Alfaro *et al.* (1999) y Moura (2013), que afirman la importancia de estas familias en la dieta de esta especie. Sin embargo, estos autores también mencionan a la familia Loricariidae como una de las más importantes. Esta observación concuerda con los resultados de Hurtado (1998), quien menciona que el paiche tiene cierta preferencia hacia los peces "cascudos" (loricáridos), y es coincidente con los resultados obtenidos en las encuestas donde los pescadores indicaron que el carrancho (*Pterygoplichthys disjunctivus* y *P. littoratus*) es una de las principales especies de las cuales se alimenta el paiche. Sin embargo, en los resultados obtenidos en los análisis estomacales esta especie no presentó un valor muy elevado. Esta diferencia podría atribuirse a la variación temporal en la composición de las comunidades de peces que depende de las fluctuaciones hidrológicas, tan predominantes en la Región Amazónica (Bourel *et al.* 1999). En época de sequía los peces suelen concentrarse en las lagunas de várzea, por lo que el volumen de la oferta alimenticia para el paiche aumenta y se concentra en las lagunas. En este periodo el paiche podría alimentarse prioritariamente de peces pelágicos y no tanto así de loricáridos que tienen un hábito bentónico (López & Miquelarena 1991). Otro motivo de esta variación podría ser el cambio temporal de la composición específica y la abundancia de especies en los cuerpos de agua donde se realizaron los diferentes estudios.

Estudios realizados en Brasil, Venezuela, Perú y Colombia reconocen al paiche como una especie estrictamente carnívora, con una preferencia piscívora (Sánchez 1961; Rebaza 1999; Queiroz 2000; Campos 2001; Saavedra *et al.* 2005 & Moura 2013). Los resulta-

dos obtenidos en este trabajo indican que en la cuenca del río Madre de Dios (laguna El Mentiroso) la dieta del paiche presenta una elevada frecuencia de peces pero también de vegetales (%FO = 84.34 y 89.16, respectivamente). Éstos valores elevados de %FO indican que los vegetales no son ítems ocasionales (%FO < 10) y que el paiche es una especie omnívora, contrario a los resultados de otras investigaciones que muestran al paiche como una especie carnívora. Una reciente colecta de ejemplares de paiche realizada en los ríos Orthon y Manuripi en el departamento de Pando por un equipo del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos de la Universidad Autónoma del Beni (CIRA-UABJB) proporcionó información del contenido estomacal de 11 individuos capturados con tallas entre 65 y 149.5 cm. En los contenidos analizados, los peces fueron el ítem más frecuente en la dieta del paiche en relación a los otros (%FO = 80), en su mayoría carácidos y bagres (Lizarro *et al.* CIRA-UABJB). El segundo ítem más importante encontrado en estos individuos fueron los vegetales con grandes cantidades de semillas de asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) (%FO = 44), lo que confirma nuestras observaciones de que el paiche no solo se alimenta de peces en Bolivia, sino de partes o productos vegetales.

Sánchez (1961) y Hurtado (1998) describen al paiche como una especie carnívora con preferencia por los peces. Sin embargo, indican que restos vegetales fueron encontrados dentro del contenido estomacal de una gran cantidad de estómagos. Por su parte Lima & Batista (2012), mediante encuestas a pescadores en Brasil, determinaron que hojas, semillas y algunas macrófitas son elementos de la dieta del paiche. Así mismo, Watson *et al.* (2013) posicionaron al paiche como una especie omnívora, mediante un estudio de isótopos estables y por las características morfológicas del intestino (mayor al tamaño del cuerpo) y los dientes (ausencia de caniniformes típicos en depredadores). El índice intestinal obtenido en el presente estudio ($I_i = 1.48 \pm 0.13$) indica que el paiche es una especie omnívora, debido a que su intestino posee una longitud mayor a la de su cuerpo, confirmando la información presentada anteriormente. Sin embargo, algunos investigadores como Queiroz (2000) y Sánchez (1961) indican que no es correcto incluir los restos vegetales en la dieta debido

al tipo de alimentación que tiene el paiche. Estos autores argumentan que la especie ingiere partes vegetales, abundantes en los cuerpos de agua amazónicos, al succionar e ingerir sus presas (p.e. peces). Sin embargo, en base a los resultados de la presente investigación y de otros autores mencionados, resulta desacertado afirmar que el paiche es una especie estrictamente carnívora (piscívora) y que no aprovecha los recursos vegetales abundantes en los cuerpos de agua que habita. El NT calculado (3.8) muestra un resultado en la misma dirección, sugiriendo que la especie se encuentra al límite entre los gremios carnívoro y omnívoro.

Algunos estudios realizados mostraron que además de los peces también los reptiles forman parte de la dieta del paiche (Queiroz 2000; Moura 2013). Durante la colecta de datos algunos pescadores locales mencionaron que el paiche se alimenta de todo lo que está a su alcance, habiendo encontrado al realizar sus faenas generalmente peces y frutos, pero también tortugas, serpientes y hasta aves en los estómagos de paiche. Sin embargo, estos taxones no fueron encontrados en los contenidos estomacales de este estudio. Esto podría deberse a que el muestreo fue realizado en una sola época del año en un tiempo específico, con un sesgo en la información real que podría ser reflejada con un muestreo mayor a lo largo del año y con mayor número de ejemplares.

Los peces de la familia Curimatidae son importantes en la dieta del paiche, presentando significativos valores de %FO. Este resultado podría deberse a la abundancia elevada que posee esta familia, en especial *P. altamazonica*, en las lagunas de la zona de estudio. Yunoki *et al.* (en prep.) encontraron, a través de una pesca exhaustiva en dos lagunas del río Madre de Dios (Pando) (13 redes agalleras de 25 * 2.5 m de largo y alto con rombos 10-110 mm entre nudos, durante enero, marzo, abril y junio, y recolectando de 5:30 - 7:30 y 17:30 - 19:30 hrs), que *P. altamazonica* es la especie con mayor frecuencia de ocurrencia (%FO = 55) en las capturas. Otras especies encontradas en ésta recolecta que presentaron valores importantes de %FO fueron *Pterygoplichthys disjunctivus* (%FO = 50), *Plagioscion squamosissimus* (%FO = 35), *Triportheus* sp. (%FO = 30), *Roeboeides affinis* (%FO = 30), y *Rhaphiodon vulpinus* (%FO = 30). Es-

tas especies también fueron encontradas en la dieta del paiche con valores importantes de %FO (Cuadro 1), lo que sugiere que no existe una preferencia específica por las presas encontradas, sino una respuesta oportunista a la abundancia (disponibilidad) de ellas en los cuerpos de agua.

RECOMENDACIONES

Se ha visto que el paiche es una especie omnívora que se alimenta en toda la columna de agua y posee una dieta bastante diversa. Los ítems más frecuentes en su dieta fueron los peces, invertebrados y vegetales, alimentándose principalmente de aquellas especies que son abundantes en los cuerpos de agua donde habita. Este resultado indica que el paiche se está alimentando de presas que son accesibles para él, más que de presas que prefiere buscar para su alimentación. Por lo tanto, ejerce una presión de depredación mayor sobre algunas especies de peces pero no sobre todas las existentes en las lagunas. Su efecto sobre las comunidades de peces puede que no sea tan drástico como se piensa, pero no quiere decir que la presión sobre las poblaciones de otros peces es despreciable. Para ampliar el conocimiento sobre la dieta del paiche y los efectos que puede estar causando a otras especies de peces en Bolivia, se sugiere: 1) estudiar a la especie en otros periodos hidrológicos (p.e. aguas altas); 2) ampliar la extensión geográfica hacia otras cuencas (p.e. Orthon, Yata), 3) considerar mayor número de ejemplares en las tallas menores (0.5 m <) y mayores (> 2 m).

AGRADECIMIENTOS

A la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO) y al TIOC TIM II que permitieron el ingreso y la realización del presente trabajo. A los pescadores de las diferentes comunidades visitadas por su colaboración durante la colecta de datos y muestras. A Edgar Goitia de la ULRA-UMSS por su colaboración para la identificación de invertebrados en los contenidos. A Joachim Carolsfeld por la revisión de una primera versión del capítulo. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre - IDRC),

Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD), en el marco de CIFSRF (Fondo Canadiense para la Investigación Internacional sobre la Seguridad Alimentaria), mediante los proyectos 'Seguridad Alimentaria, Pesca y Acuicultura en la Amazonía Boliviana' y 'Pescado Amazónico para la Alimentación: Mejorando las Vías para la Reducción de la Pobreza y Seguridad Alimentaria para Mujeres y Familias Indígenas en Bolivia'.

REFERENCIAS

- Alfaro M, Alcántara F, Valdivieso M (1999) Manual de piscicultura de paiche *Arapaima gigas*. Edit. Manatí Gráfico. S.A. Caracas, Venezuela.
- Becerra M (2006) Identificación de peces presas de la Londra (*Pteronura brasiliensis*). FAUNAGUA. Bolivia. 32 p.
- Bocanegra F, Wust W, Martin S, Alfaro M, Torres D (2006) Paiche: el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Lima, Perú. 70 p.
- Bourrel L, Moreau S, Philips L (1999) Dinámica de las inundaciones en la cuenca amazónica boliviana. Revista Boliviana de Ecología, 6: 5-17.
- Brown S, Bizzarro J, Cailliet G, Ebert D (2012) Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). Environmental Biology of Fishes, 95: 3-20.
- Campos L (2001) Historia biológica del paiche o pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Biodiversidad.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Castello L (2001) Stock assessment and management of the *Arapaima* in the North Rupununi, Guyana. Iwokrama International Centre for Rain Forest Conservation and Development. Georgetown, Guyana. 29 p.
- Clavero M, García-Berthou E (2005) Invasive species are a leading cause of animal extinctions. Trends in Ecology and Evolution, 20 (3): 110.
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. pp. 15-27. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Fontenele O, Vasconcelos EA (1982) O pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), nos açudes do Nordeste: Resultados de sua aclimação e prováveis causas de depleção de seus estoques. Fortaleza, Brasil. Bol. Téc. DNOCS, 40 (1): 43-66.
- Franco H (2005) Contribución al conocimiento de la reproducción del Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817) (Pisces: Arapaimidae) en cautiverio. Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Biorecursos. Universidad de la Amazonía. Florencia, Caquetá, Colombia. 53 p.
- Géry J (1977) Characoids of the World. Neptune City, N.J.: T.F.H. Publications, Inc. Ltd. USA. 672 p.
- Hurtado J (1998) Aspectos biológico-pesqueros del *Arapaima gigas* (Cuvier 1817) (Pisces: Arapaimidae) en el sistema de várzea (Lagos Tarapoto, el Correo y las zonas aledañas) en el Municipio de Puerto Nariño–Amazonas. Tesis de Licenciatura en Biología (Énfasis marino). Universidad del Valle, Colombia. 75 p.
- Hyslop E (1980) Stomach contents analysis: a review of methods and their applications. Journal of Fish Biology, 17: 411-429.
- Jaramillo A (2009). Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados. Tesis presentada para optar al título de Doctor. Universidad politécnica de Valencia. 478 p.
- Junk W, Soares M (2001) Freshwater fish habitats in Amazonia: state of knowledge, management, and protection. Aquatic Ecosystem Health & Management, 4 (4): 437-451.
- Koen M (1999) Estudio comparado de la

- alimentación entre algunos predadores de alto nivel trófico de la comunidad marina del norte y centro de Patagonia. Tesis presentada para optar por el título de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Buenos Aires. Buenos Aires Argentina. 182 p.
- Lagler K, Bardach J, Miller R, Passino M (1984) Ictiología. México DF.
- Lauzane L, Loubens G (1985) Peces del río Mamoré. Collection Travaux et Documents # 192. Paris.
- Lima L, Batista V (2012) Estudios etnoictiologicos sobre o pirarucu *Arapaima gigas* na Amazônia Central. Acta Amazonica, 42 (3): 337-344.
- López H, Miquelarena A (1991) Los Hypostominae (Pisces: Loricariidae) de Argentina. pp. 3-5 En: De Castellanos A, Zulma J (Eds.). Fauna de agua dulce de la República Argentina. Programa de Fauna de Agua Dulce Museo de La Plata (PROFADU), La Plata, Argentina.
- Merritt R, Cummins K (1978) An introduction to the Aquatic Insects of North America. 3ra edition. Kendall & Hunt Publishing. USA.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. BioInvasions Records, 1 (2): 129-138.
- Moura C (2013) Alimentación natural del paiche (*Arapaima gigas*) y distribución de la especie en la cuenca de Madre de Dios. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Amazónica de Pando, Pando-Bolivia.
- Nikolsky C (1963) The ecology of fishes. Academic Press. London-New York.
- Pimentel D, Zuniga R, Morrison D (2005) Update on the environmental and socioeconomic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics, 52 (3): 273-288.
- Pinkas L, Oliphant MS, Iverson LR (1971) Food Habits of Albacore, Bluefin tuna, and bonito in California waters. Fishery Bulletin, 152: 1-105.
- Queiroz H (2000) Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the amazonian varzea: red giants in muddy waters. PhD Thesis, Fife-Scotland.
- Rebaza M, Alcántara F, Valdivieso M (1999) Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas*). Manatí Grafico S.A. Caracas, Venezuela. 35 p.
- Rotta MA (2003) Aspectos gerais da fisiología e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados á piscicultura. Embrapa Pantanal Documentos, 53:1-48.
- Saavedra EA, Quintero LG, López N, Edivaldo L (2005) Nutrición y alimentación del pirarucú. pp. 41-58. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). Biología y cultivo del pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae): bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Sánchez J (1961) El paiche: aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. Pesca y Caza nº10. Servicio de Pesquería, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. 48 p.
- Seoáñez M (2000) Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos. Mundi-prensa libros. Madrid, España. 605 p.
- Stergiou K, Karpouzi K (2002) Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 11: 217-254.
- Tresierra A, Culquichicón Z (1993) Biología Pesquera. Libertad, Trujillo, Perú. 171 p.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rúa A, Córdova L, Becerra P (2011). Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 247-291. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Valdés V (2009) Impactos positivos y negativos de la introducción de animales exóticos en Panamá. Tecnología en Marcha, 22 (2): 91-97.
- Watson C, Stewart D, Teece M (2013) Trophic ecology of *Arapaima* in Guyana: giant omnivores in Neotropical floodplains. Neotropical Ichthyology, 11 (2): 341-349.

Abundancia del paiche (*Arapaima gigas*) en cuatro territorios indígenas del norte de Bolivia

Sergio Villafán^{1,4}, Selva V. Montellano^{1,4}, Paul A. Van Damme^{1,4},
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,4}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Municipio de Sacaba, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios y Servicios Ecológicos para el Desarrollo Integral y Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller 211, Zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

El paiche o paichi (*Arapaima gigas*) es el pez con escamas más grande de América del sur. De manera natural está presente en las Guyanas y en las tierras bajas de la Cuenca Amazónica de Brasil, Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela (Bard & Imbiriba 1986; Imbiriba 2001; Marques 2003). Su introducción a Bolivia se produjo hace aproximadamente 50 años a través del río Madre de Dios, desde proximidades de la comunidad peruana de Puerto Maldonado (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Miranda-Chumacero *et al.* 2012). Actualmente, su distribución en Bolivia abarca las partes bajas de las cuencas de los ríos Madre de Dios, Beni, Orthon, Yata, Madera y Abuná, en los departamentos de Pando, La Paz y Beni, desde la frontera con Perú hasta la frontera con Brasil (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Los factores que aparentemente limitan una mayor distribución del paiche en Bolivia, alcanzando aproximadamente 24% de las tierras bajas de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), son principalmente las cachuelas o rápidos (formaciones rocosas que forman cascadas de diferentes tamaños), y las bajas temperaturas del ambiente con isotermas menores a 12.5 °C (Van Damme *et al.* 2015).

Por los cambios socio-económicos que ha producido el paiche se lo considera como una especie invasora (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Posee características biológicas que le permiten habitar y multiplicarse en aguas lénticas (sin movimiento). Entre las características biológicas más importantes se puede mencionar su estrategia reproductiva K (Winemiller&Taphorn 1989); su sedentarismo y migraciones laterales más que longitudinales en época de aguas altas (Castello 2008); sus hábitos alimenticios omnívoros y oportunistas que cambian con la edad (Queiroz 2000; Villafán 2014); y sus patrones eficientes de ocupación de áreas relacionadas a reproducción y alimentación (Crossa 2001).

En el norte del departamento del Beni se encuentran ubicados cuatro TIOCs (Territorios Indígenas Originarios Campesinos): Cháco-bo-Pacahuara, Tacana-Cavineño, Cavineño y Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II). Los indígenas de estos territorios aprovechan los recursos naturales, extrayendo productos del bosque o de los cuerpos de agua para

el sustento de sus familias. Así, se ha visto que la pesca es una de las actividades más importantes proveyendo proteína de alta calidad e ingresos para las familias que se dedican al aprovechamiento comercial (Fundación TIERRA 2011).

En Brasil y Perú, las poblaciones naturales de esta especie han sido llevadas casi a la extinción por la sobrepesca. Como medida para la recuperación de los stocks se han realizado varias regulaciones pero también se han desarrollado propuestas de aprovechamiento sostenible basados en modelos de manejo (Del Aguila 2002; Castello *et al.* 2013). Este aprovechamiento, por ejemplo, debe considerar la abundancia que tiene la especie en el medio donde se realiza la pesca. Para ello, fue desarrollado un método de conteo, demostrado eficientemente, basado en la necesidad del paiche de respirar aire atmosférico durante periodos regulares de tiempo (Queiroz 2000; Viana *et al.* 2001; Castello 2004). El método consiste en la visualización y contabilización de ejemplares en un área y tiempo definido (Castello 2004). Su aplicación es relativamente simple, y ha mostrado ser eficaz en la estimación del tamaño poblacional en lagunas del Perú y Brasil (Bendezú 2003). Los pescadores experimentados pueden diferenciar los sonidos y/o movimientos del paiche de otras especies (peces o mamíferos), y también pueden hacer estimaciones del tamaño de los ejemplares (Viana *et al.* 2001; Vela *et al.* 2003; Castello 2004).

En vista que el paiche se ha convertido en un recurso pesquero abundante y con potencial comercial, y por tanto en una alternativa productiva para varias comunidades del norte de Bolivia, diferentes organizaciones indígenas han demandado realizar estudios sobre la abundancia de la especie y proyectar un posible aprovechamiento comercial. Basados en esta demanda local, y el manejo en su medio natural descrito líneas arriba, el presente estudio tuvo por objeto determinar cuál es la abundancia del paiche en cuatro territorios indígenas del norte del Beni, donde aparentemente existen poblaciones que se pueden explotar a nivel comercial. De esta manera, mediante el estudio de rasgos biológicos y ecológicos de la especie se espera generar información relevante para contribuir a la toma de decisiones sobre sus pesquerías, y planificar un aprovechamiento óptimo que

sea ambiental y socialmente sostenible, con la perspectiva de mejorar la calidad de vida de los pescadores indígenas.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio comprende cuatro TIOCs: Tacana-Cavineño, TIM II, Cavineño y Cháco-Pacahuara, ubicados al norte del departa-

mento de Beni (Figura 1). El trabajo de campo se realizó en época seca entre los meses de octubre y noviembre de 2015. Las comunidades fueron elegidas mediante un consenso en una reunión de capitanías, el presidente de la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO), y el equipo técnico de Faunagua, dando prioridad a aquellas comunidades que según el conocimiento local se proyectaban con potencial para el aprovechamiento de paiche.

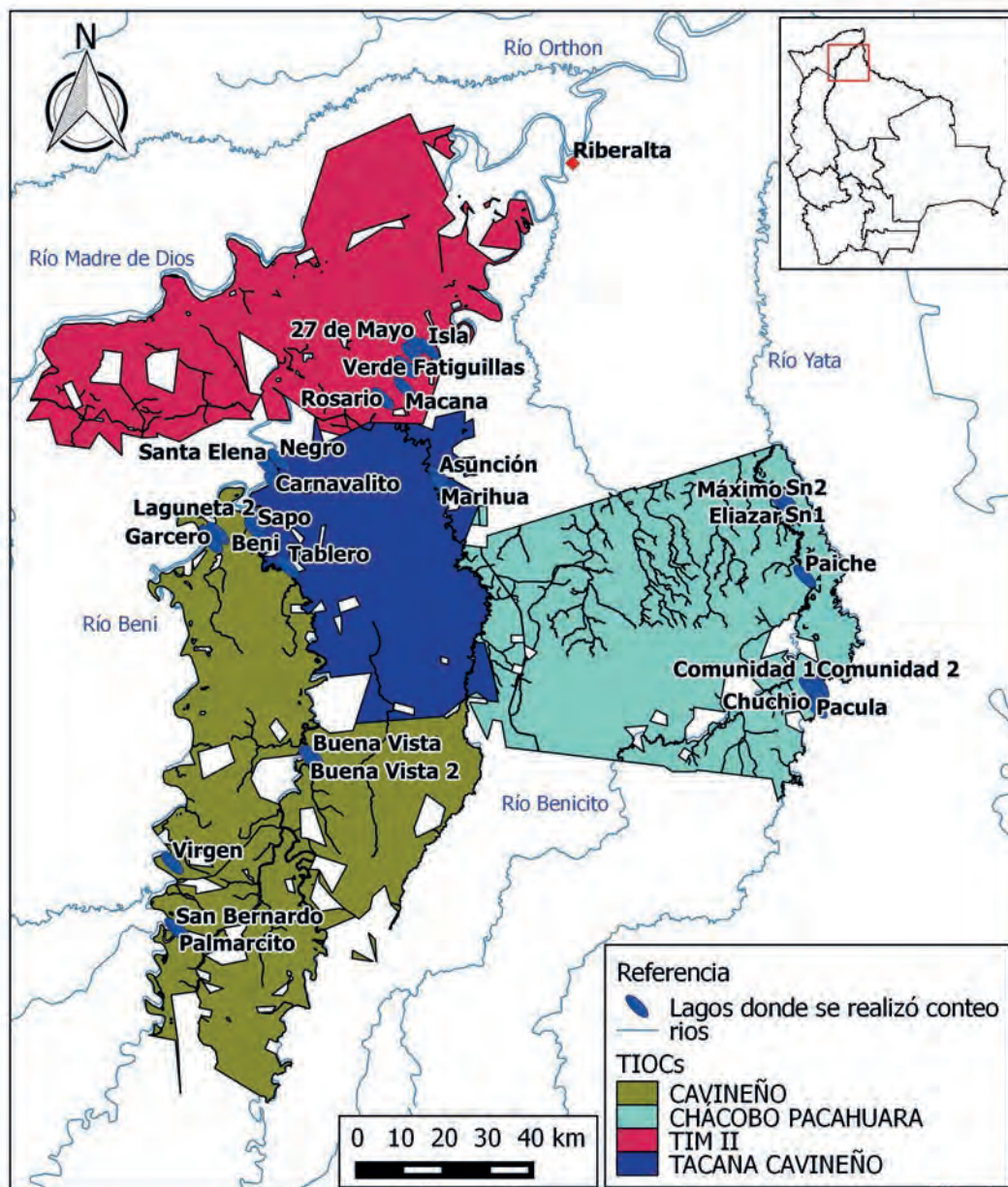


Figura 1. Representación de la zona de estudio en los cuatro TIOCs al norte del Beni y las comunidades visitadas para realizar el conteo de paiche durante octubre y noviembre (periodo de aguas bajas) de 2015.

Se visitaron 17 comunidades indígenas donde se socializó previamente el trabajo de investigación que se tenía planeado realizar. En cada comunidad se identificaron los cuerpos de agua óptimos para realizar el conteo con base en las experiencias y conocimiento de los pescadores locales. En el Cuadro 1 se presentan las comunidades de los cuatro TIOCs que fueron visitados durante el trabajo de campo, y donde, de manera global, se evaluaron 34 lagunas y cinco ríos.

Colecta de datos

Para determinar la abundancia en lagunas, se realizaron conteos de paiche siguiendo el método de cuadrantes propuesto por Castello (2004). En los ríos el conteo se realizó en transectos del mismo tamaño. El paiche puede ser visualizado fuera del agua cuando sale a respirar, a diferencia de la mayoría de las especies de peces. Este comportamiento está relacionado a su necesidad fisiológica de obtener oxígeno atmosférico más que oxígeno disuelto en el agua.

Para el conteo en lagunas se delimitaron cuadrantes imaginarios de 50 x 50 m aproximadamente, donde se contabilizaron los paiches (juveniles < 1.2 m, y adultos >1.2 m) que salían a respirar por el lapso de 15 minutos (Figura 2). En lagunas donde no hubo acceso por agua y no se disponía de una canoa, el conteo se realizó desde la orilla, recorriendo el mayor perímetro posible (Figura 3). Cada cuadrante donde se realizó el conteo fue georreferenciado con un GPS (grados decimales).

El primer TIOC en ser evaluado fue el Chácobo-Pacahuara, donde se trabajó con las comunidades de Firmeza y Siete Almendros en el río Benicito, y Las Petas en el río Yata. El conteo de paiche se realizó en 11 lagunas: una en Siete Almendros, cuatro en Firmeza y seis en Las Petas. Las lagunas Eliazar, Sin Nombre 1 (Firmeza) y Chuchio (Las Petas) no registraron ejemplares durante el conteo. En el TIOC Cavineño se visitaron siete comunidades: Candelaria, Baketi, Carmen Alto, Lago Buena Vista, Buen Destino y Santa Rosa de Florida, realizando el conteo en cinco lagunas, y en los ríos Biata y Santa María. En el

Cuadro 1. Comunidades indígenas visitadas durante el conteo de paiche en cuatro territorios indígenas del norte del Beni entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Comunidad
Cavineño	Candelaria
	Carmen Alto (Río Beni)
	Lago Buena Vista
	Baketi
	Santa Rosa de Florida
	Buen Destino
Chácobo-Pacahuara	Siete Almendros
	Firmeza
	Las Petas
Tacana-Cavineño	Alta Gracia
	Santa Elena
	Tablero
	Triunfo
	Carmen alto (Río Geneshuaya)
TIM II	27 de Mayo
	Lago El Carmen
	Flor de Octubre
	Santuario



Figura 2. Pescador indígena realizando el conteo de paiche en la laguna Rosario del TIOC Tacana-Cavineño en octubre 2015.



Figura 3. Pescador indígena realizando el conteo de paiche desde la orilla de una laguna del TIOC Chácobo-Pacahuara en octubre 2015.

TIOC Tacana-Cavineño se visitaron las comunidades de Alta Gracia, Carmen Alto, Santa Elena, Tablero y Triunfo realizando el conteo en 12 lagunas de los ríos Geneshuaya y Biata. En el TIOC TIM II se visitaron las comunidades de Santuario, Flor de Octubre, 27 de Mayo y Lago El Carmen, realizando el conteo en seis lagunas, de las cuales dos no presentaron ningún ejemplar de paiche (Islas y Fatiguillas).

Para el conteo en ríos se usó una metodología similar a la que se utiliza para el censo de bufeos (delfines de río). Se recorrieron tramos de río (transectos) durante 20 minutos en un bote que se movía a una velocidad promedio de 5 km/h. Dos pescadores realizaron el conteo desde la popa y proa (Figura 4). Se registró el tamaño y peso de cada ejemplar observado. El alcance máximo para incluir un avistamiento de paiche en el conteo fue de 100 m, este límite fue definido en base

a la distancia máxima a la que los pescadores pueden distinguir la especie y estimar su tamaño. Se anotó la posición geográfica del punto de inicio y final de cada transecto, para identificar posteriormente su ubicación geográfica.

El conteo también fue realizado en remansos de los ríos. Un remanso es un sector del río donde se produce un ensanchamiento e incremento de la profundidad debido al efecto de contracorriente del agua que genera remolinos. Estos sitios son más evidentes en aguas altas, pero en época de aguas bajas poseen aguas tranquilas de poca velocidad, lo que parece favorable para la permanencia de paiches que habitan y se mueven en los ríos.

En cada remanso se realizó una delimitación espacial de la zona de conteo con base en un área óptima de visualización; intentando cubrir toda la superficie del remanso pero evi-



Figura 4. Pescador indígena realizando el conteo de paiche en el río Santa María del TIOC Cavineño en octubre 2015.

tando forzar a los pescadores a contabilizar ejemplares distantes. Luego se procedió al conteo durante 15 minutos y a la colecta de variables ambientales, y al posicionamiento geográfico (Figura 5). Con el fin de identificar cada remanso y el área evaluada en imágenes satelitales, se realizaron dibujos del remanso y se anotaron las distancias a los puntos que delimitaron el área de conteo de cada pescador.

La evaluación de la abundancia de paiche en los ríos Benicito y Yata, que son los más importantes en el TIOC Chácobo-Pacahuara, se realizó en 21 transectos y 20 remansos. El conteo en los ríos Biata y Santa María, en el TIOC Cavineño, consistió en la evaluación de 10 remansos y siete transectos. En ambos ríos no se pudo realizar la evaluación de más transectos debido a que varios tramos eran intransitables por la presencia de árboles caídos y/o abundante vegetación acuática

(Figuras 6 y 7). El conteo en el TIOC Tacana-Cavineño en los ríos Geneshuaya y Biata totalizó la evaluación de 19 remansos y 18 transectos. En el TIOC TIM II se realizaron tres transectos en una zona transitable del río San Luis, cerca de la comunidad Flor de Octubre.

Para el conteo se trabajó con dos pescadores indígenas experimentados en la captura de paiche, éstos fueron previamente capacitados en la metodología, siendo capaces de reconocer a la especie y estimar su tamaño (longitud) de manera visual y/o auditiva.

Análisis de datos

Para calcular la densidad de paiche se dividió el número total de peces observados entre el área total (ha) evaluada durante el conteo. Posteriormente, se realizó una correlación



Figura 5. Conteo de paiche en un remanso del río Yata (TIOC Chácobo-Pacahuara) en octubre 2015.



Figura 6. Río Santa María en las proximidades de la comunidad de Baketi (TIOC Cavineño) en octubre 2015. Se puede observar la presencia de un árbol caído que bloquea la transitabilidad por agua.



Figura 7. Río Biata en proximidades de la comunidad de Baketi en octubre 2015. Se observa la densa vegetación flotante que cubre algunos tramos del río y dificulta la navegación.

entre la densidad de ejemplares, tanto adultos como juveniles, y el área de las lagunas para identificar si existe alguna relación entre estos valores.

Para la obtención de la abundancia de paiche en las lagunas visitadas, se realizó una extrapolación de la densidad encontrada en los cuadrantes al área total de las lagunas siguiendo la forma:

$$AB_{laguna} = \frac{\text{Área de la laguna} \times \text{densidad}}{\text{Área de cuadrantes}}$$

Dónde: AB_{laguna} es la abundancia de paiche por laguna; y densidad: es el número de paiches contados en el área de todos los cuadrantes realizados.

La abundancia para los ríos dentro de cada TIOC fue calculada extrapolando la cantidad de paiches contabilizados en transectos de río evaluados, a la longitud del río que está dentro de cada TIOC. El tamaño del río y del transecto fue expresado en kilómetros y la fórmula empleada fue:

$$AB_{rio} = \frac{\text{Tamaño del río (km)} \times \text{densidad}}{\text{Tamaño del transecto (km)}}$$

Dónde: AB_{rio} es la abundancia de paiche por río; y densidad es el número de paiches contados en el total de transectos.

Para el cálculo de la abundancia de paiche en lagunas y ríos de los TIOCs, se determinó el área de los cuerpos de agua estudiados usando imágenes satelitales LANSAT en el programa Quantum Gis y el programa Google Earth. El área de los cuerpos de agua fue calculada en hectáreas (ha) y la longitud de los ríos y transectos en kilómetros (km).

La abundancia promedio en remansos de un río dentro cada TIOC fue calculada con base en conteos realizados en los mismos (muestra), el número de remansos en un tramo de 30 km de río, y la longitud total de un río dentro del TIOC. El valor promedio del número de paiches por remanso fue extrapolado al tramo de 30 km, donde se cuantificó el número de remansos utilizando Google Earth, y el valor resultante del tramo a la longitud total del río

dentro del TIOC. El número de remansos en un tramo de 30 km de río fue variable, porque depende de la sinuosidad (geomorfología) que presenta cada río dentro de los TIOCs.

El cálculo del potencial pesquero de los diferentes cuerpos de agua visitados fue realizado a partir del número de adultos y juveniles contabilizados. La diferencia entre estos dos estados de madurez fue definido a partir del tamaño de primera madurez sexual, la cual está alrededor de 120 cm de longitud total (Godinho *et al.* 2005). Una vez identificada la cantidad de adultos y juveniles de cada laguna y río, se obtuvo la cifra correspondiente al 30% de la población adulta como porción que puede ser aprovechada de manera sostenible siguiendo el modelo de aprovechamiento propuesto en Brasil (Campos-Silva & Peres 2016). La extracción anual de cupos mantiene estable las poblaciones que se aprovechan en un cuerpo de agua en términos de sostenibilidad (Castello *et al.* 2013).

La cantidad de carne pura (filete) potencialmente aprovechable a partir de la abundancia de individuos identificada, fue calculada a partir del rendimiento de carne pura *vs.* descartes en 38 ejemplares de paiche del río Manuripi. La ecuación que describe la relación es la siguiente: Cantidad de filete (kg) = $0,000006 * LT^{2.9987}$. Esto indica que de un ejemplar de 120 cm de longitud total (LT) se puede obtener, en promedio, 10.3 kg de filete, y de un ejemplar de 250 cm de LT, 93 kg (datos no publicados). Con esta información, se realizó el cálculo del volumen de carne de los ejemplares observados durante el conteo y se hizo una extrapolación a la abundancia calculada por laguna, río y remanso, para así obtener la cantidad total de filete que se puede extraer de manera sostenible por hábitat y por comunidad.

RESULTADOS

Densidad de paiche

Se encontró la mayor densidad de paiche en las lagunas visitadas del TIOC Chácobo-Pacahuara (22.58 ± 20.27 ind/ha), seguido del Tacana-Cavineño y el Cavineño. El TIM II fue el que presentó la menor densidad de paiche. Se evidenció que la densidad en tramos de río es distinta en todos los TIOCs, con una mayor

concentración de ejemplares en los remansos y una menor en el cauce principal del río. En el cauce de los ríos se encontró una densidad de 0.59 ± 0.82 ind/ha en el TIOC Cavineño, 0.18 ± 0.25 ind/ha en el Chácobo-Pacahuara y 0.07 ± 0.09 ind/ha en el Tacana-Cavineño. En cambio, en los remansos se encontró una mayor densidad, con 17.9 ± 20 ind/ha en el TIOC Cavineño, seguido del TIOC Chácobo-Pacahuara con 5.7 ± 5.15 ind/ha (Figura 8).

Existe una variabilidad importante a nivel de la densidad. En el TIOC Chácobo-Pacahuara se hallaron algunas lagunas y ríos con pocos ejemplares, y otros con números elevados (Figura 8).

Densidad en lagunas

En el TIOC Chácobo-Pacahuara se encontró una mayor densidad en lagunas de la comunidad Las Petas, con un promedio de 34.6 ± 21.32 ind/ha, siendo la laguna Comunidad 2

la que presentó la mayor densidad (60 ind/ha). La laguna Buena Vista 2 (comunidad Lago Buena Vista), en el TIOC Cavineño, fue la que tuvo la mayor densidad de paiche con 30 ind/ha, seguida por la laguna Virgen en la comunidad de Carmen alto, con una densidad de 8 ind/ha.

En el TIOC Tacana-Cavineño la laguna Beni, en la comunidad Triunfo, fue la que presentó la mayor densidad con 40 ind/ha. En el TIOC Cavineño las lagunas Garcero y Garzalito, en la comunidad de Santa Rosa de Florida, fueron las que presentaron una mayor densidad con 18.3 y 18 ind/ha, respectivamente. En el TIOC TIM II las lagunas Rosario y Macana, en la comunidad de Santuario, fueron las que presentaron la mayor densidad de paiche con 17.5 y 12 ind/ha, respectivamente. Las lagunas 27 de Mayo y Verde en la Comunidad 27 de Mayo, presentaron densidades bajas (2 ind/ha) (Figura 9).

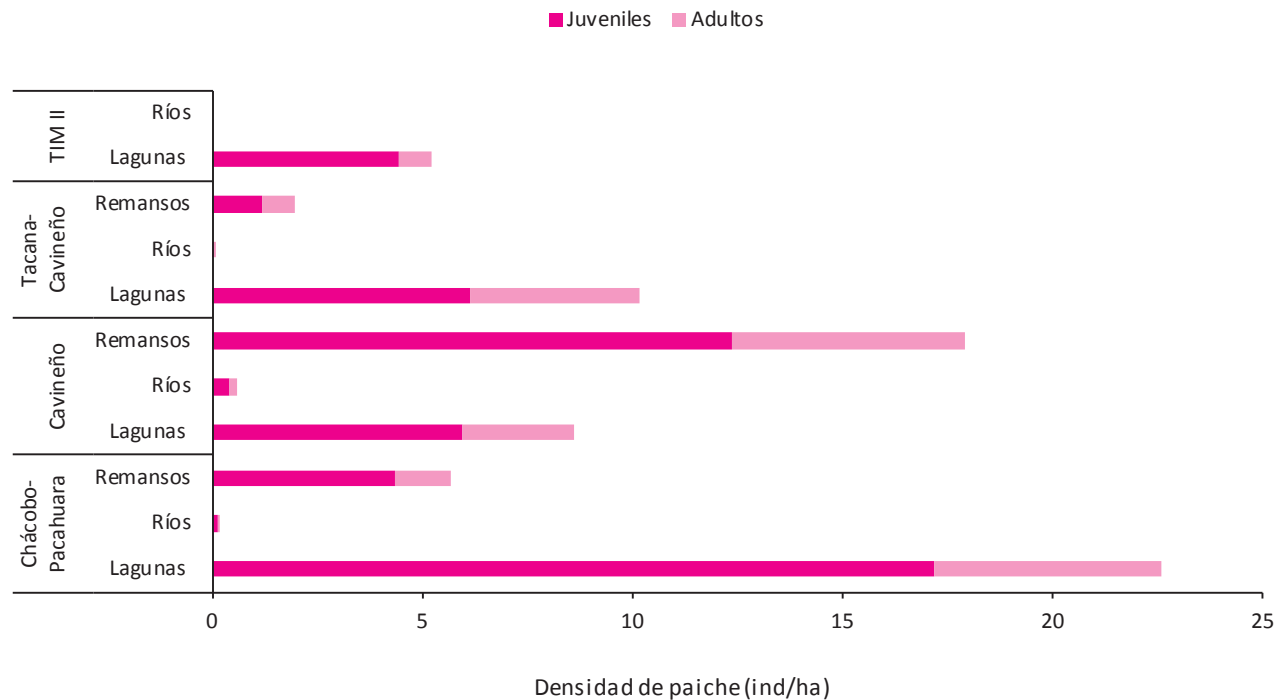


Figura 8. Densidad promedio de paiche (individuos/hectárea) en lagunas, cauce del río y remansos en cuatro TIOCs del norte de Bolivia visitados entre octubre y noviembre de 2015. El cálculo del promedio de la densidad fue realizado en base a muestras de cuadrantes y transectos realizados en cuatro lagunas y un río en el TIOC TIM II; 11 lagunas y dos ríos en el Tacana-Cavineño, cinco lagunas y dos ríos en el Cavineño, y ocho lagunas y dos ríos en el territorio Chácobo-Pacahuara.

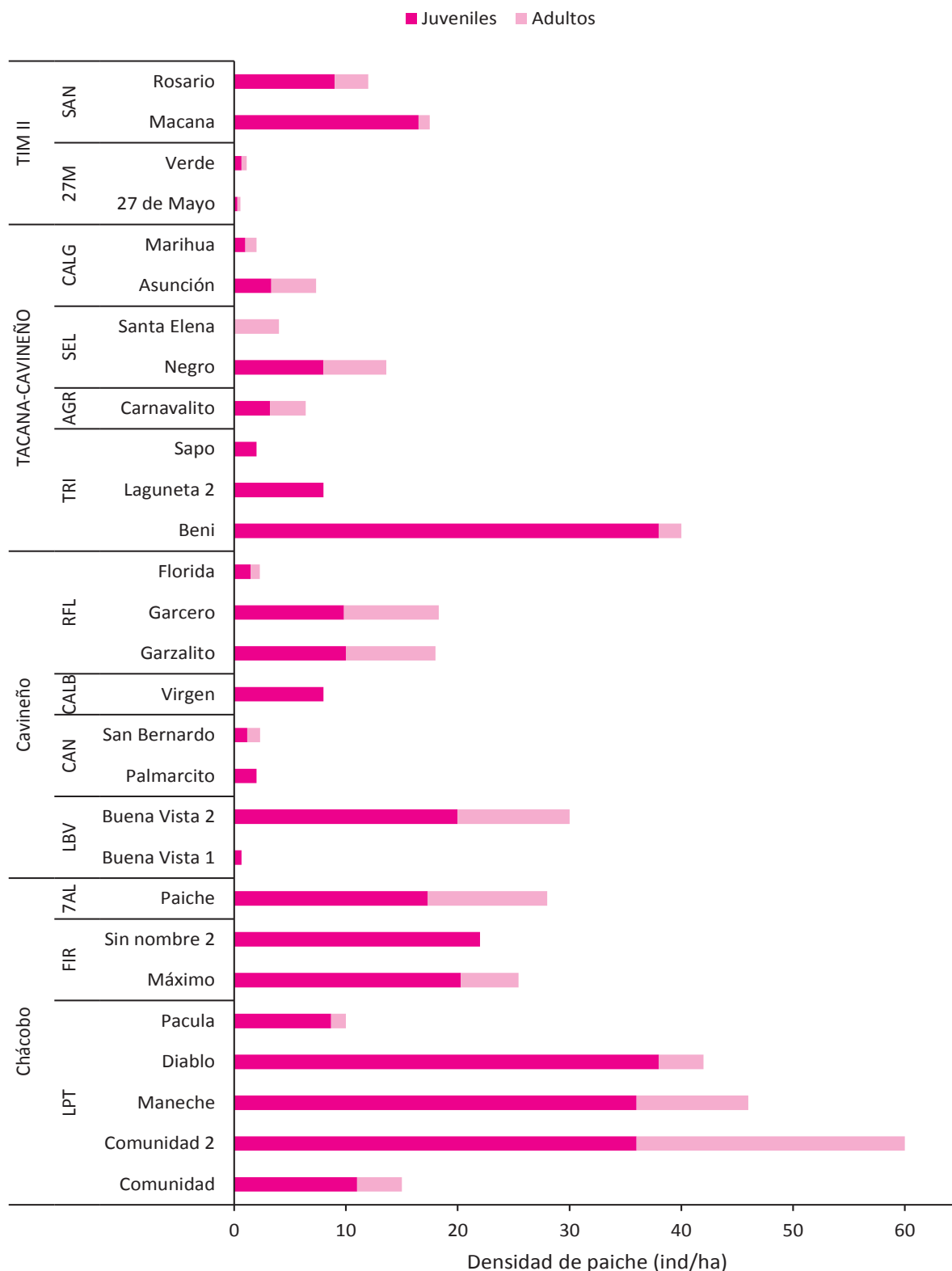


Figura 9. Densidad estimada de paiche en lagunas de cuatro TIOCs del norte del Bolivia en octubre-noviembre 2015 en base a 231 cuadrantes de conteo (para más detalle ver Cuadro 2). LPT: Las Petas; FIR: Firmeza; 7AL: 7 Almendros; LBV: Lago Buena Vista; CAN: Candelaria; CALB: Carmen Alto (Rio Beni); RFL: Santa Rosa de Florida; TRI: Triunfo; AGR: Alta Gracia; SEL: Santa Elena; CALG: Carmen Alto (Rio Geneshuaya); 27M: 27 de Mayo; SAN: Santuario.

Se observó que en las lagunas de los territorios indígenas existe una tendencia general a que la densidad de paiche sea menor a medida que el tamaño de las lagunas aumenta, como se observa en las figuras 10 y 11. En las poblaciones de paiche juveniles se determinó que esta relación inversamente proporcional es significativa ($r = -0.56$; $p = 0.002$), y se

debe principalmente a la elevada correlación entre la densidad y el tamaño de las lagunas en el TIOC TIM II ($r = -0.99$). Por otro lado, en la población adulta los datos aparecen de manera más dispersa y se tiene una baja correlación entre éstas variables ($r = -0.325$; $p = 0.140$).

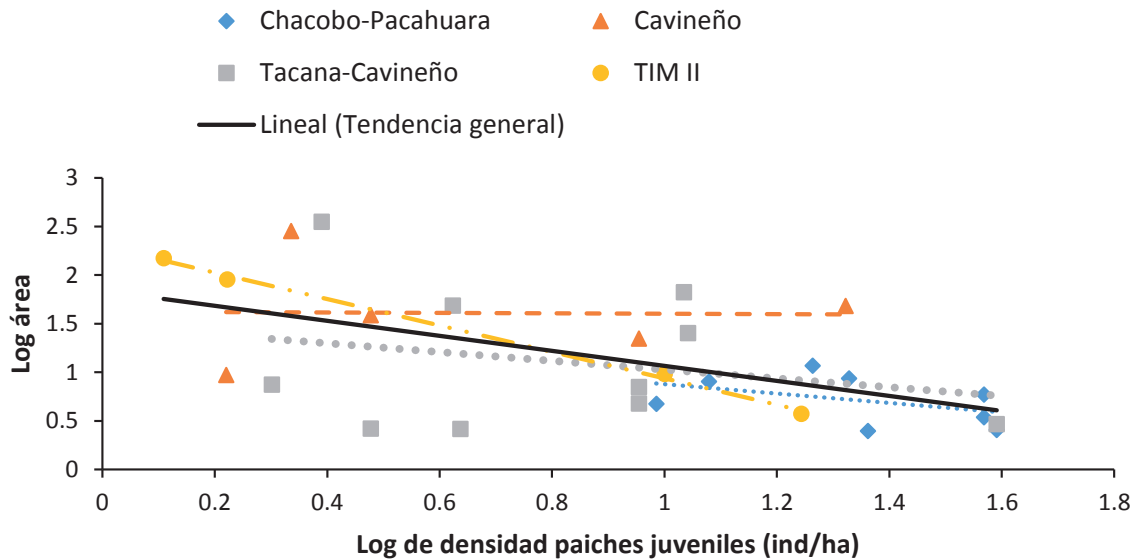


Figura 10. Correlación entre la densidad de paiches juveniles y el área de las lagunas de los cuatro TIOCs visitados en octubre-noviembre 2015 en base a datos de densidad de paiche en 27 lagunas donde se observaron paiches juveniles (r (tendencia general) = -0.56 ; $p = 0.002$). Log: Logaritmo.

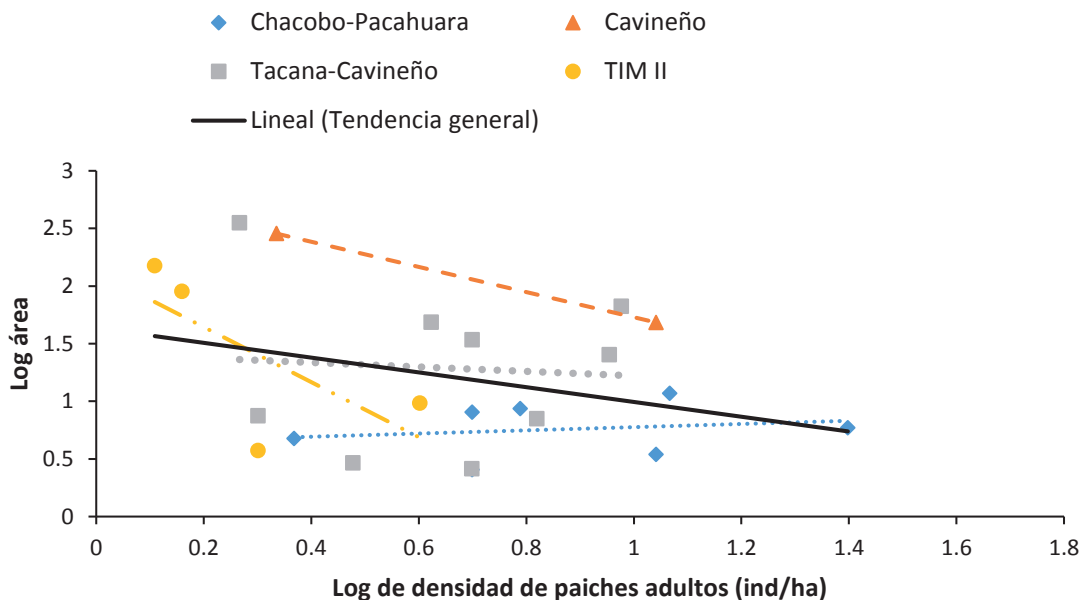


Figura 11. Correlación entre la densidad de paiches adultos y el área de las lagunas de los cuatro TIOCs visitados en octubre-noviembre 2015 en base a datos de densidad de paiche en 22 lagunas donde se observaron paiches adultos (r (tendencia general) = -0.325 ; $p = 0.140$). Log: Logaritmo.

Densidad en ríos

Los resultados de los conteos en transectos de los ríos, mostraron que pocos ejemplares de paiche, tanto adultos como juveniles, habitan en estos sistemas lóticos. La densidad

fue baja y la mayor fue observada en el río Santa María del TIOC Cavineño (1 ± 0.85 ind/ha), y en los ríos Benicito y Yata, con 0.19 ± 0.3 y 0.18 ± 0.2 ind/ha, respectivamente (Figura 12).

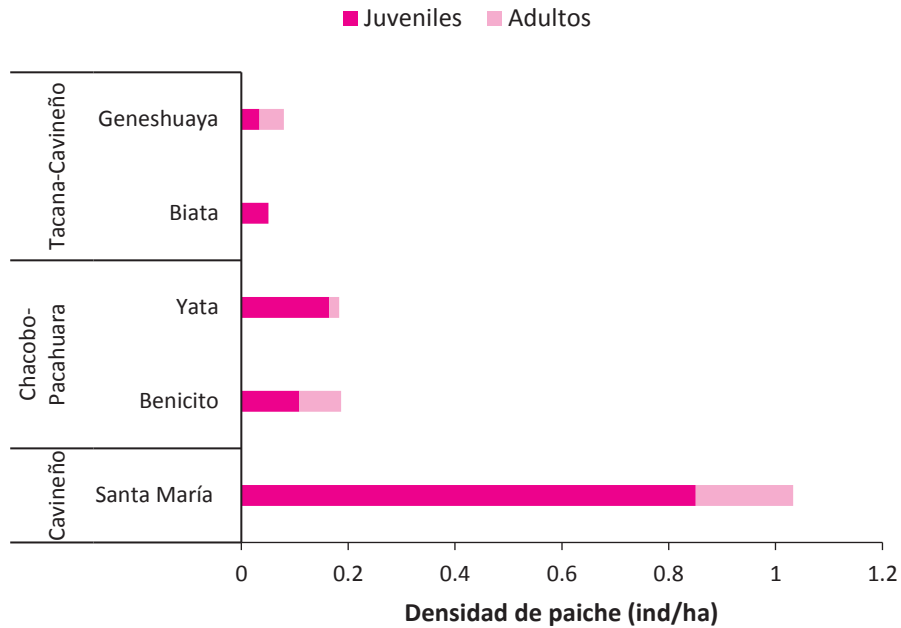


Figura 12. Densidad promedio estimada de paiche en el cauce de ríos de cuatro TIOCs del norte de Bolivia en octubre-noviembre 2015. La densidad fue calculada dividiendo el número de ejemplares contados entre la superficie (área) en que se realizó el conteo en los transectos. Número de transectos por río: Yata - 11; Benicito - 10; Biata - 11; Geneshuaya - 10; Santa María - 4.

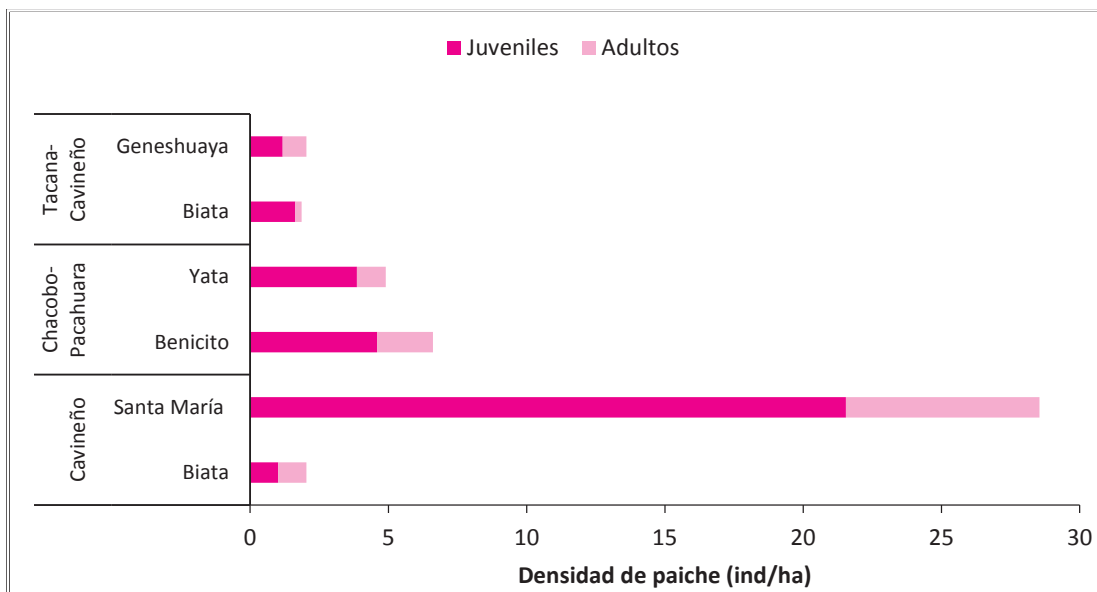


Figura 13. Densidad promedio estimada de paiche en remansos de ríos de cuatro TIOCs del norte de Bolivia en octubre-noviembre 2015. La densidad fue calculada dividiendo el número de ejemplares contados entre la superficie (área) en que se realizó el conteo en remansos. Número de remansos contados por río: Yata - 11; Benicito - 10; Biata - 4 (TIOC Cavineño); Biata 8 (TIOC Tacana-Cavineño); Santa María - 6; Geneshuaya - 11.

Densidad en remansos

De la misma manera que en el cauce de los ríos, la mayor densidad y número de adultos en remansos fue estimada en el río Santa

María en el TIOC Cavineño con 28.5 ± 20.2 ind/ha, seguido del río Benicito con 6.6 ± 5.8 ind/ha y el río Yata con 4.9 ± 4.6 ind/ha en el TIOC Chácobo-Pacahuara (Figura 13).

Cuadro 2. Lagunas en cuatro TIOCs visitados donde se realizó el conteo de paiche en octubre-noviembre 2015. Se presenta el área de las lagunas que fue calculada a través de imágenes satelitales y Google Earth, y el número de cuadrantes de conteo que se realizó en cada cuerpo de agua.

TIOC	Comunidad	Laguna	Área laguna (ha)	N cuadrantes
Chácobo-Pacahuara	Siete Almendros	Paiche	10.7	6
		Máximo	7.6	14
	Firmeza	Sin nombre 1	1.5	2
		Sin nombre 2	1.5	2
		Eliazar	0.8	2
	Las Petas	Comunidad 1	7.0	4
		Comunidad 2	4.9	2
		Diablo	1.5	4
		Maneche	2.5	2
	Cavineño	Candelaria	Palmarcito	37.8
San Bernardo			284.1	12
Carmen Alto del Beni		Virgen	21.2	2
Lago Buena Vista		Buena Vista 1	8.4	6
		Buena Vista 2	47.3	6
Santa Rosa de Florida		Florida	353.5	26
		Garzero	65.7	12
Tacana-Cavineño	Santa Elena	Garzalito	24.4	2
		Negro	6.1	6
	Alta Gracia	Santa Elena	33.1	2
		Carnavalito	47.7	10
	Geneshuaya	Asunción	1.6	6
		Marihua	6.5	8
		Beni	1.9	2
	Triunfo	Laguneta	3.8	2
		Sapo	1.6	2
	Tablero	Tablero	19.9	4
TIM II	27 de Mayo	27 de Mayo	148.8	14
		Fatiguillas	15.1	4
		Verde	89.0	18
	Lago El Carmen	Islas	230.0	27
		Macana	2.8	8
	Santuario	Rosario	8.7	4

Abundancia y estructura poblacional del paiche

EL TIOC que presentó la mayor superficie de agua en las lagunas evaluadas fue el Cavineño, seguido del TIM II. En el Cuadro 2 se presentan las lagunas visitadas en octubre-noviembre de 2015 donde se hallaron ejemplares de paiche en el conteo, indicando la comunidad a la que pertenecen y el área que tienen en hectáreas (ha).

La abundancia en las lagunas, resultante de la inferencia de la densidad y área total, mostró que el territorio Cavineño posee la mayor cantidad de paiche (4 793 ejemplares), seguido de los territorios Chácobo-Pacahuara (1 141), Tacana-Cavineño (655), y TIM II (336). En el TIOC Cavineño se observó la mayor cantidad de ejemplares de paiche adultos en sus lagunas. La mayor abundancia en ríos se encontró en el TIOC Cavineño con 141 ejemplares, seguido del Chácobo-Pacahuara y el Tacana-Cavineño, con 130 y 28 ejemplares de paiche, respectivamente. El momento de realizar el conteo en el TIOC TIM II no se encontró ningún paiche. A nivel de remansos, la mayor abundancia fue estimada en el territorio Chácobo-Pacahuara con 2 502 ejemplares, seguido del TIOC Cavineño con 1 143 ejemplares y el Tacana-Cavineño con 249 ejemplares (Figura 14).

Abundancia en lagunas

En el TIOC Chácobo-Pacahuara las lagunas que presentaron la mayor abundancia de paiche y la mayor cantidad de ejemplares adultos fueron Paiche, Comunidad 2 y Máximo. En el TIOC Cavineño las lagunas que presentaron una mayor abundancia de paiche y cantidad de adultos fueron Buena Vista 2, en la comunidad del mismo nombre, Garzalito y Florida en la comunidad Santa Rosa de Florida. En las lagunas Buena Vista 1, Palmarcito y Virgen se registraron solo ejemplares juveniles. En el TIOC Tacana-Cavineño las lagunas con mayor abundancia de paiche y cantidad de adultos fueron Carnavalito, en la comunidad de Alta Gracia, seguido de Santa Elena y Negro en la comunidad Santa Elena. No se observó ningún paiche en la laguna Tablero perteneciente a la comunidad que lleva el mismo nombre. En la laguna Santa Elena, de la comunidad del mismo nombre, todos los ejemplares observados fueron adultos (132), mientras que en la laguna Sapo todos los ejemplares fueron juveniles. En el TIOC TIM II la laguna Rosario fue la que presentó la mayor abundancia de paiche, seguida de Verde y 27 de Mayo. Estas dos últimas presentaron la mayor cantidad de adultos, 43 y 40, respectivamente (Figura 15).

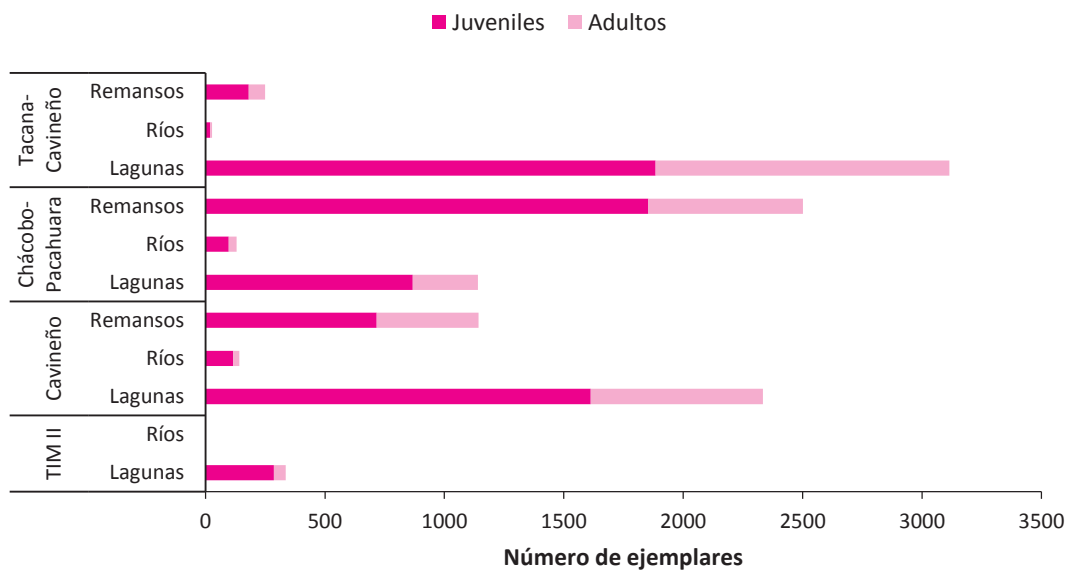


Figura 14. Abundancia de paiche en lagunas, ríos y remansos de cuatro territorios indígenas donde se realizó el conteo de paiche entre octubre-noviembre 2015. El cálculo de la abundancia fue realizado multiplicando la densidad estimada para cada cuerpo de agua por el tamaño de lagunas y ríos. Fueron parte del análisis cuatro lagunas y un río en el TIOC TIM II; 11 lagunas y dos ríos en el Tacana-Cavineño, cinco lagunas y dos ríos en el Cavineño, y ocho lagunas y dos ríos en el territorio Chácobo-Pacahuara.

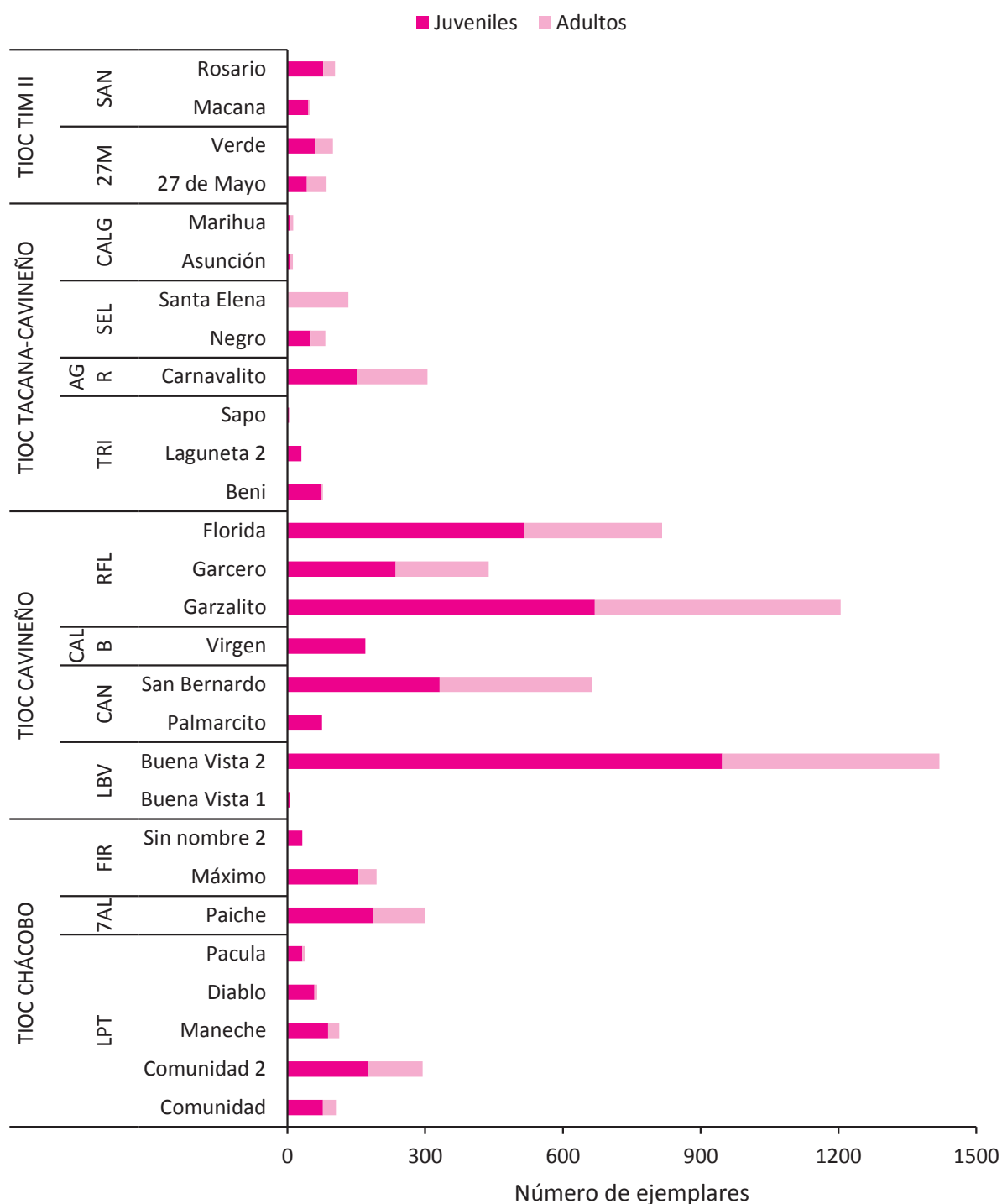


Figura 15. Abundancia de paiche extrapolada para lagunas de cuatro TIOCs en el norte de Bolivia, en octubre-noviembre 2015 en base a 231 cuadrantes de conteo (para más detalle ver Cuadro 2). LPT: Las Petas; FIR: Firmeza; 7AL: 7 Almendros; LBV: Lago Buena Vista; CAN: Candelaria; CALB: Carmen Alto (Rio Beni); RFL: Santa Rosa de Florida; TRI: Triunfo; AGR: Alta Gracia; SEL: Santa Elena; CALG: Carmen Alto (Rio Geneshuaya); 27M: 27 de Mayo; SAN: Santuario.

Abundancia en ríos

Se estimó la mayor abundancia de paiche extrapolada para el cauce del río Santa María, en el TIOC Cavineño, con 116 ejemplares en total. Le siguieron en orden de importancia el río Yata

y el Benicito, en el TIOC Chácobo-Pacahuara, con 55 y 41 ejemplares, respectivamente. La mayor cantidad de ejemplares adultos fue hallada en los ríos Benicito y Santa María (Figura 16). En el TIOC TIM II no se encontraron ejemplares de paiche durante el conteo.

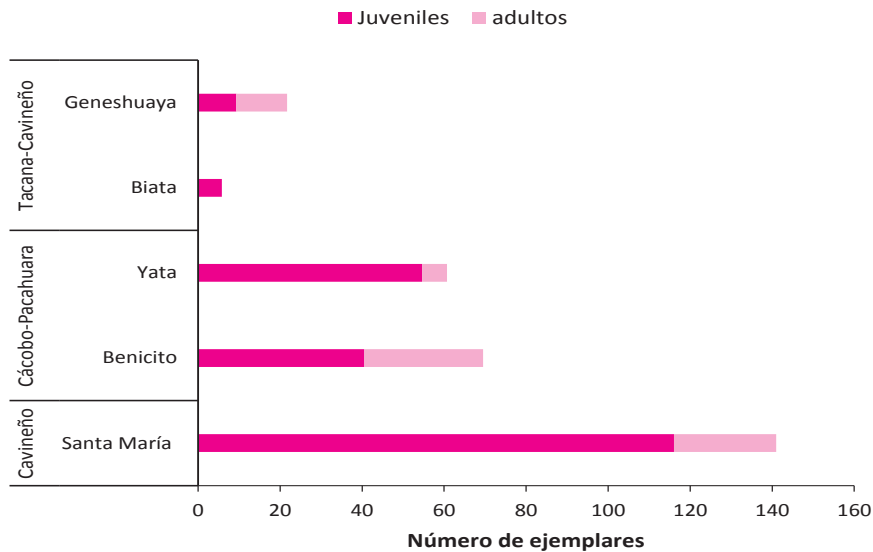


Figura 16. Abundancia total de paiche resultante de una extrapolación al cauce de los principales ríos que poseen cuatro TIOCs del norte de Bolivia y fueron visitados en octubre-noviembre 2015. La abundancia fue calculada multiplicando la densidad de paiche en ríos (ind/km) por la longitud del río dentro de cada TIOC (km). Número de transectos por río: Yata – 11; Benicito – 10; Biata – 11; Geneshuaya – 10; Santa María – 4.

Abundancia en remansos

La abundancia estimada para los remansos fue mayor que la encontrada en el cauce de los ríos, con 1 504 ejemplares en todos los remansos del río Benicito en el TIOC Chácobo-Pacahuara, seguido del Río Santa María en el TIOC Cavineño, con una abundancia estimada de 1 105 ejemplares. La mayor cantidad de adultos fue encontrada en remansos del río Benicito y Santa María (Figura 17).

Estimación de aprovechamiento pesquero sostenible

Las lagunas de los TIOCs, visitados en octubre-noviembre de 2015, potencialmente poseen 980 ejemplares de paiche que generarían 21 346.37 kg de carne anualmente bajo el modelo de aprovechamiento sostenible (extracción de 30% de adultos – Campos-Silva & Peres 2016). La abundancia calculada para lagunas del TIOC Cavineño

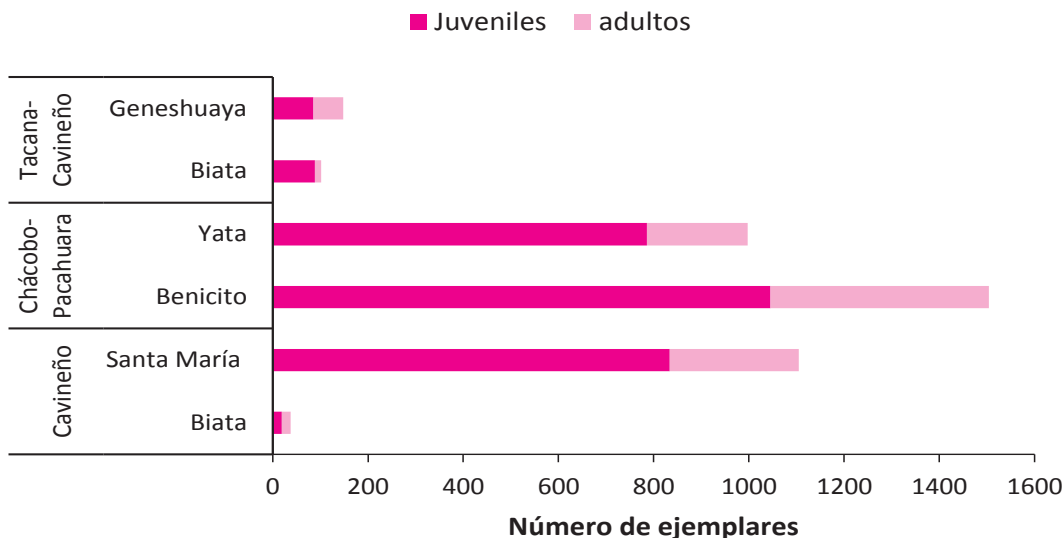


Figura 17. Abundancia total de paiche resultante de una extrapolación a remansos en ríos de cuatro TIOCs al norte de Bolivia y visitados en octubre-noviembre 2015. La abundancia fue calculada multiplicando el promedio de ejemplares de paiche en remansos evaluados por el número total de ellos en el tramo del río que corresponde a cada TIOC. Número de remansos contados por río: Yata – 11; Benicito – 10; Biata – 4 (TIOC Cavineño); Biata 8 (TIOC Tacana-Cavineño); Santa María – 6; Geneshuaya – 11.

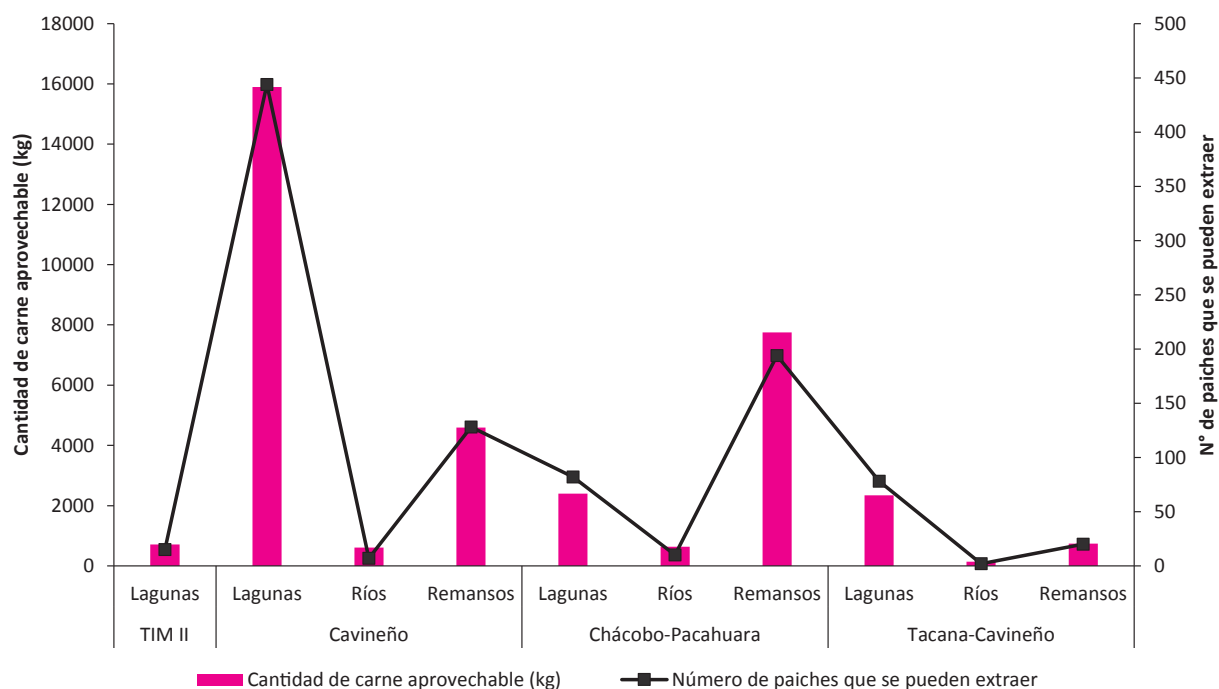


Figura 18. Número estimado de ejemplares adultos de paiche y cantidad de carne (kg) que potencialmente se podría extraer de lagunas, ríos y remansos en cuatro TIOCs del norte de Bolivia bajo un modelo de aprovechamiento sostenible que considera la captura del 30% de ejemplares adultos por año (Campos-Silva & Peres 2016). Las comunidades con acceso a estos cuerpos de agua fueron visitadas entre octubre-noviembre 2015.

sugiere que es el territorio con mayor producción potencial en base a la evaluación realizada. Se estima que se pueden extraer 444 individuos que resultarían en 15 894 kg de carne. A nivel de remansos, se estimó que el territorio con la mayor producción potencial es el TIOC Chácobo-Pacahuara. En este territorio se calculó que pueden ser extraídos 194 ejemplares de los remansos, los cuales representarían un volumen de 7 748 kg de carne. En el cauce de los ríos, la abundancia fue menor en relación a los otros hábitats, y la cantidad de carne que se podría aprovechar no supera los 1 000 kg (p.e. Tacana-Cavineño) (Figura 18).

En el TIOC Chácobo-Pacahuara la mayor cantidad de ejemplares que se pueden extraer está concentrado en la laguna Comunidad 2, en cercanías de la comunidad Las Petas, donde se estimaron 34 ejemplares que podrían proporcionar aproximadamente 1 115.5 kg de carne. En el territorio Cavineño se encontró que la laguna con el mayor potencial para la pesca fue Carnavalito, en la comunidad del mismo nombre, donde podrían extraerse 142 ejemplares que representarían un volumen de

carne de 1 689.4 kg. En el TIOC Cavineño, la comunidad Santa Rosa de Florida fue la que posee acceso a la mayor cantidad de peces que podrían extraerse de tres lagunas. La mayor cantidad de individuos que se podrían aprovechar se encuentran en la laguna Garzalito, donde se calculó que se podrían extraer 161 ejemplares que representarían 5 142.6 kg de carne aproximadamente. En el territorio del TIM II, el potencial de peces que pueden extraerse fue reducido y se encuentra básicamente en la laguna Verde, perteneciente a la comunidad 27 de Mayo. Se estimó que podrían extraerse 12 ejemplares que generarían 771.8 kg de carne (Figura 19).

La cantidad de adultos que se pueden extraer de los ríos de todos los TIOCs es menor a la que se puede extraer de lagunas, y se concentran mayormente en los remansos (Figura 22). En el cauce de los ríos la abundancia es reducida y por lo tanto el número de paiches adultos que se pueden aprovechar es casi despreciable. Las cantidades de carne que se podrían extraer representan solo unas centenas de kilogramos, y podrían

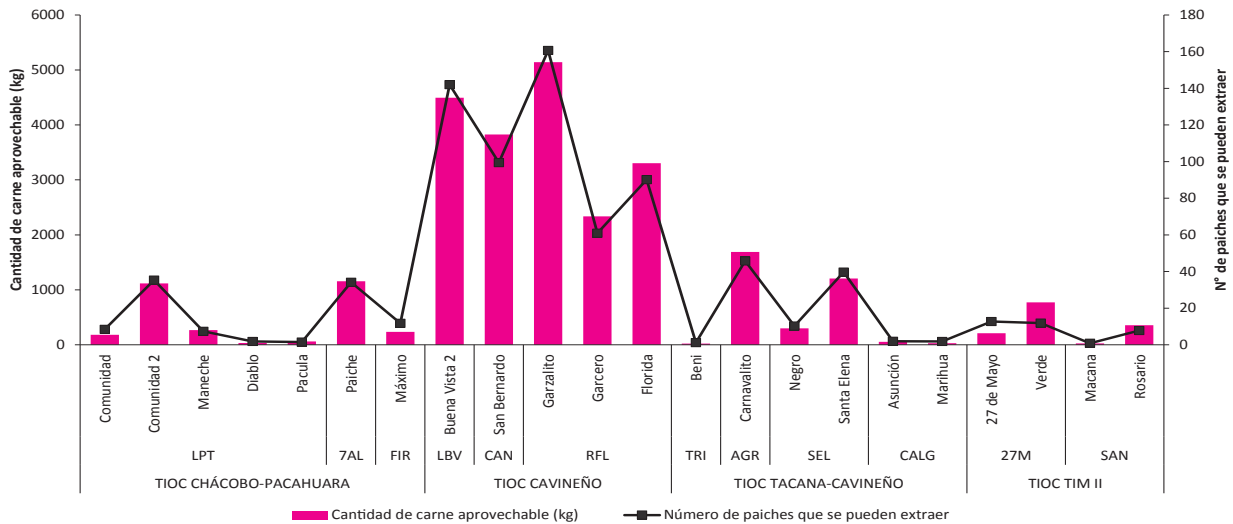


Figura 19. Número estimado de ejemplares de paiche adultos, y cantidad de carne (kg) que representarían, que potencialmente se podrían extraer de lagunas en cuatro TIOCs del norte de Bolivia bajo un modelo de aprovechamiento sostenible que considera la captura del 30% de ejemplares adultos por año (Campos-Silva & Peres 2016). Las lagunas pertenecen a diferentes comunidades en cuatro TIOCs visitadas en octubre-noviembre 2015. LPT: Las Petas; FIR: Firmeza; 7AL: 7 Almendros; LBV: Lago Buena Vista; CAN: Candelaria; TRI: Triunfo; RFL: Santa Rosa de Florida; AGR: Alta Gracia; SEL: Santa Elena; CALG: Carmen Alto (Rio Geneshuaya); 27M: 27 de Mayo; SAN: Santuario.

ser extraídas de los ríos Benicito y Geneshuaya (Figura 20).

Los remansos que presentaron la mayor cantidad de ejemplares adultos que podrían ser aprovechados potencialmente a través de una pesca sostenible fueron encontrados en

los ríos Benicito (zona de pesca de la comunidad de Firmeza), y Santa María (zona de pesca de la comunidad de Baketi). Se estimó que un número reducido de ejemplares (32) podría ser extraído de ambos ríos, los cuales podrían generar alrededor de 1 140.1 kg de carne (Figura 21).

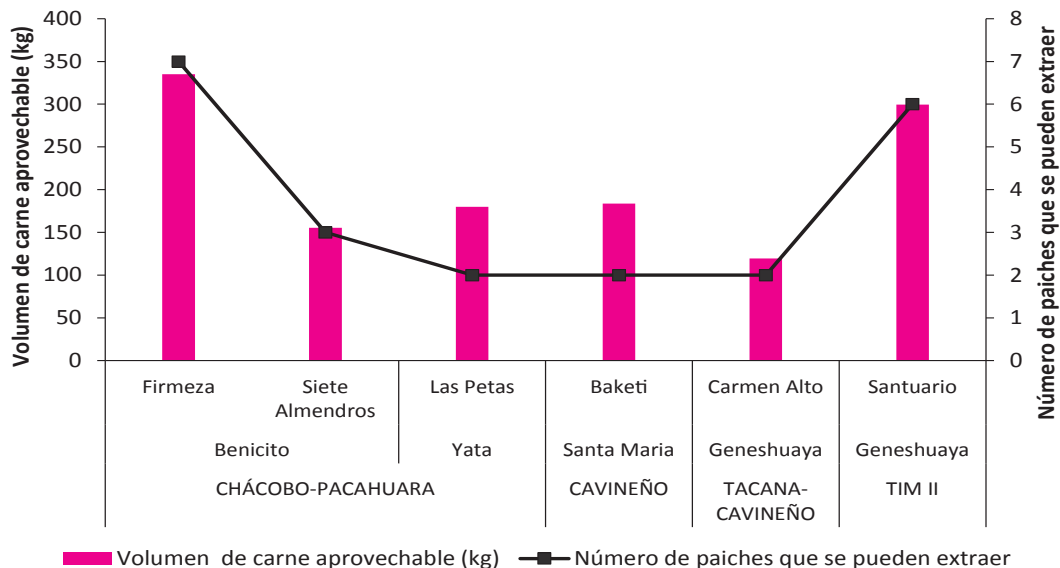


Figura 20. Número total estimado de ejemplares de paiche adultos que potencialmente se podrían extraer del cauce de ríos en las zonas de pesca dentro de cuatro TIOCs del norte de Bolivia bajo un modelo de aprovechamiento sostenible que considera la pesca del 30% de ejemplares adultos por año (Campos-Silva & Peres 2016). Las comunidades con acceso a los ríos fueron visitadas en octubre-noviembre 2015.

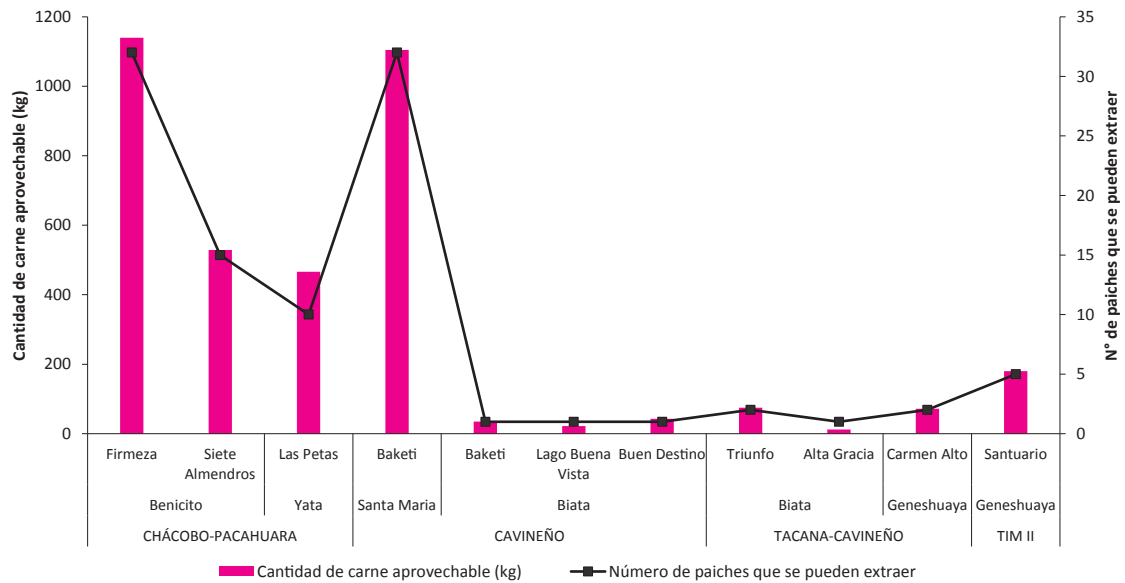


Figura 21. Número total estimado de ejemplares de paiche adultos que potencialmente se podrían extraer en remansos de las zonas de pesca en los ríos de los cuatro TIOCs al norte de Bolivia bajo un modelo de aprovechamiento sostenible que considera la pesca del 30% de ejemplares adultos por año (Campos-Silva & Peres 2016). Las comunidades con acceso a los remansos fueron visitadas en octubre-noviembre 2015.

DISCUSIÓN

El paiche es una especie que se ha tornado abundante e importante en las pesquerías de la CAB. Su presencia se extiende a ríos, lagunas, arroyos, y otros cuerpos de agua, varios de los cuales forman parte de territorios indígenas y reservas. En general, las pesquerías de las comunidades indígenas todavía se focalizan en el aprovechamiento de especies nativas, las cuales juegan un rol importante en la alimentación y subsistencia de las comunidades con acceso a este tipo de recursos pesqueros. El paiche, por otro lado, es una especie introducida (no nativa) que rara vez es consumida por las comunidades indígenas y su valor para las mismas radica principalmente en el potencial que tiene para ser comercializada en mercados fuera de los territorios indígenas. Por ese motivo, varias comunidades en territorios indígenas del norte de Bolivia que poseen acceso al paiche, han comenzado a demandar apoyo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para conocer si las pesquerías de paiche pueden ser una actividad económica adicional y/o alternativa que contribuya al bienestar de sus familias. Es en este sentido que el presente estudio tuvo por objeto evaluar la abundancia de la especie en diferentes cuerpos de agua con aparente potencial pesquero comercial identificado por líderes indígenas,

e indicar cuáles de ellos se muestran con las densidades y abundancias totales (extrapoladas) más altas y podrían ser parte de un aprovechamiento comercial.

Los resultados mostraron que el paiche es más abundante en lagunas en comparación con ríos, confirmando de esta manera, su preferencia por habitar cuerpos de agua lénticos como sugiere Queiroz (2000), y como se evidencia en las capturas de paiche que realizan pescadores en lagunas de várzea de la CAB (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). No obstante, los resultados del conteo en ríos mostraron que el paiche, además de las lagunas, presenta una preferencia por habitar remansos. Al parecer, prefiere estos hábitats por su mayor profundidad en relación al cauce regular, a la velocidad reducida de la corriente que los asemeja a lagunas pequeñas. En este sentido, los remansos son sitios con potencial para la pesca de paiche pero debe considerarse que las técnicas para la captura de paiche deben ser específicas y diferentes a las de las lagunas. Por ejemplo, los pescadores locales indican que la captura de paiche con mallas se dificulta en los remansos por la profundidad (> 5 m) que estos poseen y la posibilidad que la especie se desplace inmediatamente a otros puntos del río menos accesibles. Otras artes, como la lineada y anzuelo, posiblemente serían más apropiadas para la pesca de

paiche en estos ambientes de los ríos.

La intensidad de la presión de pesca difiere entre comunidades y más aún entre TIOCs. Las pesquerías dependen del acceso a los mercados; por lo tanto, la distancia y tipo de conexión, entre otras variables, juegan un papel importante en el desarrollo local de esta actividad. Considerando estas condiciones, algunas comunidades indígenas han logrado aprender e integrar la pesca de paiche a sus capturas comerciales regulares, como las comunidades del TIM II. Otras todavía enfrentan problemas de acceso y comunicación a los mercados, y se dedican solo a la captura de especies nativas para su consumo local, como las comunidades en el territorio Chácobo-Pacahuara (ver el capítulo de Montellano *et al.*).

En el presente estudio se estimó una densidad promedio de paiche de 11.6 ind/ha en lagunas de territorios indígenas. Este valor es superior a resultados encontrados en otras partes de la Cuenca Amazónica donde el paiche es una especie nativa, como la laguna Preto-Paredón en Perú, donde Ruck & Montreuil (2004) estimaron una densidad de 2.2 ind/ha, y en el sector inferior del río Pacaya RNPS, donde Vela *et al.* (2013) describen una densidad de 1.24 ind/ha para las lagunas evaluadas. Eso indica que los territorios indígenas evaluados en el norte de Bolivia poseen una elevada densidad de paiche, y que no parece haber una influencia notable de las pesquerías que ejercen presión sobre este recurso. Sin embargo, es importante que a futuro las comunidades indígenas decidan cual es el mejor uso que prefieren darle a este recurso. Para planificar el aprovechamiento de la especie, y las pesquerías en general en territorios indígenas, se debe decidir entre la conservación y aprovechamiento de recursos pesqueros nativos, que posiblemente están afectados por el paiche, y el aprovechamiento de paiche como nuevo recurso con valor comercial y no tanto de las especies nativas; o una situación intermedia que busque la optimización de los beneficios generados por las pesquerías de paiche, y al mismo tiempo garantice la conservación de los recursos pesqueros nativos.

La poca información disponible sobre pesquerías indígenas de paiche sugiere que las capturas extraen peces juveniles más que adul-

tos. Según datos de un monitoreo continuo de 60 días en Trinidadcito, comunidad del TIOC TIM II, se observó que las pesquerías de paiche en la laguna El Mentiroso (principal área de pesca) son soportadas por una proporción importante de ejemplares juveniles (68%) (Villafán 2014). Según entrevistas a los pescadores de esta comunidad, cada año se pesca de la misma manera, y los rendimientos y tallas de captura no fluctúan de manera considerable. La densidad estimada de paiche que se conoce en esta laguna es de 5.23 ind/ha (datos no publicados). Campos-Silva & Peres (2016) sugieren que para mantener poblaciones estables de paiche en su medio natural (Brasil) y que anualmente están sujetas a presión pesquera comercial, se debe aprovechar anualmente como máximo un 30% de la población total de adultos. Tomando en cuenta que el modelo de aprovechamiento en Trinidadcito no parece ajustarse al modelo considerado como óptimo para el aprovechamiento en lagunas de Brasil, es importante resaltar que los criterios para aprovechar la especie en el norte de Bolivia parecen responder a factores ecológicos y biológicos locales que generan una situación diferente a lo que se observa en su área natural de distribución; posiblemente como resultado del proceso de invasión. Estos factores en su área natural de distribución posiblemente no se manifiestan en la misma magnitud o están en un estado temprano del proceso, debido a la disminución severa que sufrieron las poblaciones desde varias décadas atrás. Esto hace suponer que el aprovechamiento de paiche en una laguna en el norte de Bolivia no solo depende de su producción y reclutamiento intrínseco (en la misma laguna), sino también del reclutamiento inyectado por otros cuerpos de agua remotos (inaccesibles) en los alrededores de la laguna donde se pesca. Estos cuerpos de agua remotos y circundantes (p.e arroyos, lagunas pequeñas, curiches) serían las principales fuentes de nuevos ejemplares y adultos que se desplazarían anualmente a las zonas de pesca de cada comunidad. De esta manera, se podría explicar porqué un aprovechamiento soportado por juveniles en mayor proporción se mantiene en el tiempo sin una disminución notable de las poblaciones de la especie donde ocurre sus pesquerías.

Evidentemente, a futuro es posible que se deba realizar regulaciones parecidas a las implementadas en Brasil sobre la captura de

adultos. En la actualidad se conocen algunas iniciativas locales para el control del aprovechamiento del paiche basado en la regulación de las artes de pesca empleadas. Por ejemplo, el uso de mallones (red agallera para captura de paiche) o redes agalleras de gran tamaño, está prohibido en la mayoría de las comunidades en territorios indígenas y por lo general solo se permite el uso de técnicas menos destructivas e invasivas como el espiñel o la línea y anzuelo (Argote *et al.* 2014; Villafán 2014). Si la voluntad de las comunidades indígenas será conservar este nuevo recurso para que sea aprovechable anualmente, es recomendable que se comiencen a generar políticas locales y regionales para definir los términos de sostenibilidad dentro de cada territorio.

Los resultados del presente trabajo indican que se puede extraer una cantidad importante de paiche presente en lagunas y remansos de los territorios indígenas estudiados. Bajo el modelo brasileño de aprovechamiento óptimo que considera la extracción del 30% de adultos, se estima que se pueden extraer 787 (21 346.3 kg) y 102 (3 678 kg) individuos de paiche adultos de las lagunas y remansos en los ríos estudiados, respectivamente. El volumen de captura calculado para lagunas se percibe como bajo en relación al obtenido por algunas comunidades. Por ejemplo, solo la comunidad de Trinidadcito (TIM II) anualmente captura alrededor de 22 879 kg de carne (33 343 kg de carne y hueso) de paiche por las pesquerías de la laguna El Mentiroso (Argote *et al.* 2014). Evidentemente, el modelo de aprovechamiento en Trinidadcito sigue criterios diferentes al modelo de sostenibilidad sugerido para el Brasil como está explicado más arriba. Por lo tanto, el potencial de aprovechamiento sostenible en territorios indígenas bajo un modelo que considera fuentes locales remotas de reclutamiento (similar al de Trinidadcito), podría generar un mayor volumen de carne al que se obtuvo considerando el modelo brasileño (30% de adultos).

El precio de la carne de paiche fluctúa a lo largo del año y es difícil establecer un escenario único bajo el cual se pueda predecir montos de dinero que podrían ser captados por las comunidades a través de la comercialización de carne de paiche. No obstante, es interesante realizar un ejercicio sencillo para conocer la dimensión de los montos brutos

(sin descontar otros gastos que implica la pesca) que se pueden generar por la venta de carne de esta especie a comercializadores que pueden llegar hasta las mismas comunidades. Si consideramos una estimación moderada de 5 Bs/kg de carne que el pescador demanda al comercializador en sus comunidades, la extracción del 30% de adultos a la que pueden acceder los pescadores de la comunidad Santa Rosa de Florida representaría 10 783.7 kg de carne y generaría un monto de 53 918.5 Bs/año (\$us 7 769/año). La ganancia neta que resulte de este monto debe evaluarse en relación a los ingresos que capta la comunidad o las familias a través de otras actividades productivas y el número de personas que se benefician. De esta manera, se podría generar varios escenarios en los cuales las comunidades pueden decidir si realizan el aprovechamiento de la especie y buscar las mejores condiciones de negociación con comercializadores, en función de sus capacidades para dedicarse a la pesca y el acceso al recurso pesquero que poseen.

Se realizaron algunos estudios en Brasil donde se identificó que la presión pesquera (Richard 2016) y el tamaño de los ecosistemas acuáticos son los factores principales que influyen la cantidad de paiche en un sistema (Queiroz 2000; Arantes *et al.* 2013). Los resultados de la presente investigación, mostraron que existe una relación directamente proporcional de la abundancia de paiche con el área de los cuerpos de agua. En el presente estudio se observó que la mayor cantidad de ejemplares fueron encontrados en lagunas grandes, lo que sugiere que el paiche tiene preferencia por habitar sistemas amplios como las lagunas del TIOC Cavineño, donde existen espejos de agua lénticos con más de 350 ha de superficie (p.e. Florida). Esta relación posiblemente depende de los recursos alimenticios y hábitats que el paiche necesita para sobrevivir y reproducirse. Sin embargo, los datos de conteo obtenidos para el TIOC TIM II, donde se observó también lagunas de tamaño considerable, tuvieron un patrón distinto. Se contabilizaron pocos ejemplares e incluso ninguno en algunos casos (p.e. laguna Las Islas - 230 ha). Como se menciona más arriba, esta variación podría responder a la mayor actividad pesquera a la que están sometidas algunas lagunas a lo largo del año (ver capítulo 13 - Montellano *et al.*). La actividad pesquera en la región tiene relación

con la época de lluvia, comenzando a mediados de marzo y prologándose hasta finales de noviembre, cuando comienzan a subir las aguas. Este periodo de pesca tiene una fuerte influencia en la abundancia de paiche, debido a que se extrae en algunos casos hasta la totalidad de ejemplares. La evaluación realizada mediante el conteo coincidió con el final de la época de pesca en muchas comunidades, lo que podría ser la causa de la reducida cantidad de ejemplares que se observó en algunas lagunas. Una evaluación al principio de la época de pesca puede complementar los datos del presente estudio y mejorar la dinámica estacional de la disponibilidad del recurso en los territorios indígenas.

Se han realizado algunos estudios sobre las variables ambientales que determinan la distribución y abundancia del paiche en su hábitat natural; a pesar de ello, aun no se conoce que factores condicionan la densidad de sus poblaciones. A futuro, es importante realizar estudios en Bolivia para identificar las variables (ambientales, biológicas, socio-económicas) que influyen sobre la distribución de la especie introducida y el tamaño de sus poblaciones y generar información que sirva en la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO

El paiche es una especie abundante en los TIOCs del norte del departamento del Beni, por lo que puede ser considerado como un recurso con potencial para el aprovechamiento comercial por comunidades indígenas. Un aprovechamiento planificado por parte de las comunidades con acceso a este recurso debe contemplar la evaluación de la abundancia de la especie y las posibilidades de acceder a un mercado.

Los territorios con el mayor potencial para la pesca y aprovechamiento de carne de paiche son el Cavineño y el Tacana-Cavineño. La comunidad Santa Rosa de Florida, en el TIOC Cavineño, fue la que presentó la mayor cantidad de peces que se pueden extraer a través de una pesca sostenible (30% de adultos) en sus lagunas, seguida de la comunidad Lago Buena Vista y San Bernardo. Además de las lagunas, los remansos mostraron ser hábitats preferidos por el paiche, como se observó en

el TIOC Chácobo-Pacahuara. Este territorio presentó la mayor cantidad de ejemplares extraíbles de manera sostenible de sus remansos. Sin embargo, la extracción de paiche de estos hábitats se ve limitada por la dificultad que implica pescar en sistemas profundos y abiertos (permanente conexión al cauce del río).

El acceso a los sitios de pesca y a los mercados es un factor importante antes de incurrir en las pesquerías comerciales. La mayoría de los caminos que conectan las comunidades con lagunas o mercados, periódicamente son intransitables. Por ejemplo, la comunidad Santa Rosa de Florida, identificada con el mayor potencial para el aprovechamiento de paiche, posee un ingreso inestable solo por motocicleta y se debe cruzar el río Biata a la altura de la comunidad de Buen Destino. Situación similar se observa en el territorio Chácobo-Pacahuara, el cual posee caminos inestables y transitables solo temporalmente, lo cual limita el acceso a los mercados y la provisión permanente de insumos para la pesca.

Si la decisión de las comunidades es realizar un aprovechamiento sostenible de paiche, es importante realizar evaluaciones permanentes de sus poblaciones, ya sea por conteo directo o seguimiento a las pesquerías. Si se decide la aproximación del conteo, la evaluación en cuadrantes o espacios delimitados adoptado en el presente trabajo puede generar estimativas generales que ayuden a ver periódicamente las tendencias de la abundancia del recurso. Este seguimiento permanente podrían realizarlo las comunidades, y ante signos de disminución del recurso, se debería realizar una revisión y adecuación de los procedimientos de aprovechamiento para garantizar la permanencia de la actividad pesquera dependiente de la especie.

Es importante reconocer, que el desarrollo de las pesquerías no depende únicamente de la abundancia del recurso sino de otros factores socioeconómicos vinculados a los mercados y la demanda del producto, y el estado de conservación del paisaje en su conjunto. Por lo tanto, es importante conservar los hábitats acuáticos y ecosistemas terrestres circundantes, para así garantizar el servicio ecológico que reciben las comunidades indígenas y consumidores en los mercados a través de la pesca.

AGRADECIMIENTOS

A Mabel Maldonado por las sugerencias y recomendaciones para el análisis de la información. A las capitánías de los TIOCs Tacana-Cavineño, Cavineño, Chácobo-Pacahuara y TIM II, y a todas las comunidades indígenas que colaboraron gentilmente con el trabajo. Un especial agradecimiento a Yimi Torrico, Gary A. Sinuiri y Alberto Ortiz por su esfuerzo y dedicación durante el trabajo de campo. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue cofinanciado por el Centro Internacional de Investigación para el desarrollo (International Development Research Centre - IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development - DFATD).

REFERENCIAS

- Arantes C, Castello L, Cetra M, Schilling A (2013) Environmental influences on the distribution of arapaima in Amazon floodplains. *Environ Biol Fish*, 96: 1257.
- Argote A, Van Damme PA, Macnaughton A, Villafán S, Carvajal-Vallejos FM (2014) Pesca indígena en la cuenca amazónica de Bolivia: Un estudio de caso en la tierra comunitaria de origen Multiétnico II. pp. 295-338. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Línea de Base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana: Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA. Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Bard J, Imbiriba E (1986) Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*. Belem, Brasil.
- Bendezú G (2003) Experiencia de manejo de paiche en la reserva de desarrollo sustentable. En: Alcántara F, Montreuil V (Eds.). Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucu. Iquitos, Peru: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) y World Wildlife Foundation (WWF) - Russell E. Train Education for Nature Program.
- Campos-Silva J, Peres C (2016) Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fishery. *Scientific Reports*, 6: 34745.
- Carvajal-Vallejos FM, Van-Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J. (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Castello L (2004) A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. *North American Journal of Fisheries Management*, 24: 374-389.
- Castello L (2008) Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 38-46.
- Castello L, Arantes C, Sarmiento F, McGrath D (2013) Recuperando a pesca do pirarucu no baixo Amazonas, Brasil. pp. 207-212. Em: Amaral ES (Ed.). *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia*. Tefé, Brasil.
- Castello L, Stewart D, Arantes C (2011) Modeling population dynamics and conservation of arapaima in the Amazon. *Rev Fish Biol Fisheries*, 21: 623-640.
- Crossa M, Oviedo A (2001) Manejo do Pirarucu: sustentabilidade nos lagos do Acre. Brasília, Brasil.
- Del Aguila J (2002) Plan de manejo de paiche en las cochas de punga. Iquitos, Perú.
- Fundación-TIERRA (2011) Territorios Indígenas Originarios Campesinos en Bolivia, Entre la Loma Santa y la Pachamama. La Paz, Bolivia.
- Godinho HP, Santos JE, Formagio PS, Guimarães-Cruz RJ (2005) Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Acta Zoologica (Stockholm)*, 86: 289-294
- Imbiriba E (2001) Crescimento e reprodução de pirarucu, *Arapaima gigas*, sob diferentes densidades de estocagem em associação com búfalas leiteiras. Tese de Mestrado, Belém-Brasil.
- Marques D (2003) Caracterização genética do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) (Teleostei, Osteoglossidae) da bacia Tocantins-Araguaia, estado do Mato grosso. Tese de Doutorado, São Carlos-Brasil.

Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1: 129-138.

Queiroz H (2000) Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the amazonian varzea: red giants in muddy waters. PhD Thesis, Fife-Scotland.

Ruck L, Montreuil V (2004) Evaluación de paiche, *Arapaima gigas*, en Lago Preto - Paredón. Río Yavarí. MEMORIAS: Manejo de Fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Iquitos, Peru.

Van Damme P, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden JD (2015) The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6: 375-383.

Vela A, Diaz F, Torres D, Hernan F, Montreuil V (2003) Estudio piloto para la recuperación de las poblaciones de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817), en el sector inferior de la cuenca Pacaya, de la reserva nacional Pacaya Samiria. pp 53-65. En: Alcántara F, Montreuil V (Eds.). Seminario Taller Internacional de Manejo de Paiche o Pirarucu. Iquitos, Perú.

Viana J, Batista J, Castello L (2001) Manejo dos recursos pesqueiros na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM). V Congresso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre na América Latina e Caribe. Cartagena de Índias-Colombia.

Villafán S (2014) dieta del paiche – *Arapaima aff. gigas* (Asteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (BOLIVIA). Tesis de grado. Universidad mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

Winemiller KO, Taphorn DC (1989) La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania*, 6: 77-123.

Variabilidad genética del paiche en Bolivia: una o varias poblaciones?

Fernando M. Carvajal Vallejos^{1,2,3,6}, John Nelson⁴, Daniel Barroso^{1,6}, Sergio Villafán^{1,6}, Selva V. Montellano^{1,6}, Joachim Carolsfeld^{5,6}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Municipio de Sacaba, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ Centre for Biomedical Research, University of Victoria, PO Box 3020 STN CSC, Victoria, B.C. V8W 3N5 Canada.

⁵ World Fisheries Trust (WFT), 434 Russell Street, Victoria, BC, V9A 3X3, Canada.

⁶ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad genética de las poblaciones dentro las especies es considerada como una fuente de la evolución a través de la selección natural (Hughes *et al.* 2008). Esta variabilidad es variable en el tiempo porque las poblaciones se reducen o se expanden debido a que las tasas de crecimiento y mortalidad pueden cambiar, así como las tasas de migración al entrar en contacto con diferentes poblaciones (Klug *et al.* 2012). Todos estos cambios influyen y juegan un rol en el proceso evolutivo de las poblaciones y especies, puesto que el éxito de sobrevivencia de una especie depende de la variabilidad que posee para enfrentar diferentes perturbaciones en el medio natural (Woodruff 2001). Nuevas poblaciones o poblaciones pequeñas tienden a poseer una variabilidad genética baja debido a la elevada tasa de autogamia (cruzamiento entre parientes cercanos), lo que resulta en una tendencia elevada de homocigosidad (baja variabilidad), incrementando la vulnerabilidad a la extinción (Frankham & Ralls 1998; Frankham *et al.* 2008). De esta manera, la sobre explotación o la destrucción de los hábitats tienen una consecuencia inmediata sobre la reducción de las poblaciones o especies si estas se ven afectadas por estas actividades. Las poblaciones tienden a reducir su variabilidad y/o cambiar los patrones de intercambio genético con otras zonas geográficas donde se encuentran, pudiendo sufrir aislamiento y diferenciación poblacional en periodos cortos de tiempo (Allan & Flecker 1993).

Además de la pérdida o destrucción del hábitat de las especies, otros eventos como la introducción o sobreexplotación de las mismas pueden generar cambios en su variabilidad y diversidad genética (Allan *et al.* 2005). Una vez sucedidos estos eventos, por lo general se produce una reducción del tamaño de la población que se reproduce, y en consecuencia de su variabilidad (denominado como cuello de botella), la cual es irreversible (Sakai *et al.* 2001). En la mayoría de los recursos pesqueros, la sobreexplotación ha sido la razón principal para la pérdida de variabilidad y disminución de los stocks en el medio natural (p.e. Castello & Stewart 2010; Palkovacs 2011; Pinsky & Palumbi 2014; Allendorf *et al.* 2014), pero existen algunos casos de aparente reducción de variabilidad en recursos introducidos que repentinamente fueron exito-

sos en su expansión y multiplicación (Pringle 2005; Hänfling 2007; Gozlan 2008).

El conocimiento de la genética de poblaciones del paiche, especie invasora en Bolivia (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Miranda-Chumaceiro *et al.* 2012; Van Damme *et al.* 2015) es relativamente reciente y varios estudios han sido llevados a cabo en su hábitat natural, principalmente en Brasil y Perú. La mayoría de ellos se focalizaron en generar información relevante para la conservación de la especie y mejorar su manejo pesquero (Hrbek *et al.* 2005, 2008; Leão 2009; Araripe *et al.* 2013; Vitorino *et al.* 2015) a partir de información contenida en fragmentos del genoma mitocondrial (e.g. Hrbek *et al.* 2005) y nuclear (Farias *et al.* 2003). Las conclusiones generales de estos estudios indican que la especie se constituye por una sola entidad taxonómica (genéticamente definida), con una estructura poblacional espacial moderada concordante con las distancias geográficas y constituida básicamente por un grupo en la porción occidental de la cuenca (Iquitos y tributarios del Amazonas hasta el río Madera), un segundo en la zona central (tributarios y alrededores de Santarem), y un tercero en la porción oriental (cuenca del Araguaia-Tocantins). A lo largo del eje principal del Amazonas se observó que la mayor variabilidad se encuentra en el curso principal del río, y sus hábitats asociados, en relación a los grandes tributarios del sistema.

La introducción del paiche en Bolivia supone que una centena o varias decenas de individuos alcanzaron el medio natural por variaciones en los niveles de agua y confinamiento precario, y estos se constituyeron en una población fundadora (grupo de individuos que dieron origen a la especie introducida), con supuesta baja variabilidad genética, o susceptibilidad a ella, asemejándose al evento de un cuello de botella en el medio natural. Basado en estos supuestos que la historia de la introducción del paiche refleja en base a los relatos existentes (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), el trabajo que se presenta a continuación tiene por objeto determinar si la variabilidad genética del paiche en tres puntos geográficos del norte de la cuenca amazónica boliviana es coincidente con un solo evento de introducción y si la composición genética existente corresponde a la estructura poblacional de una sola gran población emergente

de un solo stock (origen). Esta información es importante para definir, en primera instancia, si la especie corresponde a la denominada como *Arapaima gigas* en Brasil y Perú considerando algunos marcadores moleculares, y en segunda instancia, un modelo de aprovechamiento sostenible (biológico-económico-social) que considere la diferenciación local y/o regional causada por el tipo de intercambio genético que exista actualmente a diferentes escalas geográficas.

MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio consideró la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), la cual está formada por los sistemas de los ríos Abuna, Orthon, Madre de Dios, Beni, Mamoré e Iténez o Guaporé, principalmente, y cubre más de la mitad de la superficie total del país. Posee un clima tropical con una estación lluviosa centrada entre los meses de octubre a marzo. Los pulsos de inundación son el factor primordial que

influye en la riqueza de la fauna acuática y en la dinámica de los ecosistemas acuáticos (Navarro & Maldonado 2002). La mayoría de los ríos son de tipo meandriforme, caracterizados por su lecho inestable, su heterogeneidad estructural y su complejidad geomorfológica, constituyendo un escenario de alta productividad y reflejando una alta diversidad de peces (Crespo & Van Damme 2011).

Las muestras fueron obtenidas de tres grandes sistemas de la CAB que pertenecen a los ríos Orthon, Madre de Dios y Beni. El río Orthon nace de la unión de los ríos Tahuamanu y Orthon en la localidad de Puerto Rico; estos últimos ríos nacen en las tierras bajas de territorio peruano e ingresan a Bolivia en el extremo nor-oeste. El sistema del río Manuripi-Orthon vierte sus aguas al río Beni después de la confluencia de este último con el río Madre de Dios, a aproximadamente 33 km río abajo, por el curso del río, de la ciudad de Riberalta. El río Manuripi se caracteriza por poseer una red fluvial de tierra firme con cabeceras próximas al curso principal y llanuras aluviales surcadas por cauces meandriformes

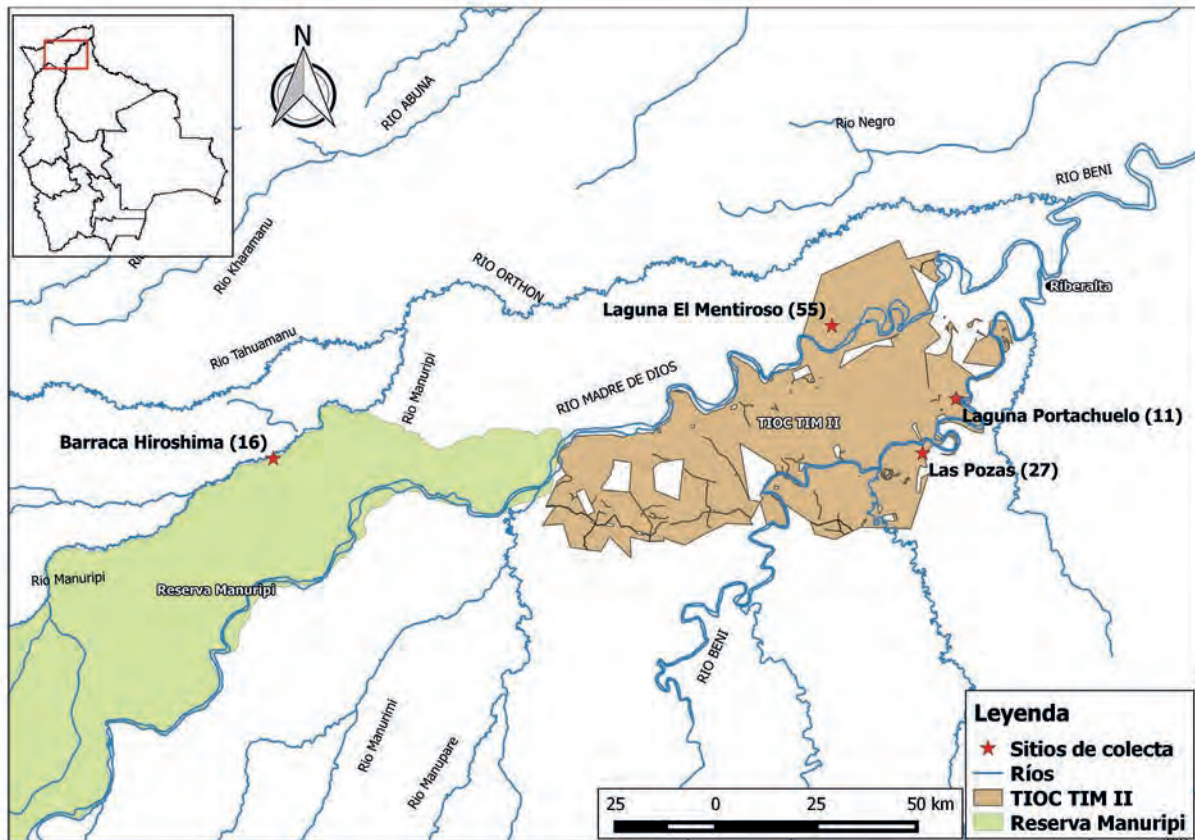


Figura 1. Representación de los sitios de colecta de muestras de paiche en el norte de Bolivia entre los años 2011-2013.

con brazos laterales, islas y meandros abandonados que dan lugar a lagunas y pantanos en avanzado proceso de colmatación (Navarro & Maldonado 2002). Las aguas que corren por este río son de tipo blancas (turbias) o negras-mixtas por mostrar una alternancia entre periodos hidrológicos extremos (blancas – aguas altas, negras – aguas bajas) (Navarro & Maldonado 2002). El río Madre de Dios, de manera similar al río Orthon, tiene sus nacientes en territorio peruano pero las aguas corren desde las partes altas de la cordillera de los Andes (> 6 000 msnm). Este río vierte sus aguas al río Beni a la altura de la ciudad de Riberalta, el cual encuentra al río Mamoré 157 km río abajo de Riberalta, para formar el río Madera que es el límite natural entre Bolivia y Brasil hasta el encuentro con las aguas del río Abuná al extremo norte del país. El río Madre de Dios se caracteriza por poseer en tierra firme tributarios con cabeceras de cauce próximas y casi confluyentes con los interfluvios. En las llanuras aluviales dominan principalmente lagunas de origen meándrico e islas, las cuales dieron origen a pantanos y lagunas someras en proceso permanente de colmatación. A diferencia del río Orthon, las aguas del río Madre de Dios son blancas. El río Beni, por su parte, es un río que nace en los Andes de Bolivia y recorre parte de los departamentos de La Paz y Cochabamba en su cuenca alta. Desde su salida de los Andes, a la altura de la ciudad de Rurrenabaque, este río tiene los rasgos de un sistema río-planicie de inundación y se caracteriza por ser turbulento y llevar una gran cantidad de sólidos en suspensión (agua blanca). Es meandriforme y divagante por la reducida pendiente en su recorrido; por lo tanto posee varias lagunas de origen en forma de herradura que se conectan con el cauce principal ya sea por cárcavas, canales o la planicie de inundación durante el periodo de aguas altas. Existen varias lagunas de origen tectónico en su cuenca, pero la mayoría son cauces abandonados resultado de la naturaleza errática del canal principal que ha cavado lechos de varios metros de profundidad (4-13 m) (Navarro & Maldonado 2002).

Colecta de muestras

Los puntos específicos de colecta de paiche fueron las proximidades de la barraca Hiros-

hima (latitud -11,40083, longitud -67,8525, 175 msnm), en la cuenca del río Manuripi-Orthon (16 individuos - ind); la laguna El Mentiroso (latitud -11.096981, longitud -66.572905, 130 msnm), en la cuenca del río Madre de Dios (55 ind); y Las Pozas (latitud -11.38857, longitud -66.36494, 130 m) (37 ind) y la laguna Portachuelo (latitud -11.264171, longitud -66.288122, 125 msnm) (38 ind), en la cuenca del río Beni. El total se analizaron 119 individuos provenientes de las tres cuencas mencionadas (Figura 1).

Las muestras fueron obtenidas en campo durante el acompañamiento a faenas regulares de pescadores comerciales residentes en comunidades con derecho de acceso a los recursos y cuerpos de agua descritos. De esta manera se trabajó con pescadores de Puerto Rico – comunidad urbana-campesina que opera en el río Manuripi – Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi; Trinidadito – comunidad indígena Tacana del Territorio Indígena Originario Campesino (TIOC) del Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II) que opera en la laguna El Mentiroso; Portachuelo Bajo – comunidad indígena Esse-Ejja del TIOC TIM II que opera en la laguna Portachuelo, y Flor de Octubre – comunidad Tacana del TIOC TIM II que opera en Las Pozas, entre otros cuerpos de agua.

De cada ejemplar capturado se realizó el registro fotográfico del cuerpo y se tomó una muestra de tejido muscular del dorso que fue preservada en un tubo de 15 ml con alcohol etílico al 95%. Todas las muestras se encuentran depositadas en la colección de peces de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba.

Extracción de DNA

El DNA en tejido muscular fue extraído incubando un pequeño trozo de muestra en 100 µl al 10% de Chelex-100 (Bio-Rad), 0.2% SDS y 0.4 mg de Proteinasa K/ml por dos horas a 55 °C, luego a 95 °C por 15 min.

Amplificación de fragmentos del DNA mitocondrial

Dos segmentos del DNA mitocondrial fueron

amplificados. El fragmento del código de barras genético (barcoding fragment) que corresponde al citocromo oxidasa subunidad 1 (CO1) para identificar la identidad genética taxonómica del paiche en relación a secuencias disponibles en la literatura y bases de datos (GenBank), y el fragmento codificante de la ATPasa para el análisis de poblaciones y comparaciones con secuencias previamente obtenidas por Hrbek *et al.* (2005) para especímenes capturados en Brasil y Perú. El CO1 fue amplificado y secuenciado con los cebadores (primers) FishF1 y FishR1 (Ward *et al.* 2005). La ATPasa fue amplificada con los cebadores L8106 y H9264, y secuenciada con L8537 y H8516 (Hrbek *et al.* 2005). El fragmento amplificado de la ATPasa incluye la terminación 3' de la subunidad 2 del citocromo oxidasa, el RNAt lisina, la subunidad 6 de la ATPasa, la subunidad 8 de la ATPasa y la terminación 5' de la subunidad 3 del citocromo oxidasa. Solo cinco individuos de cada localidad colectada fueron secuenciados para el CO1, mientras que todos los colectados para el estudio de genética de poblaciones, utilizando la variación de la ATPasa.

La amplificación de los fragmentos mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) fue realizada utilizando el genoma total extraído y se incluyeron controles negativos en cada reacción.

El coctel para la amplificación del CO1 totalizó 25 μ l compuesto por 18.75 μ l de agua ultrapura, 2.25 μ l de tampón 10X para PCR, 1.25 μ l de $MgCl_2$ (50 mM), 0.25 μ l de cada cebador (0.01 mM), 0.125 de cada dNTP (0.05 mM), 0.625 U de polimerasa Tap, y 1 μ l de extracción de DNA. El régimen térmico de la reacción consistió en un paso inicial a 95 °C por 2 min, seguido por 35 ciclos compuestos de 0.5 min a 94 °C, 0.5 min a 54 °C, un minuto a 72 °C, y un ciclo final a 72 °C por 10 min antes de mantenerse a 4 °C.

El coctel para la amplificación de la ATPasa tuvo un volumen total de 25 μ l compuesto por las mismas proporciones de reactivos empleados en el CO1. El perfil de temperaturas para la reacción comenzó con una desnaturalización a 95 °C por 2 min, seguido de 30 ciclos constituidos de la secuencia 94 °C por 0.6 min, 50 °C por 0.6 min, 90 °C por 1.5 min, y un ciclo final de 72 °C por 10 min antes de permanecer a 4 °C.

Las amplificaciones fueron llevadas a cabo en un termociclador Mastercycler Eppendorf (Brinkmann Instruments, Inc.). Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 1% y los productos más intensos fueron seleccionados para el secuenciamiento. Los productos fueron marcados utilizando el kit BigDye Terminator Cycle Sequencing (Applied Biosystems, Inc.) y secuenciado bidireccionalmente utilizando un secuenciador en capilar ABI 3730 siguiendo las instrucciones de manufactura.

Amplificación de fragmentos del DNA nuclear

Un total de 124 individuos fueron estudiados en los loci polimórficos (variables) de microsatélites AgCTm7, AgCAm2, AgCAm15 identificados por Farias *et al.* (2003). La reacción del coctel fue llevada a cabo en 10 μ l de volumen conteniendo 5.5 μ l de agua ultra pura, 1.0 μ l de tampón 10X (100 mM Tris-HCl, 500 mM KCl, 15 nM $MgCl_2$), 2.0 μ l de cada cebador (0.2 μ M cada uno), 0.8 μ l de una mezcla de dNTPs (200 μ M cada dNTP), 0.2 U de polimerasa Tap (AccuPrime, Invitrogen), y 1.0 μ l de extracción de DNA. El perfil de temperaturas para la reacción comenzó con una desnaturalización a 92 °C por dos minutos, seguida de 35 ciclos consistentes de 94 °C por 10 s, una temperatura específica para cada cebador elegido (ver Farias *et al.* 2003) por 10 s, 72 °C por 30 s, y una extensión final a 72 °C por 30 min antes de reposar a 4 °C.

Las reacciones fueron llevadas a cabo en el mismo termociclador utilizado para los fragmentos mitocondriales. Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 1% y aquellos más intensos fueron seleccionados para ser sometidos a electroforesis en gel de poliacrilamida de 1 mm de grosor al 7%. La poliacrilamida no desnaturalizante estuvo compuesta por acrilamida y bisacrilamida en una relación 19:1. Los geles fueron preparados con tampón 2X TAE (Sambrook *et al.* 1989), el mismo que fue empleado para sumergir la cámara con los geles y cerrar el campo eléctrico. Los productos fueron mezclados con 3 μ l de colorante de corrida 10X (50 mM EDTA [pH 8.0], 30% glicerol, 0.25 % de azul de bromofenol) para conglomerar y dar mayor peso a los productos, y 10 μ l

de esta solución fue cargado a las celdas de poliacrilamida. Después que los fragmentos fueron sometidos al campo eléctrico y migraron toda la noche (12-14 h), fueron teñidos en una solución acuosa de Bromuro de Etidio (0.5 µg/ml) y las bandas fueron visualizadas en un transluminador de rayos ultravioleta. Las imágenes digitales de los geles fueron obtenidas con un sistema Eagle-Eye (Stratagene Corp., San Diego, California), y los geles fueron manualmente leídos y evaluados utilizando el programa GelAnalyzer (2010, www.gelanalyzer.com). Cada corrida electroforética consideró una columna para las reacciones en blanco y dos para el marcador de peso molecular (a los extremos) que tuvo variación cada 100 pares de bases (Promega) en la zona de lectura.

Análisis del CO1

Las secuencias de CO1 fueron alineadas, editadas y alineadas con el programa BioEdit (Hall 1999) con la herramienta implementada Clustal W. La búsqueda y comparación con otras secuencias disponibles en publicaciones fue realizada con el programa BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) adecuado en la base de datos en línea GenBank (National Center for Biotechnology Information - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/Blast.cgi?CMD=Web&PAGE=BLASTHome>). Las publicaciones disponibles para las comparaciones fueron Hrbek *et al.* (2007) y Ardura *et al.* (2010). La diversidad haplotípica y nucleotídica fue calculada con el programa DnaSP versión 5 (Librado & Roszas 2009).

Análisis de la ATPasa

Las secuencias de la ATPasa fueron editadas y alineadas siguiendo el mismo procedimiento que el CO1. Los haplotipos identificados fueron comparados con los haplotipos identificados por Hrbek *et al.* (2005), quienes analizaron 110 muestras de Brasil (diferentes puntos a lo largo del eje principal del Amazonas), 16 de Perú (Iquitos), y 13 de Bolivia (cuenca del río Madre de Dios sin localidad(es) específica(s)).

Análisis de microsatélites

Los niveles de variación genética fueron descritos por los parámetros clásicos de genética de poblaciones como la frecuencia alélica por locus, nivel de heterocigocidad observada (H_o) y esperada sin sesgo (H_n) (Nei 1978). El índice de endogamia (F_{IS}) (Wright 1978), estimado por f de Weir & Cokerham (1984), fue calculado para evaluar la desviación a la panmixia. La significancia de las desviaciones fue evaluada con 1 000 matrices generadas al azar por permutaciones entre alelos. La diferenciación general entre muestras geográficas fue evaluada considerando todos los loci en conjunto, utilizando comparaciones entre los valores del índice de fijación F_{ST} estimado por el valor de theta - θ (Weir & Cokerham 1984). Una población genética es entendida como una unidad panmíctica (el valor de F_{IS} no significativamente diferente de cero), diferenciada de las otras por valores significativos de F_{ST} . Todo el procedimiento y los índices mencionados más arriba fueron generados con el programa Genetix 4.05 (Belkhir *et al.* 2004).

Para saber si la diferenciación genética entre las muestras geográficas podría estar relacionada a su posición espacial, se analizó la relación entre la distancia genética obtenida ($F_{ST}/1-F_{ST}$, Rousset 1997) vs. la distancia lineal (km) entre las localidades estudiadas y la distancia por el curso (sinuoso) de los ríos. El grado de relación fue medido con el coeficiente de correlación de Pearson (r) implementado en Excel (Microsoft Office Professional Plus 2016), y las distancias geográficas fueron obtenidas utilizando Google Earth (7.1.7.2600).

RESULTADOS

Secuencias del CO1

El fragmento de CO1 obtenido consistió de 651 pares de bases (pb). Se identificaron dos haplotipos (secuencias diferentes), diferenciados por un sitio polimórfico, en las muestras de las tres localidades estudiadas. La diversidad haplotípica de las 12 muestras (H_d) fue de 0.303 ± 0.147 , y la diversidad nucleotídica (P_i) de 0.0005 ± 0.0002 . Estas secuencias variaron en tres sitios cuando fueron comparadas a una única secuencia

identificada en dos individuos por Ardura *et al.* (2010) y dos individuos por Hrbek *et al.* (2008) provenientes de la Cuenca Amazónica brasileña.

Secuencias de la ATPasa

Se identificó un solo haplotipo de 1 119 pb en 90 individuos de Bolivia examinados para el locus de la ATPasa. La secuencia identificada en Bolivia fue diferente a los 13 haplotipos identificados para 126 individuos del eje principal del Amazonas desde Brasil a Perú, y Bolivia (Hrbek *et al.* 2005).

Genotipos de microsatélites

La mayor variación alélica observada fue en el locus AgCAM2 (4) y la menor en AgCTm7 (2). La menor diversidad alélica se observó en la cuenca del río Orthon, el cual mostró la presencia de seis alelos; ninguno de ellos exclusivo a la localidad de muestreo. Las otras dos localidades fueron más diversas (8 alelos), pero presentaron alelos exclusivos. En la cuenca del río Madre de Dios se identificó un alelo exclusivo en el locus AgCAM2 (310), y en la cuenca del río Beni en el locus AgCAM15 (238) (Cuadro 1, Figura 2).

Cuadro 1. Variabilidad genética del paiche en tres loci de microsatélites para tres localidades de la Cuenca Amazónica boliviana. MD: cuenca del río Madre de Dios; BE: cuenca del río Beni; OR: cuenca del río Orthon. N: número de individuos. Ho: Heterocigocidad observada; He: Heterocigocidad esperada; DE: Desviación estándar. F_{IS} : Índice de endogamia; ns: no significativo ($p > 0.05$).

Alelos	MD	BE	OR
N	55	38	16
Locus AgCAM2			
300	0.164	0.013	0.000
306	0.073	0.105	0.125
310	0.027	0.000	0.000
316	0.736	0.882	0.875
Ho	0.455	0.237	0.250
Hn	0.430	0.214	0.226
F_{IS} AgCAM2	-0.061 ns	-0.106 ns	-0.111 ns
Locus AgCTm7			
290	0.473	0.176	0.344
300	0.527	0.824	0.656
Ho	0.582	0.297	0.313
Hn	0.503	0.294	0.466
F_{IS} AgCTm7	-0.158 ns	-0.013 ns	0.336 ns
Locus AgCAM15			
228	0.827	0.763	0.531
238	0.000	0.197	0.000
244	0.173	0.040	0.469
Ho	0.346	0.395	0.313
Hn	0.288	0.382	0.514
F_{IS} AgCAM15	-0.200 ns	-0.034 ns	0.400 ns
Global			
F_{IS}	-0.134 ns	-0.044 ns	0.281 ns
Ho	0.461	0.310	0.292
DE (Ho)	0.118	0.080	0.036
Hn	0.407	0.298	0.402
DE (Hn)	0.109	0.084	0.154

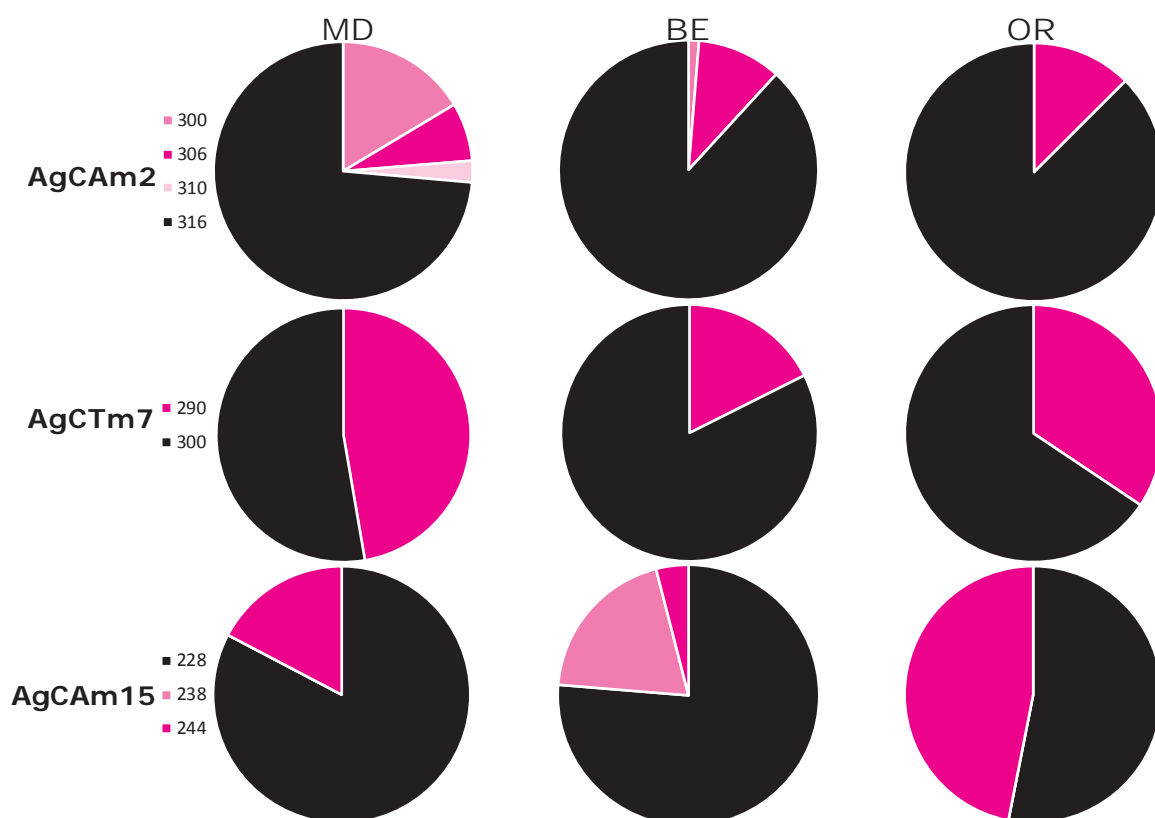


Figura 2. Variabilidad genética del paiche en tres loci de microsatélites (AgCAM2, AgCTm7, AgCAM15) para tres localidades de la Cuenca Amazónica boliviana. MD: cuenca del río Madre de Dios; BE: cuenca del río Beni; OR: cuenca del río Orthon.

Las pruebas de desviación a la panmixia para los tres loci en conjunto (F_{IS} global = 0.025) y cada uno de ellos (F_{IS} locus AgCAM2: -0.046, AgCTm7: 0.030, AgCAM15: 0.079), considerados como un solo conjunto (sin tomar en cuenta las localidades), mostraron valores que no se desvían significativamente de cero ($p > 0.05$) (Cuadro 1). Por tanto, no se rechaza la posibilidad que las tres muestras en conjunto formen parte de una sola gran unidad panmíctica.

Los valores del índice de endogamia (F_{IS}) para cada muestra geográfica mostraron que no se puede rechazar la panmixia en cada una de

las localidades estudiadas a nivel multilocus y por locus (Cuadro 1).

La prueba de diferenciación entre muestras geográficas (θ , Weir & Cockerham 1984) mostró que existe una diferenciación significativa ($p < 0.01$) entre las localidades, denotando que hay una variación importante entre cada una de ellas y que pueden ser consideradas como poblaciones genéticas diferentes (Cuadro 2). La mayor proximidad (menor distancia genética, $F_{ST}/1-F_{ST}$ – Rousset 1997) se observó entre la población del río Madre de Dios y la población del río Orthon, y la menor entre esta última y la población del río Beni (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diferenciación genética de muestras de paiche provenientes de tres localidades en la Cuenca Amazónica boliviana. MD: Cuenca del río Madre de Dios; BE: Cuenca del río Beni; OR: Cuenca del río Orthon. F_{ST} : Índice de fijación (θ , Weir & Cockerham 1984); D: Distancia genética definida como $F_{ST}/1-F_{ST}$ (Rousset 1997). **: $p < 0.01$ (altamente significativo).

$D \times F_{ST}$	MD	BE	OR
MD		0.107**	0.080**
BE	0.120		0.127**
OR	0.087	0.146	

Cuando se comparó la distancia genética entre poblaciones con la distancia geográfica siguiendo el curso de los ríos y lineal entre localidades, no se observó una relación significativa ($r < 0.2$) (Figura 3). Esta falta de relación denota que la diferenciación genética no depende de la distancia espacial sino de otros factores involucrados (p.e. ecológicos).

DISCUSIÓN

Información del CO1

La variación y divergencia $< 2\%$ (3/651) del CO1 identificada para los haplotipos del presente estudio y un haplotipo identificado para la Amazonía Central en Brasil (Hrbek *et al.* 2008; Ardura *et al.* 2010), sugiere que la identidad genética presente en Bolivia corresponde a la misma identidad identificada para Brasil por los autores mencionados. Se ha visto que el límite para diferenciar especies utilizando la variación del CO1, el cual se asemeja a un código de barras genético (bar-coding), es de aproximadamente 2% (Perei-

ra *et al.* 2013). Sin embargo, la precisión del código de barras no es absoluta y algunas especies reconocidas a nivel morfológico no pueden ser diferenciadas a este nivel. Si bien se conoce algunos ejemplos donde todas las especies consideradas presentaron una divergencia y asignación satisfactoria (p.e. Ward *et al.* 2005; Nwani *et al.* 2011), o nuevos taxa fueron descubiertos o redefinidos (p.e. Cerutti-Pereyra *et al.* 2012; Amaral *et al.* 2013; Pereira *et al.* 2013; Castro *et al.* 2014), un balance general muestra que 93-98% de las especies de peces conocidas pueden ser diferenciadas a través de esta metodología (Ward *et al.* 2009), y en algunos casos la precisión puede ser más baja. En la Cuenca Amazónica existen algunos casos en peces en los que la información del CO1 no es suficiente para diferenciar especies (p.e. Toffoli *et al.* 2008; García-Dávila *et al.* 2013).

Diagnóstico similar sobre una sola entidad en Bolivia se puede inferir de los dos marcadores adicionales que fueron utilizados (CO1 y microsátelites), y más abajo se discute el contenido de su información.

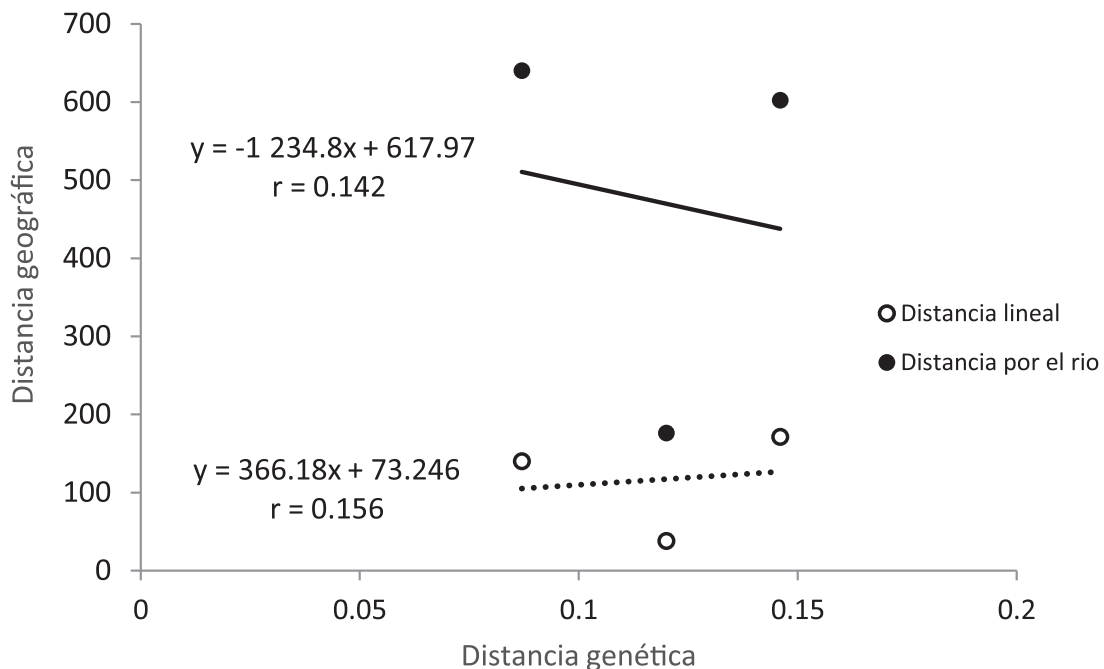


Figura 3. Relación entre la distancia genética ($F_{ST}/1-F_{ST}$, Rousset 1997) y las distancias geográficas lineal y por el curso sinuoso de los ríos obtenidos para muestras de paiche provenientes de tres localidades en la Cuenca Amazónica boliviana. La concomitancia entre las distancias fue descrita por las ecuaciones presentadas y su respectivo índice r de Pearson.

Información de la ATPasa

La uniformidad encontrada en todas las secuencias obtenidas para las tres muestras geográficas de Bolivia en el presente estudio sugiere que ocurrió un cuello de botella al momento que el paiche alcanzó el medio natural en la cuenca del río Madre de Dios en Perú. Al margen que las secuencias de la ATPasa corresponden a un locus codificante, y por lo tanto su variabilidad es bastante baja, ninguna de ellas fue idéntica a los haplotipos identificados por Hrbek *et al.* (2005), quienes encontraron siete haplotipos en 17 individuos de la porción peruana (Iquitos) de la Cuenca del Amazonas. Sorprendentemente, las secuencias se diferenciaron por una mutación que no estuvo presente en ninguna de las secuencias obtenidas por Hrbek *et al.* (2005). El número total de sitios polimórficos en el trabajo de Hrbek *et al.* (2005) fue 18, y suman a 19 cuando se añade la secuencia única y diferente identificada para las muestras del presente estudio. El número promedio de diferencias nucleotídicas entre las secuencias de Hrbek *et al.* (2006) y el presente estudio fue de 4.692, lo cual denota una baja variabilidad en este locus como era de esperarse. La diferencia de las secuencias de Bolivia se debe a una mutación de timina por citosina, a nivel del motivo ..AAGCTTCTTTGATCAA.. (Bolivia), el cual es ..AAGCTTTTTGATCAA.. en todas las secuencias de Brasil, Perú y Bolivia encontradas por Hrbek *et al.* (2005). El origen de esta diferencia puede deberse a una rápida mutación en el locus, pero es poco probable debido a la tasa de mutación de 1.3% por millón de años que posee este fragmento en peces (Bermingham *et al.* 1997). Una posibilidad para la presencia de una mutación únicamente en las muestras de Bolivia provenientes de las tres localidades, es que los secuenciadores empleados hayan realizado una lectura errónea. Si este fuera el caso para el secuenciador empleado en el presente estudio, la única secuencia identificada sería la misma que el haplotipo gb|AY081891.1 (Gen Bank) encontrado por Hrbek *et al.* (2005). Puesto que estos autores no indican la distribución geográfica de los haplotipos de ATPasa en sus localidades de colecta, se desconoce si este haplotipo es el que se encontró en Bolivia, o corresponde a un otro presente en Perú y/o Brasil. Para definir si la base C o T es la correcta, se recomienda obtener secuencias para un grupo de individuos ya estudiados en otro secuenciador.

Información de los microsatélites

El análisis de la variación de los microsatélites mostró que globalmente, las muestras analizadas forman parte de una gran población existente en tres de los grandes sistemas de la CAB invadidos por el paiche. Este resultado es concordante con el escape único de un grupo reducido de ejemplares comprometidos con un efecto fundador, el cual se refleja en la variación observada del CO1 y la ATPasa, que fueron exitosos en su expansión y reproducción desde su introducción al medio natural y avance hacia los cuerpos de agua en Bolivia. El hecho que no se vea una desviación global a la panmixia se puede deber a un incremento rápido en la abundancia y un periodo corto insuficiente para acumular diferenciación notable a nivel global. Las lecturas de la genética de la conservación sugieren que la variación genética reducida debido a la deriva génica o los efectos fundadores (cuellos de botella) limita la capacidad de adaptación de las poblaciones y el tamaño reducido de las poblaciones incrementa el riesgo de extinción por depresión endogámica y reducción de aptitud (Frankham & Ralls 1998; Allendorf & Lundquist 2003). Sin embargo, cada muestra geográfica analizada resultó ser una unidad genética diferenciada (población genética), con diferencias a nivel de las frecuencias alélicas y composición alélica (alelos exclusivos). La presencia de alelos exclusivos podría ser el resultado de mutaciones recientes en los microsatélites por su naturaleza hipermutable, y por lo tanto hipervariable, pero esto es poco probable por la tasa de mutación que se conoce para este marcador (1/100 a 1/1 000 000 por locus y por generación - Ellegren 2000; Sia *et al.* 2000), la presencia reciente del paiche en Bolivia (alrededor de 50 años), y una generación de la especie de cuatro años. Lo más aproximado es que este resultado denota la existencia de una microestructura genética donde las poblaciones resultantes no se distribuyen al azar, poseen características (variabilidad) propias y existen factores que están condicionando su estructura. Se sabe que la evolución rápida de rasgos adaptativos a veces ocurre en poblaciones expuestas a ambientes ecológicamente divergentes (Reznik *et al.* 1997; Hendry & Kinnison 1999; Dlugosch & Parker 2008), y no necesariamente se da una pérdida de variabilidad genética (Roman & Darling 2007). El hecho de que la variación no sea uniforme y al azar es

coincidente con el comportamiento sedentario que ha sido descrito para la especie en su medio natural (Castello 2007; Arantes *et al.* 2013; Núñez-Rodríguez *et al.* 2015), y al mismo tiempo que existe una preferencia por algunos hábitats o el grado de intercambio depende de la distancia espacial. Respecto a este último, se ha visto que no existe una relación con las distancias geográficas (lineal y por el curso de los ríos), por lo que otros factores están influyendo en la diferenciación de las poblaciones. Es interesante notar que hay una correspondencia entre la estructura poblacional observada con el tipo de sistema donde se encuentran las poblaciones. Existen ejemplos de invasores exitosos que pueden haber desarrollado rasgos asociados a las fluctuaciones del ambiente y cuellos de botella, que les permitió colonizar nuevas áreas con relativamente bajos niveles de diversidad genética (Gelembiuk *et al.* 2006). Cada sistema del que provienen las poblaciones poseen características que los diferencian, por ejemplo, a pesar que los ríos Madre de Dios y Beni son de aguas blancas, este último es caracterizado por transportar una gran cantidad de sedimentos suspendidos y sólidos disueltos, en el orden de casi cuatro veces mayor en relación al primero (Guyot *et al.* 1996). A su vez, el sistema del río Manuripi-Orthon es conocido por poseer características intermedias entre los sistemas de aguas blancas (época seca) y aguas claras (época de lluvias), por lo que ha sido denominado de aguas mixtas (Navarro & Maldonado 2002). Esta correspondencia con la estructura poblacional revelada sugiere que la especie está respondiendo a ciertos factores dominantes de los sistemas y posiblemente el conjunto de individuos que invadieron Bolivia estuvo compuesto por ejemplares provenientes de diferentes stocks del Perú con preferencias por ciertos tipos de hábitats. Esto quiere decir, que los peces confinados en Perú y transportados a las lagunas Valencia y Sandoval (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), habrían sido reunidos de diferentes localidades y/o tributarios, y por lo tanto de diferentes poblaciones, de la porción peruana del eje principal del Amazonas y los cuales buscaron las condiciones más óptimas y parecidas a las de su medio natural de donde fueron extraídos para establecerse. Es sabido que los stocks de piscicultura en Perú estuvieron conformados desde hace varias décadas por especímenes provenientes de sistemas

de aguas blancas (p.e. Ucayalí, Marañón) y claras (p.e. Nanay), y no se hizo ni se hace una diferenciación de su origen para mantenerlos juntos o separados (García-Dávila *et al.* 2011; observación personal en piscicultura en Iquitos y el lago Imiría 2006-2010). Se sabe que grupos fundadores constituidos por individuos de diferentes poblaciones genéticas poseen mayor potencial para expandirse y multiplicarse, lo cual los torna exitosos en un proceso de introducción e invasión (Kolbe *et al.* 2004). Otra explicación potencial para la estructuración poblacional identificada, es que la especie siguió un proceso de expansión rápido donde los individuos que colonizaban nuevos ambientes comenzaron a proteger su territorio, y formar grupos o familias con genotipos y fenotipos afines. Los genotipos más agresivos estuvieron al frente de la línea de invasión y los genotipos más sedentarios o tímidos fueron ocupando los diferentes hábitats a lo largo de la ola expansiva, con un posterior cambio rápido de las frecuencias alélicas en su constitución poblacional por el sedentarismo y territorialismo (al menos durante la reproducción - Saavedra *et al.* 2005) que poseen y los cuellos de botella que ocurrieron progresivamente. No obstante, la presencia de alelos exclusivos en dos de las poblaciones estudiadas hace notar que existe una relación entre la constitución genotípica y los hábitats que ocupan las poblaciones, y lo más probable es que existe una combinación entre el comportamiento ambulante o sedentario de algunos genotipos, y la preferencia por establecerse y alcanzar hábitats específicos.

Recomendaciones para el aprovechamiento

Los resultados del presente trabajo muestran que el paiche presente en los sitios de estudio proviene de un stock, o mezcla de ellos, que alcanzaron el medio natural como descrito en la literatura (ver Carvajal-Vallejos *et al.* 2011) y dieron origen a varias poblaciones resultantes de múltiples cuellos de botella a lo largo de la onda expansiva en la CAB. Esta estructuración se relaciona a un rasgo ecológico importante de la especie que es el sedentarismo y los movimientos migratorios cortos que realiza a lo largo de su vida, y el cual es descrito y comentado por los pescadores en Bolivia. El paiche no realiza grandes

movimientos desde los lugares donde se encuentra en el periodo de aguas altas, y con el retroceso de las aguas retorna a su lugar de origen para alimentarse y atravesar el periodo de aguas bajas. Por lo tanto, el manejo y aprovechamiento de la especie no debe considerar a todos los stocks de diferentes orígenes geográficos o sistemas como parte de una sola población grande con los mismos rasgos genéticos. Algunos rasgos de los sistemas parecen tener una influencia sobre la variación genética a nivel geográfico. De esta manera, sugerimos que al momento de elaborar un plan de aprovechamiento regional o local, se considere que el reclutamiento en las lagunas y la dinámica de las poblaciones que se aprovechan, dependen principalmente de los stocks en las mismas lagunas sujetas a la pesca y cuerpos de agua próximos circundantes. Los ejemplares en estos ambientes menores circundantes y menos accesibles para la pesca, muy probablemente, tienen una estrecha relación genética y de intercambios con los ejemplares presentes en lagunas, curiches o arroyos más accesibles para las pesquerías que toman lugar al norte de Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a los pescadores de las comunidades indígenas de Trinidacito Portachuelo Bajo (Pando), Flor de Octubre (Beni) (TIOC TIM II), y pescadores de la comunidad de Puerto Rico (Pando) por su colaboración para la colecta de muestras. Un reconocimiento especial a la labor de Adalid Argote durante la colecta de muestras. A Mabel Maldonado (ULRA-UMSS), Alison Macnoughton (WFT), Ben Koop (UVic), por el interés en la realización del trabajo y apoyo logístico en las fases de campo y laboratorio. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD). El trabajo fue cofinanciado en su etapa final por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero

del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto “Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni”.

REFERENCIAS

- Allan JD, Abell R, Hogan Z, Revenga C, Taylor BW, Welcomme RL, Winemiller K (2005) Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, 55: 1041-1051.
- Allendorf FW, Berry O, Ryman N (2014) So long for genetic diversity, and thanks for all fish. *Molecular Ecology*, 23: 23-25.
- Allendorf FW, Lundquist LL (2003) Introduction: population biology, evolution, and control of invasive species. *Conservation Biology*, 17: 24–30.
- Amaral CRL, Brito PM, Silva DA, Carvalho EF (2013) A new cryptic species of South American freshwater Pufferfish of the genus *Colomesus* (Tetraodontidae), based on both morphology and DNA data. *PLoS ONE* 8(9): e74397.
- Araripe J, Rêgo PS, Queiroz H, Sampaio I, Schneider H (2013) Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellite markers. *PLoS ONE*, 8: e54470.
- Arantes CC, Castello L, Cetra M, Schilling A (2013) Environmental influences on the distribution of arapaima in Amazon floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 96: 1257-1267.
- Ardura A, Linde AR, Moreira JC, Garcia-Vazquez E (2010) DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. *Biological Conservation*, 143: 1438-1443.
- Belkhir K, Borsa P, Chikhi L, Raufaste N, Bonhomme F (2004) GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université Montpellier II, Montpellier, France.
- Bermingham ES, McCafferty A, Martin A (1997) Fish biogeography and molecular clocks: perspectives from the Panamanian Isthmus. pp. 112–126. En: Kocher T, Stepien C (Eds.). *Molecular systematics of fishes*. Academic Press, New York, USA.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM,

- Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Castello L (2007) Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 38-46.
- Castello L, Stewart DJ (2010) Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 49-56.
- Castro FP, Batista J, Porto JI (2014) DNA barcodes of Rosy Tetras and allied species (Characiformes: Characidae: *Hyphessobrycon*) from the Brazilian Amazon Basin. *PLoS ONE*, 9: e98603.
- Cerutti-Pereyra F, Meekan MG, Wei NWV, O'Shea O, Bradshaw CJA, Austin CM (2012) Identification of rays through DNA barcoding: An application for ecologists, *PLoS ONE*, 7: e36479.
- Crespo A, Van Damme PA (2011) Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. pp. 15-27. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Dlugosch KM, Parker M (2008) Founding events in species invasions: genetic variation, adaptive evolution, and the role of multiple introductions. *Molecular Ecology*, 17: 431-449.
- Ellegren H (2000) Microsatellite mutations in the germline: implications for evolutionary inference. *Trends in Genetics*, 16: 551-558
- Farias IP, Hrbek T, Brinkmann H, Sampaio I, Meyer A (2003) Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Molecular Ecology Notes*, 1: 128-130.
- Frankham R, Ralls K (1998) Conservation biology: inbreeding leads to extinction. *Nature*, 392: 441-442.
- Frankham R, Ballou JD, Briscoe DA (2008) Fundamentos de genética da conservação. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, Brasil. 262 p.
- García-Dávila CR, Castro-Ruiz D, Chota-Macuyama W, Biffi C, Deza S, Bazan R, García J, Rebaza M, Rebaza C, Chavez C, Chu-Koo F, Duponchelle F, Nuñez J, Renno J-F (2011) Caracterización genética de ejemplares de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) utilizados en el repoblamiento del lago Imiría (cuenca del río Ucayali). *Folia Amazonica*, 20: 67-75.
- García-Dávila CR, Duponchelle F, Castro-Ruiz D, Villacorta J, Quérroul S, Chota-Macuyama W, Nuñez J, Römer U, Carvajal-Vallejos FM, Renno J-F (2013) Molecular identification of a cryptic species in the Amazonian predatory catfish genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1962) from Peru. *Genetica*, 141: 347-358.
- Gelembiuk GW, May GE, Lee CE (2006) Phylogeography and systematics of zebra mussels and related species. *Molecular Ecology*, 15: 1033-10.
- Gozlan RE (2008) Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? *Fish and Fisheries*, 9: 106-115.
- Guyot JL, Filizola N, Quintanilla J, Cortez J (1996) Dissolved solids and suspended sediment yields in the Rio Madeira basin, from the Bolivian Andes to the Amazon. pp. 55-63. En: Erosion and Sediment yield: Global and Regional Perspectives, Exeter, July 1996. IAHS Publ. 236.
- Hänfling B (2007) Understanding the establishment success of non-indigenous fishes: lesson from population genetics. *Journal of Fish Biology*, 71: 115-135.
- Hendry AP, Kinnison MT (1999) The peace of modern life: Measuring rates of contemporary microevolution. *Evolution*, 53: 1637-1653.
- Hrbek T, Farias IP, Crossa M, Sampaio I, Porto JIR, Meyer A (2005) Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8: 297-308.
- Hrbek T, Crossa M, Farias IP (2007) Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4, Suppl.): 909-917.
- Hughes AR, Inouye BD, Johnson MTJ, Underwood N, Vellend M (2008) Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters*, 11: 609-623.
- Klug WS, Cummings MR, Spencer CA, Palladino MA (2012) Concepts of genetics. 10th edition, Benjamin Cummings. 896 p.
- Kolbe JJ, Glor RE, Rodríguez L, Chamizo A, Larson A, Losos JB (2004) Genetic variation increases during biological invasion by a Cuban lizard. *Nature*, 431: 177-181.
- Leão A (2009) Análise de la variabilidade genética das populações de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) dos principais tributários do rio Amazonas através do uso de marcadores microsatélites. Tesis de doctorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Programas de Pós Graduação do Instituto

- Nacional de Pesquisas da Amazônia – PPG-INPA, Programa de Pós Graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva – PPG-GCBEv. Manaus (AM), Brasil.
- Librado P, Rozas J (2009) DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, 25: 1451-1452.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1(2): 129-138.
- Navarro G, Maldonado M (2002) Geografía Ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 719 p.
- Nei M (1978) Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583–590.
- Nuñez-Rodríguez J, Duponchelle F, Cotrina-Doria M, Renno J-F, Chavez-Ventilla C, Rebaza C, Deza S, García-Dávila C, Chu-Koo F, Tello S (2015) Movement patterns and home range of wild and re-stocked *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) monitored by radio-telemetry in Lake Imiria, Peru. *Journal of Applied Ichthyology*, 31: 10-18.
- Palkovacs EP (2011) The overfishing debate: an eco-evolutionary perspective. *Trends in Ecology & Evolution*, 26: 616–617.
- Pereira LHG, Hanner R, Foresti F, Oliveira C (2013) Can DNA barcoding accurately discriminate megadiverse Neotropical freshwater fish fauna?. *BMC Genetics*, 14:20.
- Pinsky ML, Palumbi S (2014) Meta-analysis reveals lower genetic diversity in overfished populations. *Molecular Ecology*, 23: 29-39.
- Pringle RM (2005) The origins of the Nile Perch in the Lake Victoria. *BioScience*, 55: 780-787.
- Reznik DN, Shaw FR, Rodd FH, Shaw RG (1997) Evaluation of the rate of evolution in natural populations of guppies (*Poecilia reticulata*). *Science*, 275: 1934-1937.
- Roman J, Darling JA (2007) Paradox lost: genetic diversity and the success of aquatic invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 454-464.
- Rousset, F (1997) Genetic differentiation and estimation of gene flow from F-statistics under isolation by distance. *Genetics*, 145: 1219
- Saavedra EA, Quintero LG, Landines MA (2005). Aspectos reproductivos. pp. 31-40. En: Sanabria AI, Beltrán IC, Victoria P (Eds.). *Biología y cultivo del pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimatidae)*. Bases para un aprovechamiento sostenible. Imprenta Nacional de Colombia, Bogota, Colombia.
- Sakai AK, Allendorf FW, Holt JS, Holt JS, Lodge DM, Molofsky J, With KA, Baughman S, Cabin RJ, Cohen JE, Ellstrand NC, McCauley DE, O’Neil P, Parker IM, Thompson JN, Weller SG (2001) The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32: 305-332.
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989) *Molecular cloning: a laboratory manual*. Coldspring Harbor Laboratory Press, 2nd edition, New York, USA.
- Sia EA, Butler CA, Dominska M, Greenwell P, Fox TD, and Petes TD (2000). Analysis of microsatellite mutations in the mitochondrial DNA of *Saccharomyces cerevisiae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97: 250-255.
- Toffoli D, Hrbek T, Araújo ML, Almeida M, Charvet-Almeida P, Farias IP (2008) A test of the utility of DNA barcoding in the radiation of the freshwater stingray genus *Potamotrygon* (Potamotrygonidae, Myliobatiformes). *Genetics and Molecular Biology*, 31: 324-336.
- Vitorino CA, Oliveira RCC, Margarido VP, Venere PC (2015) Genetic diversity of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Araguaia-Tocantins basin estimated by ISSR marker. *Neotropical Ichthyology*, 13(3): 557-568.
- Ward RD, Hanner R, Hebert PDN (2009) The campaign to DNA barcode all fishes, FISH-BOL. *Journal of Fish Biology*, 74: 329-356.
- Ward RD, Zemlak TS, Innes BH, Last PR, Hebert PDN (2005) DNA barcoding Australia’s fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360: 1847-1857.
- Weir BS, Cokerham CC (1984) Estimating F statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38: 1358–1370.
- Woodruff DS (2001) Declines of biomes and biotas and the future of evolution. *PNAS*, 98: 5471-5476.
- Wright, S (1978) *Evolution and the Genetics of Populations*. University of Chicago Press, Chicago, USA.

PARTE IV

BENEFICIOS Y RIESGOS PARA EL CONSUMO

Contenido nutricional de la carne de paiche (*Arapaima gigas*) en Bolivia

Rocío Reynaga Loredo^{1,4}, Sergio Villafán^{1,4}, Selva V. Montellano^{1,4},
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,4}



¹ Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Municipio de Sacaba, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios y Servicios Ecológicos para el Desarrollo Integral y Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller 211, Zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

⁴ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

El pescado es considerado una de las carnes más saludables para el consumo humano, debido a que es una buena fuente de proteínas, ácidos grasos esenciales como el Omega 3 y 6, vitaminas y minerales (Carolsfeld *et al.* 2014). Una ración promedio de 100 gramos cubre más del 50% de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO (Fennema 1985), estas proteínas son de elevado valor nutricional y presentan digestibilidad superior al 80% (Lowell 1978).

Las proteínas de la carne de pescado están constituidas por largas cadenas de aminoácidos esenciales, de los cuales muchos no pueden ser sintetizados por el ser humano y deben ser ingeridos a través de la alimentación (Avdalov 2014). Las vitaminas esenciales, micronutrientes orgánicos y sin valor energético presentes en el pescado son las vitaminas A, K, D (regulan el metabolismo del calcio y fósforo en los huesos), y E (fortalece el sistema inmunológico e interviene en la formación de glóbulos rojos) (Avdalov 2014). Las concentraciones de estos micronutrientes pueden ser afectadas por el procesamiento, almacenamiento, preparación y tipo de cocción, debido a que la temperatura, el agua y otros compuestos aceleran el proceso de oxidación o remoción (Pigott & Tucker 1990). Sin embargo, la ventaja de esta carne es que requiere menos tiempo de cocción que otras carnes animales, lo que permite mantener sus propiedades nutritivas (Avdalov 2014). Se ha observado que la mejor manera de aprovechar los nutrientes del

pescado es comerlo hervido (p.e. sopa), ya que de esta manera se concentran las proteínas, vitaminas y ácidos grasos (Severi *et al.* 1997).

El Omega-3 y Omega-6 son ácidos grasos poliinsaturados, también presentes en carne de pescados y mariscos. Son saludables porque potencian el funcionamiento del sistema nervioso central, regulan el sistema cardiovascular, la presión arterial y la coagulación. Además, disminuyen el riesgo de depresión y reducen la probabilidad de padecer enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer (Avdalov 2014). Sin embargo, la cantidad de ácidos grasos disponibles dependen de la especie, del estado de maduración sexual y de los hábitos alimenticios de las especies (Stansby 1963).

La carne del paiche se caracteriza por ser rica en proteínas y baja en grasas, con cantidades significativas de ácidos grasos (Wang Yin *et al.* 2010). Además de sus propiedades nutricionales, esta especie no posee huesos intramusculares que dificultan su consumo, la textura de su carne es firme, el sabor casi neutro, y el color generalmente blanco (Alcántara *et al.* 2006). Por estas características la especie ha tenido buena aceptación por los consumidores en los principales mercados de Bolivia (Figura 1). En los últimos años el paiche ha tomado importancia en los desembarques de la Cuenca Amazónica Boliviana (CAB) y se ha convertido en una de las especies de mayor importancia económica de la región (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Coca Méndez *et al.* 2012).



Figura 1. Filete de paiche de la porción dorsal colectado en Riberalta.

En Bolivia el consumo de pescado es aproximadamente de 1.6 kg por persona al año (FAO 2005). Este valor está por debajo de lo recomendado por la OMS (8.5-13 kg/persona/año). Si bien el consumo de pescado en el país es bajo, existen variaciones regionales importantes. En la CAB, las comunidades campesinas e indígenas consumen cantidades importantes de pescado, sobre todo aquellas que se encuentran ubicadas cerca a cuerpos de agua y pueden acceder al recurso pesquero. Por lo general, en esas comunidades, el pescado se constituye en la principal fuente de proteína de origen animal (Carolsfeld *et al.* 2014).

El objetivo del presente estudio fue el de determinar el contenido de macronutrientes, micronutrientes y grasas en la carne de paiche (*Arapaima gigas*) para conocer sus propiedades nutricionales y dar recomendaciones sobre las ventajas de promover su consumo.

MÉTODOS

Las muestras se colectaron en la ciudad de Riberalta (Beni), un área con elevada actividad pesquera que se constituye como el principal

puerto de desembarque pesquero al Norte de Bolivia. Las muestras fueron extraídas de tres ejemplares de paiche juveniles (P1, P2 y P3), con una longitud media de 81.6 cm.

Se extrajeron muestras de aproximadamente 0.8 kg, correspondientes a las porciones dorsal, abdominal y caudal del cuerpo (Figura 2). En total se obtuvieron nueve muestras, las cuales fueron depositadas y transportadas en recipientes plásticos debidamente etiquetados. Cada muestra fue congelada (-10 °C) y trasladada al Centro de Investigaciones Químicas (CIQ) en la ciudad de Quillacollo-Cochabamba. Los métodos de análisis fisicoquímicos utilizados fueron: método micro-Kjeldahl para la determinación de proteínas; extracción Soxhlet para la determinación de grasas totales; cromatografía líquida - espectrometría de masas (LC-MS) para la determinación de vitaminas hidro e liposolubles; cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS) para el análisis de 37 ácidos grasos. Los carbohidratos fueron determinados por medio de un cálculo indirecto. En el análisis de resultados se consideraron los valores promedio de los componentes nutricionales en cada porción del cuerpo estudiada.



Figura 2. Muestras de carne de paiche colectadas en la ciudad de Riberalta, correspondientes (de derecha a izquierda) a las porciones dorsal, ventral y caudal.

RESULTADOS

El análisis de resultados presentado en el Cuadro 1 muestra que, en promedio, la carne de paiche posee una importante cantidad de proteína (19.5%), y bajas concentraciones de grasas totales y carbohidratos (0.8 y 0.7%, respectivamente). Contiene dos vitaminas hidrosolubles, la riboflavina y el ácido nicotínico, y seis vitaminas liposolubles, K2, D2, A, E (acetato) y D3. Todas ellas en bajas concentraciones (<0.03 mg/100 g), excepto la vitamina E que está presente en proporciones importantes (>1 mg/100 g).

Se encontraron presentes ácidos grasos saturados (mirístico, palmítico, esteárico), e insaturados (oleico, linoleico, ácido eicosaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA) éstos dos últimos del tipo omega 3). Los ácidos grasos de más alta concentración encontrados fueron palmítico, oleico,

y esteárico (Cuadro 1). La carne de paiche analizada contiene un porcentaje relativo de 14.4–18.9% de ácido palmítico; 16.6–17.8% de ácido oleico, y 6.6–8.5% de ácido esteárico. Los demás ácidos grasos muestran concentraciones relativas promedio por debajo al 1.8% (Cuadro 1).

El abdomen fue la parte del cuerpo con mayor contenido de proteínas (20.4%), en relación a las porciones dorsal y caudal. A su vez, el lomo mostró el mayor contenido de carbohidratos en relación a las otras dos porciones del cuerpo. Sin embargo, el contenido de carbohidratos es bajo de manera general. Los ácidos grasos fueron más elevados en las porciones abdominal y dorsal, y no fueron detectables en la porción caudal (Cuadro 1).

La Riboflavina se detecta en bajas concentraciones sólo en las porciones dorsal y terminal. El ácido nicotínico está presente en todas las

Cuadro 1. Contenido de nutrientes, micronutrientes y grasas en carne de paiche colectada en Riberalta (Beni-Bolivia). Los valores provienen de tres porciones del cuerpo diferentes y de tres ejemplares (n=3) con una longitud total promedio de 81.6 cm. ND: Parámetro no detectado.

Parámetro	Dorsal	Abdominal	Caudal	Promedio
Proteínas [%]	19.1 ± 2.7	20.4 ± 1.4	18.9 ± 0.7	19.5
Grasas totales [%]	0.4 ± 0.2	0.7 ± 0.6	1.3 ± 0.6	0.8
Carbohidratos [%]	1.0 ± 1.6	0.5 ± 0.8	0.5 ± 0.4	0.7
Vitaminas Hidrosolubles [mg/100 g]				
Riboflavina	<0.1	ND	<0.1	<0.1
Ácido Nicotínico	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Vitaminas Liposolubles [mg/100 g]				
Vitamina K2	<0.001	0.002 ± 0.0	<0.001	<0.001
Vitamina D2	0.014 ± 0.0	0.035 ± 0.0	0.03 ± 0.0	0.027
Vitamina A (palmitato)	<0.001	0.002 ± 0.0	0.002± 0.0	0.002
Vitamina E (acetato)	0.007 ± 0.0	0.007 ± 0.0	0.006± 0.0	0.007
Vitamina D3	0.010 ± 0.0	0.010 ± 0.0	0.02 ± 0.0	0.013
Vitamina E	1.054 ± 0.8	1.616 ± 1.7	0.93 ± 0.6	1.198
Ácidos Grasos (% relativo)				
Mirístico	ND	0.7 ± 0.0	ND	0.2
Palmítico	14.4 ± 4.8	18.9 ± 0.6	ND	11.1
Oleico	17.8 ± 1.4	16.6 ± 2.7	ND	11.4
Linoleico	ND	1.2 ± 0.0	ND	0.4
Esteárico	8.5 ± 1.1	6.6 ± 2.0	ND	5.0
EPA	1.7 ± 0.5	0.9 ± 0.1	ND	0.9
DHA	1.8 ± 0.6	0.5 ± 0.2	ND	0.8

muestras en una concentración reducida (0.1 mg/100 g). Las concentraciones promedio de vitaminas liposolubles e hidrosolubles fueron bajas, con valores menores a 0.027 mg/100 g. La excepción fue la vitamina E, que presenta una concentración promedio de 1.198 mg/100 g (Cuadro 1).

Se encontraron siete ácidos grasos en la porción abdominal, cinco en la porción dorsal, y ninguno en la porción caudal (Cuadro 1). El ácido palmítico fue el más elevado en la porción abdominal. Sin embargo, los ácidos oleicos, esteárico, EPA y DHA fueron más abundantes en la porción dorsal. El ácido linoleico (omega 6) se encontró únicamente en el abdomen.

DISCUSIÓN

La carne de paiche es considerada como una de las principales fuentes de proteína en la Cuenca Amazónica, su consumo ayuda a obtener la cantidad necesaria de aminoácidos exógenos (Flores-Nava *et al.* 2010) que se necesitan en una dieta equilibrada. Los resultados de esta investigación muestran que la carne de paiche posee un elevado contenido proteico del 20% (19.5/100) del peso total. Este resultado promedio es el mismo hallado por Carolsfeld *et al.* (2014) pero superior al encontrado por Wang *et al.* (2010), quienes determinaron que el contenido de proteína en carne de esta especie es 16.5% (Cuadro 2).

Con respecto al contenido de ácidos grasos, las muestras analizadas en China (acuario) mostraron notablemente mayores concentraciones que los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 2). Esto podría deberse a que la cantidad de ácidos grasos de los ejemplares varían de acuerdo al estado de maduración sexual en el que se encuentran, sus hábitos alimenticios y el medio donde habitan (Stansby 1963). Es importante considerar que los ejemplares estudiados por Wang *et al.* (2010) en la China provienen de un acuario y existe una plasticidad relacionada a la dieta que influye sobre la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados DHA/EPA.

La literatura describe que los peces pueden almacenar energía con alto contenido calórico en forma de ácidos grasos saturados (SFA) en cantidades considerables debido a que es la principal forma de almacenamiento en estos organismos (Petenuci 2016). La mayoría de las especies concentran la mayor cantidad de estos ácidos en el abdomen (Testi *et al.* 2007). Carolsfeld *et al.* (2014), y el presente estudio, notaron el mismo patrón en base a las muestras de paiche que analizaron. Sin embargo, a través de este estudio también se mostró que existe un contenido importante de estos ácidos grasos en la porción dorsal del cuerpo.

El Comité de Expertos de Proteínas de la FAO/OMS estableció en 1985 que un adulto debe consumir por día 0.75 g de proteína por cada kilogramo (kg) de peso corporal. Las reco-

Cuadro 2. Comparación del contenido nutricional de la carne de paiche procedente del medio natural en Bolivia (presente estudio) y de un acuario en la China (Wang *et al.* 2010).

PARAMETROS	BOLIVIA	CHINA
Proteínas [%]	19.5	16.5
Grasas totales [%]	0.8	6.8
Ácidos grasos [% relativo]		
Mirístico	0.2	3.2
Palmítico	11.1	20.1
Esteárico	5	6.6
Oleico	11.4	28.4
Linoleico	0.4	11.3
EPA	0.9	1.2
DHA	0.8	7.4
Omega 3	0.9	8.6
Omega 6	0.4	11.3

mendaciones actuales se encuentran en un margen similar siendo 0.80 g/kg/día (peso corporal/día) para adultos de más de 18 años de edad; y 1.5 g/kg/día para niños de 7-12 meses (Hernández 2004). Los niños y jóvenes entre 1-3, 4-8 y mayores a nueve años deben consumir al menos 13, 19 y 34 g de proteína por día, respectivamente; en promedio eso representa alrededor de 1 g/kg (Rushton & Fiore 2005). De esta manera, por ejemplo, un adulto de 70 kg que debería ingerir 56 g de proteína por día, tendría cubierta su demanda diaria de proteína si consume 280 g de carne de paiche.

Comparando con otras especies, se ha visto que el paiche posee niveles intermedios de proteína. Especies como el bagre, salmón y tilapia, poseen valores superiores de proteína (Perea *et al.* 2008) a los hallados para el paiche en el presente estudio (Cuadro 3). A nivel de las grasas, el salmón es la especie que tiene los valores más elevados, seguido de la trucha y el tambaquí (Perea *et al.* 2008). El paiche presenta la menor cantidad en promedio (0.8) de estos (Cuadro 3). Los valores de ácidos grasos son variables; el omega 3 es elevado en paiche y salmón, y bajo en bagre, tilapia y bocachico. Por otro lado, el omega 6 es bajo en general, pero las mayores concentraciones se encuentran en salmón, seguido

de la trucha y el paiche (Cuadro 3). Los resultados de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3), sugieren que el paiche es una fuente atractiva de alimento sano y que puede equipararse y ser una alternativa al consumo de pescados azules o grasos (contenido de grasa en músculo > 5% – p.e. anchoas, arenque, atún, salmón, sardina, caballa) que se consumen por su alto contenido en estos ácidos grasos.

La vitamina E debe ser consumida por hombres y mujeres adultos en una cantidad promedio de 15 miligramos/día (Hernández 2004). Se ha visto que la carne de paiche posee aproximadamente 2.4 mg/200 g (Cuadro 1), lo cual podría contribuir potencialmente al 16% del consumo diario recomendado de esta vitamina.

El consumo de las vitaminas D2 y D3 está recomendado debido a que facilitan la absorción de calcio y fósforo (Zuluaga *et al.* 2011). Por lo tanto, se recomienda el consumo de estas vitaminas en una cantidad 0.005 mg/día, desde el nacimiento hasta los 50 años (Hernández 2004). En este estudio se encontró que la carne de paiche posee vitaminas D2 y D3 en un total de 0.040 mg/100 gramos y que se presenta como una fuente importante para cubrir los requerimientos diarios de estas vitaminas.

Cuadro 3. Comparación del contenido proteico y ácidos grasos en seis especies de peces. Los resultados correspondientes al paiche pertenecen al presente estudio y el resto de valores a los publicados por Perea *et al.* (2008).

Nombre	Especie	Proteína	Grasas	Omega 3	Omega 6
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>	19.50	0.80	1.70	0.40
Trucha	<i>Salmo gairdneri</i>	19.10	6.11	0.13	0.52
Tilapia	<i>Oreochromis sp.</i>	19.61	3.38	0.04	0.29
Bagre	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	21.22	1.03	0.02	0.05
Bocachico	<i>Prochilodus reticulatus magdalenae</i>	18.40	3.25	0.04	0.09
Cachama	<i>Piaractus brachypomus</i>	18.04	3.94	0.03	0.26
Salmón	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	20.19	12.23	0.73	0.85

En base a lo mencionado anteriormente se puede decir que la carne de paiche es una buena fuente de proteínas y algunas vitaminas que pueden cubrir una parte importante de las demandas nutricionales en comunidades y/o ciudades de Bolivia. Este estudio arroja un primer resultado sobre los contenidos nutricionales en carne de paiche procedente de Bolivia y queda por delante dilucidar la variación del contenido nutricional de los ejemplares considerando diferentes variables como la edad, sexo, estación y dieta. También, es importante tomar en cuenta que la disponibilidad de nutrientes disponibles y asimilables en un alimento, dependen de cómo ha sido preparada la comida (p.ej. cocción). Se sabe que la forma de preparar los alimentos influye en la cantidad de nutrientes a ser ingeridos. Por otro lado, es importante conocer la cantidad de contaminantes (p.ej. mercurio), que puede tener la carne de paiche para racionar su consumo semanal o mensual, y no sobrepasar límites que pueden poner en riesgo la salud humana. Considerando todo ello, se puede concluir que la carne de paiche es una buena fuente alimenticia que contribuye a la seguridad alimentaria de las familias bolivianas que tienen acceso a este producto, pero que su consumo debe regularse en función del grado de contaminantes que puede contener.

RECOMENDACIONES

La carne de paiche posee un contenido importante de proteínas (20%) y vitamina D y E bajo en grasas, por lo que puede considerarse como un alimento rico en proteínas que ayuda al desarrollo y crecimiento de los consumidores y puede constituirse en una alternativa interesante a otros alimentos de origen animal. De manera general, se ha visto que la carne de las porciones abdominal y dorsal contiene mayor cantidad de nutrientes, sobre todo de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana.

Un consumo de 280 gramos de carne de paiche al día es suficiente para cubrir los requerimientos de proteína que nuestro organismo necesita. Sin embargo, la carne de paiche presenta concentraciones reducidas de omega 6, por debajo de lo sugerido para prevenir enfermedades y mantener una buena salud.

Se recomienda complementar una dieta saludable basada en carne de paiche con aceites vegetales, frutos secos, semillas y verduras.

Los procesos de captura, conservación, manipulación, y preparación de la carne de paiche y de otras especies de pescado, debe realizarse de la manera más controlada posible porque dichos procesos influyen en la conservación de la calidad nutricional del producto. La cadena de producción es poco conocida en Bolivia y debe ser parte de un estudio inmediato para proporcionar las mejores recomendaciones a lo largo del proceso de producción y suministro de pescado. De esta manera se espera que los consumidores puedan acceder a un producto en las mejores condiciones de calidad en los mercados, promoviendo la seguridad alimentaria de Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

A Patricia K. Carvajal-Vallejos por datos y comentarios que mejoraron el contenido del trabajo. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF), a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue co-financiado por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre - IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development - DFATD).

REFERENCIAS

- Alcántara BF, Wust WH, Salvador TM, Rebaza AM, Del Castillo Torres D (2006) Paiche: El gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Perú.
- Avdalov N (2014) Beneficios del consumo de pescado. DINARA - INFOPECA. Montevideo.
- Carolsfeld J, Perez RT, Aranibar SMM, Luján RM, Souza DG, Vendramini AAL, Surringe B, Forster I (2014) Contenido nutricional de especies de

- pescado del Norte Amazónico Boliviano. Food Security, Fisheries And Aquaculture In The Bolivian Amazon. IDRC project 106524-003 Research Out puts - 4.5.2. Canada.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395 En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.
- Coca Méndez C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, Van Damme P (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (el Paiche - *Arapaima gigas*). La Paz, Bolivia: Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB.
- FAO (2005) El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. La población se ve obligada a convivir con el hambre y teme morir de inanición. Roma, Italia.
- Fennema O (1985) Food Chemistry. Part I. 2nd ed.: Marcel Dekker, Inc, New York.
- Flores-Nava A, Brown A (2010) Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica.
- Hernández TM (2004) Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Investigaciones Biomed, 23 (4): 266-292.
- Lowell R (1978) Biochemical and Biophysical Perspectives in marine biology. Academic Press, New York.
- Perea A, Gómez E, Mayorga Y, Triana CY (2008) Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58 (1): 91-97.
- Petenuci ME, Araújo I, Caetano S, Almeida V, Mendonça LA, Vergilio J (2016) Seasonal variations in lipid content, fatty acid composition and nutritional profiles of five freshwater fish from the Amazon basin. Journal of the American Oil Chemists Society, 93 (10): 1373-1381.
- Pigott GM & Tucker BW (1990) Seafood effects of technology on nutrition. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Ruston CHS, Fiore J (2005) Adolescents: nutritional requirements. pp. 15-26. En: Alle L, Prentice A (Eds.). Encyclopedia of Human Nutrition. Elseiver Ltd, segunda edición.
- Severi S, Bedogni G, Manzier AM, Pli M, Battistini N (1997) Effects of cooking and storage methods on the micronutrient content of foods. European Journal of Cancer Prevention, 6: 521-524.
- Stansby M (1963) Industrial Fishery Technology. Ed. Reinhold Publishing Corporation. New York, USA.
- Testi S, Bonaldo A, Gatta PP, Badiani A (2007) Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. Food Chemistry, 98: 104-111.
- Wang Y, Cheng-ye W, Jian-xing G, Shu-ji L, Yong-chang S (2010) Nutrition composition of *Arapaima gigas* Fillet. Fujian Journal of Agricultural Sciences. 25: 491-495.
- Zuluaga N, Alfaro J, González V, Jiménez K, Campuzano G (2011) Vitamina D: Nuevos paradigmas. Medicina & Laboratorio, 17 (5-6): 211-246.

Concentración de mercurio en carne de paiche (*Arapaima gigas*) del norte de la Cuenca Amazónica de Bolivia

Karen Ustariz^{1,5}, Sergio Villafán^{1,5}, Joachim Carolsfeld^{2,5}, Laura Kravac², Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,3,4,5}



¹ Asociación FAUNAGUA Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

² World Fisheries Trust (WFT), 434 Russel St, Victoria, BC V9A 3X3, Canada.

³ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al Parque La Torre s/n, Cochabamba, Estado plurinacional de Bolivia

⁴ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

El mercurio es un metal pesado que está presente en tres estados de oxidación: metálico (Hg^0), mercurioso (Hg^{2+2}) y mercuríco (Hg^{+2}). A partir de estos productos primarios se forman diversos compuestos orgánicos e inorgánicos. En el ambiente, el mercurio se encuentra generalmente en su forma inorgánica (sales) en suelos, agua, sedimentos y en algunos microorganismos, mientras que en la atmósfera se encuentra en forma gaseosa (Rice & Ambrose 1997). Cuando el mercurio llega a los cuerpos de agua sufre una serie de procesos, como la metilación que ocurre en los sedimentos depositados en el fondo o en la columna de agua mediante actividades bacterianas o en algunos casos por las condiciones fisicoquímicas. La concentración de metilmercurio en la columna de agua es resultado de la metilación que puede ser relacionada a la tasa de sedimentos en suspensión y turbidez del agua (Rice & Ambrose 1997; Ikingura & Akagi 1999). Esta forma de mercurio está disponible para su difusión en las cadenas alimenticias, pudiendo ser tóxico para algunos organismos (Akagi *et al.* 1995).

El mercurio puede tener origen en fuentes naturales como las emisiones volcánicas o termales, la mineralización de rocas, la erosión del suelo y también puede provenir de actividades antrópicas como las extracciones auríferas y la expansión agrícola no sostenible (Maurice-Bourgoin 2001). Las llanuras de inundación con sus lagunas adyacentes son favorables para la metilación del mercurio, la cual es la forma más tóxica de este metal, es fácilmente absorbida por el sistema digestivo, y tiene la mayor permanencia en el cuerpo de animales e incluso humanos (CDCP 2013; Roulet *et al.* 2000).

Los suelos de la Cuenca Amazónica son reservorios naturales de mercurio (Roulet *et al.* 1998). La creciente transformación de ecosistemas naturales a tierras agrícolas o pastoriles, la quema de bosques tropicales - una práctica común y periódica, los cambios de uso del suelo, son factores que influyen directamente a que el mercurio y otros metales presentes en los horizontes del suelo, sean arrastrados por escorrentía, en forma de sedimentos en suspensión, y depositados en planos de inundación (Roulet *et al.* 2000; Cordeiro *et al.* 2002; Almeida *et al.* 2005).

La acumulación de mercurio en los organismos (bioacumulación) depende del tiempo de exposición a concentraciones superiores a las que puede excretar (Padovani *et al.* 1993). Por lo que la tasa de mercurio está relacionada con el tamaño y la edad del organismo. Al mismo tiempo, los niveles de mercurio están determinados por la biomagnificación, que es un proceso que corresponde al incremento de la concentración de mercurio o metilmercurio de un nivel inferior de la cadena trófica a otro superior. La cantidad de mercurio dependerá del nivel trófico por lo que un depredador de un alto nivel trófico presenta mayor concentración de mercurio. Estos dos factores combinados incrementan el riesgo de presentar cuadros tóxicos (Deza 1997). El ser humano se encuentra expuesto al mercurio de forma directa por el proceso de biomagnificación, ya que por sus hábitos alimenticios omnívoros ocupa el último escalón dentro la cadena. Los riesgos de intoxicación humana por mercurio en la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) son altos debido a las altas concentraciones en los suelos y por la actividad aurífera, que utiliza mercurio para la amalgamación del oro (Hentschel *et al.* 2000; Yokoo *et al.* 2003).

Los efectos en la salud por la intoxicación por mercurio son falla renal, irritación y formación de edemas pulmonares, además de generar irritabilidad, fatiga, pérdida de peso, anorexia, problemas neuromotores (temblores, problemas de aprendizaje, dislexia al hablar y escribir), también tiene efectos neurotóxicos en desarrollo fetal durante el embarazo (Yokoo *et al.* 2003) por el momento no se cuenta con datos suficientes que demuestren que el mercurio produce cáncer (Clarkson & Margos 2006). Las consecuencias de intoxicación masiva por mercurio son de carácter irreversible, y frenan el desarrollo económico al imposibilitar la utilización y comercialización de recursos contaminados, lo que además genera un invaluable deterioro social (Olivero *et al.* 2002). Por lo que se debe considerar evitar consumir alimentos ricos en mercurio.

La principal fuente de metilmercurio para los seres humanos se encuentra en el consumo de pescados o mariscos, por lo que varios países sugirieron límites para su consumo en relación a la concentración de esta forma del metal. Canadá recomienda un límite máximo de 0.5 partes por millón - ppm (1 ppm = 1 mg/kg) que debe contener la carne de pescado

y un consumo de 0.0002 mg Hg/kg día para mujeres embarazadas, lactantes y niños pequeños, y de 0.00047 mg Hg/kg para adultos (Health Canada 2011) La Agencia de Protección Ambiental (USEPA) de Estados Unidos recomienda un límite de consumo semanal de 1.4 µg Hg/kg (EPA 2016). España sugiere evitar el consumo de especies con alto contenido de mercurio (p.e. pez espada, tiburón, atún rojo y lucio) con un límite propuesto de consumo semanal de metilmercurio de 1.6 µg Hg/kg (Farré *et al.* 2010).

La problemática del mercurio es de carácter e importancia mundial, por lo que 91 países firmaron el Convenio de Minamata, cuya finalidad es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas y compuestos de mercurio (UNEP 2013). En Bolivia, el pleno de la Cámara de Diputados aprobó en octubre de 2015 la ratificación del 'Convenio de Minamata sobre Mercurio', suscrito en octubre de 2013 con Japón. El acuerdo establece gestionar las cantidades de mercurio actualmente existentes (almacenadas o presentes en los productos), prevenir la exposición de las poblaciones, mejorar la comprensión del problema y sus soluciones, además de promover iniciativas internacionales en este ámbito (Ley N° 759 2015).

Se desarrollaron algunos estudios en Bolivia para determinar las concentraciones de mercurio en poblaciones indígenas que habitan en cercanías del río Beni. Se encontraron valores considerables en cabello de pobladores Esse Ejjas (9.81 mg Hg/kg), de Tacanas (4.0 mg Hg/kg), y en pobladores no indígenas de Cachuela Esperanza (3.02 mg Hg/kg). Estas poblaciones habitualmente consumen pescado, el cual es la fuente principal para la ingesta de este metal (Maurice-Bourgoin 2001; Barberi 2005). Estos valores, aunque elevados, están por debajo del Nivel Sin Efecto Adverso Observable o NOAEL (por sus siglas en inglés, No Observable Adverse Effect Level) propuesto por la Organización Mundial de la Salud de 10 mg Hg/kg (OMS 1991).

Los peces han sido ampliamente utilizados para evaluar la integridad biótica en arroyos y ríos. Son considerados buenos indicadores de la calidad de sistemas acuáticos, debido a que se cuenta con una amplia variedad de especies que se posicionan en diferentes niveles tróficos, sus poblaciones son abundantes, a lo

largo de su vida acumulan contaminantes y han sido extensamente estudiados en comparación a otros organismos acuáticos (Huidobro 2000; Velázquez & Vega 2004; Vázquez *et al.* 2006). El paiche es el pez con escamas más grande de la cuenca del Amazonas. Es una especie omnívora que se alimenta preferentemente de peces pequeños a medianos de distintos niveles tróficos, así también como de invertebrados y frutos (Sánchez 1961; Saavedra *et al.* 2005; Watson *et al.* 2013; Villafán 2014). Por su preferente permanencia en lagunas y su crecimiento rápido, puede brindar información sobre el estado de contaminación por mercurio, u otros metales pesados, considerando criterios de bioacumulación y biomagnificación (Padovani *et al.* 1993; Deza 1997).

En los últimos años la abundancia y distribución del paiche ha aumentado en la CAB, y la comercialización de su carne ha tomado importancia en las pesquerías, incluso hasta el punto que la mayoría de las faenas están destinadas a la búsqueda exclusiva de esta especie (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). La carne de paiche posee características que han permitido generar un mercado dentro de Bolivia, donde ha reemplazado especies nativas provenientes mayormente de la cuenca del Mamoré (Trinidad, Puerto Villarroel) y del Beni (Rurrenabaque, San Buena Ventura), como el surubí y el pacú (Van Damme 2006). Debido a que es un recurso alimenticio importante para comunidades (p.e. Riberalta) y grandes ciudades de Bolivia (p.e. Cochabamba, Santa Cruz), es importante determinar las concentraciones de mercurio que contiene la carne de esta especie para conocer el riesgo al que se exponen sus consumidores en Bolivia.

MÉTODOS

Área de estudio

Se colectaron muestras de paiche en ríos y lagunas de los departamentos de Pando y Beni. En la colecta de muestras colaboraron pescadores locales experimentados, quienes extraen pescado para su comercialización. Se colectaron 86 muestras en total, de las cuales 22 fueron obtenidas en las lagunas Florida (-11.78705 lat/ -66.83434 long) y Garcero (-11.80335 lat/ -66.84464 long), pertenecientes a la comunidad Santa Rosa de Florida

ubicada sobre la cuenca del río Beni (Figura 1). Trece muestras fueron colectadas en la laguna Tucunaré, ubicada al margen del río Yata (-11.240468 lat/ 65.680490 long). En la ciudad de Riberalta se colectaron 52 muestras provenientes de diferentes capturas realizadas por pescadores comerciales: 10 fueron del río Negro en el departamento de Beni, 20 del río Madidi en el departamento de La Paz, 13 muestras del río Madre de Dios, tres de la laguna El Mentirosa, 10 de la laguna Miraflores, y nueve del río Orthon. Las muestras de Riberalta fueron tomadas de ejemplares enteros, pero eviscerados, descamados y descabezados, momento previo de ser comercializados. La información del lugar de captura (punto de pesca), fue proporcionada por los pescadores o comercializadores el momento de la toma de muestras y se realizó una aproximación de la procedencia geográfica con la ayuda de un mapa (Figura 1).

Los peces colectados en campo (Lagunas Flo-

rida, Garcero y Tucunaré) fueron fotografiados con un código que hace referencia a la especie (AG = *Arapaima gigas*) y la localidad (FL = Santa Rosa de Florida y Ya= río Yata) (Figura 2). Fueron pesados con una romana de gancho de 100, 50 y 12 kg y, medidos con una cinta métrica (longitud total y estándar). Al momento de ser eviscerados por los pescadores, se revisaron las gónadas para determinar el sexo de cada ejemplar.

Las muestras que se tomaron en Riberalta, provinieron de peces "pelados", sin escamas ni cabeza, que eran procesados para comercializarse (Figura 3). Se midió la longitud del cuerpo pelado (tronco), con una cinta métrica, de ejemplares provenientes del río Orthon, río Madidi, laguna El Mentirosa y laguna Miraflores. Las muestras que fueron obtenidas del río Negro no cuentan con medidas de tamaño, por lo que se calculó la longitud estándar utilizando la siguiente ecuación: $LE = 1.32 (LTr) + 0.0082$, la cual fue determinada a

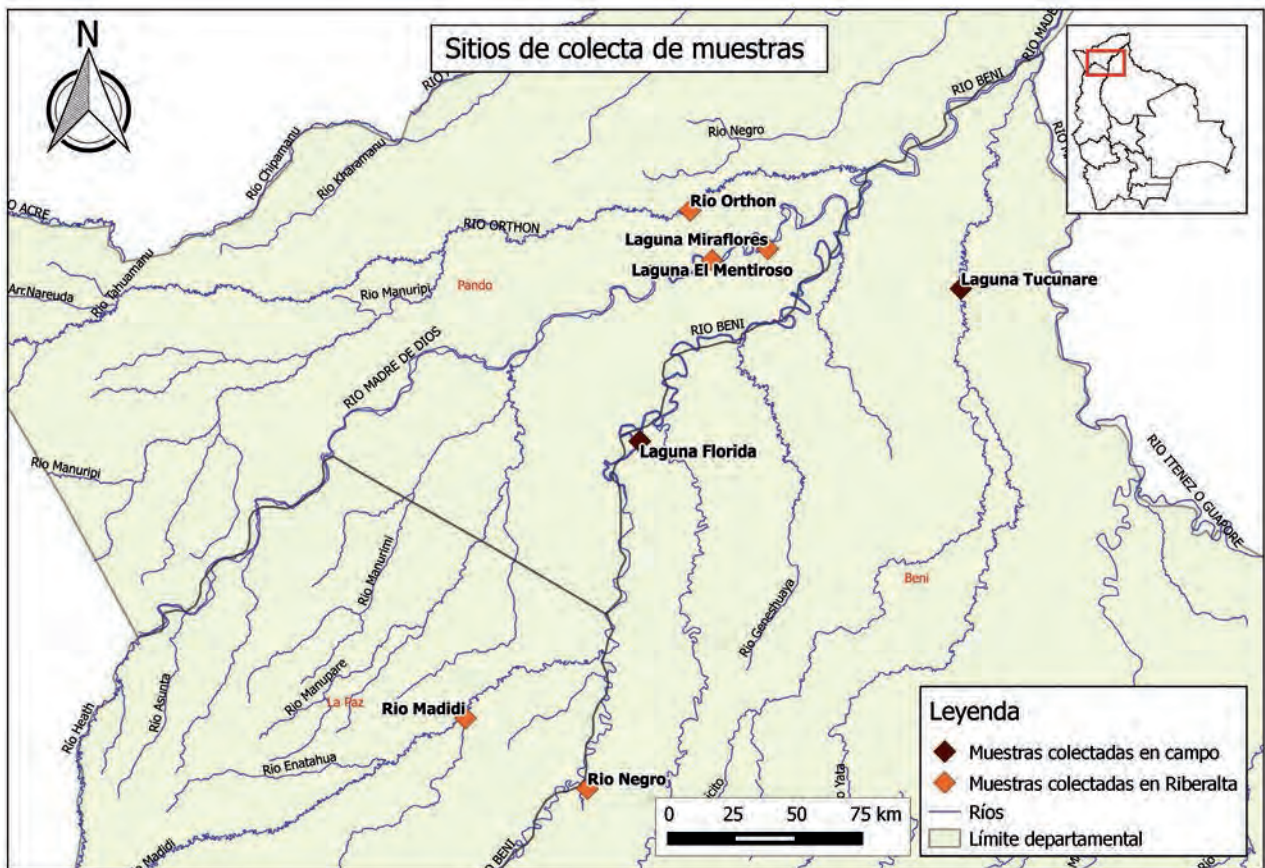


Figura 1. Procedencia geográfica de las muestras de paiche obtenidas en 2015-2016 para determinar la cantidad de mercurio en músculo.



Figura 2. Fotografías de ejemplares de paiche colectados en campo en 2015. AGFL 15 corresponde a un ejemplar capturado en la Laguna Florida – río Beni. AGYA8 corresponde a un ejemplar capturado en la Laguna Tucunaré - río Yata.

partir de la relación de la longitud total (LT) y la longitud del tronco (LTr) de 38 ejemplares colectados con anterioridad (datos no publicados).

Las muestras fueron tomadas de la zona dorsal del cuerpo, detrás del cráneo, con el uso de un bisturí (uno nuevo para cada muestra),

pinzas recubiertas con teflón y guantes de nitrilo sin talco para evitar cualquier contaminación. Se recolectaron aproximadamente 5 cm³ de carne de cada ejemplar. Las muestras fueron almacenadas en tubos Falcon de 50 ml e inmediatamente refrigeradas para evitar su descomposición y cualquier tipo de contaminación. Para mantener la cadena de



Figura 3. Fotografía de un ejemplar de paiche “pelado” del que se colectó una muestra de músculo en Riberalta para determinar la concentración de mercurio.

frío hasta el laboratorio, se usó hielo en gel y conservadoras plásticas de alto rendimiento durante el transporte terrestre y aéreo. Las muestras fueron congeladas inmediatamente a la salida del campo al tener acceso a equipos de refrigeración con electricidad. Se controló cuidadosamente la cadena de frío para evitar potenciales variaciones dependientes de la variación de la temperatura.

Las muestras congeladas fueron entregadas al laboratorio de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), para ser liofilizadas y pulverizadas por personal experimentado en la manipulación y ejecución de este tipo de muestras.

Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA), dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés en la ciudad de la Paz. Este laboratorio cuenta con más de 25 años de experiencia en el análisis de mercurio y ha sido empleado como laboratorio de referencia en la mayor parte de los estudios relacionados con concentraciones de mercurio en Bolivia. Su procedimiento consiste en la determinación de mercurio mediante el método de digestión y lectura por fluorescencia atómica.

Para los análisis de interpretación se conside-

raron los valores de concentración de mercurio en peso húmedo (Wet Weight - WW), debido a que es una medida convencional para reportar las concentraciones en carne fresca de pescado para consumo (RAMP 2009). Además, esta medida facilita la interpretación y comparación con resultados de otras investigaciones. El peso seco (Dry Weight - DW), en otras circunstancias, también es utilizado, especialmente para fines de estudios biológicos. En este trabajo, para facilitar la interpretación y la relación entre ambas medidas, se determinó el grado de correlación entre WW y DW. Así, el coeficiente de correlación r de Spearman mostró que ambas variables están relacionadas ($r = 0.99$) (Figura 4), y se puede utilizar una de las dos medidas para análisis e interpretación. La ecuación de la correlación de la concentración entre peso húmedo y peso seco es: $Hg\ WW = 0.2\ Hg\ DW + 0.004$

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) sobre el contenido de mercurio para determinar su relación y significancia con la longitud estándar y la procedencia geográfica (sitio de colecta). Se consideraron como significativos a los p valores ≤ 0.05 .

Adicionalmente, se realizó la prueba de agrupación de Tukey para determinar la relación existente entre la concentración promedio de mercurio y la procedencia geográfica.

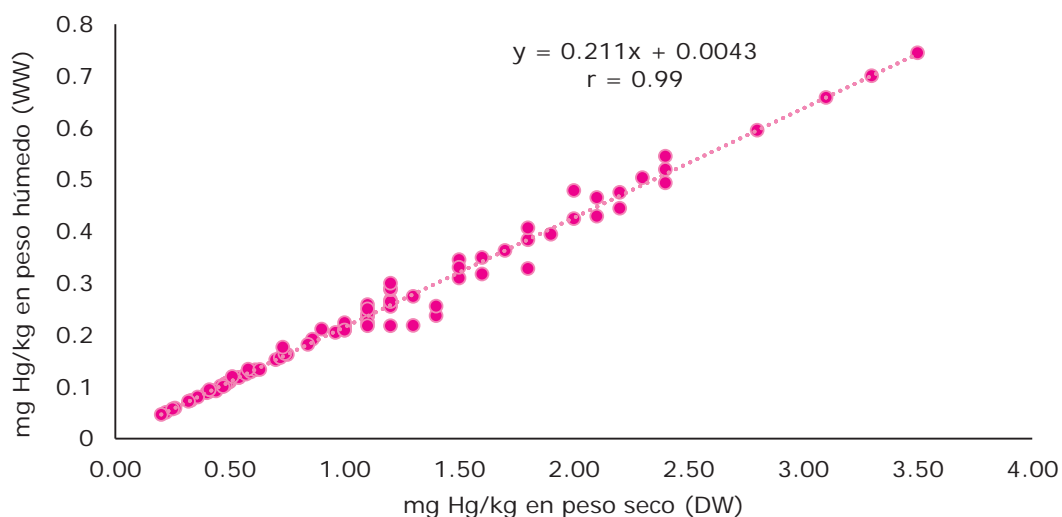


Figura 4. Relación entre la concentración de mercurio evaluada en peso seco (WD) y peso húmedo (WW) para muestras de músculo (porción dorsal) de paiche de diferentes sistemas de la Cuenca Amazónica boliviana.

RESULTADOS

La longitud estándar (LE) promedio de los individuos colectados en campo fue de 108.5 cm, de los 35 ejemplares provenientes de las lagunas Florida, Garcero y Tucunaré, 17 fueron hembras y 12 machos.

Las muestras de músculo provenientes de los ejemplares capturados en los ríos Madidi, Negro y Orthon mostraron las concentraciones más altas; alcanzando valores promedio entre 0.4 en el primero, y 0.3 mg Hg/kg en los dos últimos. En relación a los sistemas lénticos, los paiches de las lagunas El Mentiroso y Tucunaré presentaron las concentraciones más altas (0.3 mg Hg/kg) (Cuadro 1).

Se determinó, con un 95% de confianza, que las lagunas Florida y Garcero (Grupo C), río Orthon y laguna El Mentiroso (Grupo ABC), y la laguna Tucunaré y río Negro (Grupo AB) se agrupan debido a la semejanza entre las concentraciones promedio. Sin embargo, el río Madidi, sitio de colecta con la concentración promedio, en peso seco, más alta (1.7 mg Hg/kg), no posee una concentración similar a la de otro lugar colectado. Por otro lado, se observó que la laguna Miraflores, con una con-

centración promedio, en peso seco, de 0.8 mg Hg/kg, se asemeja más al Grupo C (Figura 5).

Considerando todas las muestras globalmente, se determinó que la longitud estándar y el origen geográfico tienen un efecto significativo ($r = 0.6$; $p=0.006$) sobre el contenido de mercurio, además explican el 53.2% de la variación total observada. En las muestras provenientes de las lagunas Garcero, Miraflores y Tucunaré se evidenció una relación significativa entre la longitud estándar y la procedencia geográfica ($p < 0.05$; $p = 0.001$; $p = 0.05$ respectivamente) (Cuadro 2).

El análisis de correlación entre el contenido de mercurio vs. la longitud estándar, mostró una correlación significativa ($r = 0.2$; $p = 0.007$) que explica el 10% de la variación observada (Figura 6).

El 39% de la variación general del contenido de mercurio fue explicado por la procedencia geográfica de las muestras (sitio de colecta), lo que sugiere una mayor relación ($r = 0.1$; $p < 0.05$) entre el contenido de mercurio con el origen geográfico de las muestras más que con el tamaño de los ejemplares analizados. Además, se evidenció que cuatro sitios de co-

Cuadro 1. Valores de concentración promedio de mercurio en peso húmedo (WW) y seco (DW) en carne de paiche de diferentes tamaños y colectados de diferentes puntos de la Cuenca Amazónica boliviana. LE: Longitud estándar (cm), prom: Promedio, máx: Máximo, mín: Mínimo. [Hg]: Concentración de mercurio (mg Hg/kg), WW: Peso húmedo, DW: Peso seco.

Sitio de colecta	n	LE máx	LE mín	LE prom	Humedad (%)	[Hg WW] máx	[Hg WW] mín	[Hg WW] prom	[Hg DW] prom
Laguna Florida	8	137	70	105 ± 25.1	77.1 ± 0.5	0.2	0.05	0.1 ± 0.04	0.4 ± 0.2
Laguna Garcero	13	210	73	130 ± 41.3	77.9 ± 0.4	0.2	0.05	0.1 ± 0.04	0.5 ± 0.2
Laguna El Mentiroso	3	122	82	109 ± 22.6	77.7 ± 1.6	0.3	0.2	0.3 ± 0.1	1.3 ± 0.3
Laguna Miraflores	10	129	68	78 ± 18.5	78.0 ± 1.3	0.3	0.1	0.2 ± 0.1	0.8 ± 0.3
Laguna Tucunaré	13	210	52	91 ± 52.4	78.4 ± 0.3	0.7	0.1	0.3 ± 0.2	1.4 ± 1
Río Madidi	20	191	85	118 ± 22.5	78.3 ± 1.2	0.7	0.1	0.4 ± 0.2	1.7 ± 0.7
Río Negro	10	--	--	--	79.8 ± 2.9	0.5	0.1	0.3 ± 0.1	1.4 ± 0.5
Río Orthon	9	155	77	118 ± 30.1	77.9 ± 0.7	0.5	0.1	0.3 ± 0.1	1.2 ± 0.5

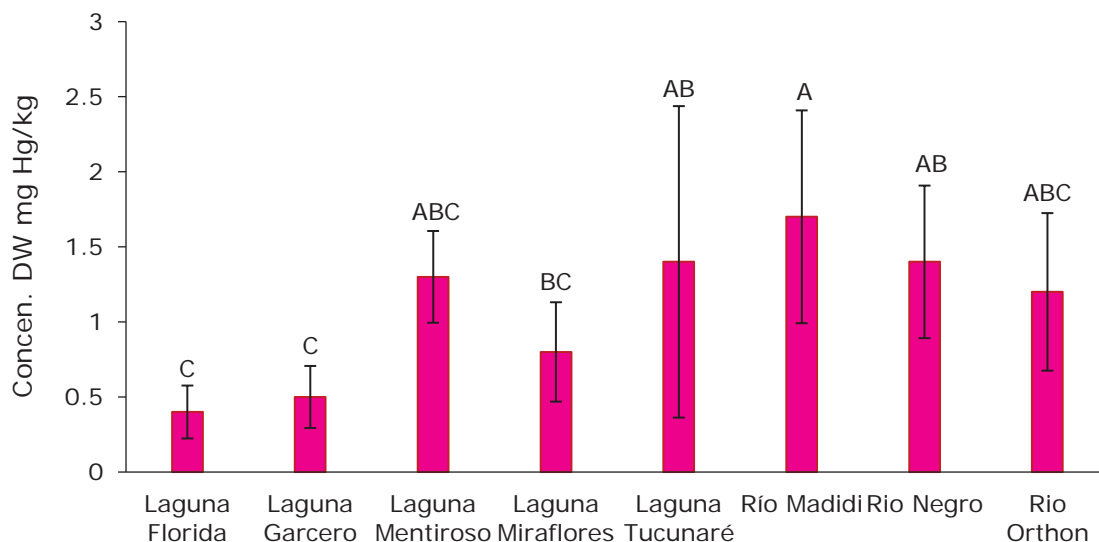


Figura 5. Variación de la concentración media de mercurio (mg Hg/kg) en peso seco (DW) observado en ejemplares de paiche de diferentes puntos de la Cuenca Amazónica boliviana. Las letras sobre los histogramas y sus variaciones indican los grupos a los que corresponde cada localidad según el análisis y asignación de Tukey (Concen.: Concentración).

lecta (laguna Florida, Garcero, Tucunare y río Madidi) son diferentes de los otros, considerando el contenido de mercurio que presentan las muestras (Cuadro 3).

Los valores más elevados fueron observados en la laguna Tucunare (río Yata) (0.7, 0.6 y 0.5 mg Hg/kg), en ejemplares de distintos ta-

maños (75, 210 y 204 cm, respectivamente). En el río Orthon, un ejemplar mediano de 119 cm de LE contuvo la mayor concentración de mercurio (0.5 mg Hg/kg). En el río Madidi, las concentraciones más altas, 0.7 y 0.5 mg Hg/kg, se identificaron en paiches relativamente pequeños de 106 y 110 cm, respectivamente. Por otro lado, las menores concentraciones

Cuadro 2. Valores de significancia (*p*) de la longitud estándar – LE (cm) y la procedencia geográfica por sitio de colecta muestreado dentro de la Cuenca Amazónica boliviana.

Sitio de colecta	n	Valor de <i>p</i>
Laguna Florida	8	0.06
Laguna Garcero	13	< 0.05
Laguna El Mentiroso	3	0.5
Laguna Miraflores	10	0.001
Laguna Tucunare	12	0.05
Río Madidi	20	0.9
Río Orthon	9	0.5
General	75	0.006

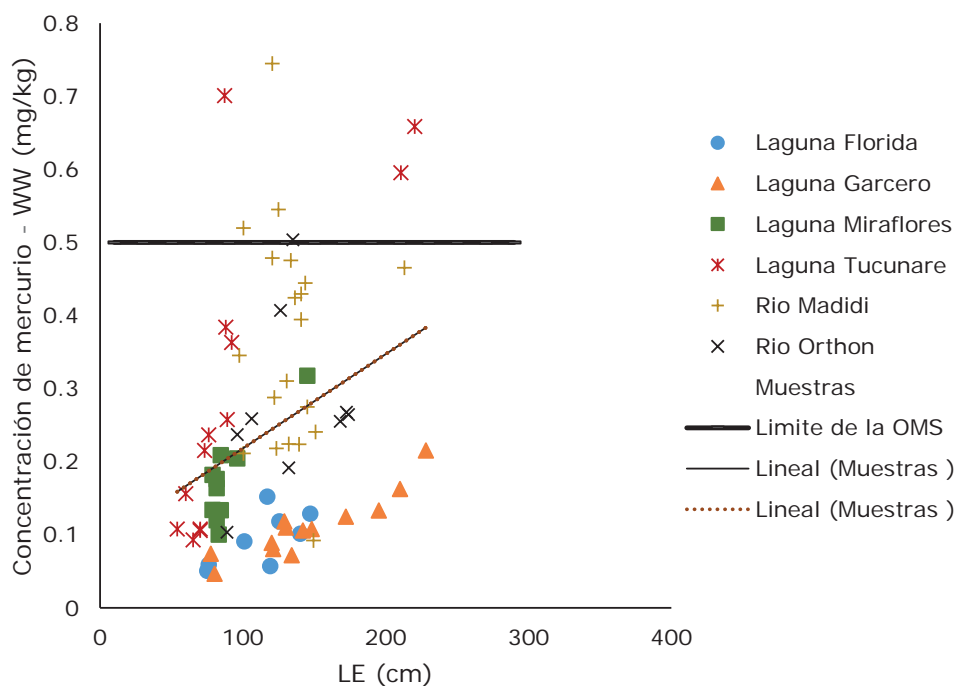


Figura 6. Correlación entre la concentración de mercurio en peso húmedo (WW - mg/kg) y la longitud estándar (LE) de todos los paiches capturados en diferentes puntos de la Cuenca Amazónica boliviana.

de mercurio (0.04 – 0.09 mg Hg/kg), fueron encontradas en la laguna Florida en ejemplares pequeños con LE entre 70 a 112 cm (Figura 7).

De todos los ejemplares de paiche analizados (n = 86), el 8% (n = 7) registró concentraciones de mercurio mayores al valor permitido por la OMS (0.5 mg Hg/kg) (Figura 8).

DISCUSIÓN

En la CAB, aproximadamente el 97% de mercurio es de origen natural e ingresa a los ecosistemas acuáticos asociado a partículas en suspensión por precipitación o escorrentía (MRE & MMayA 2014; Bourgoin *et al.* 2000). Este metal también ingresa gracias a la remoción de sólidos generados por la erosión,

Cuadro 3. Valores de significancia (*p*) obtenidos a partir de la procedencia geográfica y el contenido de mercurio (WW – mg/kg) de los ejemplares capturados en diferentes lugares de la Cuenca Amazónica boliviana.

Procedencia geográfica	Valor de <i>p</i>
Laguna Florida	0.001
Laguna Garcero	0.001
Laguna El Mentiroso	0.5
Laguna Miraflores	0.1
Laguna Tucunaré	0.04
Río Madidi	<0.05
Río Negro	0.3

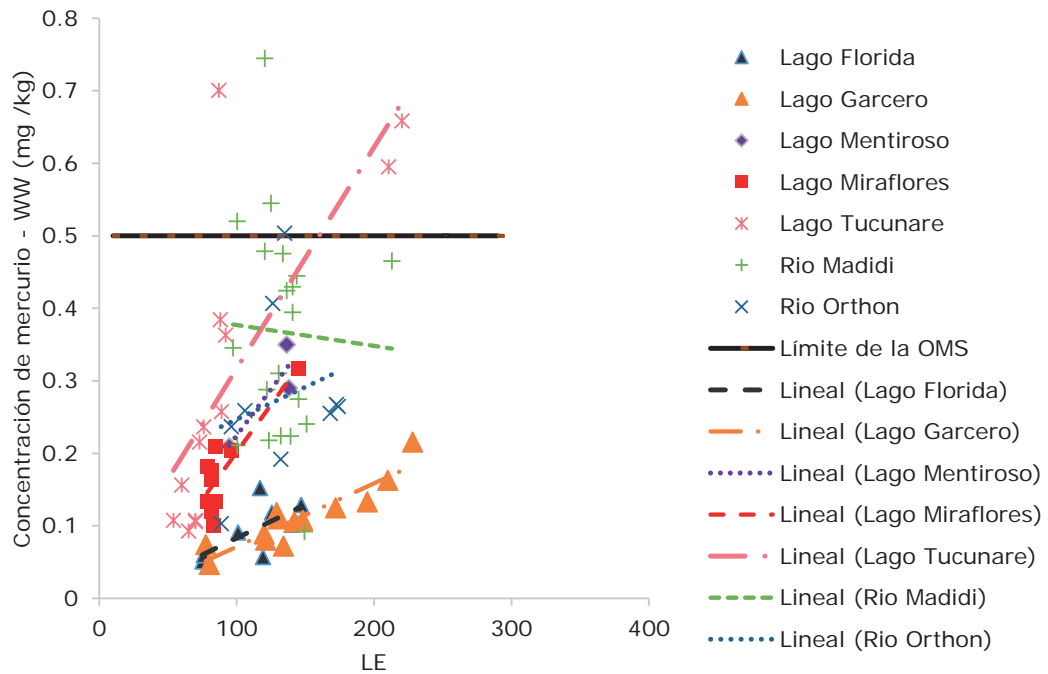


Figura 7. Correlación entre la concentración de mercurio en peso húmedo (WW - mg/kg) y la longitud estándar (LE) de los paiches por localidad capturados en diferentes puntos de la Cuenca Amazónica boliviana.

deforestación y minería (Roulet *et al.* 1998). En las aguas es metilado por bacterias, originando el metilmercurio que se acumula y biomagnifica a lo largo de la cadena trófica (López 2005). Así, hay una tendencia de que los carnívoros (parte terminal de la cadena) contengan las mayores concentraciones de mercurio (Rivera *et al.* 2016).

En el presente estudio se evidenció que la mayor variabilidad (39%) está relacionada a la procedencia geográfica de las muestras (sitio de colecta), lo que sugiere que el contenido de mercurio en tejido muscular de paiche puede estar relacionado a factores ambientales locales, como la geología del terreno, ya que suelos arcillosos y limosos, tienden

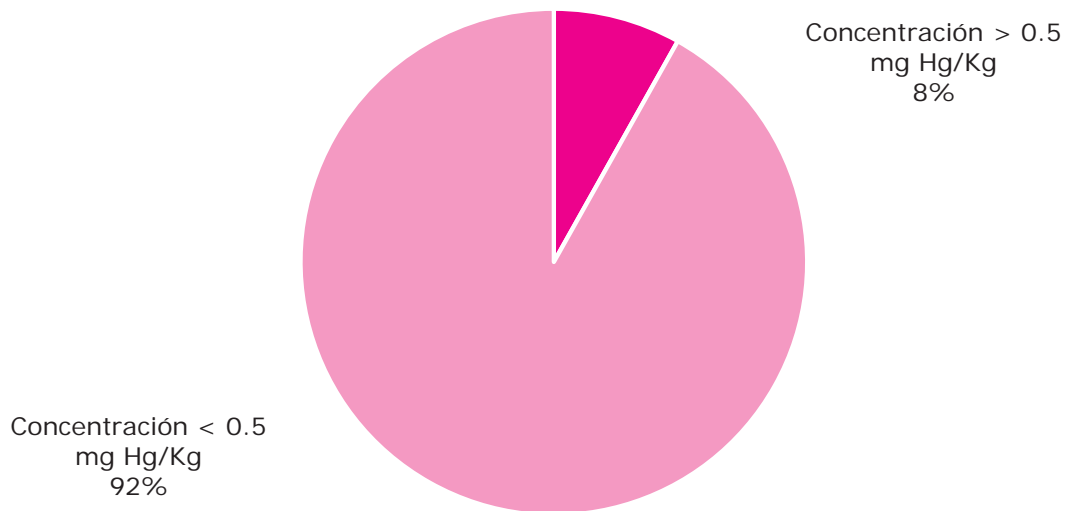


Figura 8. Proporción de ejemplares de paiche analizados, provenientes de diferentes sitios de la Cuenca Amazónica boliviana, con contenido de mercurio superior al límite propuesto por la OMS en peso húmedo.

a almacenar más mercurio que los arenosos (Maurice-Bourgoin 2004). Además, estudios de laboratorio señalan que la acumulación de metales pesados en tejido de peces depende de la concentración de éstos en el agua y también del tiempo de exposición y de otros factores como la temperatura, la concentración de oxígeno, pH, dureza, salinidad, alcalinidad y el carbono orgánico disuelto (Authman *et al.* 2015). A pesar de la importancia de estos parámetros, no existen estudios específicos en esta zona (MRE & MMAyA 2015). Por lo tanto, es necesario que investigaciones futuras consideren la geografía, la geología y las características del agua como parámetros que influyen a la disponibilidad de mercurio y/u otros metales.

En el presente estudio, se observó que 8% de los ejemplares estudiados poseen concentraciones de mercurio por encima del valor, en peso húmedo, permitido por la OMS (0.5 mg Hg/kg). Sin embargo, estos valores fueron bajos en comparación al de otras especies carnívoras, por ejemplo pirañas (1.3 mg Hg/kg) (Rivera *et al.* 2016). El contenido observado de mercurio en paiche, el cual es relativamente bajo, puede estar relacionado a sus hábitos omnívoros (Villafán 2014), y su preferencia por especies de peces pequeñas con hábitos detritívoros u omnívoros.

A lo largo de su vida los peces experimentan un proceso de incremento en la concentración de algún elemento presente en el medio (bioacumulación), lo que se refleja en una relación entre la edad del pez (proporcional a la longitud) y la cantidad de contaminantes que acumula (Deza 1997). Los resultados de esta investigación reflejaron una relación significativa, a nivel general, entre la longitud y la concentración de mercurio pero solo explica 10% de la variación total. Roulet *et al.* (1998), también encontraron relación entre la concentración de mercurio y el tamaño de diferentes especies de peces. La baja relación entre concentración y tamaño se debe a que ejemplares grandes de paiche poseen bajas concentraciones de mercurio, (por ejemplo, en la laguna Garcero un pez de 210 cm contuvo 0.2 mg Hg/kg), ejemplares pequeños poseen elevadas concentraciones (por ejemplo, en la laguna Miraflores un pez de 87 cm registró 0.5 mg Hg/kg).

Rodríguez (2016) estudió varias especies co-

merciales de peces de Riberalta, y encontró en muestras de paiche el valor de 0.4 mg Hg/kg, el cual es inferior al propuesto por la OMS. Este valor se encuentra dentro la variación identificada en el presente estudio de 0.1 a 0.4 mg/kg. Basados en estos valores, se puede sugerir que el consumo de paiche no representaría un peligro para la salud siempre que su ingesta sea moderada.

Rodríguez (2016) observó que peces carnívoros pueden alcanzar concentraciones promedio de hasta 1 mg Hg/kg (WW) y los niveles de mercurio en peces de otros gremios tróficos oscilan entre 0.01 y 0.2 mg Hg/kg. Esto, en parte, sugiere que la concentración de mercurio puede reflejar la posición de una especie en la cadena trófica. Los resultados obtenidos en esta y en otras investigaciones (Cuadro 4), utilizando diferentes metodologías, muestran la relación entre el hábito alimenticio y el grado de contenido de mercurio en peces marinos y continentales. Se puede notar que los valores encontrados para el paiche coinciden con la variación en contenido que se conoce para peces omnívoros.

Los principales problemas de salud relacionados a la contaminación con mercurio son daños en el sistema nervioso central tales como retraso mental, ceguera, dificultades en la dicción, daños renales y daños fetales en la gestación (Weinberg 2007). Organizaciones Internacionales han establecido valores permisibles máximos de consumo humano. El valor propuesto por la OMS es de 0.5 µg/g o 0.5 mg/kg en peso húmedo, equivalente a 2.5 mg/kg en peso seco (MRE & MMAyA 2015).

Se sabe que el pescado constituye una excelente fuente de nutrientes y micronutrientes (AHA 2016), por lo que su contaminación con metales pesados como el mercurio podría representar un riesgo para la salud de sus consumidores. Entidades internacionales como la FDA y EPA recomiendan un consumo moderado de 227 a 340 gramos (dos a tres comidas) por mes, lo que representa un total de 11 a 16 kg/año. En caso de peces con elevadas concentraciones de mercurio, la frecuencia de consumo debe reducirse a una vez por mes (EPA 2016). Según EPA (2000), peces que posean una concentración de mercurio entre 0.2 y 0.3 ppm (1 ppm = 1 mg/kg en peso húmedo), deben consumirse como

Cuadro 4. Comparación de concentraciones de mercurio en peces. N: Nitrógeno, WW: peso húmedo, Ppm: Partes por millón (1 mg/kg = 1 Ppm). Fuente de información: a) Pouilly *et al.* 2008; b) Rivera *et al.* 2016; c) FDA 2014; d) Presente estudio

Nombre científico/ Familia	Nombre local	Hábito alimenticio	Hg WW (mg/kg)	Ppm	Isótopo de N	Fuente
<i>Colossoma macroporum</i>	Pacú	Herbívoro	0.05	--	7.4	A
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña	Carnívoro	1.3	--	--	B
<i>Curimatella alburna</i>	Llorona	Detritívoro	0.05	--	7.6	A
<i>Prochilodus nigricans</i>	Sábalo	Herbívoro	0.1	--	0.1	B
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	Blanquillo	Zooplanctívoro	0.1	--	9.3	A
<i>Sardine sp.</i>	Sardina	Omnívoro	--	0.01	--	C
<i>Salmon sp.</i>	Salmón	Omnívoro	--	0.02	--	C
<i>Arapaima gigas</i>	Paiche	Omnívoro	0.2	--	--	D
<i>Pseudoplatistoma fasciatum</i>	Surubí	Piscívoro generalista	0.2	--	10.2	A
<i>Thunnus obesus</i>	Atún	Carnívoro	--	0.7	--	C
<i>Zungaro zungaro</i>	Muturo	Carnívoro	0.8	--	--	B
<i>Xiphias gladius</i>	Pez espada	Carnívoro estricto	--	0.9	--	C
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña	Carnívoro estricto	1.3	--	--	B
Lamnidae y Alopidae	Tiburones	Carnívoro estricto	--	1	--	C

máximo tres veces al mes. La concentración promedio de mercurio determinada en el paiche fue de 0.2 mg Hg/kg, lo que significa que personas adultas pueden consumir entre 0.7 – 1.0 kg de carne de paiche al mes o de 8 a 12 kg por año. Estos valores están próximos a lo propuesto para peces con concentraciones medias de mercurio por FDA y EPA.

RECOMENDACIONES

Las concentraciones de mercurio halladas en la carne de paiche fueron bajas hasta medianamente altas, por lo que esta especie puede consumirse (sin riesgo de intoxicación) dos a tres veces por mes (227-340 g), totalizando 0.7 -1.0 kg/mes, o de 8 - 12 kg/año.

Por los serios problemas que causa el mercurio en la salud humana y por los impactos negativos en el medioambiente, se recomienda desarrollar más investigaciones sobre esta temática, como sugiere el Can-

ciller David Choquehuanca, enmarcando su importancia en la Ley 759, dónde se ratifica que el Estado Plurinacional de Bolivia es parte del Convenio de Minamata sobre la contaminación con mercurio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la comunidad Santa Rosa de Florida por su colaboración en la colecta de muestras de paiche en campo, y a comercializadores de pescado de Riberalta que permitieron acceder a los desembarques y brindar información sobre el origen del producto. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF), a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue co-financiado por el Centro

Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development – DFATD).

REFERENCIAS

Akagi H, Malm O, Kinjo Y, Harada M, Branches F, Pfeiffer W, Kato H (1995) Methylmercury pollution in the Amazon, Brazil. *Science of The Total Environment*, 175 (2): 85-95.

Almeida MD, Lacerda LD, Bastos WR, Herrmann JC (2005) Mercury loss from soils following conversion from forest to pasture in Rondonia, Western Amazon, Brazil. *Environmental Pollution*, 137 (2): 179-186.

American Heart Association (AHA) (2016) Fish and Omega 3 Fatty Acids http://www.heart.org/HEARTORG/HealthyLiving/HealthyEating/Nutrition/Fish-and-Omega-3-Fatty-Acids_UCM_303248_Article.jsp#.WB-QgNXhCM8.

Authman M, Zaki M, Khallaf E, Abbas H (2015) Use of fish as Bio-indicator of the effects of Heavy Metals Pollution. *Aquaculture: Research & Development*, 6 (4): 328-341.

Barberi F (2005) Exposición al mercurio en una población del bajo Rio Beni, temporada seca. Tesis Maestría en salud pública. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.) *Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.

Centers for Disease Control and Prevention (CDCP) (2013) Biomonitoring Summary. http://www.cdc.gov/biomonitoring/Mercury_BiomonitoringSummary.html.

Clarkson TW, Margos L (2006) The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36: 609-662.

Cordeiro R, Turcq B, Ribeiro M, Lacerda L, Capitaneo J, Oliveira Da Silva A, Turc P (2002) Forest fire indicators and mercury deposition in an intense land use change region in the Brazilian Amazon: The Science of the total Environment, 293 (1-3): 247-256.

Deza C (1997) Mercury accumulation in fish from Madre de Dios, a gold mining area in Amazon basin, Peru, Thesis for master, Oregon State University.

Environmental Protection Agency (EPA) (2000) Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories.

Environmental Protection Agency (EPA) (2016) EPA – FDA Advisory on Mercury in Fish and Shellfish. <https://www.epa.gov/fish-tech/epa-fda-advisory-mercury-fish-and-shellfish>.

Farré R, Cameán AM, Vidal MC, López-Santacruz A, Teruel V, Teso E (2010) Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los niveles de mercurio establecidos para los productos de la pesca. *Revista del Comité Científico*, 13: 29-36

Food & Drug Administration (FDA) (2014) Mercury levels in Commercial Fish and Shellfish (1990 - 2010). <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm115644.htm>.

German DP, Horn MH (2006) Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects. *Marine Biology*, 148: 1123-1134.

Health Canada (2011) Mercury in Fish - Questions and Answers, http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/envIRON/mercur/merc_fish_qa-poisson_qr-eng.php.

Hentschel T, Roque D, Taucer E (2000) Estudio monográfico sobre la explotación minera pequeña. Ejemplo de San Simón (Bolivia), Documento de trabajo SAP 283/WP 142, Oficina Internacional del Trabajo (OIT), Ginebra, Suiza.

Huidobro C (2000) Peces. pp. 195-263. En: De la Lanza EG, Hernández PS, Carbajal P (Eds.). *Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores)*. México.

Ikingura J, Akagi H (1999) Methylmercury production and distribution in aquatic systems. *The Science of the Total Environment*. 234 (1-3): 109-118.

Ley Nº 759, LevivoxPortal: Jurídico Libre, La Paz, Bolivia, 18 de noviembre de 2015.

López E (2005) Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en diferentes poblaciones de peces de la Amazonía boliviana, Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

- Maurice-Bourgoin L (2001) El mercurio en la Amazonia Boliviana. Síntesis del conocimiento sobre la contaminación por mercurio en aguas, sedimentos y peces del río Beni y sus tributarios. La Paz, Bolivia: Ofset Boliviana Ltda EDOBOL.
- Maurice-Bourgoin L, Aalto R, Rhéault I, Guyot JL (2004) Use of ²¹⁰Pb geochronology to explore the century-scale mercury contamination history and the importance of floodplain accumulation in andean tributaries of the Amazon River. IV South American Symposium on Isotope Geology. Short paper: 449-451.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) (2014) Línea Base sobre Ecosistemas y Recursos Acuáticos en la Amazonía Boliviana, La Paz - Bolivia.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) (2015) Mercurio en Bolivia: Línea base de usos, emisiones y contaminación 2014. La Paz, Bolivia.
- Olivero J, Jhonson B, Arguello E (2002) Human exposure to mercury due to fish consumption in San Jorge river basin, Colombia (South America) *Science of the Total Environment*, 289: 41-47.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (1991) Mercury - environmental aspects. 2a Ed. Environmental Health Criteria. Ginebra, Suiza.
- Padovani C, Forsberg BR, Pimentel T (1993) Contaminacao mercurial em peixes do rio Madeira: Resultados e Recomendacoes para cosumo humano, Instituto nacional de pesquisas da Amazonía.
- Pouilly M, Perez T (2008) Diagnóstico de la contaminación por el mercurio en la cuenca Iténez: Procesos geoquímicos y bioquímicos exposición de las poblaciones humanas - Parte III: Bioacumulación y biomagnificación del mercurio en los peces de la cuenca Iténez.
- Rice G, Ambrose R (1997) Mercury Study Report to Congress, Fate and Transport of Mercury in the Environment Washington DC, US EPA III, 211-218.
- Rivera S, Pacheco L, Achá D, Molina C, Miranda-Chumacero G (2016) Low total mercury in *Caiman yacare* (Alligatoridae) as compared to carnivorous, and non-carnivorous fish consumed by Amazonian indigenous communities, *Environmental Pollution*.
- Rodríguez I (2016) Metal accumulation in different edible fish species of Bolivian Amazonian rivers and their risk for human consumption. Thesis submitted in partial fulfilment for master degree in Marine and Lacustrine Science and Management, Universiteit Antwerpen.
- Roulet M, Lucotte M, Saint- Aubin A, Tran S, Rheault I, Farella N, Amorin M (1998) The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alter do Chao formation of the lower Tapajos River Valley. Pará State. Brazil. *The Science of the Total Environment*, 223: 1-24.
- Roulet M, Lucotte M, Canuel R, Farella N, Courcelles M, Guimaraes J, Amorim M (2000) Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in the central Amazon, *Chemical Geology*, 165 (3-4): 243-266.
- Saavedra E, Quintero L, López N, Pezzato L (2005) Nutrición y Alimentación del Pirarucú *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). pp. 42-43. En: Sanabria AI, Beltran I, Daza P (Eds.). *Biología y cultivo del Pirarucú (Arapaima gigas) (Schinz, 1822) (Pisces: Arapaimidae): Bases para un aprovechamiento sostenible*. Bogotá, Colombia.
- Sánchez J (1961) El paiche: Aspectos de su historia natural, ecología y aprovechamiento. pp. 17-64. En: Sánchez J (Ed.). *Pesca y caza*. Lima, Perú.
- The Regional Aquatics Monitoring Program (RAMP) (2009) Human Health Risk Assessment: Mercury in Fish, Government of Alberta, Canada.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2013) Report of the intergovernmental negotiating committee to prepare legally binding instrument on mercury, Geneva, Switzerland.
- Van Damme PA (2006) Propuesta de planificación estratégica y proyecto de manejo y desarrollo pesquero para el norte amazónico de Bolivia. Informe no publicado (FAO).
- Velázquez VE, Vega CM (2004) Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. *Biodiversitas*, 57: 12-15.
- Villafán S (2014) Dieta del paiche – *Arapaima aff. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia), Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Simón.
- Watson C, Stewart D, Teece M (2013) Trophic ecology of *Arapaima* in Guyana: giant omnivores in Neotropical floodplains. *Neotropical Ichthyology*, 11 (2): 341-349.
- Weinberg J (2007) Introducción a la contaminación por mercurio para las ONGs International POPs ELIMINATION NETWORK (IPEN).
- Yokoo E, Valente J, Grattan L, Schmidt SL, Platt I, Silbergeld E (2003) Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in adults. *Environmental Health*

Acumulación de metales en especies de peces comerciales del norte de la Cuenca Amazónica Boliviana y riesgos para el consumo humano

Inti E. Rodríguez Levy¹, Lieven Bervoets¹,
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{2,3,4,5}



¹ Department of Biology, Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology Group, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium.

² Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para la Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller #211, zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵ Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

En comparación con el resto de los países sudamericanos, los habitantes de Bolivia no se caracterizan por incluir el pescado en su dieta regular. De hecho, una persona boliviana promedio sólo consume dos kg de pescado cada año, cuando el promedio para la región es de más de cuatro veces ese valor y el mínimo recomendado es de 12 kg (Wiefels 2006). Esta baja demanda y consumo de pescado está relacionada a diversos factores que incluyen la condición de mediterraneidad del país, la falta de infraestructura pesquera y, sobre todo, la falta de esta tradición alimentaria en las grandes ciudades (Camburn 2011).

No obstante, ciertas regiones de Bolivia muestran una tendencia completamente distinta, en la que sus habitantes tienen como una de sus fuentes más importantes de proteína al pescado. Este es el caso de varias poblaciones indígenas de las sub-cuencas amazónicas de la parte oriental de Bolivia, en las que en algunos casos el consumo de pescado asciende incluso a los 40 kg per cápita por año (Camburn 2011; Guerrero 2001).

Sin embargo, causas como la actividad agrícola, la construcción de represas y la minería amenazan la seguridad alimentaria de estos grupos de personas al obstaculizar la migración regular de especies acuáticas, al modificar los ecosistemas acuáticos y al contaminarlos con la descarga de metales (Camburn 2011).

En esta parte de Bolivia, la minería de oro se practica generalmente de manera artesanal e informal, por lo que no suelen existir análisis de impacto ambiental, medidas de protección o algún tipo de educación ambiental relacionados a esta actividad (Maurice-Bourgoin *et al.* 1997; Fraser 2009). Asimismo, el uso de mercurio para amalgamar y extraer el oro del mineral es la práctica más común, constituyendo un gran problema ambiental debido a la elevada cantidad de metal liberada, la baja conciencia de los riesgos para la salud humana y medio ambiente, la facilidad con que se utiliza este elemento, su disponibilidad y, sobre todo, su bajo costo (a pesar de que su uso para extraer minerales sea ilegal en la mayoría de los países) (Maurice-Bourgoin *et al.* 2002; Veiga *et al.* 2006; Swenson *et al.* 2011).

Entre los metales traza, el mercurio es debidamente el más riesgoso para el medio ambiente, siendo su forma orgánica (el monometil mercurio) su forma más peligrosa ya que está estrechamente relacionada al consumo de pescado, al ser altamente biodisponible en el ambiente, soluble en lípidos y muy persistente, pudiéndose acumular fácilmente en el tejido graso y a través de las redes tróficas acuáticas (Luoma 1983; Malm *et al.* 1990; Leblanc 1995; Worms *et al.* 2006; Bervoets & Blust 2003; Castro-González & Méndez-Armenta 2008).

En el caso de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), donde la carne de pescado es considerada de suma importancia para la demanda nutricional local y un importante elemento generador de ingresos, cualquier contaminación y/o acumulación de metales en este recurso constituye una infracción al principio de seguridad alimentaria de las distintas comunidades (Guerrero 2001; Godfray *et al.* 2010; Camburn 2011).

En consecuencia, durante las últimas décadas se han venido realizando diversos estudios en territorio boliviano (Bervoets *et al.* 1998; Maurice-Bourgoin *et al.* 2002; Van Damme *et al.* 2008; Benefice *et al.* 2010) para cuantificar y analizar la situación ambiental relacionada con la minería, revelando importantes resultados. Sin embargo, la magnitud de la actividad minera en el país y la forma en que ha ido creciendo en los últimos 50 años merece esfuerzos continuos para obtener datos ambientales que puedan mostrar objetivamente el impacto de esta actividad, especialmente con respecto a las comunidades que están en contacto directo con los efectos secundarios de la extracción de oro.

MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en las aguas del río Beni, perteneciente a la CAB, en la parte alta del río Madera (uno de los cuatro afluentes principales del río Amazonas), tomándose en cuenta dos de los pueblos más importantes de la región: Rurrenabaque y Riberalta (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999; Molina *et al.* 2010; Coca Méndez *et al.* 2012).

Rurrenabaque está situada en el piedemonte andino boliviano, en el extremo oeste del departamento de Beni, a 355 km de la ciudad de Trinidad y a 450 km de la ciudad de La Paz. La mayoría de las actividades mineras alrededor de este pueblo tienen lugar al sur del mismo, más específicamente sobre los ríos Tipuani, Mapiri y K'aka (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999). Riberalta también está situada en el departamento de Beni, en la confluencia de los ríos Madre de Dios y río Beni, a más de 400 km aguas abajo de Rurrenabaque; ambas urbes están ubicadas en lugares clave para el presente estudio, ya que las principales zonas de extracción de oro se encuentran a pocos kilómetros de ambas y además son centros comerciales importantes, donde se recolecta y comercializa la producción pesquera de varias comunidades indígenas locales (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999; Maurice-Bourgoin *et al.* 2000).

Colecta, procesamiento y transporte de muestras

El estudio se realizó entre julio y agosto de 2015 (época seca del año), seleccionando los mercados de pescado más importantes de ambas ciudades, en los que se recolectaron especímenes de pescado para el consumo humano, considerando diferentes orígenes, niveles tróficos y tamaños.

En total se colectaron 25 muestras de Rurrenabaque y 84 muestras de Riberalta. A partir de estas 109 muestras, se identificaron 35 especies de peces, distribuidas en 33 géneros, 11 familias y cuatro órdenes, pertenecientes a cuatro niveles tróficos diferentes: carnívoros, detritívoros, herbívoros y omnívoros. Después de consultar a los comerciantes sobre el origen de los peces capturados, se determinaron nueve lugares de captura diferentes distribuidos en dos cuencas fluviales. Para organizar los datos recogidos, se definieron cuatro zonas agrupando los distintos sitios de origen cercanos, de la siguiente manera:

Zona 1: que incluyó todas las capturas en la cuenca alta del río Beni, alrededor de Rurrenabaque (24 muestras).

Zona 2: con muestras de peces provenientes del río Biata y Triunfo, una comunidad indígena

ubicada en la conjunción de los ríos Biata y Beni (34 muestras).

Zona 3: que abarcó a todas aquellas muestras provenientes del río Yata, el único sitio de origen que no pertenece a la cuenca del río Beni (19 muestras).

Zona 4: con muestras cuyo origen fue la cuenca baja del río Beni, incluyendo las comunidades indígenas 27 de Mayo, Nazareth y Flor de Octubre (31 muestras).

Después de identificar y medir cada espécimen (desde la punta de la cabeza hasta la inserción de la aleta caudal con la columna) se extrajeron porciones de músculo dorsal para posteriormente ser liofilizados durante 24 horas en el laboratorio del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la Universidad Mayor de San Simón, en la ciudad de Cochabamba. Una vez liofilizadas, las muestras fueron transportadas a los laboratorios del grupo SPHERE (Systemic Physiological and Ecotoxicological Research) en la Universidad de Amberes, Bélgica para ser analizadas más a fondo.

Es necesario mencionar, sin embargo, que a pesar de que se pretendía medir la longitud de cada espécimen, algunos pescados ya habían sido eviscerados y descabezados por el pescador en el momento de la captura. Además, cinco muestras correspondientes a la especie *Arapaima gigas* (paiche) no pudieron ser medidas según el protocolo, debido a sus grandes dimensiones, pudiéndose obtener simplemente un pedazo de filete. En este caso se utilizó un valor de longitud de 122.6 cm para las cinco muestras correspondientes a esta especie, como valor medio extraído de la literatura (Martinelli & Petrere 1999).

Análisis de laboratorio

Una vez pesadas (un máximo de 0.5 g), las muestras de pescado fueron transferidas y digeridas en dos etapas como se describe por Mataba *et al.* (2016) como paso previo al análisis de metales y luego se diluyeron con agua ultra pura (Milli-Q, Millipore, MA, USA) hasta 30 ml para finalmente almacenarse en congeladores.

El estudio de metales incluyó el análisis de

la presencia de arsénico (As); cadmio (Cd); plomo (Pb), cromo (Cr); cobalto (Co); níquel (Ni); cobre (Cu); zinc (Zn) y mercurio (Hg) mediante espectrometría de masa de acoplamiento inductivo de alta resolución (HR-ICP-MS) en modo de plasma frío, con un límite de detección instrumental de 0.001 µg/l. Posteriormente, para obtener los valores de concentración de metal en cada espécimen, en µg de contaminante/g de peso húmedo (ww) se hicieron los cálculos correspondientes utilizando la relación peso húmedo (ww)/peso seco (dw) de las muestras correspondientes.

Con respecto al material de referencia, para el mercurio y el níquel la recuperación fue demasiado alta, pero como la desviación estándar fue baja, se decidió corregir todas las mediciones para la recuperación. Esto se hizo dividiendo los valores calculados por 5.83 para el mercurio y por 2.7 para el níquel.

Análisis de riesgo

Se asociaron los niveles mínimos de riesgo (MRL) para la ingesta crónica oral de contaminantes metálicos en el medio ambiente (proporcionados por la ATSDR 2016 y la OMS 2002, 2011) con el peso corporal promedio de una persona con el fin de determinar la cantidad máxima de carne de pescado contaminada por metales (en mg) que una persona puede consumir por día sin que represente un riesgo para su salud. Para ello, se realizó una diferenciación en el peso corporal promedio según el género, tomando en cuenta 70 kg para varones y 53 kg para mujeres (Monroy *et al.* 2008). El cálculo se realizó de la siguiente manera (Verhaert *et al.* 2013; Matata *et al.* 2016):

$$Q = Y/C, \text{ donde } Y = (W*M)*1\ 000$$

$$\text{Por lo tanto: } Q = (W*M)*1\ 000/C$$

Dónde: M es el nivel mínimo de riesgo (MRL) para la ingesta oral de un metal (en mg/kg de peso corporal/día);

W es el peso promedio de una persona (70 kg o 53 kg);

Y es la cantidad máxima de metal traza (en

µg) que una persona de 70 kg o 53 kg puede consumir por día sin poner en riesgo su salud;

C es la concentración de metal en el músculo de pescado (en µg/gww), en este caso tomando en cuenta tres valores diferentes a partir del uso del percentil 5°, 50° y 95° para cada metal; y

Q es la cantidad máxima (g) de músculo de pescado contaminado que una persona de 70 kg o 53 kg puede consumir por día sin arriesgar su salud.

Una vez calculada la cantidad máxima comestible de pescado por día (g), se realizó un análisis de riesgos con una matriz de 3x3 escenarios combinando datos de las concentraciones metálicas y el consumo de pescado en la CAB, estos últimos extraídos de la literatura (Camburn 2011). A partir de aquello, se calcularon los cocientes de riesgo (THQ), indicando la exposición potencial a cada metal traza y la concentración a la que no se esperan efectos adversos. Un THQ > 1 implicaría que son posibles efectos negativos sobre la salud, mientras que un THQ < 1 indica la ausencia de efectos negativos como resultado de la exposición al metal.

La matriz de análisis consideró como el escenario de riesgo menor, al valor más bajo de consumo de pescado encontrado en la literatura (22 g por persona por día); un escenario de riesgo medio, al valor medio de consumo de todos los estudios realizados en la CAB (108.84 g por persona por día) y finalmente, el peor de los escenarios en cuanto al riesgo, utilizando el valor de consumo de pescado más alto encontrado en la literatura (222.93 g por persona por día) (Camburn 2011). Estos tres escenarios de consumo se combinaron con 3 escenarios diferentes de contaminación para cada metal extraídos de este estudio, incluyendo el valor más bajo (o el percentil 5), la mediana y el más alto (o 95 percentil).

Además, para fines comparativos, se utilizó también el valor promedio del consumo de pescado (0.68 g por persona por día, (Wiefels 2006)) correspondiente a las tres mayores ciudades de Bolivia (La Paz, Santa Cruz y Cochabamba), teniendo en cuenta únicamente el porcentaje de pescado consumido que tiene su origen en la CAB.

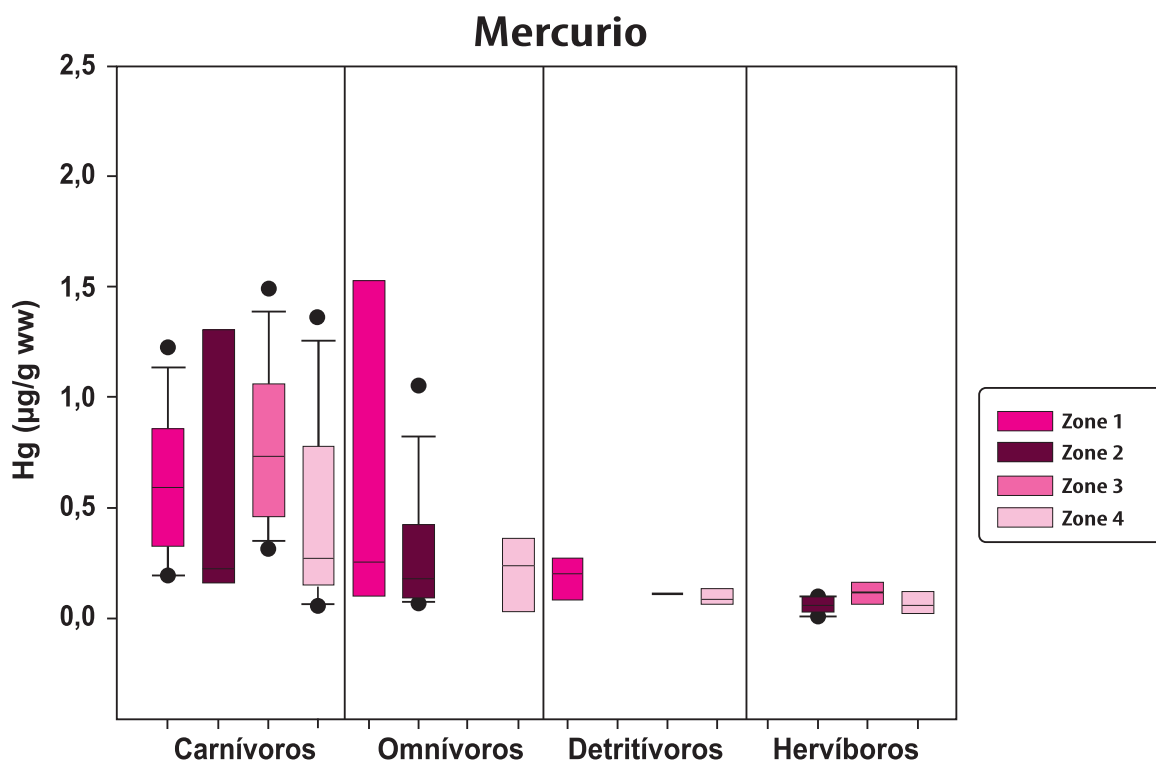


Figura 1. Percentil 5°, 50° y 95° de las concentraciones de mercurio entre las 109 muestras, teniendo en cuenta el nivel trófico y la zona de captura de cada muestra.

RESULTADOS

Niveles de metal en las muestras de pescado

En general, las concentraciones más altas de metales registradas en este estudio correspondieron a las mediciones para el zinc, alcanzando un valor promedio de 2.84 µg/g ww¹, seguidas por las concentraciones de mercurio y cobre, con valores promedio de 0.19 µg/g ww y 0.17 µg/g ww, respectivamente.

A pesar de que la concentración promedio de mercurio en las 109 muestras resultó estar por debajo del límite estándar de 0.5 µg/g ww, propuesto por la FAO (Burger & Gochfeld 2005), 27 muestras mostraron concentraciones por encima de ese valor, la mayoría pertenecientes a especies carnívoras (Figura 1).

Al agrupar las muestras según su nivel trófico, las especies carnívoras presentaron el va-

lor mediano más alto de mercurio (0.44 µg/g ww), seguidas por el grupo de especies omnívoras (0.24 µg/g ww), los detritívoros (0.11 µg/g ww) y finalmente, las especies herbívoras con la mediana más baja de concentración de mercurio (0.06 µg/g ww). Sin embargo, el valor máximo del mercurio entre todas las muestras (1.93 µg/g ww) corresponde a una especie omnívora: *Pimelodus* sp.

Análisis de riesgo

El mercurio fue el elemento más limitante de los nueve metales analizados en todos los escenarios de contaminación, a la hora de calcularse la cantidad de músculo de pescado por metal contaminante que se podría consumir al día sin riesgo para la salud, seguido muy de lejos por el cadmio, el plomo y los metales esenciales, cobre y zinc.

¹ ww = peso húmedo

Cuadro 1. La cantidad de músculo de pescado por metal contaminante que se podría consumir al día sin arriesgar la salud, teniendo en cuenta tres escenarios de contaminación diferentes y 70 kg de peso corporal para hombres y 53 kg para mujeres (ww = peso húmedo).

Mediana									
	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
Q Hombres (g ww/día)	1 892	1 260	4 941	217 185	4 041	2 050	110	587 304	7 398
Q Mujeres (g ww/día)	1 433	954	3 741	164 440	3 060	1 552	83	444 673	5 601
Percentil 95°									
	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
Q Hombres (g ww/día)	498	505	356	14 862	606	544	16	249 277	3 927
Q Mujeres (g ww/día)	377	383	269	11 253	459	412	12	188 738	2 973
Percentil 5°									
	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
Q Hombres (g ww/día)	435 454	2 528	1 340 037	18 289 232	7 991	3 931	718	1 125 685	9 527
Q Mujeres (g ww/día)	329 701	1 914	1 014 600	13 847 562	6 050	2 976	543	852 305	7 213

DISCUSIÓN

A pesar de que las concentraciones de zinc y cobre en las muestras analizadas fueron las más altas en el presente estudio (además de las de mercurio), estos valores no constituyen una amenaza real para la salud humana, pues diversos reglamentos internacionales (como el Codex Alimentarius (2011) y la OEHHA California Action (Burger & Gochfeld 2005)), incluyen al zinc como el único elemento que no tiene un límite máximo en el pescado para consumo. Esta situación se debe a que tanto el zinc como el cobre son elementos que se prevé que estén naturalmente presentes en mayor concentración pues constituyen micronutrientes para varias formas de vida (Clearwater 2002).

Sin embargo, otro es el análisis para el mercurio, ya que, al no considerarse un metal elemental para ningún tipo de componente vivo de los ecosistemas acuáticos, resulta ser un elemento preponderante al considerarse sus elevadas concentraciones. Al compararlo con la reglamentación internacional y analizar su comportamiento a través de la red trófica, resulta evidente la relevancia como contaminante en el ambiente natural.

La diferencia en las concentraciones de mercurio según los hábitos alimenticios de los peces ha sido ampliamente documentada a nivel internacional (Malm *et al.* 1990; Falcó *et al.* 2006; Gammons *et al.* 2006; Mohan *et al.* 2012; entre otros) y también a nivel de la

misma cuenca del río Beni (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999; Maurice-Bourgoin *et al.* 2000; Pouilly *et al.* 2009; entre otros) por lo que se podría considerar un posible caso de bioacumulación y biomagnificación de este metal a través de las redes tróficas acuáticas, congruente con las características lipófilas y acumulativas del monometil mercurio (Malm *et al.* 1990; Mohan *et al.* 2012).

Al agregar los resultados de esta investigación a otros estudios locales en los que se han cuantificado los niveles de mercurio en los compartimentos abióticos del ecosistema (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999; Maurice-Bourgoin *et al.* 2000) y en otros componentes de las redes tróficas (invertebrados) (Molina *et al.* 2010), se podría presumir que la contaminación antropogénica relacionada con la minería del oro tiene un impacto importante en la cuenca del río Beni (Maurice-Bourgoin *et al.* 1999), a pesar de que en algunas zonas el mercurio tiene un origen natural relacionado a procesos de erosión durante la estación lluviosa y a otras fuentes naturales como el volcanismo (Maurice-Bourgoin *et al.* 2002).

Como fue mencionado antes, no se logró registrar una clara diferenciación en las concentraciones de mercurio para las distintas zonas de pesca consideradas en este estudio. Esta situación ocurre en contraste con los resultados encontrados por Maurice-Bourgoin *et al.* (1999) en el mismo río, en los que se

Cuadro 2. Cocientes de riesgo calculados para el análisis de 3x3 escenarios (más las ciudades grandes) para las concentraciones de mercurio en la Cuenca Amazónica boliviana.

Escenarios de consumo Escenarios de contaminación	Máximo (222.93 g por persona por día)	Promedio (108.84 g por persona por día)	Mínimo (22 g por persona por día)	Ciudades grandes (0.68 g por persona por día)
Percentil 95° (Hombres)	13.76	6.72	1.36	0.04
Percentil 95° (Mujeres)	18.17	8.87	1.79	0.06
Percentil 50° (Hombres)	2.03	0.99	0.20	0.01
Percentil 50° (Mujeres)	2.68	1.31	0.26	0.01
Percentil 5° (Hombres)	0.31	0.15	0.03	<0.01
Percentil 5° (Mujeres)	0.41	0.20	0.04	<0.01

Las celdas rojas más oscuras (guindas) implican valores de THQ significativamente más altos que el umbral de riesgo; las celdas rojas implican valores THQ apenas por encima del umbral de riesgo; las celdas rosas no implican valores de riesgo THQ, pero muy cerca de alcanzar el umbral; las celdas rosa suave implican valores seguros de THQ.

describieron claras diferencias en las concentraciones de mercurio a lo largo del río Beni, tanto en material particulado como en el agua. En dicho caso, el mercurio procedente de actividades de extracción de oro, parecería no contaminar directamente el agua superficial en las salidas de las minas, siendo que la contaminación es peor en el sistema de descarga de esas sub-cuencas. Esto nos estaría indicando que la distribución del mercurio en los peces depende principalmente de sus hábitos alimenticios y menos de los factores ambientales.

Análisis del riesgo

Después de calcular los cocientes de riesgo (THQ) correspondientes a las muestras obtenidas en los mercados de Rurrenabaque y Riberalta, quedó claro que el mercurio es el metal que representa un mayor riesgo para la salud en este estudio, pues dichos valores indicadores son superiores a uno (>1) en la mayor parte de las combinaciones de escenarios (Cuadro 2), situación que no sucede con ninguno de los otros ocho metales tomados en cuenta en este estudio.

Las celdas rojas más oscuras (guindas) implican valores de THQ significativamente más altos que el umbral de riesgo; las celdas rojas implican valores THQ apenas por encima del umbral de riesgo; las celdas rosas no implican valores de riesgo THQ, pero muy cerca de alcanzar el umbral; las celdas rosa suave implican valores seguros de THQ.

Otro resultado notable del presente análisis tiene que ver con la diferenciación entre los resultados de la población femenina y masculina, al mostrar claramente la vulnerabilidad de las mujeres en términos de intoxicación por mercurio: para los tres escenarios de contaminación analizados (percentil 5°, 50° y 95°), las mujeres siempre son susceptibles de poner su salud en riesgo con un 25% menos de pescado consumido, debido a que este grupo posee en promedio un peso corporal menor que el de los hombres en general.

Sin embargo, en estudios realizados en muestras de cabello de mujeres en varias comunidades indígenas de la CAB, se han registrado niveles relativamente bajos de mercurio en comparación con resultados de estudios similares en territorios amazónicos de Brasil, donde el mercurio en las muestras de cabello

alcanzó 75.5 µg /l. Esto puede explicarse por factores como el efecto de las estaciones del año, ya que se ha documentado previamente que durante la temporada de lluvias, cuando el nivel del agua es demasiado alto y es demasiado difícil de pescar, las personas tienden a diversificar su comportamiento alimentario y consumen más fruta, huevos o pollo (Maurice-Bourgoin & Quiroga 2002).

Paralelamente, otra importante diferencia se da al compararse los THQs correspondientes a las poblaciones de la CAB con la situación en las tres ciudades más importantes del país, donde incluso los valores para el peor escenario de contaminación son apenas superiores a cero.

CONCLUSIONES

Las concentraciones de metales encontradas en las 109 muestras (clasificadas en cuatro niveles tróficos diferentes y cuatro zonas de pesca) mostraron concentraciones significativas de mercurio (y no así de los otros metales estudiados) con referencia a los estándares internacionales, especialmente en especies de carnívoros y omnívoros. Esta situación confirmaría ciertamente un proceso de bioacumulación y magnificación a lo largo de la red trófica del río Beni, previamente estudiado por otros autores en las últimas décadas.

Por otro lado, en el análisis estadístico no fue posible detectar una diferenciación significativa en los niveles de mercurio al tomar en cuenta las diferentes zonas de pesca a lo largo de la cuenca, situación que parece demostrar que la contaminación por mercurio sólo depende de los hábitos alimenticios de los peces y no tanto de las condiciones ambientales en las que viven. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad que la información sobre los sitios de pesca proporcionada por comercializadores de pescado podría no haber sido del todo exacta, causando la mezcla de los datos.

El análisis de riesgos de 3x3 escenarios resaltó una vez más que el mercurio es el contaminante más importante de los metales traza en la cuenca del río Beni, ya que este elemento fue el único que presentó un riesgo inminente para la salud humana en la mayoría de las combinaciones posibles. Además, este estu-

dio demostró que las mujeres son 25% más susceptibles a la intoxicación por mercurio por el consumo de peces contaminados, lo que plantea las posibles implicaciones (previamente tratadas por otros autores) relacionadas con la transmisión de mercurio de las madres a los bebés. Al comparar los datos de riesgo de consumo de mercurio y envenenamiento en la CAB con el resto del país (representado por las tres mayores ciudades bolivianas), quedó clara la gran diferencia entre los dos escenarios y la vulnerabilidad de los grupos indígenas del oeste del país, ya que a diferencia de los habitantes de las ciudades, las personas de las poblaciones de la cuenca del río Beni generalmente no tienen otras opciones como fuentes de proteínas.

Por otro lado, al realizar el análisis de riesgo se demostró que el uso del coeficiente de riesgos (THQ) como parte de la metodología posee varias ventajas:

- Es fácil de interpretar, al ser un solo valor numérico el que explica una situación compleja, como lo es la contaminación por metales y los peligros que implica para el consumo humano.
- El tipo de formato en el que se muestran los resultados es útil para comparar los datos con otras investigaciones alrededor del mundo.
- Es un instrumento muy práctico para transmitir datos científicos y situaciones ambientales complejas a la población en general (no científica). Por lo tanto, es un método ideal para ayudar a las autoridades ambientales a tomar decisiones más rápidas.

RECOMENDACIONES

Los datos utilizados para los distintos escenarios de consumo de pescado en el presente estudio tomaron en cuenta diferentes comunidades alrededor de toda la CAB, cuyos hábitos alimenticios pueden estar íntimamente relacionados a sus características culturales intrínsecas y no ser precisamente las mismas que en las comunidades estudiadas (Riberalta y Rurrenabaque). Por lo tanto, es altamente recomendable tratar los resultados del estudio cautelosamente y en el futuro trabajar con valores de consumo específicos para cada grupo étnico si es que se quiere realizar un estudio similar.

Por otro lado, los resultados de este estudio ponen en evidencia niveles de mercurio en el pescado para el consumo humano que atentan directamente contra la seguridad alimentaria y la salud de comunidades enteras. Al ser Bolivia uno de los primeros estados ratificadores de la Convención de Minamata (que pretende reducir la concentración del mercurio en el medio ambiente), debería tomar en cuenta toda la información científica generada al respecto (y generar más, si es necesario) que sustente acciones integrales en contra de toda actividad que esté generando esta situación. Dentro de esta lógica sería importante generar una línea base de investigación en toda la CAB y sub-cuencas para determinar el riesgo específico al que cada comunidad local se somete, con respecto a la contaminación por mercurio.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio no podría haber sido realizado sin la colaboración del equipo de FAUNAGUA (Paul Van Damme y Tamara Pérez Rivera), cuyos valiosos consejos sobre la situación local y la importante colaboración durante la etapa de muestreo permitieron emprender esta investigación. También es necesario agradecer la colaboración del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba (Dra. Adelina Herbas y Rocío Morales) por su asistencia rápida y oportuna. Además, mi sincero agradecimiento también al Dr. Valentine Mubiana y a Steven Joosen del grupo SPHERE de la Universidad de Amberes, Bélgica, por la constante colaboración en el trabajo de laboratorio.

El trabajo de campo fue financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni".

REFERENCIAS

Benefice E, Luna-Monrroy S, Lopez-Rodriguez R (2010) Fishing activity, health characteristics and mercury exposure of Amerindian women

living alongside the Beni River (Amazonian Bolivia). *International journal of hygiene and environmental health*, 213 (6): 458-464.

Bervoets L, Solis D, Romero AM, Van Damme PA, Ollevier F (1998) Trace metal levels in chironomid larvae and sediments from a Bolivian river: Impact of mining activities. *Ecotoxicology and environmental safety*, 41 (3): 275-283.

Bervoets L, Blust R (2003) Metal concentrations in water, sediment and gudgeon (*Gobio gobio*) from a pollution gradient: relationship with fish condition factor. *Environmental pollution*, 126 (1): 9-19.

Burger J, Gochfeld M (2005) Heavy metals in commercial fish in New Jersey. *Environmental Research*, 99 (3): 403-412.

Camburn M (2011) El consumo de pescado en la Amazonía boliviana (No. A01 F)

Castro-González MI, Méndez-Armenta M (2008) Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental toxicology and pharmacology*, 26 (3): 263-271.

Clearwater SJ, Farag AM, Meyer JS (2002) Bioavailability and toxicity of dietborne copper and zinc to fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 132 (3): 269-313.

Coca Méndez C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Wojciechowski RS, Paul MJ, Van Damme P (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (paiche *Arapaima gigas*). La Paz, Bolivia: Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB.

Codex Alimentarius Commission (2002) Codex committee on food additives and contaminants: Maximum level for lead in fish. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Document CL-2002.

Falcó G, Llobet JM, Bocio A, Domingo JL (2006) Daily intake of arsenic, cadmium, mercury, and lead by consumption of edible marine species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (16): 6106-6112.

Fraser B (2009) Peruvian gold rush threatens health and the environment. *Environmental science & technology*, 43 (19): 7162-7164.

Gammons CH, Slotton DG, Gerbrandt B, Weight W, Young CA, McNearny RL, Tapia H (2006) Mercury concentrations of fish, river water, and sediment in the Río Ramis-Lake Titicaca watershed, Peru. *Science of the Total Environment*, 368 (2): 637-648.

Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Toulmin C (2010) Food

- security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327 (5967): 812-818.
- Guerrero MA (2001) Seguridad Alimentaria en Pando: aprovechamiento de los recursos naturales en la alimentación de los pobladores de Pando. Fundación PIEB: La Paz.
- LeBlanc GA (1995) Trophic-level differences in the bioconcentration of chemicals: implications in assessing environmental biomagnification. *Environmental science & technology*, 29 (1): 154-160.
- Luoma SN (1983) Bioavailability of trace metals to aquatic organisms—a review. *Science of the Total Environment*, 28 (1): 1-22.
- Malm O, Pfeiffer WC, Souza CM, Reuther R (1990) Mercury pollution due to gold mining in the Madeira River basin, Brazil. *Ambio*, 19 (1): 11-15.
- Martinelli NMC, Petrere M (1999) Morphometric relationships and indirect determination of the length frequency structure of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), in Brazilian Amazonia. *Fisheries Management and Ecology*, 6 (3): 233-240.
- Mataba GR, Verhaert V, Blust R, Bervoets L (2016) Distribution of trace elements in the aquatic ecosystem of the Thigithe river and the fish *Labeo victorianus* in Tanzania and possible risks for human consumption. *Science of The Total Environment*, 547: 48-59.
- Maurice-Bourgoin L, Courau P, Quintanilla J (1997) Análisis del mercurio por fluorescencia atómica en los principales ríos de la cuenca amazónica boliviana.
- Maurice-Bourgoin L, Quiroga I, Guyot IL, Maim O (1999) Mercury pollution in the Upper Beni River. *Amazonian Basin: Bolivia. Ambio*, 28: 302-6.
- Maurice-Bourgoin L, Quiroga I, Chincheros J, Courau P (2000) Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *Science of the Total Environment*, 260 (1): 73-86.
- Maurice-Bourgoin L, Quiroga I (2002) Total mercury distribution and importance of the biomagnification process in rivers of the Bolivian Amazon. *The ecohydrology of South American rivers and wetlands*, 6: 49-67.
- Mohan M, Deepa M, Ramasamy EV, Thomas AP (2012) Accumulation of mercury and other heavy metals in edible fishes of Cochin backwaters, Southwest India. *Environmental monitoring and assessment*, 184 (7): 4233-4245.
- Molina CI, Gibon FM, Duprey JL, Dominguez E, Guimarães JRD, Roulet M (2010) Transfer of mercury and methylmercury along macroinvertebrate food chains in a floodplain lake of the Beni River, Bolivian Amazonia. *Science of the Total Environment*, 408 (16): 3382-3391.
- Monrroy SXL, Lopez RW, Roulet M, Benefice E (2008) Lifestyle and mercury contamination of Amerindian populations along the Beni river (lowland Bolivia). *Journal of Environmental Health*, 71 (4): 44-50.
- Pouilly M, Duprey JL, López E, Ugarte L, Muñoz H (2009) Evaluación preliminar de los niveles de Mercurio en peces (Cachueta Esperanza – Riberalta). *Rapport technique IRD*. La Paz. Bolivia.
- Swenson JJ, Carter CE, Domec JC, Delgado CI (2011) Gold mining in the Peruvian Amazon: global prices, deforestation, and mercury imports. *PLoS one*, 6 (4): e18875.
- Van Damme PA, Hamel C, Ayala A, Bervoets L (2008) Macroinvertebrate community response to acid mine drainage in rivers of the High Andes (Bolivia). *Environmental Pollution*, 156 (3): 1061-1068.
- Veiga MM, Maxson PA, Hylander LD (2006) Origin and consumption of mercury in small-scale gold mining. *Journal of Cleaner Production*, 14 (3): 436-447.
- Verhaert V, Covaci A, Bouillon S, Abrantes K, Musibono D, Bervoets L, Blust R (2013) Baseline levels and trophic transfer of persistent organic pollutants in sediments and biota from the Congo River Basin (DR Congo). *Environment International*, 59: 290-302.
- Wiefels R (2006) El Mercado de pescado en las grandes ciudades de Bolivia, Trinidad, Santa Cruz de la Sierra, Cochabamba, La Paz y El Alto. *HOYAM, Mojos*. Trinidad, Beni, Bolivia.
- Worms I, Simon DF, Hassler CS, Wilkinson KJ (2006) Bioavailability of trace metals to aquatic microorganisms: importance of chemical, biological and physical processes on biouptake. *Biochimie*, 88 (11): 1721-1731.

PARTE V

PESCA Y MEDIOS DE VIDA

Diagnóstico de las pesquerías en cuatro territorios indígenas del norte amazónico de Bolivia

Selva V. Montellano^{1,5}, Alison E. Macnaughton^{2,5},
Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,3,4,5}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

²World Fisheries Trust (WFT), 434 Russel St, Victoria, BC V9A 3X3, Canada.

³Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para la Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller #211, zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

Más del 99% de la cuenca amazónica boliviana está sobre la cuenca del río Madera (Carvajal-Vallejos *et al.* 2014). El río Madera es el principal afluente del río Amazonas tanto por su caudal como por su longitud, ocupa 66% del territorio nacional, tiene una extensión territorial de aproximadamente 740 000 km² y por ella fluyen más del 95% de los ríos bolivianos (Molina & Vauchel 2011). Cerca de los ríos y lagunas de esta región existe un gran número de asentamientos rurales conformando pequeñas comunidades indígenas y campesinas las cuales tienen pocas vías de acceso hacia los centros urbanos. Estos ríos son utilizados como vías de transporte para personas y productos, además de proveer una diversidad de alimentos, como pescado fresco, a los pobladores de estas riberas (Argote *et al.* 2014). Los cuerpos de agua en esta región de Bolivia forman importantes cabeceras de la cuenca amazónica y poseen un valor ecológico muy significativo (Ibisch *et al.* 2003), ya que albergan aproximadamente 800 especies de peces (Carvajal-Vallejos & Zeballos Fernández 2011; Carvajal-Vallejos *et al.* 2014). Varias de ellas sostienen pesquerías comerciales y de subsistencia que contribuyen a la seguridad alimentaria del país con proteína de alta calidad. Además de este aporte, las pesquerías proveen empleo directo o indirecto a miles de personas que comercializan la carne de pescado, y por tanto a la economía, tanto a nivel familiar, local y regional (Van Damme *et al.* 2011a; Van Damme *et al.* 2011b).

Las principales actividades productivas de estas comunidades indígenas son la agricultura, pesca y caza en pequeña escala; también, se dedican a la recolección de productos silvestres de acuerdo a la disponibilidad de recursos existentes en los bosques a los que tienen acceso (Macnaughton *et al.* 2015). Entre estas actividades productivas, la pesca tiene una gran importancia para los medios de vida de las poblaciones rurales en esta región, al ser una fuente de ingresos económicos y una de las principales actividades de subsistencia. Es una alternativa para obtener alimentos en zonas donde la agricultura o cacería se dificultan debido a las constantes inundaciones, o donde la recolección de productos silvestres está en disminución o es de difícil acceso (Chicchón 2000; Town-

send 2001). Según Parry *et al.* (2009), la caza de animales silvestres en bosques amazónicos secundarios puede proveer de forma sostenible solo el 2% de la ingesta proteica requerida por las poblaciones rurales, lo cual aumenta la vulnerabilidad de inseguridad alimentaria en la región amazónica. En este sentido, la pesca brinda una gran contribución a la seguridad alimentaria al ser una alternativa accesible y permanente de fuente de proteína animal de alta calidad en la dieta de comunidades indígenas y campesinas (Argote *et al.* 2014).

En el estudio realizado por Argote *et al.* (2014) se menciona la legislación pesquera vigente de Bolivia (Reglamento de Pesca y Acuicultura de 1990, anexo del decreto supremo N°22581, Gaceta Oficial de Bolivia n°1660), en la cual la actividad de la pesca se clasifica según el uso de los métodos y herramientas que se utilicen en: a) pesca de subsistencia, b) pesca artesanal, c) pesca comercial o industrial, d) pesca deportiva, y e) pesca científica o experimental. La pesca de subsistencia se define como aquella "que se realiza en forma directa y ocasionalmente empleando métodos rudimentarios y/o precarios de pesca, combinándola con otras labores para satisfacer necesidades vitales". La pesca artesanal es aquella "en que predomina el trabajo manual o utiliza embarcaciones pequeñas o artes menores de pesca, pudiendo emplear personal no asalariado, individualmente o en forma asociativa, e implica una fuente importante de trabajo generalmente temporal". Por otro lado, la pesca comercial o industrial se constituye como aquella "que se realiza en forma directa y permanente, empleando en sus faenas unidades de pesca mayores y eficientes, constituyendo el principal medio de vida del pescador por el cual percibe una remuneración o participación del producto".

En la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) no se observa pesca comercial o industrial en sentido del reglamento mencionado. Las pesquerías existentes en Bolivia actualmente se consideran como artesanales, ya que se realizan en menor escala y con el uso de artes menores de pesca en relación a otras pesquerías de la Cuenca Amazónica (Argote *et al.* 2014). Para el presente capítulo, tomaremos en cuenta las definiciones de pesca de subsistencia y pesca artesanal, la cual se deno-

minará en este estudio como pesca comercial para el caso de las comunidades donde se comercializa pescado, ya que en estas, la pesca implica una fuente de trabajo generalmente temporal.

Hasta finales del siglo XX, la pesca en la CAB era de intensidad relativamente baja, enfocada en especies nativas de mediano y gran tamaño. Actualmente las pesquerías de la CAB atraviesan cambios notables debido a diferentes factores, uno de los cuales es la introducción de especies no nativas, como es el caso del paiche (*Arapaima gigas*) (Van Damme *et al.* 2015). El paiche es una de las especies de pez de aguas continentales más grande del mundo, es nativo de las porciones media e inferior de la cuenca del Amazonas pero no es nativo de la CAB. Fue introducido estimativamente en 1965 en la cuenca alta del río Madre de Dios, desde Perú (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011), y ha invadido una porción significativa de las cuencas de Madre de Dios y Beni en el norte de Bolivia. Apareció por primera vez en las pesquerías bolivianas hace aproximadamente 20 años. Considerando las cuencas de los ríos Beni, Orthon y Madre de Dios, se estima que el paiche ocupa actualmente 340 000 km² de lagunas de várzea, o sea 24% de las lagunas en la región (Van Damme *et al.* 2015). Actualmente representa el 80% de las capturas comerciales en Riberalta, uno de los lugares más importantes de desembarque pesquero de la región amazónica de Bolivia (Coca Méndez *et al.* 2012; Van Damme *et al.* 2015).

Esta especie ocupa principalmente lagunas de várzea, muchas de las cuales están ubicadas dentro de Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs), creando oportunidades económicas para los pescadores indígenas de estas regiones. Sin embargo, varios factores influyen en la contribución del paiche a las pesquerías indígenas, como el acceso a las lagunas donde la especie está presente en abundancia, la existencia de caminos que conectan a las comunidades con los mercados, la disponibilidad de artes de pesca y tecnologías adecuadas para la pesca de paiche, entre otros (Macnaughton *et al.* 2015). Por otro lado, el paiche también es visto como una amenaza potencial a la ictiofauna local, pese a que aún no existen estudios que permitan conocer de qué manera afecta esta especie a las comunidades de especies nativas (Van

Damme *et al.* 2011a). Es por ese motivo que este tipo de estudios es muy importante para la toma de decisiones sobre las estrategias de manejo de esta especie, logrando un equilibrio entre los beneficios económicos que resultan de su comercialización, y la mitigación de los impactos que puede causar sobre las comunidades de especies nativas (Van Damme *et al.* 2011a).

Actualmente existen pocos estudios sobre la dinámica de las pesquerías en la CAB. Tomando en cuenta que los grupos indígenas tienen derechos tradicionales de acceso a los recursos naturales, recientemente reconocidos por ley (Vadillo & Miranda 2012; Argote *et al.* 2014), y un interés en su uso sostenible, es necesario profundizar el conocimiento de las pesquerías mediante un mayor seguimiento al desarrollo de las mismas, para poder formular estrategias de aprovechamiento que sean adecuadas a la realidad del sector pesquero de la región. De la misma manera, un mejor conocimiento y entendimiento de las pesquerías puede ayudar a resolver y enfrentar retos y dificultades que influyen en la estabilidad del sector, tanto en el desarrollo de las pesquerías como en la aplicación de estrategias de gestión de los recursos naturales (Macnaughton *et al.* 2015).

El presente capítulo incluye una descripción general de las pesquerías indígenas en 23 comunidades pertenecientes a cuatro territorios indígenas (TIOCs) del norte amazónico de Bolivia: Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y Territorio Indígena Multiétnico II (TIM II). Se presentan aspectos generales sobre sus principales actividades productivas, información general sobre sus zonas de pesca, medios de transporte, embarcaciones, motores, artes de pesca, esfuerzo de pesca, volúmenes estimados de captura, especies más importantes en la pesca, la comercialización de pescado, la seguridad alimentaria al nivel de hogar, así como también sobre las principales dificultades y prioridades que tiene el sector pesquero en estas comunidades. Este estudio también presenta algunas percepciones locales sobre los impactos sociales y ecológicos del paiche, y su papel en el desarrollo pesquero de las comunidades, incluyendo perspectivas de algunos pescadores que pueden ser utilizadas a futuro como base para un mejor aprovechamiento pesquero en la región. El objetivo

principal de este estudio es el de caracterizar y describir las pesquerías existentes e identificar aquellas con mayor potencial o posibilidad de participar de un aprovechamiento pesquero periódico dentro de las comunidades indígenas estudiadas.

MÉTODOS

Área de estudio

Se realizaron talleres comunales y entrevistas individuales en diferentes comunidades pertenecientes a cuatro Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs) del norte

Cuadro 1. Comunidades visitadas para la realización de talleres comunales y entrevistas individuales en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Comunidad	Cuenca	Latitud	Longitud
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	Benicito	-11.759008	-65.638959
	Las Petas	Yata	-12.114218	-65.563429
CAVINEÑO	Baketi	Biata	-12.421404	-66.698231
	Lago Buena Vista	Biata	-12.266206	-66.615727
	Buen Destino	Biata	-11.763202	-66.769718
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	Biata	-11.73588	-66.73839
	Santa Elena	Beni	-11.65539	-66.696129
	Carmen Alto	Geneshwaya	-11.711623	-66.362904
TIM II	Santuario	Geneshwaya	-11.538908	-66.472588
	Flor de Octubre	Beni	-11.405674	-66.365769
	Lago El Carmen	Beni	-11.386983	-66.373966

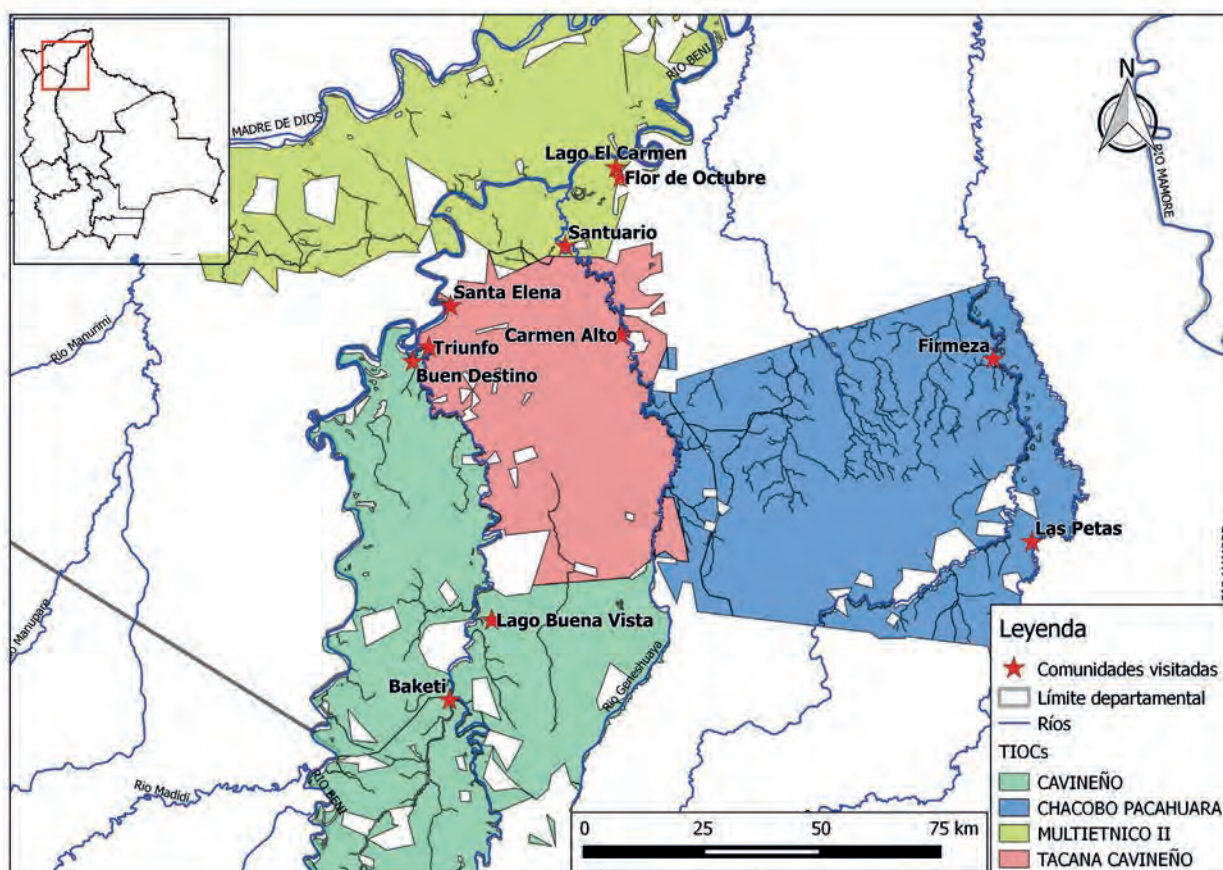


Figura 1. Comunidades en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia visitadas para la realización de talleres comunales y entrevistas individuales entre octubre y noviembre de 2015.

amazónico de Bolivia: Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II, entre los meses de octubre y noviembre de 2015. Se eligieron las comunidades con mayor potencial pesquero dentro de estos TIOCs, siguiendo las recomendaciones de la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO) y las capitanías de estos TIOCs, para la realización del presente estudio. Estas comunidades se encuentran cerca del río Beni y Yata, y algunos de sus afluentes como río Geneshwaya, Biata y Benicito (afluente del río Yata). Las comunidades visitadas para la realización de talleres y entrevistas se pueden observar en el Cuadro 1 y en la Figura 1.

En cada comunidad visitada, se realizaron talleres comunales y entrevistas individuales con la participación de otras comunidades cercanas que vinieron previa invitación y concerta-

ción con autoridades de CIRABO y capitanes de los TIOCs. Se eligieron 24 comunidades para la realización del presente estudio, sin embargo no fue posible realizar los talleres y entrevistas con todas estas. Se realizaron talleres y entrevistas con 22 comunidades; en una, solo fue posible realizar una entrevista individual (Alto Ivón). Sin embargo, esta comunidad fue tomada en cuenta para este estudio. En una comunidad (La Esperanza), no fue posible realizar entrevistas ni concluir con el taller, por lo que esta comunidad no fue incluida en este estudio, ya que solo se obtuvo información parcial. Por lo tanto, la información obtenida en el presente estudio se basa en 23 comunidades. En los talleres comunales participaron 252 personas de 23 comunidades, y se realizaron entrevistas individuales a 127 personas de 23 comunidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comunidades visitadas para la realización de talleres y entrevistas, y comunidades que participaron de talleres y entrevistas en cada comunidad visitada en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Comunidad donde se realizaron talleres y entrevistas	Comunidades que participaron del estudio	Taller comunal	Entrevistas individuales
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	Firmeza	X	X
		Fortaleza	X	X
		Tres Bocas	X	X
		Siete Almendros	X	X
		Alto Ivón		X
	Las Petas	Las Petas	X	X
CAVINEÑO	Baketi	Tajibo	X	X
		Las Palmeras	X	X
		Baketi	X	X
	Lago Buena Vista	San Miguel	X	X
		Las Mercedes	X	X
		Lago Buena Vista	X	X
Buen Destino	San José	X	X	
	Buen Destino	X	X	
	Santa Rosa de Florida	X	X	
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	Triunfo	X	X
		Santa Elena	X	X
	Carmen Alto	Alta Gracia	X	X
		Carmen Alto	X	X
TIM II	Santuario	La Esperanza	X	X
		Santuario	X	X
	Flor de Octubre	Flor de Octubre	X	X
		27 de mayo	X	X
Lago El Carmen	Lago El Carmen	X	X	



Figura 2. Taller comunal en la comunidad Carmen Alto del TIOC Tacana-Cavineño, noviembre 2015.

Realización de talleres comunales y entrevistas individuales

En las comunidades visitadas primeramente se realizaron los talleres comunales con la participación de los comunarios presentes (Figura 2). Se recabó información sobre la historia de las comunidades, número de familias y habitantes, cuando y como se conformaron, de donde vinieron, si tienen escuelas y postas de salud, entre otros. También se realizaron preguntas sobre sus principales actividades productivas, producción de la pesca, artes de pesca más utilizadas, embarcaciones, motores, principales especies que pescan y conocimientos sobre el paiche. Finalmente se les preguntó sobre su seguridad alimentaria y sobre los principales problemas que enfrenta el sector pesquero, planteando posibles soluciones a estos problemas. Una vez finalizados los talleres, se realizaron las entrevistas individuales a personas dedicadas a la pesca de cada comunidad, para obtener la misma información pero de manera individual (Figura 3).

Posteriormente toda esta información fue sistematizada en dos bases de datos, una de talleres comunales y una de entrevistas individuales. Ambas informaciones (talleres y

entrevistas) se analizaron y complementaron para ser descritas en el presente estudio, siguiendo el orden que se presenta a continuación. Es necesario mencionar que los resultados de los talleres y entrevistas son muestras de cada comunidad que se describen de manera general y no representan a los cuatro TIOCs en su totalidad; el número de entrevistados y participantes varía entre comunidades y TIOCs. Es por este motivo que las comparaciones que se presentan entre comunidades en el presente estudio deben ser interpretadas con precaución.

Línea de tiempo de las comunidades estudiadas

En los talleres comunales se recabó información sobre la historia de las comunidades, número de familias y habitantes, cuando y como se conformaron, de donde vinieron y por cual motivo, de donde viene el nombre de la comunidad, si tienen escuelas y postas de salud, y desde que año, el número de pescadores para subsistencia y para comercio en cada comunidad, entre otros aspectos importantes. También se realizaron preguntas sobre los principales proyectos productivos de cada comunidad.



Figura 3. Entrevista a pescador de la comunidad 27 de Mayo del TIOC TIM II, noviembre 2015.

Participantes de las entrevistas individuales

Se realizaron entrevistas individuales a personas dedicadas a la pesca de cada comunidad estudiada. El número de entrevistados por comunidad varía entre comunidades, debido a factores limitantes como tiempo de duración de los talleres o entrevistas, y número de asistentes de las diferentes comunidades que pudieron participar, por lo que el muestreo para las entrevistas fue oportunista. En esta sección de la entrevista, se les preguntó a los entrevistados: nombre, comunidad a la que pertenecen, edad, sexo, si tienen estudios y hasta qué grado, número de miembros de la familia, grupo indígena al que pertenecen y años que se dedican a la pesca. Se contabilizó el número de entrevistados, el número de varones y mujeres, así como también el número de personas con y sin estudios en cada comunidad y en cada TIOC. Se obtuvo la edad mínima, máxima y promedio, el número de miembros de familia mínimo, máximo y promedio, y el número de años en la pesca mínimo, máximo y promedio de los entrevistados por comunidad y por TIOC.

En los talleres comunales participaron 252 per-

sonas de 23 comunidades, de las cuales 152 eran varones y 100 eran mujeres. Para las entrevistas individuales participaron 23 comunidades, se entrevistaron en total a 127 personas, de las cuales 111 eran varones y 16 eran mujeres, con edades de entre 15 a 79 años y con una edad promedio de 37 años. Del total de entrevistados el 87% tiene estudios, el 13% restante corresponde a personas que no fueron a la escuela. El 11% de los entrevistados salieron bachilleres y la mayoría de los entrevistados (16%) llegaron solo hasta quinto de primaria. El número de miembros de familia varía entre una a 10 personas, con un promedio de cinco miembros por familia.

En cuanto a los años en la pesca, los entrevistados se dedican a pescar desde hace uno a 70 años, con un promedio general de 22 años en la pesca. Entre los grupos indígenas presentes están: Chácobo, Cavineño, Tacana y Tacana-Cavineño.

En el Cuadro 3 se detalla información sobre el número de participantes, sexo, edad, número de miembros por familia y años en la pesca en cada una de las comunidades que participaron del estudio. En el Cuadro 4 se presenta un resumen de dicha información dentro de cada TIOC.

Cuadro 3. Resumen de participantes de las entrevistas individuales en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (V: varones; M: mujeres; Min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	V	M	Total	Edad			Con estudios			Sin estudios			N° miembros familia			Años en la pesca		
					min	max	prom	min	max	prom	min	max	prom	min	max	prom	min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	6	0	6	18	48	31.5	6	6	0	3	7	4.5	6	18	10.7			
	Fortaleza	5	0	5	20	60	34.2	4	4	1	2	8	4.4	14	53	28.5			
	Tres Bocas	3	0	3	25	46	33	3	3	0	5	7	6.3	22	39	30.5			
	Siete Almendros	5	0	5	21	58	39	4	4	1	1	9	5	13	52	36.3			
	Alto Ivón	1	0	1	28	28	28	1	1	0	4	4	4	n.d.	n.d.	n.d.			
CAVINEÑO	Las Petas	9	0	9	19	79	36.4	5	5	4	3	7	5.3	10	70	25.1			
	Tajibo	3	0	3	23	63	39.6	1	1	2	3	7	5	n.d.	n.d.				
	Las Palmeras	4	0	4	27	59	43.5	3	3	1	2	5	4	21	40	31.7			
	Baketi	6	6	12	17	61	36.2	12	12	0	4	8	6.2	7	51	26.2			
	San Miguel	1	2	3	19	42	28	3	3	0	4	9	6	10	32	21			
TACANA-CAVINEÑO	Las Mercedes	1	1	2	28	33	30.5	2	2	0	6	6	6	8	19	13.5			
	Lago Buena Vista	4	1	5	24	51	34.2	4	4	1	3	8	6	2	27	13.2			
	San José	3	0	3	27	49	36.3	3	3	0	4	7	5.7	21	40	29.7			
	Buen Destino	6	0	6	33	63	49.2	4	4	2	4	8	5.3	10	53	34.8			
	Santa Rosa de Florida	6	0	6	20	50	31.3	6	6	0	3	7	4.7	5	23	10.4			
TIM II	Triunfo	6	0	6	15	73	34.8	6	6	0	2	6	3.7	1	60	17.2			
	Santa Elena	7	4	11	19	60	36.4	10	10	1	3	10	5.7	2	50	25.4			
	Alta Gracia	4	0	4	27	63	43.7	4	4	0	3	7	4.7	3	32	16.2			
	Carmen Alto	10	2	12	15	68	42.2	11	11	1	1	8	5.1	5	58	26.4			
	Santuario	4	0	4	33	67	46	3	3	1	2	7	5.5	6	45	21.7			
Lago El Carmen	Flor de Octubre	9	0	9	16	68	34.9	8	8	1	4	9	5.6	2	40	15			
	27 de Mayo	6	0	6	17	60	32	5	5	1	3	6	4.8	7	20	12.3			
	Lago El Carmen	2	0	2	28	32	30	2	2	0	1	1	1	20	22	21			

Cuadro 4. Resumen de participantes de las entrevistas individuales en los TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (V: varones; M: mujeres; min: mínimo; max: máximo; prom: promedio).

TIOC	V	M	To- tal	Edad			Con estudios	Sin estu- dios	N° miembros familia			Años en la pesca		
				min	max	prom			min	max	prom	min	max	prom
Chácobo- Pacahuara	36	0	36	18	79	36.2	27	9	1	9	4.9	6	70	25.9
Cavineño	27	10	37	17	63	36.3	34	3	3	9	5.7	2	53	22.8
Tacana- Cavineño	27	6	33	15	73	39.1	31	2	1	10	5	1	60	2 3
TIM II	21	0	21	16	18	35.7	18	3	1	9	4.9	2	45	16.1
Total	111	16	127	15	79	37	110	17	1	10	5.1	1	70	22.3

Actividades productivas para subsistencia y generación de ingresos

En esta sección de la entrevista, se les preguntó a los comunarios cuáles son sus principales actividades productivas, cuántos meses al año se dedican a cada actividad, si obtienen ingresos económicos por estas actividades o si son actividades de subsistencia, y cuáles son sus ingresos económicos al año por cada actividad. De esta manera se estimó el ingreso económico anual total y por cada actividad, de cada entrevistado. Los ingresos económicos obtenidos por persona fueron tomados en cuenta como ingresos económicos por familia, pese a que las entrevistas fueron individuales; en el caso de los ingresos económicos los entrevistados dieron datos familiares ya que estas actividades se realizan con la colaboración de todos los miembros de la familia (p.e. zafra de castaña, cosecha de palmito), por lo tanto las ganancias no son individuales, sino familiares. Una vez obtenidos estos datos, se obtuvo el ingreso económico mínimo, máximo y promedio por cada actividad y en total, para conocer cuáles son las actividades productivas que generan los mayores ingresos económicos por familia en cada comunidad y en cada TIOC. En el capítulo 14 del presente libro se analizan con mayor detalle los medios de vida de estas comunidades indígenas, con principal énfasis en el rol que cumple la pesca.

Distancia a zonas de pesca, medios de transporte y hábitats de pesca

En esta sección de la entrevista se preguntó

a los comunarios sobre las distancias a sus zonas de pesca. Varios de los entrevistados no contestaron esta pregunta ya que no tienen conocimiento de la distancia que recorren para llegar a estas zonas. Por lo tanto solo se tomaron en cuenta las respuestas de los entrevistados que respondieron a esta pregunta. De los 127 entrevistados, solamente 43 respondieron concretamente. Gran parte de ellos contestaron en función al tiempo que tardan en llegar a la zona de pesca, y mediante qué medio de transporte llegan. Como por ejemplo: "30 minutos a remo" o "45 minutos en moto". En estos casos, se calculó la distancia en km en función a la velocidad del medio de transporte, ya sea en barco a remo, en barco con motor, en moto, a pie, etc., y al tiempo que tardan en llegar mediante dicho medio de transporte. De esta manera se obtuvo la distancia mínima, máxima y promedio a las zonas de pesca en cada comunidad y en cada TIOC. Se contabilizó el número de entrevistados que se transportan en barco, en moto, a pie, o en bicicleta a sus zonas de pesca, para conocer cuáles son los medios de transporte más utilizados en cada comunidad y en cada TIOC. De la misma manera, se contabilizó el número de entrevistados que pescan en ríos, lagunas, arroyos y remansos para conocer cuáles son los hábitats preferidos de pesca en cada comunidad y TIOC.

Distancia o área estimada de las zonas de pesca

Con la ayuda de los comunarios que participaron de los talleres comunales, se ubicaron en



Figura 4. Pescadores de la comunidad Santuario del TIOC TIM II mostrando sus zonas de pesca en mapas impresos durante el taller comunal, noviembre 2015.

mapas impresos las zonas de pesca de cada comunidad (Figura 4). Una vez obtenidos los límites de las zonas de pesca, se pudo determinar con ayuda del programa Google Earth Pro 2015 la distancia estimada en km que abarca la zona de pesca a lo largo del río, en cada comunidad estudiada. En el caso de las comunidades Santa Rosa de Florida y 27 de Mayo, no se pudo estimar la distancia de las zonas de pesca, ya que estas comunidades pescan únicamente en lagunas, por lo tanto, se estimó el área (km²) que abarca la zona de pesca que incluye las lagunas donde pescan estas comunidades. Para las comunidades de Alto Ivón, Las Petas, Tajibo, Las Palmeras y Lago El Carmen no fue posible obtener estos datos ya que no se obtuvieron referencias precisas de las zonas de pesca.

Embarcaciones

En los talleres comunales, con la participación de los comunarios se diferenciaron los siguientes tipos de embarcaciones:

Chalupa: Embarcación fabricada con tablas de madera, con dimensiones que varían des-

de 4 m de largo x 0.6 m de ancho hasta 10 m de largo x 1.8 m de ancho, y con capacidades de carga que varían desde 100 hasta 2 000 kg; viene usualmente acompañada de un par de remos (Figura 5).

Canoa: Embarcación hecha de una sola pieza de madera tallada, también conocida como "casco", sus dimensiones varían desde 4 m de largo x 0.5 m de ancho hasta 10 m de largo x 1.5 m de ancho, y con capacidades de carga que van de 100 hasta 2 000 kg; viene acompañada de un par de remos (Figura 6).

Chata: Embarcación de madera, de fondo llano, sirve para transportar pesos de consideración. Sus dimensiones varían desde 10 m de largo x 2 m de ancho hasta 16 m de largo x 5 m de ancho, y sus capacidades de carga varían desde 5 000 hasta 12 000 kg.

Salтарén: Embarcación de madera, de fondo llano, capaz de admitir carga considerable, con dimensiones y capacidades de carga similares a las que posee la chata, con la diferencia de que el saltarén cuenta con un techo.

Zapato: Embarcación de madera similar a la chalupa pero de mayores dimensiones y ca-



Figura 5. Chalupa utilizada para la pesca en la comunidad Lago El Carmen del TIOC TIM II, noviembre 2015.

pacidad de carga, sus dimensiones varían desde 10 m de largo x 1.5 m de ancho hasta 12 m de largo x 2.5 m de ancho, y con capacidades de carga que varían desde 3 500 hasta 8 000 kg. Algunos cuentan con techo.

En los talleres comunales se contabilizó el número de chalupas, canoas, chatas, saltarenes

y zapatos en cada comunidad. Se contabilizó el número de embarcaciones individuales y comunales en cada comunidad, así como también el número de entrevistados que utilizan embarcación propia o prestada para ir a pescar y el número de embarcaciones fabricadas, compradas y donadas. Se obtuvo la capacidad de carga (kg) mínima, máxima



Figura 6. Canoa con remos y motor utilizada para la pesca en la comunidad Flor de Octubre del TIOC TIM II, noviembre 2015.

y promedio, el costo (Bs) mínimo, máximo y promedio, y la duración (años) mínima, máxima y promedio de las embarcaciones de cada comunidad estudiada y de cada TIOC estudiado. También se contabilizó el número de embarcaciones según el tipo de madera, para conocer los tipos de maderas mayormente utilizadas en cada comunidad y TIOC para la fabricación de las embarcaciones.

Motores

En los talleres comunales se contabilizó el número total de motores, así como también el número de motores individuales y comunales en cada comunidad y en cada TIOC. Se contabilizó el número de entrevistados que tienen motor propio, prestado, y los que no utilizan motor. Se contabilizó el número de motores según su capacidad (HP) en cada comunidad y TIOC. Se obtuvo el costo (Bs) mínimo, máximo y promedio, y la duración (años) mínima, máxima y promedio de los motores de cada comunidad y TIOC. También se contabilizó el número de motores según la marca, para conocer cuáles son las marcas más utilizadas en las comunidades y los TIOCs estudiados.

Artes de pesca

En esta sección de las entrevistas individuales se preguntó a los comunarios sobre las artes de pesca que utilizan, entre las cuales están: mallón, malla, tarrafa, espiñel, lineada y anzuelo, arco y flecha, arpón, zagalla y trinche.

Mallón: Red confeccionada de hilo de sedal o perlón; se utiliza para pescar paiche pero a veces se capturan otros como el pacú. La apertura de rombo de estos mallones varía entre 22 a 32 cm.

Malla: Red confeccionada de hilo de sedal o de nylon; se diferencia las mallas por el número de rombo que éstas presentan. Las mallas con apertura de rombo entre 7 a 16 cm se conocen también como redes de fibra o nylon, se utilizan para pescar especies pequeñas. Las mallas con apertura de rombo entre 18 a 24 cm se utilizan para pescar especies entre medianas a grandes y se confeccionan con hilo de sedal.

Tarrafa: Red circular en forma de sombrilla en cuyos bordes esta la línea de plomos, conformando bolsas pequeñas sucesivas, en su extremo o cúspide la red está unida a una soga. Tiene dos a tres metros de diámetro, se confecciona con hilo de sedal o de nylon, se utiliza para pescar especies pequeñas como panete, palometa, entre otros.

Espiñel: Consiste en una lineada (hilo de nylon o de sedal) de entre 25 a 300 metros de longitud, el cual presenta de 10 a 100 anzuelos, la distancia entre anzuelos varía desde 1.5 hasta 5 m. Usualmente se ponen botellas a los extremos a manera de indicación.

Lineada y anzuelo: Consiste en una lineada de 50 a 100 metros de longitud, con grosores que varían entre 0.3 hasta 2 mm, en su extremo está sujeto un anzuelo con tamaños que varían desde uno a 15 cm de longitud. Es una técnica utilizada para capturar algunas especies grandes como bagre, pintado, paiche, entre otros.

Arco y flecha: El arco tiene una longitud que varía entre 1.5 a 2 m, los materiales más utilizados para su fabricación son chima, chonta y canuta. Las flechas se fabrican con chuchio, pía y puma. Para pescar se ata una cuerda al extremo de la flecha, se dispara al pez y se tira de la cuerda para sacar al pez del agua.

Arpón: Formado por un mango de madera y una punta de fierro en forma de flecha para que se pueda clavar con facilidad en el cuerpo del pez.

Zagalla: Tiene una longitud que varía de 1 a 2.5 m, similar al arpón, puede tener una o dos puntas de fierro para clavar a las presas.

Trinche: Modificación del arpón, se caracteriza por presentar tres puntas de fierro, las cuales se clavan sobre las presas.

Se contabilizó el número de cada tipo de arte de pesca utilizado por los entrevistados de cada comunidad, para conocer cuáles son las artes de pesca mayormente utilizadas por los entrevistados. Se obtuvo el número promedio de materiales de pesca con los que cuenta un pescador en cada comunidad estudiada, y en cada TIOC, para poder comparar en que comunidades existe un mayor o menor número de materiales de pesca por pescador, y cuáles son los materiales de pesca mayormente usados. Para obtener estos promedios se ex-

cluyó a la comunidad Alto Ivón ya que solo se entrevistó a una persona. Posteriormente se describió la muestra obtenida de artes de pesca en base al número de entrevistados de cada comunidad. Cabe aclarar que la cantidad registrada de artes de pesca que se describe representa solo a la muestra (número de entrevistados) de cada comunidad, y no a la comunidad en su totalidad. También se describió cada tipo de arte de pesca, sus dimensiones, materiales y costos, por comunidad y por TIOC.

Esfuerzo (CPUE), tiempo y número de pescadores

Capturas totales (subsistencia y comercio)

Se preguntó a los entrevistados que se dedican a la pesca (tanto para subsistencia como para comercio), cual es la temporada (meses del año) de pesca, el número de faenas a la semana, la duración de la faena en horas, el número de pescadores que participan por faena y el volumen aproximado (kilogramos) obtenido por faena. Con estos datos, se obtuvo el valor de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) que es el volumen obtenido por hora por pescador (kilogramos/hora/pescador). Este valor indica el esfuerzo empleado en términos de volumen obtenido, horas invertidas en la pesca y número de pescadores que participaron, también indica la eficiencia de los pescadores, o en algunos casos la abundancia del recurso pesquero en el lugar de pesca. Se obtuvo el valor promedio de CPUE de cada comunidad y cada TIOC para las capturas totales (pesca comercial y de subsistencia).

Con el número de faenas a la semana y la temporada (meses al año) de pesca (comercio y subsistencia) que dio cada pescador, se obtuvo el número de faenas al año por pescador. Con este dato y el volumen obtenido por faena por pescador, se obtuvo el volumen anual de pesca obtenido por pescador (N° faenas al año por pescador * volumen (kilogramos) por faena por pescador = volumen anual (kilogramos) por pescador). Con el promedio de los volúmenes anuales obtenidos por los pescadores entrevistados en cada comunidad, y el número total de pescadores

que se dedican a la pesca (comercio y subsistencia) en cada comunidad, se obtuvo un valor estimado de la producción anual de pesca (comercio y subsistencia) de cada comunidad y de cada TIOC (promedio de volúmenes anuales (kilogramos) obtenidos por pescadores de la comunidad * N° total pescadores de la comunidad = volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad). Cabe destacar que estos volúmenes anuales obtenidos para cada comunidad solo son una estimación y no son los volúmenes anuales totales absolutos.

Capturas para subsistencia

Se preguntó a los entrevistados que se dedican exclusivamente a la pesca para subsistencia, cual es la temporada (meses del año) de pesca para subsistencia, el número de faenas a la semana, la duración de la faena en horas, el número de pescadores que participan por faena y el volumen aproximado (kilogramos) obtenido por faena. Con estos datos se obtuvo el valor promedio de CPUE (kilogramos/hora/pescador) de cada comunidad y de cada TIOC para las capturas de subsistencia.

Con el número de faenas a la semana y la temporada (meses al año) de pesca para subsistencia que mencionó cada pescador, se obtuvo el número de faenas al año por pescador. Con este dato y el volumen obtenido por faena por pescador, se obtuvo el volumen anual de pesca para la subsistencia obtenido por pescador (N° faenas al año por pescador * volumen (kilogramos) por faena por pescador = volumen anual (kilogramos) por pescador para pesca de subsistencia). Tomando en cuenta el promedio de los volúmenes anuales obtenidos por los pescadores entrevistados en cada comunidad, y el número de pescadores que se dedican a la pesca para subsistencia en cada comunidad, se obtuvo un valor estimado de la producción anual de pesca para subsistencia de cada comunidad y de cada TIOC (promedio de volúmenes anuales (kilogramos) obtenidos por pescadores de la comunidad * N° pescadores de subsistencia de la comunidad = volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad para pesca de subsistencia). Estos valores son una estimación y no representan los volúmenes anuales totales absolutos de las comunidades.

Capturas para el comercio

Se preguntó a los entrevistados que se dedican a la pesca comercial cuál es la temporada (meses del año) que se dedican a la pesca comercial. Los pescadores entrevistados que se dedican a la pesca para el comercio no dieron volúmenes de pesca específicos para el comercio, dieron solamente volúmenes totales, es decir volúmenes que incluyen las capturas comerciales y de subsistencia, ya que se dedican a ambas actividades. Solamente los pescadores que se dedican exclusivamente a la pesca de subsistencia dieron volúmenes específicos de pesca de subsistencia. Por este motivo, los volúmenes de pesca comercial se obtuvieron en base a la diferencia entre los volúmenes totales (comercio y subsistencia) y de pesca para subsistencia obtenidos para cada comunidad y cada TIOC (volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad (comercio y subsistencia) - volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad para pesca de subsistencia = volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad para pesca comercial). De esta manera se estimó la producción anual de pesca para el comercio en cada comunidad y cada TIOC donde existe pesca comercial. Nuevamente es necesario mencionar que estos volúmenes son solo estimaciones.

Especies más importantes para la pesca

En esta sección de las entrevistas individuales, se preguntó a los pescadores cuales son las principales especies que pescan. Con lo cual se obtuvo una lista de las principales especies de peces que se pescan en cada comunidad y en cada TIOC. También se les preguntó cuál es el volumen aproximado obtenido por faena de cada especie nombrada. En base a los promedios de los valores de CPUE (kilogramos/hora/pescador) de cada especie para cada comunidad y para cada TIOC, se obtuvo el aporte de cada especie al volumen total obtenido por captura, para conocer de esta manera cuales son las especies más importantes para la pesca en cada comunidad y en cada TIOC.

Conocimientos y percepciones sobre el paiche

Tanto en los talleres comunales como en las

entrevistas, se realizaron varias preguntas de conocimiento general sobre el paiche y sobre las percepciones que tienen los comunarios sobre esta especie. Se preguntó el año y lugar de primer avistamiento de paiche, año de inicio de la pesca de paiche y año de inicio de la pesca comercial de paiche en caso de que exista, en cada comunidad estudiada. En cuanto a las percepciones generales del paiche, se les preguntó si está en aumento o en disminución, así como también si les parece bueno o malo y porque motivos. Entre los conocimientos generales del paiche, se preguntó cuál es la época del año en que lo ven con huevos y/o crías, zonas de reproducción, hábitats donde se lo encuentra mayormente, talla y peso mínimo cuando esta con crías y componentes de su dieta según sus observaciones.

Esfuerzo (CPUE), tiempo y número de pescadores para la pesca comercial de paiche

Se contabilizó el número de pescadores que se dedican a la pesca comercial de paiche en cada comunidad estudiada. Se les preguntó cuál es la temporada (meses del año) de pesca, el número de faenas a la semana, la duración de la faena en horas, el número de pescadores que participan por faena y el volumen aproximado (kilogramos) de paiche obtenido por faena. Con estos datos se obtuvo el valor promedio de CPUE (kilogramos/hora/pescador) de cada comunidad y de cada TIOC para pesca comercial de paiche.

Con el número de faenas a la semana y la temporada (meses del año) de pesca comercial de paiche, se obtuvo el número de faenas al año por pescador. Con este dato y el volumen obtenido por faena por pescador, se obtuvo el volumen anual de pesca comercial de paiche obtenido por pescador (N° faenas al año por pescador * volumen (kilogramos) por faena por pescador = volumen anual (kilogramos) por pescador para pesca comercial de paiche). Tomando en cuenta el promedio de los volúmenes anuales obtenidos por los pescadores entrevistados de cada comunidad y el número de pescadores que se dedican a la pesca comercial de paiche en cada comunidad, se obtuvo un valor estimado de la producción anual de pesca comercial de paiche de cada comunidad y de

cada TIOC (promedio de volúmenes anuales (kilogramos) obtenidos por pescadores de la comunidad * N° pescadores de pesca comercial de paiche de la comunidad = volumen anual estimado (kilogramos) obtenido por la comunidad para pesca comercial de paiche). Estos valores son una estimación y no representan los volúmenes anuales totales de las comunidades.

Esfuerzo (CPUE) en zonas de pesca donde hay mucho y poco paiche

Con ayuda de los comunarios se ubicaron en mapas las zonas de los ríos (remansos, arroyos, etc.) y las lagunas donde hay mucho y poco paiche dentro de las zonas de pesca de las comunidades estudiadas, según la experiencia y las percepciones de los pescadores. Se obtuvo el valor de CPUE en base a la cantidad aproximada de paiche que se encuentra usualmente en estas zonas y lagunas, es decir cuántos kilogramos por hora puede sacar un pescador en estos lugares, tanto para los lugares donde hay mucho paiche como para los lugares donde hay poco paiche. Cabe aclarar que estos datos son solo una referencia de la cantidad aproximada de paiche que se puede encontrar en estos lugares según las observaciones y percepciones de los pescadores, lo cual no significa que se pescan estrictamente estas cantidades.

Comercialización del pescado

En esta sección de la entrevista, se preguntó a los entrevistados que se dedican a la pesca para el comercio, cuáles son los lugares donde venden su pescado y mediante qué medio de transporte trasladan el pescado al lugar de venta. Algunos entrevistados dieron detalles del modo en que venden o trasladan su pescado, y dieron también los costos del transporte y del hielo necesario para el traslado al lugar de venta. También se obtuvieron los precios promedio por kilogramo de pescado en las comunidades donde existe pesca comercial.

Seguridad alimentaria

En la última parte de los talleres comunales y de las entrevistas individuales, se hi-

cieron algunas preguntas sobre la seguridad alimentaria a nivel de hogar en estas comunidades. Se les preguntó el número de días que hubo escasez de alimentos en la última semana, cuáles son los meses más difíciles para conseguir alimentos y cuáles son los mejores meses para conseguir alimentos a lo largo del año. En el capítulo 14 se describe esta sección de las entrevistas de manera más detallada.

Consumo de proteínas

En relación al consumo de proteínas, se preguntó a los entrevistados el número de días a la semana que consumen las principales fuentes de proteína, entre las que están: pescado, carne de monte, res, pollo, cerdo, conservas, pato, peta y huevo de gallina. De esta manera se obtuvo el número promedio de días al año que se consume cada fuente de proteína por persona dentro de las comunidades estudiadas, para así conocer cuáles son las de mayor consumo.

Perspectivas, dificultades y demandas para el aprovechamiento pesquero

Para finalizar con los talleres comunales se realizó un ejercicio con los comunarios que participaron de los talleres, en el cual se determinaron los principales problemas y dificultades para el aprovechamiento pesquero en cada comunidad estudiada. Del mismo modo se determinaron cuáles son las principales demandas o prioridades de los pescadores que participaron del estudio para mejorar el aprovechamiento de la pesca en estas comunidades.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tanto en los talleres comunales como en las entrevistas individuales se presentan a continuación.

Línea de tiempo de las comunidades estudiadas

A continuación se presenta un resumen de la línea de tiempo de las 23 comunidades que participaron de los talleres comunales.

TIOC CHÁCOBO-PACAHUARA

Comunidad Firmeza

Las primeras familias que llegaron partieron originalmente de Alto Ivón en 1990. Se establecieron durante algunos años en Siete Almendros y posteriormente salieron en búsqueda de mejores tierras para sus chacos; de esa manera conformaron la comunidad de Firmeza que se fundó el 2002. La comunidad comenzó con cinco familias. La apertura del camino se realizó el 2007, y la primera escuela se fundó el 2015.

Comunidad Fortaleza

Los primeros comunarios llegaron de El Tomisal, a orillas del río Yata. La comunidad se fundó el 2010 con dos familias; el 2015 se re-fundó la comunidad con el nombre de Fortaleza Nuevo. La inundación del año 2014 ocasionó grandes pérdidas de casas y cultivos.

Comunidad Tres Bocas

Las primeras familias llegaron de Paraíso, a orillas del río Yata. La comunidad se fundó el 2004 con tres familias. La primera escuela se fundó el 2010.

Comunidad Siete Almendros

Las primeras familias llegaron de Alto Ivón. La comunidad se fundó en 1983 con nueve familias. La apertura del camino se realizó el 2006, y la primera escuela se fundó en 1995.

Comunidad Las Petas

La comunidad se fundó el 2002 por la familia de Don Mario Moreno, el nombre de la comunidad se debe a que durante varios años la caza de petas fue una de sus actividades principales. La primera escuela se fundó el 2009.

Comunidad Tajibo

La comunidad se fundó el 2009 con familias que llegaron de Las Palmeras, se establecieron en el lugar debido a que presentaba una parte alta apta para la agricultura y la crianza de sus animales. El nombre se debe a la abundancia de estos árboles en el lugar.

Comunidad Las Palmeras

La comunidad comenzó con una sola familia

que llegó de la Estancia San Pedro, se fundó el 2000. La primera escuela se fundó el 2002.

TIOC CAVINEÑO

Comunidad Baketi

Los primeros comunarios vivían dispersos, era un espacio disputado con terceros. La comunidad se conformó en 1986. El origen del nombre viene de la palabra "recordación" en idioma Cavineño.

Comunidad San Miguel

La comunidad se fundó en 1995, las primeras familias vinieron de Misión Cavinás.

Comunidad Las Mercedes

La mayoría de los primeros comunarios nació en el lugar, la comunidad existe desde hace aproximadamente 100 años, se conformó posiblemente en 1915. Tienen escuela hasta el quinto grado de primaria; hace un año que no tienen posta de salud. El 2012 ingresó el comerciante de pescado Alfredo Martínez que se quedó dos años. En el 2014 ingresó Eduardo Canaviri quien actualmente opera en la comunidad.

Comunidad Lago Buena Vista

La comunidad se fundó en 1994 con seis familias que salieron de río Verde debido a las inundaciones que habían en la zona, el origen del nombre se debe a la laguna Buena Vista. La primera escuela se fundó en 1993 y tiene hasta el cuarto grado de secundaria. No cuenta con posta de salud. Los comunarios hablan un poco el idioma Cavineño.

Comunidad San José

Las primeras familias vinieron de Las Mercedes, en 1992 compraron el predio a Antonio Vaca. El nombre San José era de una barraca. La primera escuela se fundó en 1992 y tiene hasta el cuarto grado de secundaria. No cuentan con posta de salud. Los comunarios hablan el idioma Cavineño.

Comunidad Buen Destino

La comunidad se fundó en 1989 con familias que vinieron de Las Mercedes. Cuando cayó el precio de la goma salieron buscando tierra para trabajar, inicialmente fueron por el

río Yata hasta el río Benicito pero quedaba muy lejos. Con la ayuda de un misionero suizo llegaron a California pero fueron desalojados. Encontraron después un lugar privado para trabajar recolectando castaña, el terreno valía 60 000 \$us y no pudieron comprarlo. Posteriormente, se movieron a otra propiedad privada que lograron comprar en 6 500 Bs, de esa manera se conformó la comunidad de Buen Destino. Antes el lugar era un puesto siringuero y llevaba el nombre de "Mapajo", nombre de un árbol frondoso que abunda en la zona. El 2007 se inició la apertura del camino, y la primera escuela se fundó en 1991. Cuentan con posta de salud desde 1992; la cual está dirigida por un médico, dos enfermeras de Riberalta y un auxiliar de la misma comunidad.

Comunidad Santa Rosa de Florida

Inicialmente la comunidad Santa Rosa estaba a orillas del río Beni. En 1984 hubo una reunión con la familia Sanjinés que quería asentarse en esta zona, y después bajo acuerdo se conformó Florida en 1998. En el mismo año la comunidad se desplazó tierra adentro debido a que el río se desplazó por su naturaleza errática, y la comunidad se quedó con el nombre de Santa Rosa de Florida. La primera escuela se fundó en 1950, y no cuentan con posta de salud. Para emergencias de salud piden servicios a la comunidad de Buen Destino que se encuentra a 12 km de distancia. Entre los comerciantes que entran a pescar a la comunidad está Nelson Sanjinés quien pesca todo el año para el comercio.

TIOC TACANA-CAVINEÑO

Comunidad Triunfo

En la comunidad de Triunfo se realizó un taller corto. No se pudo obtener información sobre el origen y la conformación de la comunidad. La información obtenida de esta comunidad se obtuvo principalmente a partir de entrevistas individuales.

Comunidad Santa Elena

La comunidad se fundó con tres familias en 1997 por el Sr. Juan Cuajera; las primeras familias llegaron de Peña Guarayos. Antes se llamaba San José, era una barraca privada, en 1997 se quedó con el nombre de Santa

Elena del lago, debido a la laguna que existía anteriormente en la zona. La primera escuela se fundó en 1987, el primer maestro fue Danilo Sanjinés. Tienen posta de salud desde el 2012, cuenta con un enfermero y dos practicantes. En cuanto a la pesca, existieron acuerdos de pesca en el pasado con pescadores de Riberalta. El acuerdo fue de recibir 0.8 Bs por kg de pescado extraído. Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están el de plátano, maíz, yuca y arroz mecanizado.

Comunidad Alta Gracia

Los primeros pobladores llegaron de la barraca privada "Agua Negra", y la comunidad fue fundada en 1980 por Roberto Siani quien era administrador de una barraca. Esta persona salió en busca de un nuevo lugar y le puso el nombre en honor a la Virgen de Alta Gracia. Demandaron con 22 familias el reconocimiento de la Comunidad en 1997. La primera escuela se fundó el 2000 por el maestro Estanislao Limachi; la escuela tiene hasta el sexto grado de primaria y cuenta con 16 alumnos. Para continuar los estudios los alumnos salen a Peña Amarilla o Riberalta. No tienen posta de salud, utilizan la posta de Santa Elena. Los enfermeros de Santa Elena realizan visitas cada dos semanas. Después de la inundación del 2014 hubo desabastecimiento de semillas, la agricultura se movió a la parte más alta. Se les facilitó semillas de plátano, yuca, maíz, frijol y plantas de coco por las pérdidas que causó la inundación.

Comunidad Carmen Alto

Comenzó siendo una comunidad campesina, anteriormente era un centro gomero. Se puso el nombre de Carmen Alto en honor a la Virgen del Carmen. Su aniversario es el 16 de julio, día de la fiesta de la Virgen del Carmen. Comenzó con 10 familias. La construcción de la carretera comenzó en 1996. La primera escuela se fundó en 1972, tiene hasta el tercer grado de secundaria y actualmente cuenta con 37 estudiantes. Tienen posta de salud desde 2005, la cual cuenta con una auxiliar de enfermería pero no hay médicos. Hay desabastecimiento de medicamentos y en caso de emergencias deben salir hasta Riberalta. Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están: procesadora de asaí y majo (apoyado por alcaldía de Reyes y FAN), pequeña

procesadora de caña (apoyado por SIPCA NORTE), yuca (chivecería), carpintería (apoyado por alcaldía de Reyes), proyectos de plátano, cítricos, madera y crianza de gallinas (apoyados por SIPCA NORTE). Después de la inundación del 2014 murieron muchos animales, entraron muchos peces nuevos y aumentó el paiche.

Comunidad La Esperanza

Era una barraca privada que se fundó en 1952, los propietarios eran Julio River y Victor River. Era un puesto gomero con 27 familias, se producía goma, alimentos y castaña. En 1987 con la caída de la goma los barraqueros salieron a otros lugares, el lugar quedó abandonado hasta la conformación de la comunidad en 2002 con 10 familias locales del centro gomero. Tienen carretera desde 2013. La primera escuela se fundó el 2003 tiene hasta el octavo grado de primaria y cuenta con 15 estudiantes y un maestro. No cuentan con posta de salud, en caso de emergencias se trasladan a Riberalta. Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están: ganadería (apoyo del municipio de Reyes), agricultura de maíz, arroz (apoyo del municipio de Reyes), plátano (Alcaldía de Riberalta), plantines maderables y no maderables como asaí, copoazú, cacao (apoyo de FAN).

Esta es toda la información que se pudo obtener de esta comunidad, ya que el taller comunal no pudo ser concluido por motivos de tiempo e imprevistos que surgieron para los comunarios de La Esperanza. Tampoco fue posible realizar entrevistas individuales. Por este motivo, que permitió obtener solo información parcial insuficiente, esta comunidad no fue tomada en cuenta para otros análisis de la pesca.

TIOC TIM II

Comunidad Santuario

La comunidad fue fundada en 1994 por Don Juan Chávez. Era un centro gomero desde 1960, pertenecía a Cosme Chávez. Don Juan Chávez lo compró y conformó la comunidad. En 1993 salió gente de la zona del "Laguito", vinieron aproximadamente 10 familias, y en 1994 conformaron la comunidad. La zona ya llevaba el nombre de Santuario. En 1984 abrieron la brecha para la carretera, en 1985

construyeron la carretera, en 1986 pusieron el pontón para cruzar, en 1987 el Servicio Nacional de Caminos comenzó el mantenimiento de la carretera, y en 2004 construyeron el puente. Después de la construcción del puente mucha gente migró a Riberalta. La primera escuela se fundó en 1994 y forma estudiantes hasta el sexto grado de primaria; cuenta con 25 estudiantes y dos maestros. Para continuar sus estudios los estudiantes deben salir a Riberalta. No tienen posta de salud, y para emergencias van a Riberalta.

Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están: plátano, maíz, yuca, arroz, caña de azúcar y aprovechamiento de lagarto. Nunca hubo ningún proyecto o apoyo para la pesca. Después de la inundación del 2014, el bosque cambió, el agua permaneció más de tres meses afectando a la agricultura y a la castaña.

Comunidad Flor de Octubre

Las tres primeras familias llegaron de Puerto Carlos en 1963. Salieron de Puerto Carlos debido a las inundaciones. Flor de Octubre era parte de Nazaret, pero con la llegada del INRA Nazaret cedió terrenos a Flor de Octubre. La comunidad se fundó en 1978 por Pedro Queteguari, se puso el nombre en honor a la flor de un árbol, posiblemente tajibo de flor amarilla, que florece en octubre. En 1981, se inició la apertura del camino, en 2003 se hizo la ampliación y el ripiado de la carretera. La primera escuela se fundó en 1976, tiene hasta el sexto grado de primaria, y actualmente hay 15 estudiantes. Los estudiantes deben ir a Riberalta o Nazaret para continuar con sus estudios. No cuentan con posta de salud; para emergencias van a Nazaret. En la posta de Nazaret hay un doctor y una enfermera, pero hay desabastecimiento de medicamentos. Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están: plátano, arroz, yuca, frijol, cerdos y pollos. La inundación del 2014 mató las plantas, pero también fertilizó la tierra. Desde 1990 las temperaturas aumentaron bastante. Este incremento en la temperatura no permite la siembra de semillas porque las seca. Debido a este cambio, deben esperar periodos cuando la temperatura es más baja y apropiada para la siembra pero no todos los años es posible. En 2012 la asociación Faunagua (ONG) les proporcionó hilos para la fabricación de mallas de pesca.

Cuadro 5. Comunidades y TIOCs que participaron de los talleres comunales entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	COMUNIDAD	Lugar de origen	Año de Fundación	N° inicial familias	Escuela	Posta de Sa-lud	N° actual familias	N° actual habitantes	N° pescadores	
									Consumo	Comercio
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	Alto Ivón	2000	5	X		9	n.d.	8	0
	Fortaleza	El Tomisal, río Yata	2010	2			10	35	5	0
		Tres Bocas	Paraíso, río Yata	2004	3	X		7	n.d.	7
	Siete Almendros	Alto Ivón	1983	9	X		10	75	6	0
	Las Petas	n.d.	2002	n.d.	X		13	64	40	0
	Tajibo	Las Palmeras	2009	n.d.			5	27	n.d.	n.d.
	Las Palmeras	Estancia San Pedro	2000	1	X		9	35	7	0
	Baketi	vivían dispersos	1986	35			24	119	20	1
	San Miguel	Misión Cavinas	1955	n.d.			18	72	13	n.d.
	Las Mercedes	n.d.	1915	n.d.			14	68	14	n.d.
CAVINEÑO	Lago Buena Vista	río Verde	1994	6	X		16	60	13	5
	San José	Las Mercedes	1992	4	X		11	58	11	3
	Buen Destino	Las Mercedes	1989	7	X	X	45	400	20	2
	Santa Rosa de Flo-rida	n.d.	1998	9	X		19	122	17	5
	Triunfo	n.d.	n.d.	n.d.			n.d.	n.d.	6	5
TACANA-CAVINEÑO	Santa Elena	Peña Guarayos	1997	3	X	X	18	97	40	0
	Alta Gracia	barraca Agua Negra	1980	n.d.	X		20	83	30	3
	Carmen Alto	era un centro gomero	n.d.	10	X	X	14	80	30	5
	La Esperanza	era un centro gomero	2002	10	X		13	60	30	5
	Santuario	"Laguito"	1994	18	X		26	156	30	6
TIM II	Flor de Octubre	Puerto Carlos	1978	3	X		17	70	50	17
	27 de Mayo	era un centro gomero	1984	8	X		8	26	18	7
	Lago El Carmen	n.d.	n.d.	n.d.			15	78	14	14

Comunidad 27 de Mayo

Antes de ser comunidad, era un centro gome-ro que pertenecía a Don Leoncio Rivero. Las primeras familias llegaron de Rurrenabaque, y la comunidad comenzó con ocho familias. Francisco Cuellar Mutari compró y fundó la comunidad en 1984; el mismo año la comunidad fundó la escuela. Sofía Mutari fue la fundadora de la primera escuela. Actualmente, no hay escuela habilitada, pero el ítem ya está aprobado para que llegue un maestro; los estudiantes van a las escuelas de Flor de Octubre, Nazaret o Riberalta. No cuentan con posta de salud, en caso de emergencias van a Nazaret. Entre los principales proyectos productivos de los últimos cinco años están: plátano, maíz, arroz, frijol, pollos y cerdos. Anteriormente hubo un proyecto de pesca con Faunagua. Antes de las inundaciones se sembraba fácilmente plátano y sandía, después de la inundación del 2014 la tierra se volvió infértil probablemente porque el agua permaneció mucho tiempo. Debido a esta inundación y pérdida de terrenos muchas familias se fueron de la comunidad.

Comunidad Lago El Carmen

La información obtenida de esta comunidad es parcial, ya que no se realizó el taller comunal completo. No se obtuvo información sobre la línea de tiempo y la conformación de la

comunidad. La información se obtuvo a partir de entrevistas individuales.

En el Cuadro 5 se presenta mayor información sobre las diferentes comunidades que participaron de los talleres comunales, como el número actual de familias, habitantes, y el número de pescadores.

Actividades productivas para subsistencia y generación de ingresos

Entre las principales actividades productivas de los comunarios entrevistados, destacan la zafra de castaña, la caza de animales de monte, la pesca de especies nativas y de paiche, la agricultura (cosecha de yuca, maíz, plátano, arroz, camote, sandía, etc.), la cosecha de palmito y la venta de animales (pollos, vacas, chanchos y loritos). También se dedican a otras actividades en menor proporción, como la cosecha de asaí, chamairo, venta de huevos de peta, de carne de lagarto, de víveres, cosecha de bimbos de miel, servicios de ganadería y agricultura, madera, goma, construcción de embarcaciones o muebles. Algunos de los entrevistados son ayudantes de pesca, transportistas o trabajadores de alguna empresa o institución. Todas estas actividades que se realizan en menor proporción se agruparon dentro del grupo "otros".

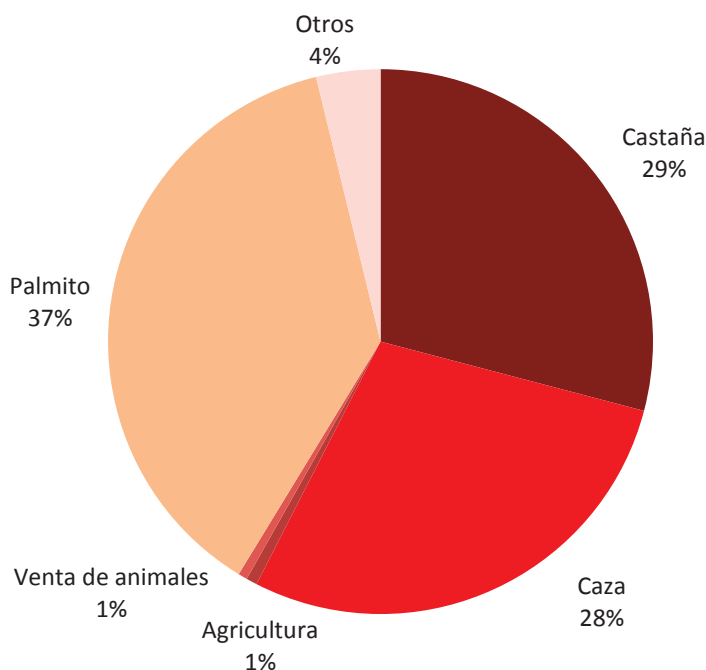


Figura 7. Aporte de las principales actividades productivas al ingreso económico anual por familia en el TIOC Chácobo-Pacahuara según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

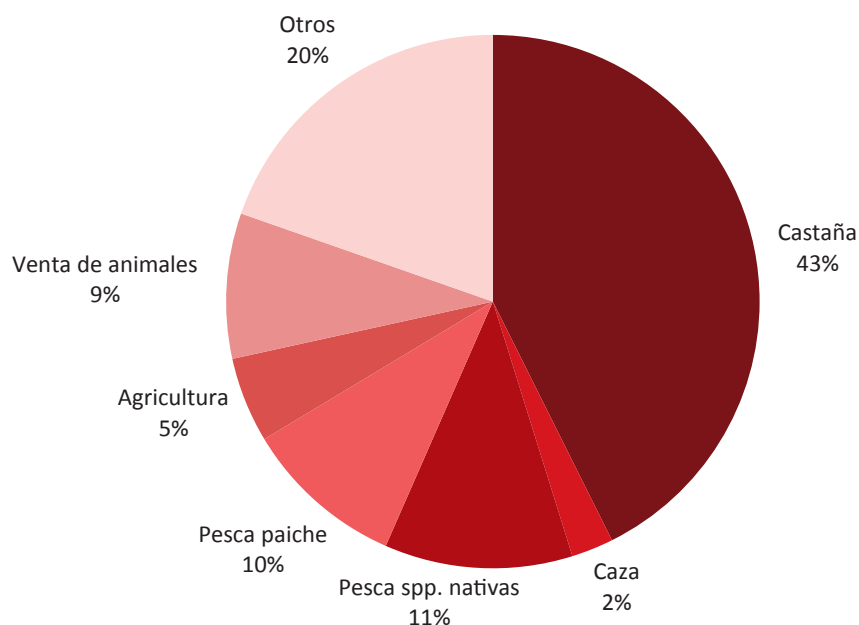


Figura 8. Aporte de las principales actividades productivas al ingreso económico anual por familia en el TIOC Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

Según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales, se observó que en el TIOC Chácobo-Pacahuara las actividades que generan mayores ingresos económicos son la cosecha de palmito, la zafra de castaña y la caza. En este TIOC no se perciben ingresos económicos por la pesca, ya que pescan solamente para la subsistencia (Figura 7, Cuadro 6).

Dentro de este TIOC, la comunidad Las Palmeras percibe el mayor ingreso económico con un ingreso anual promedio de 60 932 Bs por familia. Esta comunidad sobresale por percibir el mayor ingreso económico anual por la zafra de castaña y la caza en comparación con las demás comunidades de este TIOC. Le sigue la comunidad Fortaleza con un ingreso anual promedio de 50 155 Bs por familia, se distingue de las demás comunidades que participaron del estudio por percibir los mayores ingresos por cosecha de palmito. Las comunidades Tajibo y Alto Ivón perciben los menores ingresos anuales de este TIOC, con un promedio de 11 622 Bs y 9 600 Bs por familia, respectivamente (Cuadro 7). Cabe aclarar que en la comunidad Alto Ivón solo se entrevistó a una persona. En este TIOC el ingreso anual mínimo se registró en la comunidad Tajibo (715 Bs) y el ingreso anual máximo, en la comunidad Las Palmeras (94 180 Bs).

En el TIOC Cavineño las principales fuentes de ingreso son la castaña y otras actividades. Entre estas: servicios de ganadería y agricultura, trabajan en aserraderos de madera, o reciben un salario mensual por parte de alguna institución, como es el caso de varios entrevistados de este TIOC que fueron contratados durante los meses de octubre a noviembre para la construcción de una pista. La pesca de especies nativas, la pesca de paiche y la venta de animales también son actividades importantes en estas comunidades. Dentro de este TIOC no se perciben ingresos económicos por la cosecha de palmito (Figura 8, Cuadro 6).

Dentro del TIOC Cavineño, la comunidad Santa Rosa de Florida obtiene el mayor ingreso anual con un promedio de 45 808 Bs por familia, ingresos obtenidos gracias a la zafra de castaña, la pesca de paiche, la agricultura y otras actividades. Le sigue la comunidad Buen Destino con un ingreso anual promedio de 31 075 Bs por familia, ingresos que vienen principalmente de la zafra de castaña, la pesca de especies nativas y de paiche. La comunidad Buen Destino se destaca de las demás dentro del TIOC por obtener el mayor ingreso anual por la pesca de especies nativas, con un promedio anual de 12 428 Bs por familia. Las

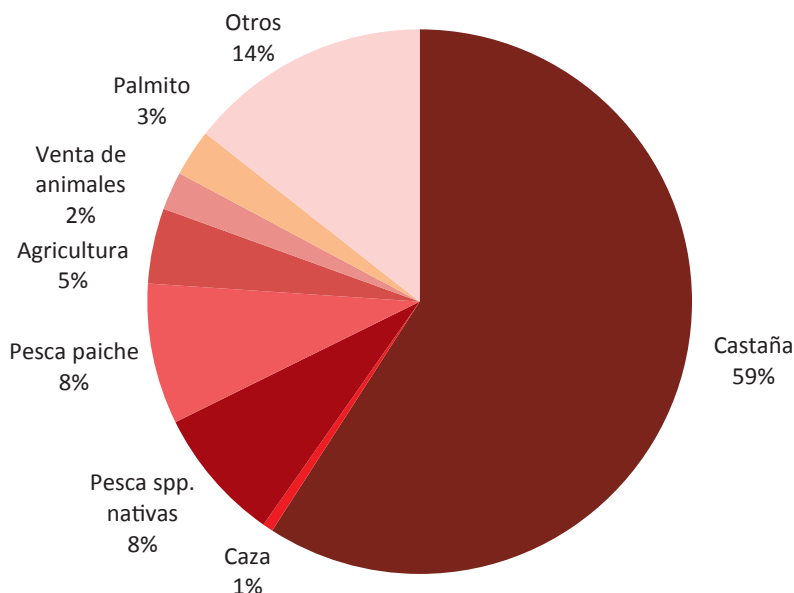


Figura 9. Aporte de las principales actividades productivas al ingreso económico anual por familia en el TIOC Tacana-Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

comunidades Baketi y San José obtienen los menores ingresos anuales en promedio dentro de este TIOC, con un promedio de 18 055 Bs y 17 930 Bs por familia, respectivamente (Cuadro 7). En este TIOC el ingreso anual mínimo se registró en la comunidad Baketi (72 Bs) y el ingreso anual máximo también en la comunidad Baketi (84 000 Bs).

El TIOC Tacana-Cavineño obtiene el mayor ingreso anual por la zafra de castaña en relación a los demás TIOCs estudiados. En este TIOC las actividades que generan mayores ingresos económicos son la castaña, otras actividades (aserrar madera, servicios de chequeo, cosecha de chamairo), la pesca de paiche y de especies nativas (Figura 9, Cuadro 6).

Dentro del TIOC Tacana-Cavineño, la comunidad Triunfo percibe el mayor ingreso anual con un promedio de 58 889 Bs por familia, ganancia obtenida principalmente por la zafra de castaña y la pesca de paiche, y en menor proporción por la pesca de especies nativas y otras actividades. La comunidad Triunfo se destaca de las demás comunidades que participaron del estudio por obtener el mayor ingreso anual por pesca de paiche con un promedio de 18 854 Bs por familia. Le sigue la comunidad Santa Elena con un ingreso anual

promedio de 33 138 Bs por familia, proveniente de la zafra de castaña, otras actividades (aserrar madera y cosechar chamairo), y la agricultura, esta comunidad no percibe ingresos económicos por la pesca ni por la caza. La comunidad Alta Gracia percibe el menor ingreso anual dentro de este TIOC, con un promedio de 26 060 Bs por familia. Sin embargo esta comunidad percibe mayores ingresos por la pesca de especies nativas que las demás comunidades de este TIOC con un ingreso anual promedio de 11 556 Bs por familia (Cuadro 7). En este TIOC el ingreso anual mínimo se registró en la comunidad Carmen Alto (6 100 Bs) y el ingreso anual máximo se registró en la comunidad Triunfo (127 078 Bs).

En el TIOC TIM II la actividad que genera mayores ingresos económicos es la pesca, principalmente de especies nativas y seguidamente de paiche. En este TIOC los ingresos económicos percibidos por la zafra de castaña son menores en relación a los otros TIOCs. En estas comunidades no se perciben ingresos económicos por la cosecha de palmito (Figura 10, Cuadro 6).

Dentro del TIOC TIM II, la comunidad Lago El Carmen percibe el mayor ingreso anual con un promedio de 67 350 Bs por familia, este

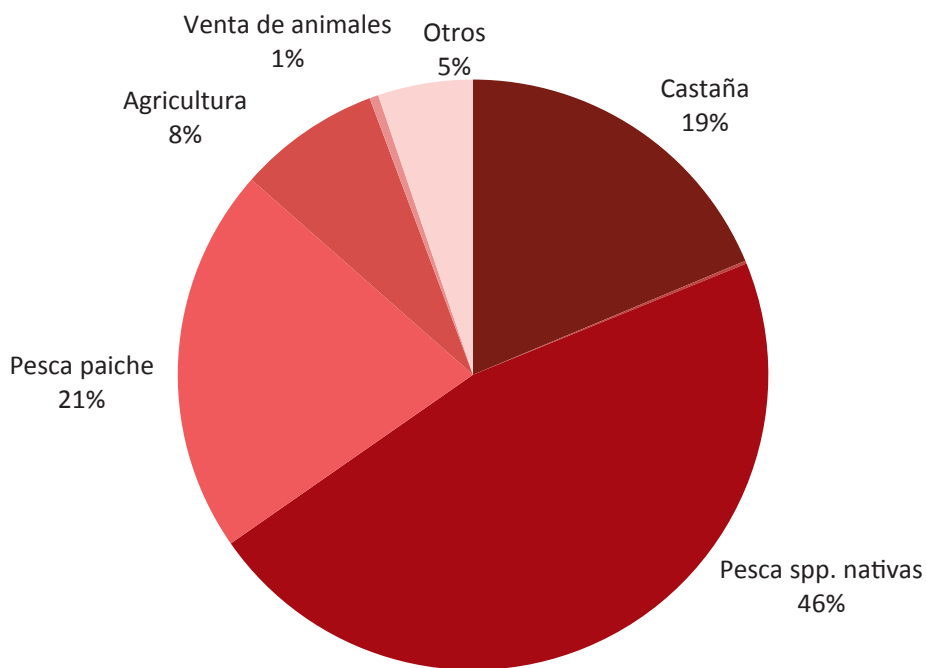


Figura 10. Aporte de las principales actividades productivas al ingreso económico anual por familia en el TIOC TIM II según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

ingreso proviene principalmente de la pesca de especies nativas y de paiche, cabe destacar que en esta comunidad solo se entrevistó a dos personas. Esta comunidad se destaca de las demás comunidades que participaron del estudio por obtener el mayor ingreso anual por pesca de especies nativas, con un promedio anual de 52 800 Bs por familia. También se destaca por obtener el mayor ingreso anual por pesca de paiche dentro de

este TIOC con un promedio anual de 10 800 Bs por familia. La comunidad 27 de Mayo es la que percibe el menor ingreso anual dentro de este TIOC, con un promedio anual de 23 368 Bs por familia. Sin embargo, esta es la segunda comunidad con el ingreso anual más alto por pesca de especies nativas en relación con las demás comunidades estudiadas, con un promedio anual de 16 968 Bs por familia. La comunidad Flor de Octubre se destaca

Cuadro 6. Ingreso promedio anual (Bs) por familia en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015. (prom: promedio).

TIOC	Castaña (Bs)	Caza (Bs)	Pesca especies nativas (Bs)	Pesca paiche (Bs)	Agricultura (Bs)	Venta animales (Bs)	Palmi-to (Bs)	Otros (Bs)	Total prom anual por familia (Bs)
Chácobo-Pacahuara	10 460	10 221	0.000	0.000	233.6	194.7	13 476	1 368.7	35 954
Cavineño	11 144	665	2 978	2 561.7	1 353.2	2 301.6	0.000	5 133.6	25 194
Tacana-Cavineño	22 091	231	2 982	3 124	1 672.8	850	1 042.7	5 381	36 918
TIM II	6 225	53	15 475	7 052.3	2 603.6	161.9	0.000	1 733.3	31 830
Promedio 4 TIOCs	12 981	3 160	4 190	2 723.6	1 325.6	973.4	4 091	3 568.4	32 388

dentro de este TIOC por ser la segunda comunidad con el ingreso anual más alto por pesca de paiche después de Lago El Carmen, con un promedio anual de 9 642 Bs por familia. En general dentro de este TIOC se observa que las principales actividades son la pesca de especies nativas y de paiche, mientras que por zafra de castaña y caza las ganancias son menores en relación a los demás TIOCs estudiados (Cuadro 7). En este TIOC el ingreso anual mínimo se registró en la comunidad 27 de Mayo (1 620 Bs) y el ingreso anual máximo se registró en la comunidad Lago El Carmen (97 200 Bs).

En el Cuadro 6 se puede observar un promedio de los ingresos económicos que percibe una familia al año por cada actividad dentro

de cada TIOC. En el Cuadro 7 se observan los ingresos anuales promedio por familia por cada actividad dentro de cada comunidad estudiada.

En general, promediando los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs, la actividad principal es la zafra de castaña que genera el 39% de los ingresos económicos de una familia al año, le siguen la pesca de especies nativas (13%), el palmito (12%), otras actividades (11%), la caza (10%), la pesca de paiche (8%) y en menor proporción la agricultura (4%) y la venta de animales (3%) (Figura 11). Englobando los cuatro TIOCs, en promedio una familia obtiene un ingreso anual de 32 388 Bs gracias a estas actividades, aproximadamente 2 700 Bs al mes por familia.

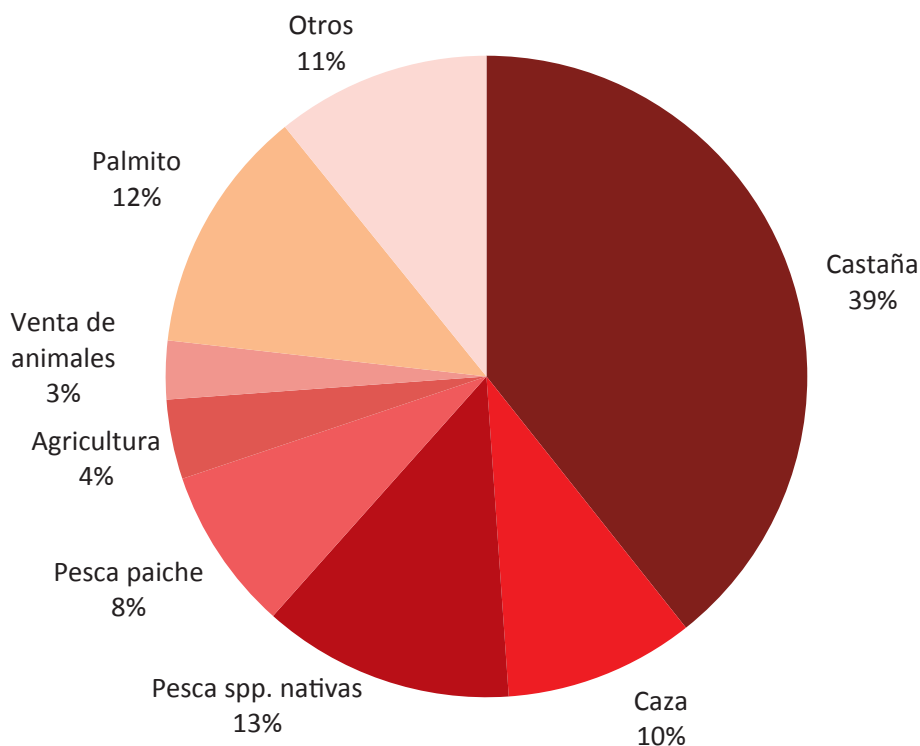


Figura 11. Aporte de las principales actividades productivas al ingreso económico total anual por familia en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 7. Ingreso promedio anual (Bs) por familia en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio).

TIOC	Comunidad	N° entrevistados	Castaña (Bs)	Caza (Bs)	Pesca especies nativas (Bs)	Pesca paiche (Bs)	Agricultura (Bs)	Venta de animales (Bs)	Palmito (Bs)	Otros (Bs)	Total prom anual por familia (Bs)
	Firmeza	6	13 100	9 560	0	0	0	0	17 318	96	40 074.3
	Fortaleza	5	17 262	12 240	0	0	305	0	20 300	48	50 155
	Tres Bocas	3	5 933.3	6 000	0	0	408.3	0	4 266.7	288	16 896.3
	Siete Almendros	5	10 700	6 240	0	0	132	0	18 338	78.4	35 488.4
CHÁCOBO-PACAHUARA	Alto Ivón	1	0	0	0	0	0	0	0	9 600	9 600
	Las Petas	9	5 926.7	1 229,8	0	0	5.3	586.7	10 938	2 111	31 865.3
	Tajibo	3	3 200	7 638.3	0	0	583.3	0	0	200	11 621.7
	Las Palmeras	4	19 350	16 650	0	0	800	432.5	19 200	4 500	6 093.5
	Baketi	12	4 773	0	600	0	0	4 040.7	0	8 642	18 055.5
	San Miguel	3	12 000	1 200	0	0	766.7	2 200	0	4 400	20 566.7
	Las Mercedes	2	17 750	0	0	1 680	0	840	0	0	20 270
	Lago Buena Vista	5	10 784	0	1 800	3 580	132	3 576	0	1 920	19 636
	San José	3	13 733.3	0	2 380	2 415	0	0	0	1 000	17 930
	Buen Destino	6	14 866.7	800	12 428	2 750	1 955.8	0	0	2 418	31 074.7
	Santa Rosa de Florida	6	16 537.5	2 700	4 237.5	8 441.7	5 895.8	1 751.7	0	7 657	45 808.3
	Triunfo	6	25 450	0	7 187.5	18 853.8	354.2	3 666.7	0	8 915	58 889
TACANA-CAVINEÑO	Santa Elena	11	19 627.3	0	0	0	3 620.4	550	2 010	7 330	33 137.7
	Alta Gracia	4	12 950	375	11 555.7	0	250	0	3 075	743.7	26 060.5
	Carmen Alto	12	25 716.7	510.4	1 921.8	475	1 021	0	0	3 373	33 017.9
	Santuario	4	20 200	0	2 000	1 125	4 081.2	850	0	2 100	30 356.2
TIM II	Flor de Octubre	9	4 514	123.3	11 948	9 642	2 444.4	0	0	2 889	30 233.2
	27 de mayo	6	1 300	0	16 968	5 870	1 725	0	0	333.3	23 368.3
	Lago El Carmen	2	750	0	52 800	10 800	3 000	0	0	0	67 350

Distancia a zonas de pesca, medios de transporte y hábitats de pesca

Según los datos obtenidos sobre la distancia a las zonas de pesca, en el TIOC Chácobo-Pacahuara la distancia a las zonas de pesca varía entre 0.7 a 47 km, con un promedio de 10.9 km de distancia. Dentro de este TIOC, la distancia mínima a la zona de pesca es de 0.7 km en la comunidad Siete Almendros, y la distancia máxima es de 47 km en la comunidad Alto Ivón.

En el TIOC Cavineño la distancia a las zonas de pesca varía entre 0.6 a 12 km, con un promedio de 5 km de distancia. En este TIOC, la distancia mínima a la zona de la pesca es de 0.6 km en la comunidad Santa Rosa de Florida y la distancia máxima es de 12 km en la comunidad Lago Buena Vista.

En el TIOC Tacana-Cavineño la distancia a las zonas de pesca varía entre uno a 12 km con un promedio de 5.8 km de distancia, con una distancia mínima a la zona de pesca de 1 km en la comunidad Carmen Alto y una distancia máxima de 12 km, también en la comunidad Carmen Alto.

En el TIOC TIM II la distancia a las zonas de pesca varía entre dos a 20 km de distancia, con un promedio de 6.4 km de distancia. En este TIOC, la distancia mínima a la zona de pesca es de dos km en las comunidades Santuario y 27 de Mayo, mientras que la distancia máxima a la zona de pesca es de 20 km en la comunidad Flor de Octubre. En el Cuadro 8 se presentan con mayor detalle las distancias mínimas y máximas a las zonas de pesca en cada comunidad estudiada.

Cuadro 8. Distancia estimada a las zonas de pesca en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínima; max: máxima; prom: promedio; N: número de entrevistados que respondieron a esta pregunta, n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Cuenca	N	Distancia a zona de pesca (km)		
				min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	Benicito, Yata	3	2	8	4.7
	Fortaleza	Benicito, Yata	2	12	24	18
	Tres Bocas	Benicito	1	4	4	4
	Siete Almendros	Benicito	1	0.7	0.7	0.7
	Alto Ivón	Ivón	1	47	47	47
	Las Petas	Yata	2	4	4	4
	Tajibo	Yata	0	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Palmeras	Yata	0	n.d.	n.d.	n.d.
CAVINEÑO	Baketi	Biata, Beni	2	4	4	4
	San Miguel	Biata	1	4	4	4
	Las Mercedes	Biata	0	n.d.	n.d.	n.d.
	Lago Buena Vista	Biata, Beni	3	8	12	10.7
	San José	Biata, Beni	2	4	4	4
	Buen Destino	Biata	1	2	2	2
	Santa Rosa de Florida	Biata, Beni	4	0.6	8	2.7
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	Biata, Beni	2	8	8	8
	Santa Elena	Beni	5	1.5	8	3.8
	Alta Gracia	Biata, Beni	1	8	8	8
	Carmen Alto	Geneshwaya, Beni	3	1	12	7
TIM II	Santuario	Geneshwaya, Beni	2	2	4	3
	Flor de Octubre	Beni	4	6	20	10.2
	27 de mayo	Beni	2	2	4.5	3.2
	Lago El Carmen	Beni	1	4	4	4

En general dentro de los cuatro TIOCs estudiados, las distancias a las zonas de pesca están entre 0.6 km hasta 47 km de distancia de las comunidades, con una distancia pro-

medio de 6.9 km. En el Cuadro 9 se presenta un resumen de las distancias a las zonas de pesca dentro de cada TIOC estudiado.

Cuadro 9. Distancia estimada a las zonas de pesca en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínima; max: máxima; prom: promedio; N: número de entrevistados que respondieron a esta pregunta).

TIOC	Cuenca	N	Distancia a zona de pesca (km)		
			min	max	prom
Chácobo-Pacahuara	Benicito, Ivón, Yata	10	0.7	47	10.9
Cavineño	Biata, Beni	13	0.6	12	4.9
Tacana-Cavineño	Biata, Beni, Geneshwaya	11	1	12	5.8
TIM II	Beni, Geneshwaya	9	2	20	6.4
4 TIOCs		43	0.6	47	6.9

En cuanto al medio de transporte a las zonas de pesca el más usado es el barco, siendo el 65% del total de entrevistados que se trasladan por este medio hasta las zonas de pesca, el 18% de los entrevistados se trasladan en moto, el 16% se trasladan a pie, y el 1% en

bicicleta. En el TIOC Chácobo-Pacahuara, 29 personas se trasladan en barco; dos personas se trasladan en moto y dos personas a pie. En las comunidades Firmeza, Las Petas, Tajibo y Las Palmeras, el único medio de transporte a las zonas de pesca es el barco (Figura 12).

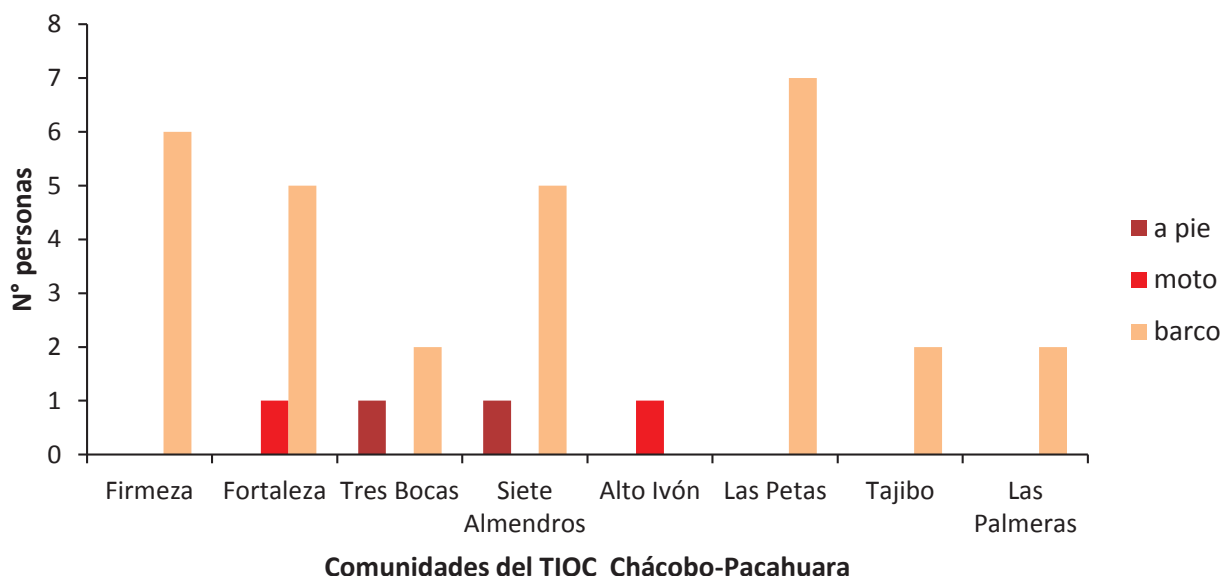


Figura 12. Medios de transporte más utilizados hacia las zonas de pesca en las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Cavineño, 18 personas se trasladan en barco; cinco personas se trasladan a pie y tres personas se trasladan en moto hasta las zonas de pesca. En las comunidades

Las Mercedes, San José y Buen Destino se trasladan a las zonas de pesca únicamente en barco (Figura 13).

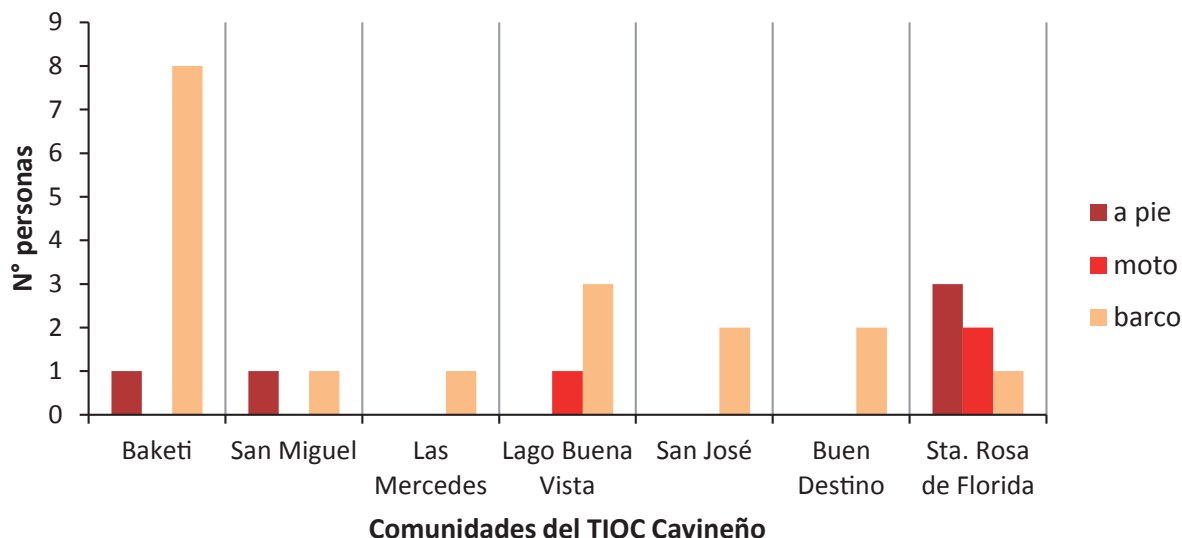


Figura 13. Medios de transporte más utilizados hacia las zonas de pesca en las comunidades del TIOC Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Tacana-Cavineño, 15 personas se trasladan en barco, 10 se trasladan en moto y seis personas se trasladan a pie hasta las

zonas de pesca. En las comunidades Triunfo y Alta Gracia se trasladan únicamente en barco a sus zonas de pesca (Figura 14).

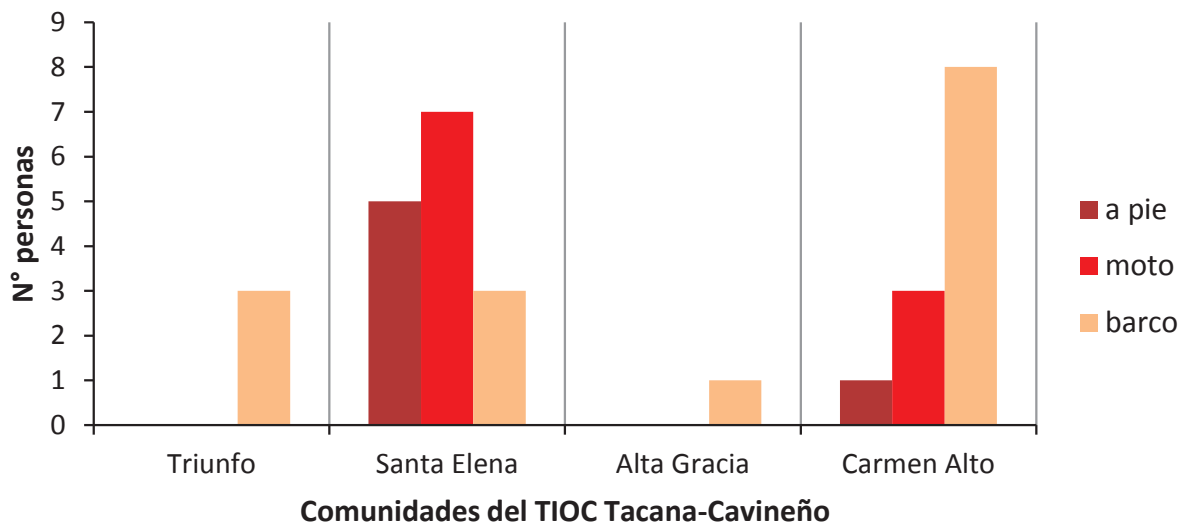


Figura 14. Medios de transporte más utilizados hacia las zonas de pesca en las comunidades del TIOC Tacana-Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC TIM II, 16 personas se trasladan en barco, seis personas se trasladan en moto, seis personas se trasladan a pie y una persona en bicicleta. En la comunidad Lago El

Carmen se movilizan hasta las zonas de pesca únicamente en barco, según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales (Figura 15).

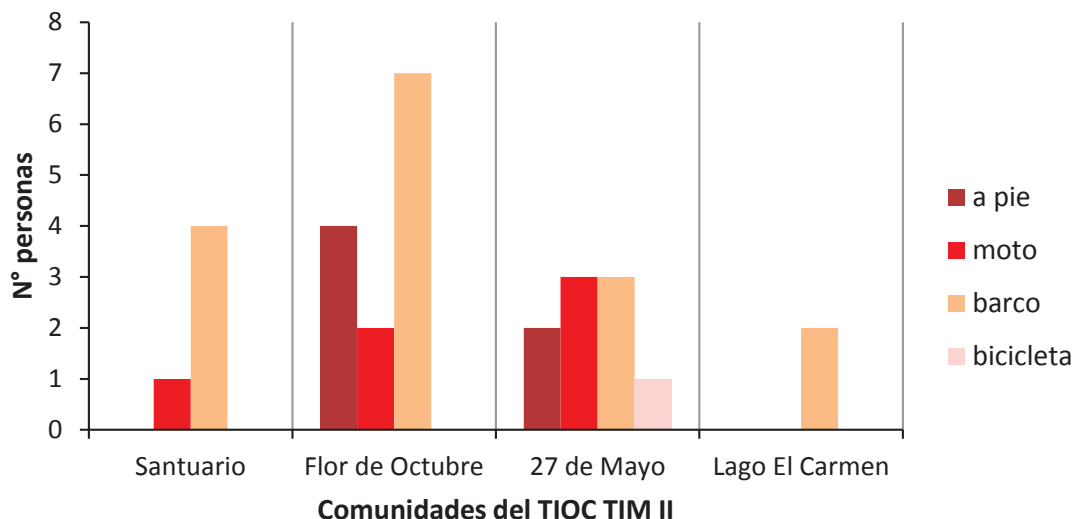


Figura 15. Medios de transporte más utilizados hacia las zonas de pesca en las comunidades del TIOC TIM II según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En cuanto a los hábitats de pesca, en general se puede observar que los hábitats preferidos

para pescar son ríos, lagunas, arroyos y remansos (Figura 16).

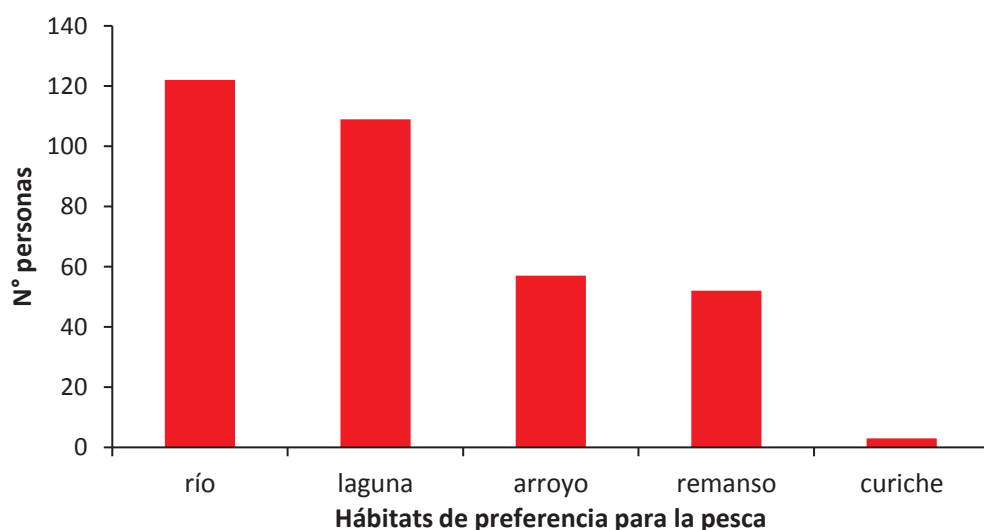


Figura 16. Hábitats preferidos de pesca para los comunarios de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Chácobo-Pacahuara los hábitats preferidos para la pesca son lagunas, ríos, remansos y arroyos (Figura 17).

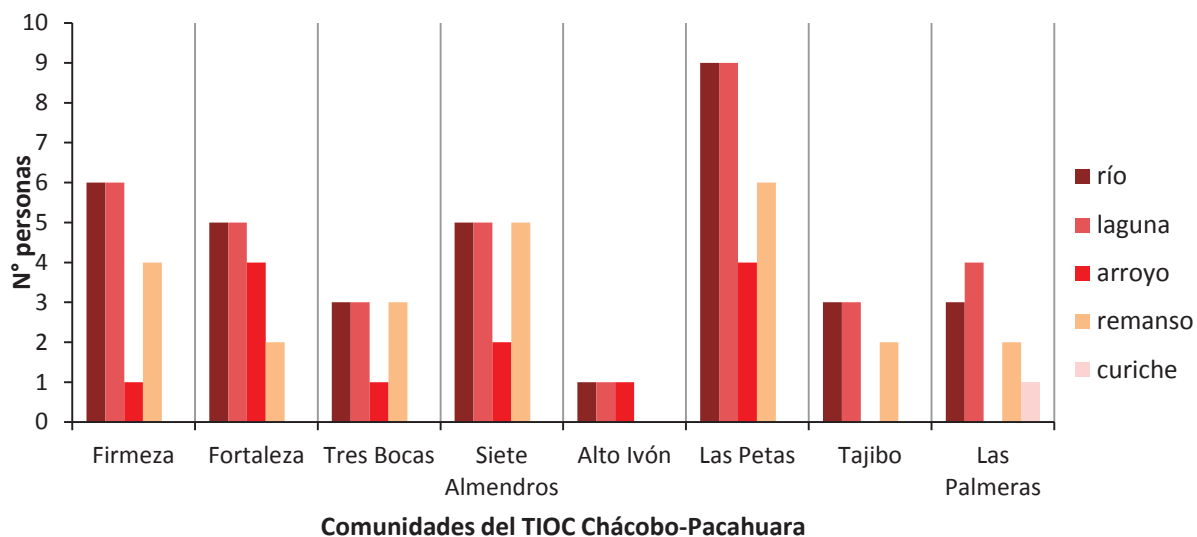


Figura 17. Hábitats preferidos de pesca en las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Cavineño los hábitats preferidos de pesca también son ríos, lagunas, remansos y arroyos (Figura 18).

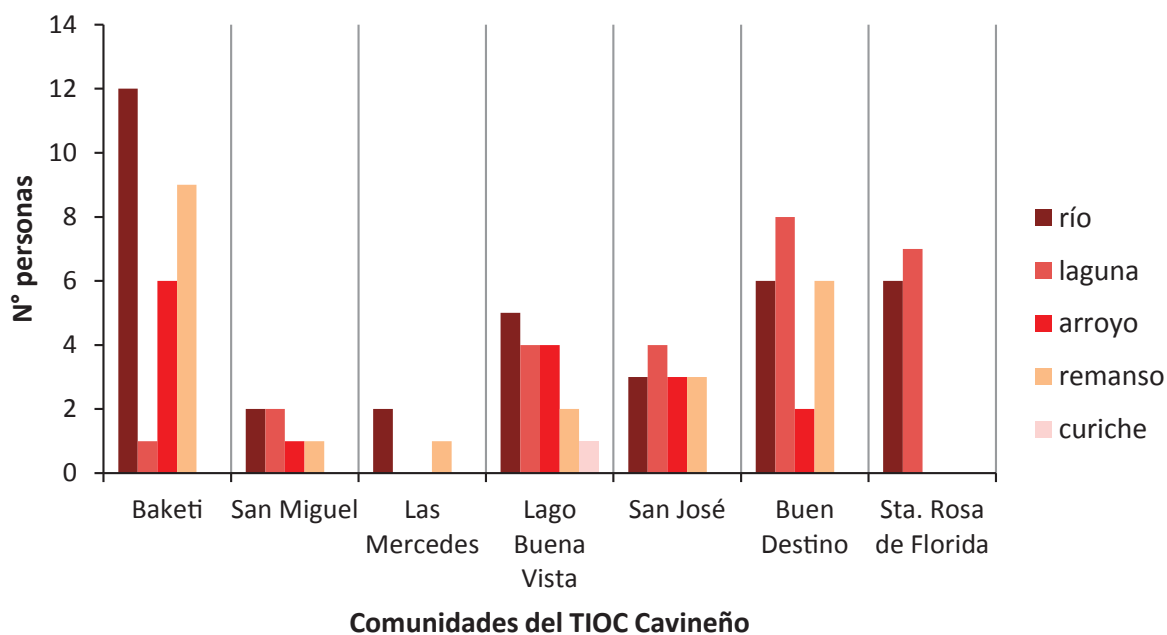


Figura 18. Hábitats preferidos de pesca en las comunidades del TIOC Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Tacana-Cavineño los hábitats preferidos de pesca son ríos, lagunas y arroyos (Figura 19).

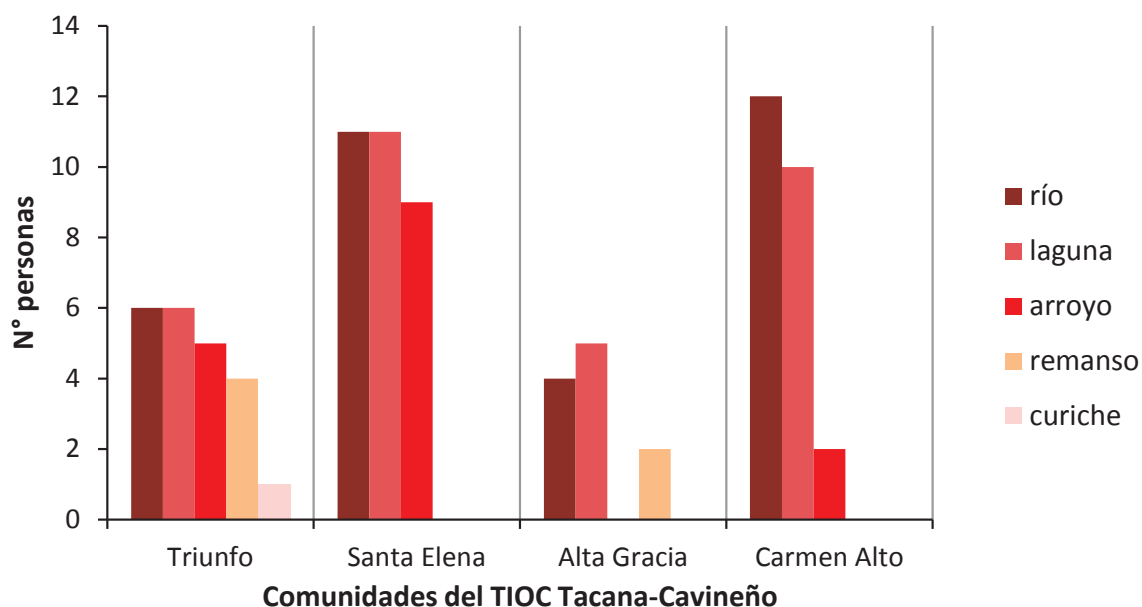


Figura 19. Hábitats preferidos de pesca en las comunidades del TIOC Tacana-Cavineño según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC TIM II los hábitats preferidos de pesca son ríos, lagunas y arroyos. Los entrevistados de este TIOC no pescan en remansos ni curiches (Figura 20).

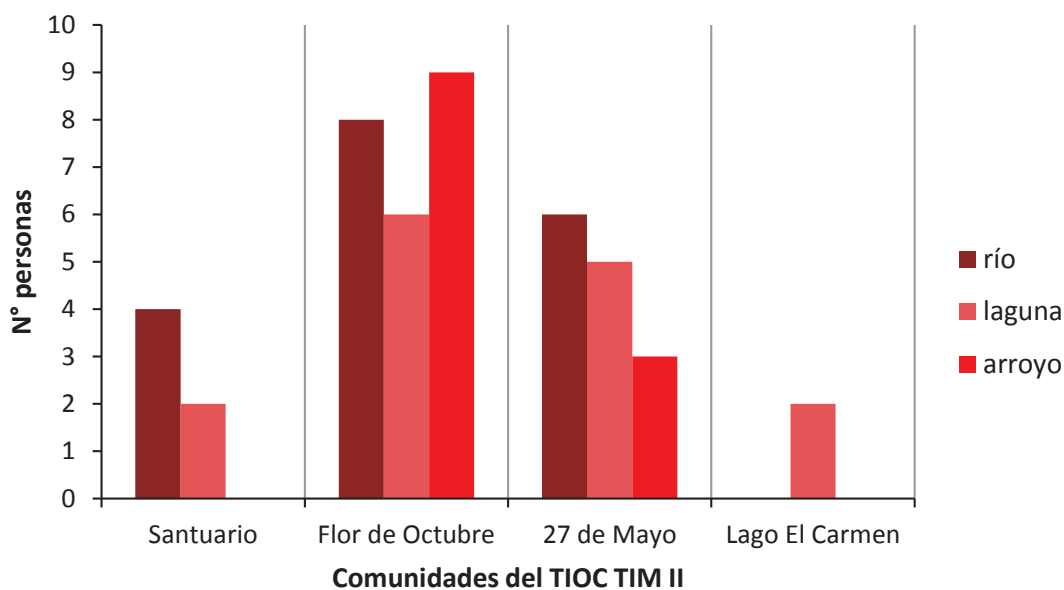


Figura 20. Hábitats preferidos de pesca en las comunidades del TIOC TIM II según entrevistas individuales realizadas entre octubre y noviembre de 2015.

Distancia o área estimada de las zonas de pesca

En relación a las zonas de pesca, se observó que la comunidad San Miguel del TIOC Cavineño tiene la zona de pesca más pequeña, abarca 11.9 km del río, mientras que la comunidad Triunfo del TIOC Tacana-Cavineño tiene la zona de pesca más amplia, que abar-

ca 75.6 km del río. En las comunidades Santa Rosa de Florida y 27 de Mayo, la pesca se realiza únicamente en lagunas, por lo que se estimó el área (km²) que abarca la zona de pesca que incluye estas lagunas. En el Cuadro 10 se presentan con mayor detalle las distancias o áreas estimadas de las zonas de pesca de las comunidades estudiadas.

Cuadro 10. Distancia (km) o área (km²) estimada de las zonas de pesca en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Distancia estimada (km) de la zona de pesca en el río	Área estimada (km ²) de la zona de pesca
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	48.1	n.d.
	Fortaleza	17.9	n.d.
	Tres Bocas	30.8	n.d.
	Siete Almendros	22.3	n.d.
	Alto Ivón	n.d.	n.d.
	Las Petas	n.d.	n.d.
	Tajibo	n.d.	n.d.
	Las Palmeras	n.d.	n.d.
CAVINEÑO	Baketi	19.6	n.d.
	San Miguel	11.9	n.d.
	Las Mercedes	16.2	n.d.
	Lago Buena Vista	12.4	n.d.
	San José	16.9	n.d.
	Buen Destino	24.6	n.d.
	Santa Rosa de Florida	n.d.	12.1
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	75.6	n.d.
	Santa Elena	12.3	n.d.
	Alta Gracia	12.3	n.d.
	Carmen Alto	19.2	n.d.
TIM II	Santuario	48.2	n.d.
	Flor de Octubre	16	n.d.
	27 de mayo	n.d.	19.3
	Lago El Carmen	n.d.	n.d.

Embarcaciones

En base a los resultados obtenidos en las entrevistas individuales y en los talleres comunales se observó que entre las embarcaciones utilizadas por los pescadores están las chalupas, canoas, chatas, saltarenes y zapatos, siendo las chalupas y canoas las más utilizadas en los cuatro TIOCs estudiados. Se re-

gistraron 129 embarcaciones en total dentro de los cuatro TIOCs, de las cuales 121 son individuales y ocho son comunales. Se contabilizaron en total 80 chalupas, 44 canoas, dos chatas, dos zapatos y un saltarén. El TIOC Cavineño tiene el mayor número de embarcaciones, mientras que el TIOC Tacana-Cavineño cuenta con el menor número de embarcaciones (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número y tipo de embarcaciones utilizadas por los pescadores en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Chalupas	Canoas	Chatas	Saltarenes	Zapatos	Total
Chácobo-Pacahuara	22	5	0	0	0	27
Cavineño	35	19	1	0	1	56
Tacana-Cavineño	9	10	1	1	1	22
TIM II	14	10	0	0	0	24
Total	80	44	2	1	2	129

En el Cuadro 12 se observa el número y tipo de embarcaciones en cada comunidad estudiada. En el TIOC Chácobo-Pacahuara la comunidad Las Petas es la que cuenta con más embarcaciones (6), las comunidades Fortaleza, Tres Bocas y Siete Almendros cuentan con el menor número de embarcaciones (3) en relación a las demás comunidades de este TIOC. En este TIOC las embarcaciones que

utilizan los pescadores son únicamente chalupas y canoas.

En el TIOC Cavineño la comunidad Buen Destino es la que tiene mayor número de embarcaciones en relación a las demás comunidades estudiadas (19), le sigue la comunidad Baketi (10). Mientras que las comunidades San Miguel y San José son las que tienen el

Cuadro 12. Número y tipo de embarcaciones utilizadas por los pescadores en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Chalupas	Canoas	Chatas	Saltarenes	Zapatos	Total
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	3	1	0	0	0	4
	Fortaleza	3	0	0	0	0	3
	Tres Bocas	2	1	0	0	0	3
	Siete Almendros	3	0	0	0	0	3
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	3	3	0	0	0	6
	Tajibo	4	0	0	0	0	4
	Las Palmeras	4	0	0	0	0	4
CAVINEÑO	Baketi	6	4	0	0	0	10
	San Miguel	1	2	0	0	0	3
	Las Mercedes	3	4	0	0	0	7
	Lago Buena Vista	4	1	0	0	0	5
	San José	3	0	0	0	0	3
	Buen Destino	16	2	1	0	0	19
	Santa Rosa de Florida	2	6	0	0	1	9
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	2	0	1	1	1	5
	Santa Elena	4	2	0	0	0	6
	Alta Gracia	3	2	0	0	0	5
	Carmen Alto	0	6	0	0	0	6
TIM II	Santuario	6	2	0	0	0	8
	Flor de Octubre	6	3	0	0	0	9
	27 de mayo	0	5	0	0	0	5
	Lago El Carmen	2	0	0	0	0	2

menor número de embarcaciones en este TIOC (3). Las embarcaciones más utilizadas son chalupas y canoas. La comunidad Buen Destino es la única que cuenta con una chata, y la comunidad Santa Rosa de Florida cuenta con una embarcación tipo zapato. Ninguna de estas comunidades cuenta con saltarenes.

En el TIOC Tacana-Cavineño las comunidades tienen casi el mismo número de embarcaciones, Santa Elena y Carmen Alto cuentan con más embarcaciones (6), y las comunidades Triunfo y Alta Gracia cuentan con el menor número de embarcaciones (5). La comunidad Triunfo también posee una chata, un saltarén y un zapato, siendo la única comunidad que cuenta con este tipo de embarcaciones dentro de este TIOC.

En el TIOC TIM II la comunidad Flor de Octubre posee el mayor número de embarcaciones

(9), seguida de la comunidad Santuario (8), mientras que la comunidad Lago El Carmen cuenta con el menor número (2). Sin embargo cabe recalcar que en la comunidad Lago El Carmen no se realizó el taller comunal y no se conoce con detalle cuantas embarcaciones tiene la comunidad en total.

En relación a los dueños de estas embarcaciones, 121 son embarcaciones individuales (compradas o fabricadas) y ocho son comunales. En el TIOC Chácobo-Pacahuara de las 27 embarcaciones registradas, 23 son individuales y cuatro son comunales. Las comunidades que cuentan con una embarcación comunal dentro de este TIOC son Firmeza, Fortaleza, Tres Bocas y Siete Almendros. El TIOC Cavineño tiene 56 embarcaciones de las cuales 54 son individuales y dos son comunales. Las comunidades que cuentan con una embarcación comunal son San Miguel y

Cuadro 13. Número de embarcaciones individuales y comunales registradas en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Individuales	Comunales	Total
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	3	1	4
	Fortaleza	2	1	3
	Tres Bocas	2	1	3
	Siete Almendros	2	1	3
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	6	0	6
	Tajibo	4	0	4
	Las Palmeras	4	0	4
CAVINEÑO	Baketi	10	0	10
	San Miguel	2	1	3
	Las Mercedes	7	0	7
	Lago Buena Vista	5	0	5
	San José	3	0	3
	Buen Destino	18	1	19
	Santa Rosa de Florida	9	0	9
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	5	0	5
	Santa Elena	6	0	6
	Alta Gracia	5	0	5
	Carmen Alto	5	1	6
TIM II	Santuario	8	0	8
	Flor de Octubre	9	0	9
	27 de mayo	4	1	5
	Lago El Carmen	2	0	2

Buen Destino. El TIOC Tacana-Cavineño tiene 22 embarcaciones, 21 son individuales y una comunal que pertenece a la comunidad Carmen Alto. En el TIOC TIM II se registraron 24 embarcaciones, 23 son individuales y una comunal que pertenece a la comunidad 27 de Mayo (Cuadro 13).

Del total de entrevistados, el 35% tiene em-

barcaciones propias, mientras que el 65% utiliza embarcaciones prestadas para ir a pescar, ya sean embarcaciones individuales prestadas o alquiladas, o embarcaciones comunales en caso de tener alguna en sus comunidades (Figura 21). Según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales y en los talleres comunales, el 39% de las embarcaciones fueron compradas, el 28% fueron fabricadas

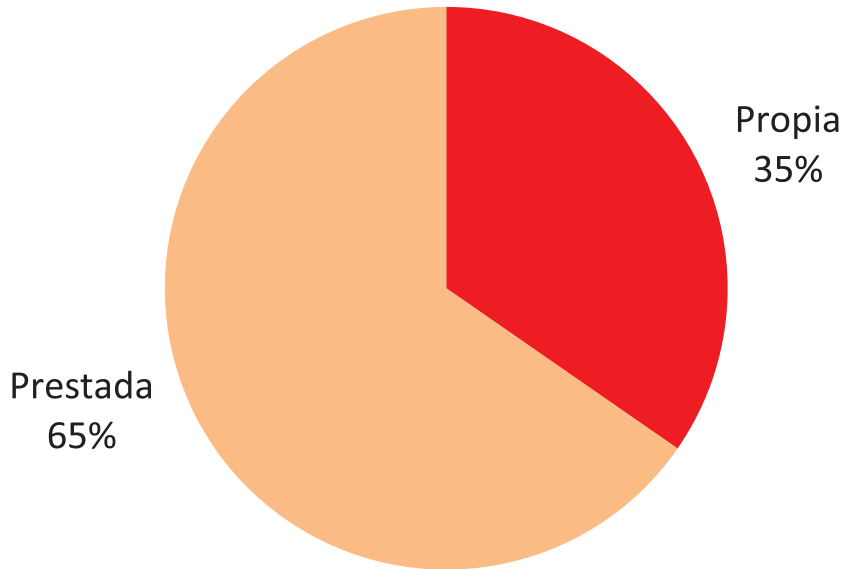


Figura 21. Entrevistados que van a pescar en embarcaciones propias y en embarcaciones prestadas, según entrevistas individuales realizadas en las comunidades de cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015.

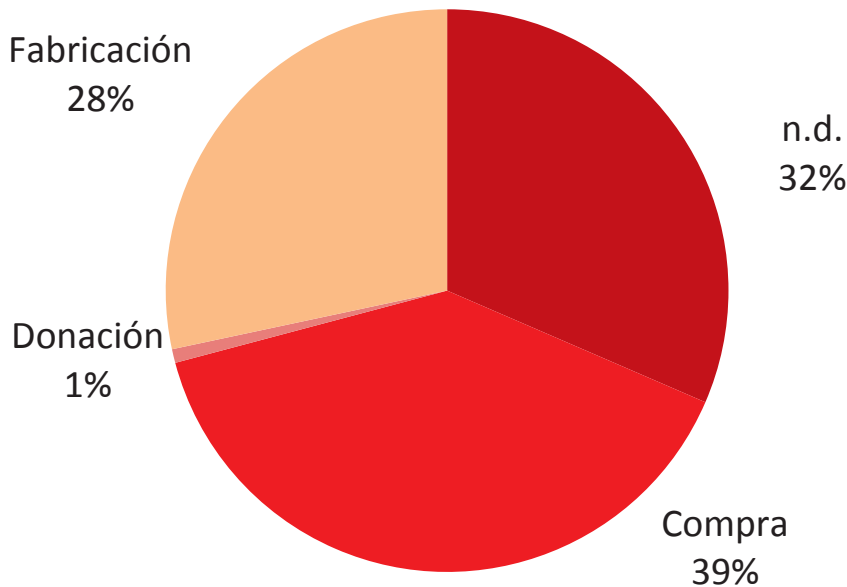


Figura 22. Embarcaciones adquiridas por compra, fabricadas por los propietarios o adquiridas por donación, según entrevistas individuales realizadas en las comunidades de cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

por los propietarios, el 1% fueron adquiridas por donación y del 32% restante no se tiene información sobre cómo fueron adquiridas (Figura 22).

En relación a la capacidad de las embarcaciones, tomando en cuenta los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs, se observó que la capacidad de las embarcaciones varía entre 100 a 12 000 kg de capacidad, con una capacidad promedio de 904 kg. El costo de las embarcaciones varía desde 200 hasta 45 000 Bs según el tipo de embarcación, capacidad, dimensiones y tipo de material de la embarcación. El costo promedio de las embarcaciones es de 2 637 Bs. La duración de las embarcaciones varía entre 1.5 a 17 años, con una duración promedio de seis años. El TIOC Cavineño y el Tacana-Cavineño cuentan con embarcaciones de mayor capacidad, mayor costo y mayor duración en relación a los otros TIOCs. Mientras que el TIOC TIM II cuenta con las de menor capacidad y menor costo (Cuadro 14).

En el Cuadro 15 se puede observar con mayor detalle la capacidad, costo y duración de las embarcaciones de todas las comunidades que participaron del estudio. En el TIOC Chácobo-Pacahuara, la capacidad de las embarcaciones varía entre 100 a 2 000 kg, con costos desde 500 hasta 5 000 Bs, y con una duración promedio de cinco años. En este TIOC las comunidades Las Petas y Tajibo cuentan con embarcaciones de mayor capacidad y mayor costo. La comunidad Fortaleza tiene las embarcaciones de menor capacidad y menor costo. Para la comunidad Alto Ivón no fue po-

sible obtener información sobre las embarcaciones ya que no se hizo el taller comunal.

En el TIOC Cavineño, la capacidad de las embarcaciones varía entre 100 a 12 000 kg, con costos desde 300 hasta 40 000 Bs, y con una duración promedio de siete años. En este TIOC las comunidades Buen Destino y Santa Rosa de Florida tienen las embarcaciones de mayor capacidad y mayor costo. Buen Destino cuenta con la embarcación de mayor capacidad de todas las comunidades estudiadas. La comunidad Las Mercedes tiene las embarcaciones de menor capacidad y la comunidad San Miguel tiene las embarcaciones de menor costo dentro de este TIOC.

En el TIOC Tacana-Cavineño, la capacidad de las embarcaciones varía entre 300 a 10 000 kg, con costos desde 600 hasta 45 000 Bs, y con una duración promedio de casi seis años. La comunidad Triunfo cuenta con las embarcaciones de mayor capacidad y mayor costo en este TIOC, mientras que la comunidad Santa Elena tiene las embarcaciones de menor capacidad y menor costo.

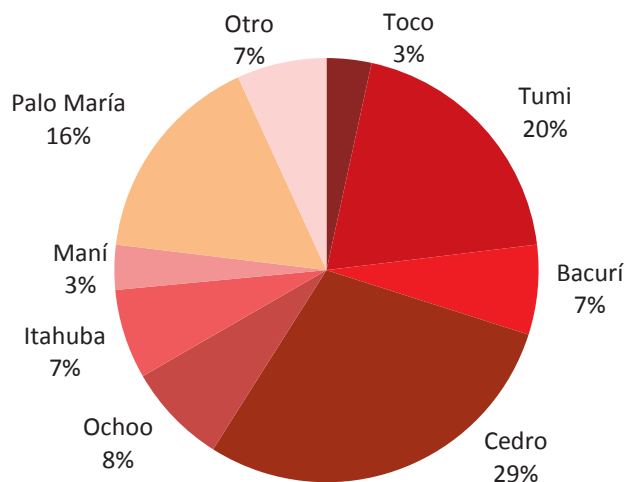
En el TIOC TIM II, la capacidad de las embarcaciones varía entre 150 hasta 1 500 kg, con costos desde 200 hasta 5 000 Bs, y con una duración promedio de seis años. En este TIOC las embarcaciones son de menor capacidad y menor costo en relación a los otros TIOCs. En este TIOC la comunidad Lago El Carmen tiene las embarcaciones de mayor capacidad y mayor costo, y la comunidad 27 de Mayo tiene las embarcaciones de menor capacidad y menor costo.

Cuadro 14. Capacidad, costo y duración de las embarcaciones registradas en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínimo; max: máximo; prom: promedio).

TIOC	Capacidad (kg)			Costo (Bs)			Duración (años)		
	min	max	prom	min	max	prom	min	max	prom
Chácobo-Pacahuara	100	2 000	842.3	500	5 000	2 558.3	1.5	13	5
Cavineño	100	12 000	933	300	40 000	2 559.4	3	17	7.3
Tacana-Cavineño	300	10 000	1 370.5	600	45 000	3 913.6	3	15	5.7
TIM II	150	1 500	491.7	200	5 000	1 687.5	2	10	6.3
4 TIOCs	100	12 000	904.3	200	45 000	2 637	1.5	17	6

Cuadro 15. Capacidad, costo y duración de las embarcaciones registradas en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Capacidad (kg)			Costo (Bs)			Duración (años)		
		min	max	prom	min	max	prom	min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	100	1 500	900	700	3 000	1 925	4	7	5
	Fortaleza	150	1 000	483.3	500	3 800	1 633.3	4	4	4
	Tres Bocas	200	1 500	733.3	2000	3 500	2 750	1.5	4	3
	Siete Almendros	100	1 500	733.3	800	2 500	1 650	2	6	3.7
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	800	2 000	1 300	2 000	5 000	3 600	4	13	8
	Tajibo	300	2 000	975	2 000	4 000	2 875	2	4	3
	Las Palmeras	300	800	512.5	2 000	3 500	2 625	5	7	6
CAVINEÑO	Baketi	100	600	345	300	2 500	1 180	5	12	8
	San Miguel	300	500	433.3	400	700	533.3	4.5	9	7
	Las Mercedes	100	370	228.6	500	1 200	842.8	3	6	5
	Lago Buena Vista	400	600	500	1 000	1 500	1 400	4	7	5.8
	San José	400	800	600	1 500	2 000	1 833.3	4	7	5
	Buen Destino	200	12 000	2 300	500	40 000	6 643	5	17	10
	Santa Rosa de Florida	300	8 000	1 589	700	20 000	3 812.8	5	12	8
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	400	10 000	3 860	1 500	45 000	11 400	3	15	8.5
	Santa Elena	500	800	583.3	600	1 500	1 100	3	15	5.5
	Alta Gracia	450	900	650	1 400	2 500	1 900	4	6	4.8
	Carmen Alto	300	1 000	683.3	700	5 000	2 166.7	4	6	5
TIM II	Santuario	400	1 000	537.5	800	5 000	2 225	4	7	5
	Flor de Octubre	200	1 000	405.6	300	3 000	1 511	2	10	6.5
	27 de mayo	150	900	370	200	1 000	620	6	10	8
	Lago El Carmen	500	1 500	1 000	2 000	4 000	3 000	5	7	6

**Figura 23.** Tipos de materiales más usados en general para la fabricación de las embarcaciones en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

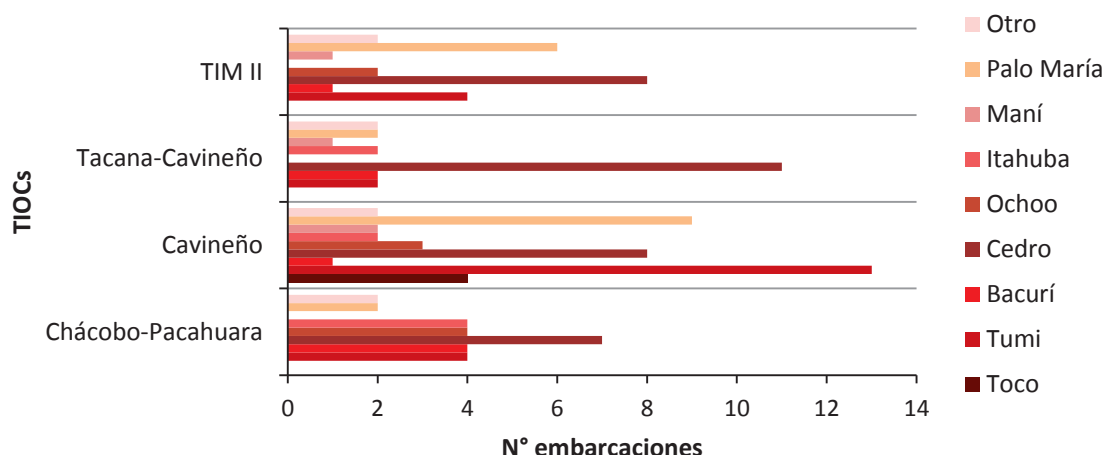


Figura 24. Tipos de materiales más usados para la fabricación de las embarcaciones en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En relación a los materiales más usados para la fabricación de las embarcaciones, en general los materiales más usados son el cedro (29%), tumi o roble (20%) y palo maría (16%), en menor proporción ochoo, bacurí, itahuba, maní, toco y otros: aliso, mapajo, trompillo, canelón, almendro y almendrillo (Figura 23).

En el TIOC Chácobo-Pacahuara el material más usado es el cedro, en el TIOC Tacana-Cavineño se utilizan mayormente tumi, palo maría y cedro, en el TIOC Tacana-Cavineño el más usado es el cedro y en el TIOC TIM II los materiales más usados son cedro y palo maría (Figura 24).

Motores

En total se registraron 81 motores dentro de los cuatro TIOCs, de los cuales 79 son individuales y dos son comunales, el TIOC Cavineño es el único que cuenta con motores comunales y es el TIOC con mayor número de motores. El TIOC Tacana-Cavineño cuenta con el menor número de motores (Figura 25).

En el Cuadro 16 se observa el número de motores en cada comunidad estudiada. Según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales y en los talleres comunales, en el TIOC Chácobo-Pacahuara la comunidad Las Petas tiene el mayor número de motores (7), las comunidades Firmeza, Tres Bocas y Siete

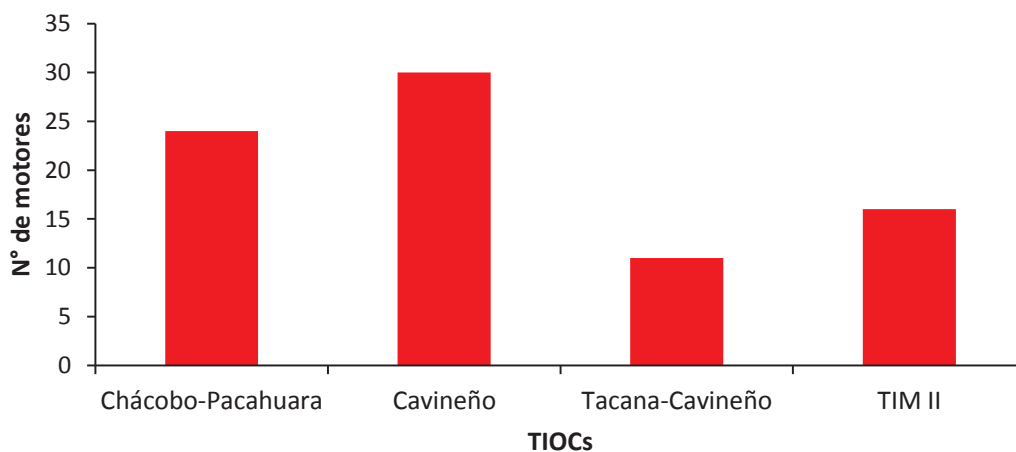


Figura 25. Número de motores registrados en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Almendros tienen el menor número (2), en la comunidad Alto Ivón no se realizó el taller comunal por lo que no se pudo obtener el número de motores de esta comunidad.

En el TIOC Cavineño la comunidad Buen Destino cuenta con el mayor número de motores (8), seguida por la comunidad Baketi (7), mientras que la comunidad San Miguel tiene solamente un motor. La comunidad Buen Destino se destaca por tener el mayor número de motores en relación a las demás comunidades estudiadas de los cuatro TIOCs.

En el TIOC Tacana-Cavineño la comunidad Alta Gracia cuenta con el mayor número de motores (5), mientras que en la comunidad Carmen Alto no se contabilizó ningún motor, los entrevistados de esta comunidad no utilizan motores para sus embarcaciones, se trasladan a remo hasta las zonas de pesca.

En el TIOC TIM II las comunidades Santuario y Flor de Octubre tienen el mayor número de motores (6), mientras que en las comunidades 27 de Mayo y Lago El Carmen se registraron solamente dos motores en cada comunidad, cabe destacar que esta información de Lago El Carmen se obtuvo solamente de dos entrevistas.

Del total de 81 motores registrados, 71 son individuales y dos son comunales. El TIOC Cavineño es el único que cuenta con motores comunales, uno pertenece a la comunidad Buen Destino y fue adquirido por compra, el otro pertenece a la comunidad Baketi y fue donado por el Municipio de Reyes. Los demás motores registrados en los cuatro TIOCs fueron comprados por sus dueños.

De los 127 entrevistados, solo 29 tienen motor propio, 35 se prestan motor y 63 no uti-

Cuadro 16. Número de motores registrados en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Nº Motores
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	2
	Fortaleza	3
	Tres Bocas	2
	Siete Almendros	2
	Alto Ivón	n.d.
	Las Petas	7
	Tajibo	4
	Las Palmeras	4
CAVINEÑO	Baketi	7
	San Miguel	1
	Las Mercedes	4
	Lago Buena Vista	3
	San José	2
	Buen Destino	8
	Santa Rosa de Florida	5
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	3
	Santa Elena	3
	Alta Gracia	5
	Carmen Alto	0
TIM II	Santuario	6
	Flor de Octubre	6
	27 de mayo	2
	Lago El Carmen	2

lizan motor para sus embarcaciones. El 47% de los entrevistados utiliza motor para sus embarcaciones, ya sea propio o prestado, el 41% se trasladan a remo y el 12% no utilizan motor ni embarcación ya que pescan en las orillas (Figura 26). Del total de entrevistados

que utilizan motor para movilizarse en sus embarcaciones, el 43% tiene motor propio, el 52% utiliza motores prestados y el 5% utiliza motores propios y prestados para sus embarcaciones (Figura 27).

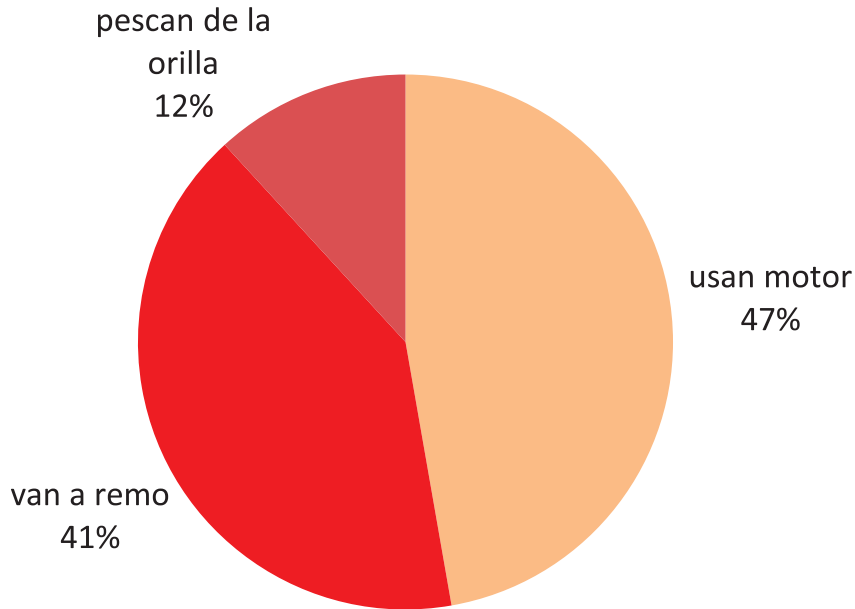


Figura 26. Entrevistados que utilizan motor para sus embarcaciones, que van a remo y que pescan de las orillas, según entrevistas individuales realizadas en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015.

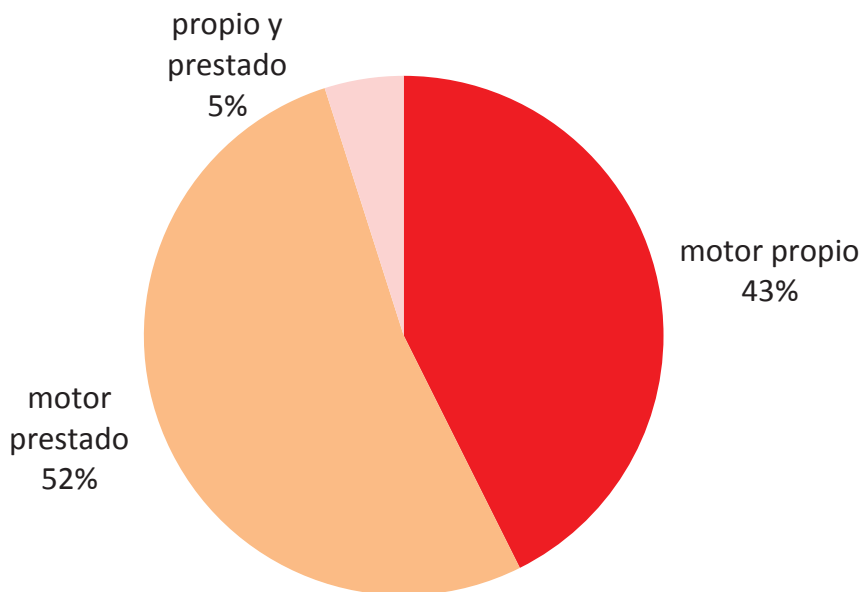


Figura 27. Entrevistados que utilizan motores propios y motores prestados para sus embarcaciones, según entrevistas individuales realizadas en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015.

En relación a la capacidad de los motores, se registraron motores con capacidades desde 5 HP hasta 22 HP de potencia. Del total de motores contabilizados se registraron 56 motores de 6.5 HP de potencia, 11 motores de 5.5 HP, cuatro de 9 HP, tres de 5 HP, uno de 6 HP, uno de 18 HP y uno de 22 HP de potencia. De

cuatro motores no se conocían sus capacidades. El TIOC Cavineño cuenta con los motores de mayor capacidad, uno de 18 HP y uno de 22 HP de potencia. En la Figura 28 se observa el número de motores y las capacidades de los motores más utilizados en cada TIOC estudiado.

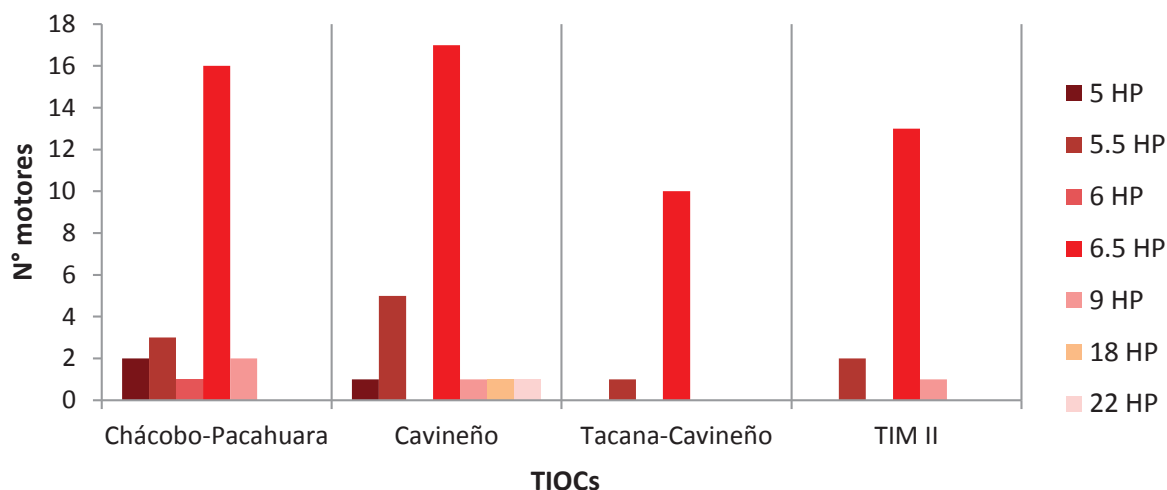


Figura 28. Número de motores y capacidad (HP) de los motores más utilizados en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En el Cuadro 17 se pueden observar el número de motores y las capacidades de los motores más utilizados en las comunidades estudiadas dentro de cada TIOC. En el TIOC Chácobo-Pacahuara se registraron 16 motores de 6.5 HP de potencia. Todas las comunidades de este TIOC utilizan motores de esta capacidad. En este TIOC la comunidad Las Petas tiene los motores de menor capacidad (5 HP), y las comunidades Tres Bocas y Las Palmeras tienen motores de mayor capacidad (9 HP).

En el TIOC Cavineño se registraron 17 motores de 6.5 HP de potencia. Todas las comunidades de este TIOC utilizan motores de esta capacidad. En este TIOC la comunidad Santa Rosa de Florida tiene el motor de menor capacidad (5 HP), y la comunidad Buen Destino tiene el motor de mayor capacidad (22 HP) en relación a las demás comunidades estudiadas.

En el TIOC Tacana-Cavineño se contabilizaron 10 motores de 6.5 HP de potencia. La comunidad Santa Elena tiene el motor de menor capacidad en este TIOC (5.5 HP), y en la comunidad Carmen Alto no se registró ningún

motor. En este TIOC solo se utilizan motores de 5.5 HP y 6.5 HP de potencia.

En el TIOC TIM II se contabilizaron 13 motores de 6.5 HP de potencia. Las comunidades Flor de Octubre y 27 de Mayo tienen los motores de menor capacidad en este TIOC (5.5 HP), mientras que la comunidad Santuario tiene el motor de mayor capacidad (9 HP).

En relación al costo de los motores, este varía desde 1 000 hasta 50 000 Bs, con un costo promedio de 3 546.5 Bs. La duración en años de los motores varía entre uno a 25 años, con un promedio de duración de ocho años. El TIOC Cavineño tiene los motores de mayor costo llegando hasta los 50 000 Bs, así como también de mayor duración llegando a durar hasta 25 años. Por otro lado el TIOC Chácobo-Pacahuara tiene los motores de menor costo (1 150 Bs), y también de menor duración con un promedio de seis años de duración (Cuadro 18). En el Cuadro 19 se pueden observar los costos y duración estimada de los motores registrados en cada comunidad estudiada.

Cuadro 17. Número de motores y capacidad (HP) de los motores más utilizados en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	5 HP	5.5 HP	6 HP	6.5 HP	9 HP	18 HP	22 HP
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	0	0	0	2	0	0	0
	Fortaleza	0	1	0	2	0	0	0
	Tres Bocas	0	0	0	1	1	0	0
	Siete Almendros	0	0	0	2	0	0	0
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	2	1	1	3	0	0	0
	Tajibo	0	0	0	4	0	0	0
	Las Palmeras	0	1	0	2	1	0	0
CAVINEÑO	Baketi	0	2	0	4	1	0	0
	San Miguel	0	0	0	1	0	0	0
	Las Mercedes	0	2	0	2	0	0	0
	Lago Buena Vista	0	0	0	3	0	0	0
	San José	0	0	0	2	0	0	0
	Buen Destino	0	1	0	2	0	0	1
	Santa Rosa de Florida	1	0	0	3	0	1	0
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	0	0	0	3	0	0	0
	Santa Elena	0	1	0	2	0	0	0
	Alta Gracia	0	0	0	5	0	0	0
	Carmen Alto	0	0	0	0	0	0	0
TIM II	Santuario	0	0	0	5	1	0	0
	Flor de Octubre	0	1	0	5	0	0	0
	27 de mayo	0	1	0	1	0	0	0
	Lago El Carmen	0	0	0	2	0	0	0

Cuadro 18. Costo y duración estimada de los motores registrados en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínimo; max: máximo; prom: promedio).

TIOC	Costo (Bs)			Duración (años)		
	min	max	prom	min	max	prom
Chácobo-Pacahuara	1 150	3 500	2 031.2	3	12	6
Cavineño	1 000	50 000	4 650	4	25	8.6
Tacana-Cavineño	1 500	13 800	4 146.7	1	22	7.1
TIM II	1 500	10 400	3 694.3	5	24	11.2
4 TIOCs	1 000	50 000	3 546.5	1	25	8.1

Cuadro 19. Costo y duración estimada de los motores registrados en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Costo (Bs)			Duración (años)		
		min	max	prom	min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	2 300	2 500	2 400	6	7	6.5
	Fortaleza	1 500	2 500	1 866.7	6	9	7.3
	Tres Bocas	1 300	3 500	2 400	3	4	3.5
	Siete Almendros	2 500	2 500	2 500	6	6	6
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	1 150	2 500	1 821.4	5	10	7.7
	Tajibo	1 500	2 800	2 150	3	12	6
	Las Palmeras	1 500	2 400	1 800	3	5	3.5
CAVINEÑO	Baketi	2 500	4 000	3 214.3	6	10	6.7
	San Miguel	1 500	1 500	1 500	6	6	6
	Las Mercedes	1 300	2 500	1 900	6	6	6
	Lago Buena Vista	1 500	1 500	1 500	4	4	4
	San José	1 500	1 500	1 500	4	4	4
	Buen Destino	1 000	50 000	13 750	8	25	13.5
	Santa Rosa de Florida	1 800	14 000	5 360	5	25	14.4
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	1 500	4 500	2 666.7	1	4.5	3.2
	Santa Elena	2 500	3 000	2 800	5	5	5
	Alta Gracia	1 900	2 800	2 440	5	6	5.2
	Carmen Alto	0	0	0	0	0	0
TIM II	Santuario	1 900	3 500	2 566.7	5	8	6.5
	Flor de Octubre	1 500	2 500	1 975	6	12	8.5
	27 de mayo	1 900	2 800	2 350	5	8	6.5
	Lago El Carmen	2 800	3 600	3 200	5	7	6

En el TIOC Chácobo-Pacahuara el costo de los motores varía desde 1 150 hasta 3 500 Bs, con un promedio de 2 031 Bs y una duración promedio de seis años. En este TIOC la comunidad Las Petas tiene el motor de menor costo y la comunidad Tres Bocas tiene el motor de mayor costo.

En el TIOC Cavineño el costo varía desde 1 000 hasta 50 000 Bs, con un promedio de 4 650 Bs y una duración promedio de casi nueve años. La comunidad Buen Destino tiene el motor de menor costo y también el de mayor costo. La duración de los motores de esta comunidad varía entre ocho hasta 25 años. Esta es la comunidad que tiene los motores de mayor costo y mayor duración de todas las comunidades estudiadas.

En el TIOC Tacana-Cavineño el costo de los motores varía desde 1 500 hasta 13 800 Bs, con un costo promedio de 4 147 Bs y una duración promedio de siete años. En este TIOC la comunidad Triunfo cuenta con el motor de menor costo y también con el de mayor costo.

En el TIOC TIM II el costo varía desde 1 500 hasta 10 400 Bs con un costo promedio de 3 694 Bs y una duración promedio de 11 años. La comunidad Flor de Octubre tiene los motores de menor costo en este TIOC, y la comunidad Lago El Carmen cuenta con los motores de mayor costo. En cuanto a las marcas más usadas de motores, el 48% de los motores registrados son marca Honda, 19% son marca Lutian, 19% marca Real, 10% marca Branco, y 4 % marca Yanmar (Figura 29).

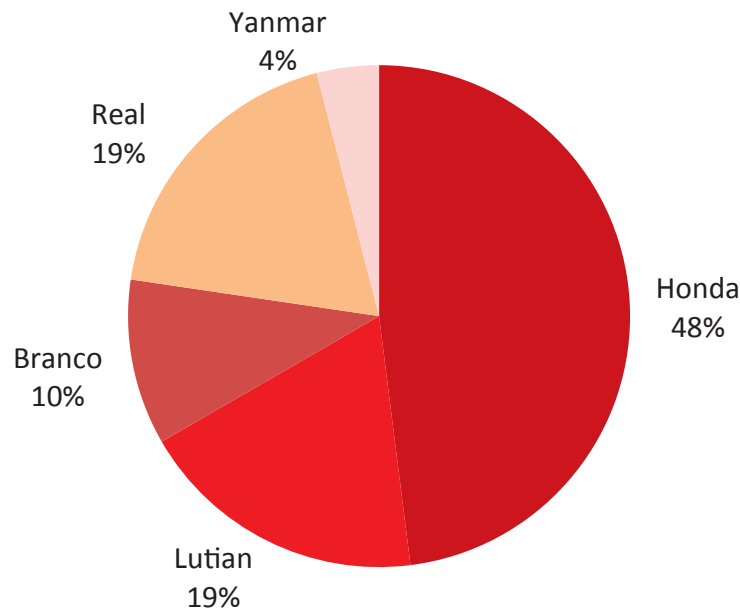


Figura 29. Marcas más usadas de motores en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En el TIOC Chácobo-Pacahuara los motores marcas Honda son los más usados, seguidos por los motores marca Real. En el TIOC Cavineño los motores que se emplean más son de las marcas Honda, Lutian y Real. En el TIOC Tacana-Cavineño, Honda, y en el TIOC TIM II, Honda, Branco y Lutian (Figura 30).

tro TIOCs están: mallón, malla, tarrafa, espíñel, lineada y anzuelo, arco y flecha, arpón, zagalla, machete, trinche y mosquitero. El machete, trinche y mosquitero son artes de pesca poco utilizadas, por lo que se las agrupó en "otras" artes de pesca. En el Cuadro 20 se pueden observar las principales artes de pesca registradas en los cuatro TIOCs.

Artes de pesca

Entre las artes de pesca utilizadas en los cua-

Según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales, del total de artes de pesca registradas en la muestra obtenida de artes

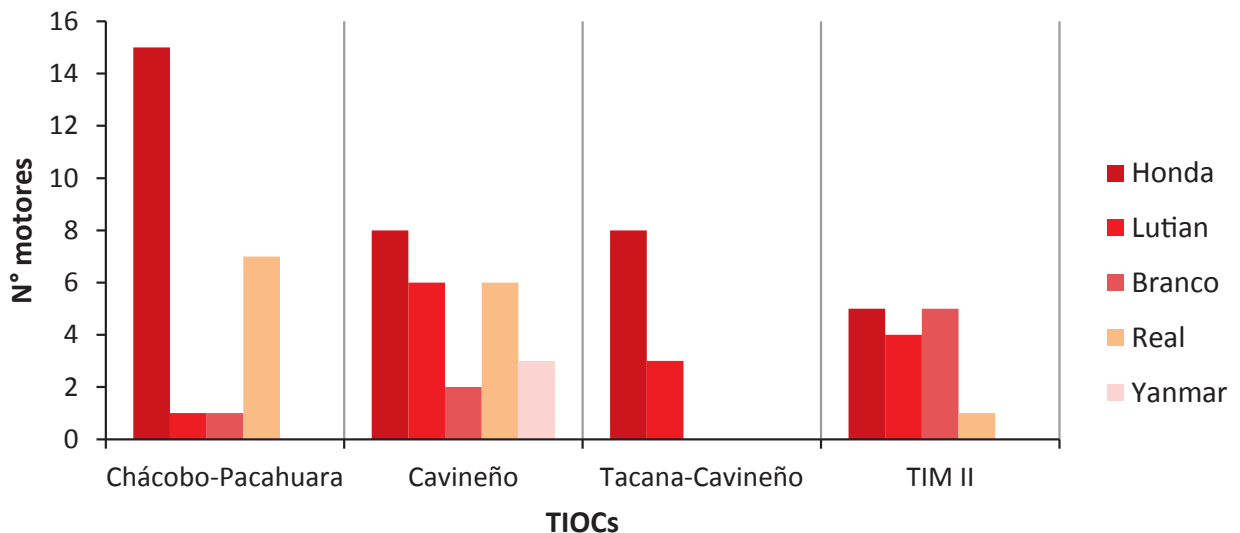


Figura 30. Marcas más usadas de motores en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 20. Artes de pesca registradas en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Mallón	Malla	Tarrafa	Espiñel	Lineada y anzuelo	Arco y flecha	Arpón	Zagalla	Otras
Chácobo-Pacahuara			X		X	X	X		X
Cavineño		X	X	X	X		X		X
Tacana-Cavineño	X	X	X	X	X		X	X	
TIM II	X	X	X	X	X	X	X	X	

de pesca en los cuatro TIOCs estudiados, el 70% fueron lineadas, el 18% mallas, el 4% espiñeles, el 8% restante corresponde a mallones, arcos y flechas, arpones, tarrafas, zagallas y otras (Figura 31).

Del total de artes de pesca registradas en las entrevistas individuales, se observó que dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara las artes de pesca más usadas son las lineadas y los arcos y flechas. En el TIOC Cavineño las más usadas son las lineadas y los espiñeles. En el TIOC Tacana-Cavineño, las artes de pesca más usadas son lineadas, mallas y espiñeles.

Finalmente en el TIOC TIM II, las más usadas son mallas, lineadas y espiñeles (Figura 32).

En el Cuadro 21 se puede observar la cantidad promedio de materiales de pesca de cada tipo que posee un pescador (sin diferenciar si es de subsistencia o comercio), en cada comunidad de acuerdo al número de entrevistados por comunidad. Se observó que en el TIOC Chácobo-Pacahuara las artes de pesca más usadas son las lineadas, se estimó un promedio de 5.1 lineadas por pescador en este TIOC. La comunidad Fortaleza cuenta con el mayor número de lineadas por pescador y la

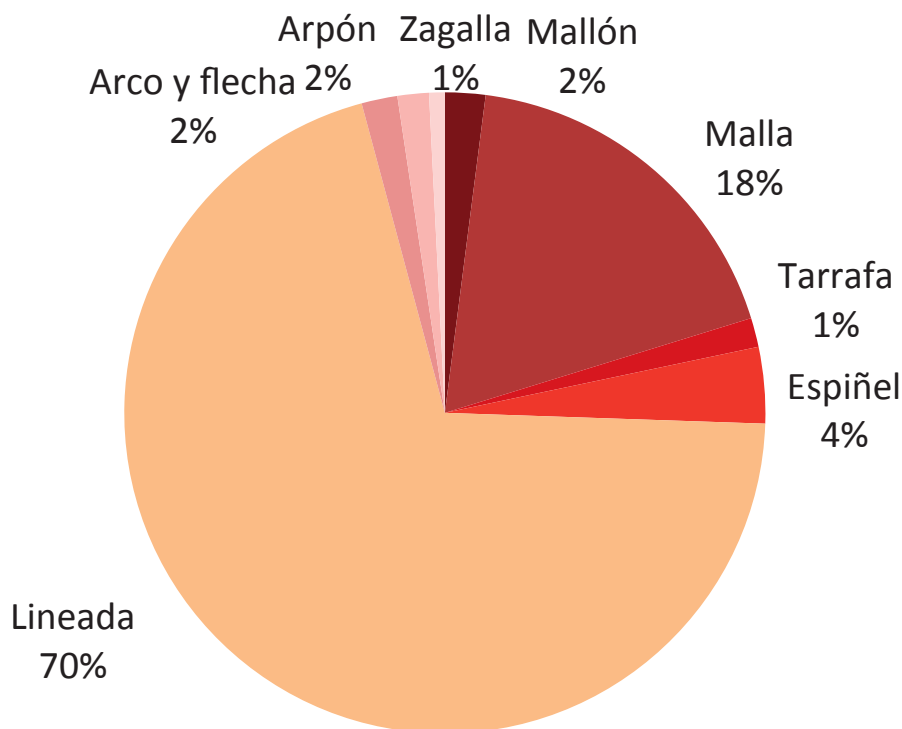


Figura 31. Artes de pesca más usadas en general según la muestra obtenida de artes de pesca en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

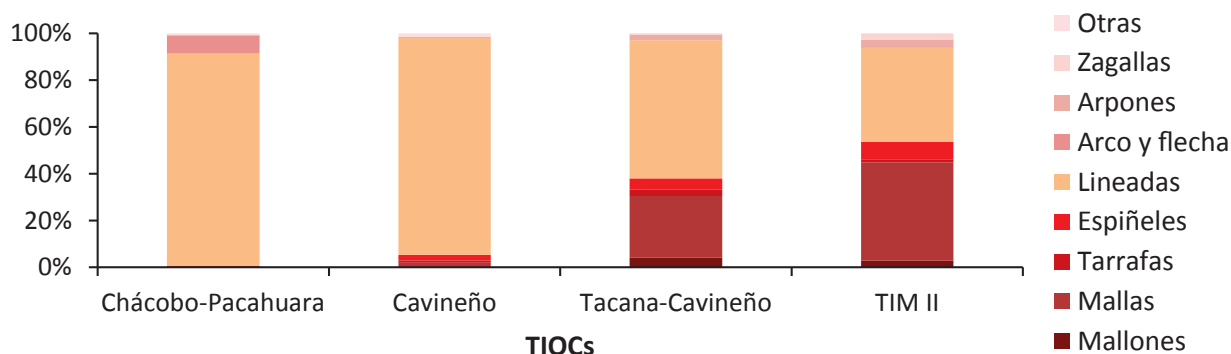


Figura 32. Artes de pesca más usadas según la muestra obtenida de artes de pesca en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

comunidad Las Petas cuenta con el menor número. El segundo arte de pesca más utilizado en este TIOC es el arco y la flecha. No se registraron mallones, mallas, espiñeles, zagallas, ni arpones. La comunidad Fortaleza cuenta con más materiales de pesca por pescador y la comunidad Las Petas cuenta con el menor número.

En el TIOC Cavineño las artes de pesca más usadas son también las lineadas, se estimó un promedio de 4.6 lineadas por pescador. En este TIOC la comunidad Buen Destino cuenta con el mayor número de lineadas por pescador, y la comunidad San Miguel con el menor número. En segundo lugar, se usan espiñeles y en tercer lugar mallas. Se registraron espiñeles en las comunidades Buen Destino y Santa Rosa de Florida, y mallas en las comunidades Lago Buena Vista y Santa Rosa de Florida. En este TIOC no se registraron mallones, arcos y flechas, ni zagallas. La comunidad Buen Destino es la que cuenta con más materiales de pesca por pescador, mientras que la comunidad San Miguel tiene el menor número.

En el TIOC Tacana-Cavineño las artes de pesca más usadas son las lineadas, se estimaron 5.3 lineadas por pescador. La comunidad Santa Elena cuenta con el mayor número de lineadas por pescador, y la comunidad Triunfo con el menor número. En segundo lugar se usan mallas, se estimó un promedio de 3.6 mallas por pescador en este TIOC, la comunidad Triunfo cuenta con el mayor número de mallas por pescador, y la comunidad Carmen Alto tiene el menor número. Entre otras artes de pesca menos usadas se registraron espiñe-

les, mallones, tarrafas, arpones y zagallas. En este TIOC ningún entrevistado pesca con arco y flecha. La comunidad Triunfo cuenta con la mayor cantidad de materiales de pesca por pescador en este y en los demás TIOCs estudiados, mientras que la comunidad Carmen Alto tiene el menor número en este TIOC.

En el TIOC TIM II las artes de pesca más usadas son las mallas, se estimó un promedio de 3.7 mallas por pescador. La comunidad Lago El Carmen cuenta con el mayor número de mallas por pescador y la comunidad Santuario cuenta con el menor número. En segundo lugar se usan lineadas, se estimaron 3.4 lineadas por pescador, la comunidad Santuario cuenta con el mayor número de lineadas por pescador y la comunidad Lago El Carmen con el menor número. Entre otras artes de pesca se registraron espiñeles, mallones, tarrafas, arpones y zagallas. Dentro de este TIOC la comunidad Lago El Carmen cuenta con el mayor número de materiales de pesca por pescador y la comunidad Santuario cuenta con el menor número.

En general, las comunidades Triunfo, Lago El Carmen, Santa Elena y Flor de Octubre son las comunidades que cuentan con mayor cantidad de materiales de pesca por pescador. Por otro lado las comunidades Tres Bocas, Las Petas, Las Mercedes y San Miguel son las comunidades que cuentan con menos materiales para la pesca en promedio por pescador (Cuadro 21). El TIOC Tacana-Cavineño es el que cuenta con mayor cantidad de materiales para la pesca en promedio por pescador (10.1), seguido del TIOC TIM II (8.7). El TIOC Cavineño es el que cuenta con menor canti-

dad de materiales para la pesca por pescador (4.9) (Figura 33).

En relación a los mallones, estos tienen diferente número de apertura de rombo, se registraron mallones de entre 22 a 32 cm de apertura de rombo, los mallones se utilizan generalmente para pescar especies grandes como el paiche. El tipo de hilo de los mallones registrados es sedal y los grosores de hilo registrados fueron N°3 y N°4. Se registraron 18 mallones en la muestra obtenida de artes de pesca en las entrevistas realizadas, según nuestra muestra las únicas comunidades que

cuentan con mallones son Triunfo, Santa Elena, Flor de Octubre y Lago El Carmen, pertenecientes a los TIOCs Tacana-Cavineño y TIM II. Los mallones más usados son los de 32 y 30 cm de apertura de rombo, mientras que los menos usados son los de 28 y 26 cm de apertura de rombo. Tienen en promedio 53.5 m de largo y 3.7 m de profundidad. Los costos varían entre 3 500 a 6 000 Bs, con un costo promedio de 4 833 Bs. Según nuestra muestra Lago El Carmen posee el mayor número de mallones y Flor de Octubre el menor número (Cuadro 22).

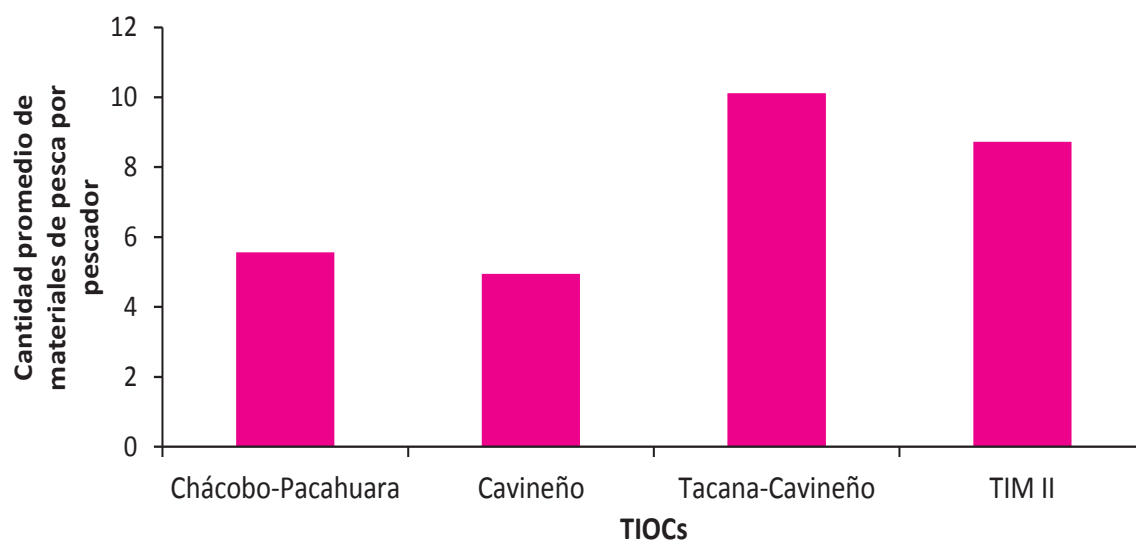


Figura 33. Cantidad promedio de materiales de pesca por pescador en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 21. Cantidad de materiales de pesca de cada tipo que posee en promedio un pescador en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio).

TIOC	Comunidad	N° entre- vistados	Mallones	Mallas	Tarrafas	Espiñeles	Lineadas	Arcos y flechas	Arpones	Zagallas	Otras	prom por pescador
CHÁCOBO- PACAHUARA	Firmeza	6	0	0	0	0	4.8	0.2	0	0	0	4.9
	Fortaleza	5	0	0	0	0	8.2	1.2	0	0	0	9.4
	Tres Bocas	3	0	0	0	0	4.3	0	0	0	0	4.3
	Siete Almen- dros	5	0	0	0	0	6	0.2	0	0	0	6.2
	Las Petas	9	0	0	0.1	0	3.1	0.4	0	0	0	3.6
	Tajibo	3	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0.3	6
	Las Palmeras	4	0	0	0	0	3.7	0.7	0	0	0	4.5
	Baketi	12	0	0	0.1	0	5.6	0	0.1	0	0	5.7
	San Miguel	3	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0	1.8
CAVINEÑO	Las Mercedes	2	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	2.5
	Lago Buena Vista	5	0	0.4	0	0	5.4	0	0	0	0.2	6
	San José	3	0	0	0	0	5.8	0	0	0	0.3	6.1
	Buen Destino	6	0	0	0.1	0.5	5.9	0	0	0	0.2	6.7
	Santa Rosa de Florida	6	0	0.3	0	0.3	5.1	0	0	0	0	5.7
	Triunfo	6	1.5	10.4	0.1	0.3	3.5	0	0.2	0.3	0	16.4
TACANA- CAVINEÑO	Santa Elena	11	0.4	1.1	0.6	1.1	7.1	0	0	0	0	10.4
	Alta Gracia	4	0	2.5	0	0	5.5	0	0	0	0	8
TIM II	Carmen Alto	12	0	0.5	0	0	5.1	0	0.2	0	0	5.7
	Santuario	4	0	1.7	0	0	4.2	0	0	0	0	6
	Flor de Octubre	9	0.2	4.2	0	0.9	3.6	0	0.6	0	0	9.5
	27 de mayo	6	0	3.5	0.2	0.8	3.3	0.2	0	0.8	0	8.9
	Lago El Carmen	2	1.5	5.5	0.5	0.5	2.5	0	0	0	0	10.5
Promedio 4 TIOCs	126	0.2	1.4	0.1	0.2	4.7	0.1	0.04	0.05	0.04	0.04	6.8

Cuadro 22. Número y características de mallones registrados dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio; prof: profundidad; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° mallones registrados	Tamaño de apertura de rombo					largo (m) prom	prof (m) prom	Costo (Bs) prom
			32 cm	30 cm	28 cm	26 cm	22 cm			
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	9	3	6	0	0	0	54	4.3	6 000
	Santa Elena	4	4	0	0	0	0	50	n.d.	n.d.
TIM II	Flor de Octubre	2	0	0	1	1	0	60	3	3 500
	Lago El Carmen	3	0	0	0	0	3	50	4	5 000
		18	7	6	1	1	3	53.5	3.7	4 833.3

En cuanto a las mallas, se registraron de entre 7 hasta 24 cm de apertura de rombo, las mallas con apertura de rombo entre 7 a 16 cm son llamadas "redes de fibra" y se usan para pescar especies pequeñas. El tipo de hilo de estas redes es nylon, se registraron grosores de hilo de entre 0.3 a 0.9 mm para este tipo de mallas. Las mallas con apertura de rombo entre 18 a 24 cm se usan para pescar especies entre medianas y grandes, estas tienen hilos de sedal, los grosores de hilo registrados fueron N° 18, N° 24 y N° 36. Para este estudio, mallas y redes de fibra se agruparon en el grupo de mallas.

Se registraron 161 mallas en la muestra obtenida de artes de pesca en las entrevistas, según nuestra muestra todas las comunidades de los TIOCs Tacana-Cavineño y TIM II cuentan con mallas, también dos comunidades del TIOC Cavineño, Lago Buena Vista y Santa Rosa de Florida. Ninguna comunidad del TIOC Chácobo-Pacahuara cuenta con mallas. Las mallas más usadas son las de 20, 18 y 22 cm de apertura de rombo y las menos usadas son las de 16 y 24 cm de apertura de rombo. Tienen en promedio 67 m de largo y 3.4 m de profundidad (Cuadro 23).

Cuadro 23. Número y características de mallas registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio; prof: profundidad; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° mallas registradas	Tamaño de apertura de rombo													largo (m) prom	prof (m) prom	
			24 cm	23 cm	22 cm	20 cm	18 cm	16 cm	14 cm	12 cm	11 cm	10 cm	9 cm	8 cm	7 cm			
CAVINEÑO	Lago Buena Vista	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3
	Santa Rosa de Florida	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	80	4
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	52	0	7	10	27	2	0	0	3	0	0	0	2	1	0	60.7	4
	Santa Elena	12	0	0	0	5	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	80	4
	Alta Gracia	10	0	0	0	0	0	0	5	2	1	1	0	1	0	0	80	n.d.
	Carmen Alto	6	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	78.3	1.5
TIM II	Santuario	7	0	0	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	47	2.7
	Flor de Octubre	38	0	0	2	3	8	0	1	0	3	1	6	8	6	0	63	3.6
	27 de Mayo	21	0	0	0	0	5	0	0	5	7	3	1	0	0	0	83	3.7
	Lago El Carmen	11	0	0	5	0	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	61.4	4
		161	3	7	18	38	22	1	10	14	12	7	10	12	7	0	67.3	3.4

De las 161 mallas registradas, 89 son de hilo de sedal y 72 son de hilo de nylon. Las mallas de hilo de sedal tienen entre 18 a 24 cm de apertura de rombo, tienen costos que varían desde 850 hasta 1 562.5 Bs con un costo promedio de 1 284.5 Bs. En la muestra obtenida la comunidad Triunfo tiene el mayor número de mallas de hilo de sedal, seguida por la comunidad Flor de Octubre; la comunidad Carmen Alto cuenta con una sola malla de hilo de sedal. Las mallas de hilo de nylon también llamadas "redes de fibra" tienen entre 7 a 16 cm de apertura de rombo, cuestan entre 312 hasta 575 Bs, con un costo promedio de 450 Bs. En la muestra obtenida Flor de Octubre cuenta con el mayor número de mallas de hilo de nylon, seguida por la comunidad 27 de Mayo. Las comunidades Santa Rosa de Florida, Santa Elena y Santuario tienen el menor número de mallas de hilo de nylon (Cuadro 24).

En relación a las tarrafas, se registraron ta-

rrafas de entre 1.5 a 3 m de diámetro. Los tamaños de apertura de rombo de las tarrafas registradas varían entre 2 a 8 cm de apertura de rombo. El peso de plomo de las tarrafas varía desde 1.5 hasta 5 kg. Se contabilizaron 13 tarrafas en la muestra de artes de pesca obtenida en las entrevistas, de las cuales 11 eran de 3 m, una de 2 m y una de 1.5 m de diámetro. Dentro de la muestra obtenida se observa que los cuatro TIOCs cuentan con tarrafas, las comunidades que cuentan con una tarrafa son: Las Petas, Baketi, Buen Destino, Triunfo, 27 de Mayo y Lago El Carmen. La comunidad Santa Elena cuenta con siete tarrafas. En cuanto al tipo de hilo, se registraron 10 tarrafas de hilo de sedal, y tres tarrafas de hilo de nylon. Las tarrafas de hilo de sedal tienen costos que varían desde 300 hasta 1 000 Bs, con un promedio de 750 Bs. Las tarrafas de hilo de nylon tienen costos que varían entre 200 hasta 800 Bs, con un promedio de 400 Bs (Cuadro 25).

Cuadro 24. Número de mallas de sedal, de nylon y costos promedio de las mallas registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° mallas registradas	N° mallas Sedal	N° mallas Nylon	Costo (Bs) prom mallas Sedal	Costo (Bs) prom mallas Nylon
CAVINEÑO	Lago Buena Vista	2	2	0	1 200	n.d.
	Santa Rosa de Florida	2	0	2	n.d.	575
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	52	46	6	1 562.5	458.3
	Santa Elena	12	10	2	n.d.	390
	Alta Gracia	10	0	10	n.d.	550
	Carmen Alto	6	1	5	1 200	416
TIM II	Santuario	7	5	2	1 366.7	650
	Flor de Octubre	38	14	24	1 562.5	350
	27 de Mayo	21	5	16	850	351.2
	Lago El Carmen	11	6	5	1 250	312
		161	89	72	1 284.5	450

Cuadro 25. Número y características de tarrafas registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (t.: tarrafas; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° tarrafas registradas	Diámetro de tarrafa			N° tarrafas Sedal	Costo (Bs) prom t. Sedal	N° tarrafas Nylon	Costo (Bs) prom t. Nylon
			1.5 m	2 m	3 m				
CHÁCOBO-PACAHUARA	Las Petas	1	0	0	1	0	n.d.	1	200
CAVINEÑO	Baketi	1	0	1	0	1	1 000	0	n.d.
	Buen Destino	1	0	0	1	0	n.d.	1	800
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	1	0	0	1	1	850	0	n.d.
	Santa Elena	7	1	0	6	6	800	1	200
TIM II	27 de Mayo	1	0	0	1	1	800	0	n.d.
	Lago El Carmen	1	0	0	1	1	300	0	n.d.
		13	1	1	11	10	750	3	400

Los espiñeles registrados en las entrevistas individuales tenían desde 25 hasta 300 m de longitud. En cuanto a los grosores de hilo, se registraron grosores de entre 0.5 a 5 mm, el número de guías varía entre 10 hasta 100. En relación a los anzuelos, los tamaños de anzuelos registrados para los espiñeles fueron entre N°2 a N°7. La distancia entre anzuelos varía entre 1.5 hasta 5 m, el costo de los anzuelos varía entre 2 a 8 Bs, las carnadas que se usan mayormente son: sardina, llorona, panete, sábalo, cuchilla, simbao y bentón.

Se contabilizaron 34 espiñeles en la muestra obtenida de artes de pesca. Los más usados son los de 100 m de longitud, en segundo lugar los de 50 m de longitud. Según la muestra obtenida, las comunidades que cuentan con espiñeles entre sus artes de pesca son: Buen Destino, Santa Rosa de Florida, Triunfo, Santa Elena, Flor de Octubre, 27 de Mayo y Lago El Carmen. El TIOC

Chácobo-Pacahuara es el único TIOC donde no se registraron espiñeles. En la muestra, la comunidad Santa Elena es la que cuenta con el mayor número de espiñeles, seguida por la comunidad Flor de Octubre, mientras que las comunidades Santa Rosa de Florida, Triunfo y Lago El Carmen cuentan con el menor número.

En relación al tipo de hilo, los espiñeles más usados son los de hilo de nylon. En la muestra se contabilizaron 11 espiñeles de hilo de sedal y 23 espiñeles de hilo de nylon. La comunidad 27 de Mayo registró el mayor número de espiñeles de hilo de sedal y la comunidad Santa Elena registró el mayor número de espiñeles de hilo de nylon. Los espiñeles de hilo de sedal tienen costos que varían desde 177 hasta 600 Bs, con un costo promedio de 343 Bs. Los espiñeles de hilo de nylon tienen costos entre los 25 hasta 250 Bs, con un costo promedio de 121 Bs (Cuadro 26).

Cuadro 26. Número y características de espiñeles registrados dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (esp.: espiñeles; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° espiñeles registrados	Longitud de espiñel												N° esp. Sedal	Costo (Bs) prom esp. Sedal	N° esp. Nylon	Costo (Bs) prom esp. Nylon		
			25 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	100 m	200 m	300 m									
CAVINEÑO	Buen Destino	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	n.d.	3	66.7
	Santa Rosa de Florida	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n.d.	2	25
TACANA-CA-VINEÑO	Triunfo	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	n.d.
	Santa Elena	13	1	0	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	240	12	250
TIM II	Flor de Octubre	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	3	176.7	5	172.5
	Lago El Carmen	5	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	4	397.5	1	90
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	600	0	n.d.
		34	1	1	4	2	2	2	2	1	21	1	1	1	1	11	342.8	23	120.8	

Según las entrevistas individuales las lineadas son las artes de pesca más usadas en los cuatro TIOCs estudiados, dentro de la muestra se registraron lineadas en todas las comunidades que participaron del estudio. Se registraron lineadas de 50, 60, 80 y 100 m de longitud, se contabilizaron 622 lineadas

en la muestra obtenida de artes de pesca. Las lineadas mayormente usadas son las de 100 m de longitud, se registraron 608 en la muestra obtenida. En menor proporción, se registraron ocho lineadas de 50 m, tres de 80 m y tres de 60 m de longitud (Cuadro 27).

Cuadro 27. Número y longitudes de lineadas registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Comunidad	N° lineadas registradas	Longitud de lineada			
			100 m	80 m	60 m	50 m
CHÁCOBO-PA-CAHUARA	Firmeza	29	29	0	0	0
	Fortaleza	44	44	0	0	0
	Tres Bocas	13	13	0	0	0
	Siete Almendros	30	25	2	3	0
	Alto Ivón	3	3	0	0	0
	Las Petas	28	28	0	0	0
	Tajibo	17	17	0	0	0
	Las Palmeras	15	15	0	0	0
CAVINEÑO	Baketi	67	67	0	0	0
	San Miguel	6	6	0	0	0
	Las Mercedes	5	4	1	0	0
	Lago Buena Vista	27	21	0	0	6
	San José	18	18	0	0	0
	Buen Destino	35	35	0	0	0
	Santa Rosa de Florida	31	31	0	0	0
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	21	21	0	0	0
	Santa Elena	75	75	0	0	0
	Alta Gracia	22	20	0	0	2
	Carmen Alto	62	62	0	0	0
TIM II	Santuario	17	17	0	0	0
	Flor de Octubre	33	33	0	0	0
	27 de Mayo	19	19	0	0	0
	Lago El Carmen	5	5	0	0	0
		622	608	3	3	8

En relación a las lineadas de 100 m de longitud, se observó que en el TIOC Tacana-Cavineño un pescador tiene en promedio 5.1 lineadas de 100 m, seguido por el TIOC Chácobo-Pacahuara con 4.9 lineadas por pesca-

dor, mientras que el TIOC TIM II cuenta con el menor número de lineadas de 100 m (3.4) en promedio por pescador, en este TIOC las artes de pesca más usadas son las mallas (Figura 34).

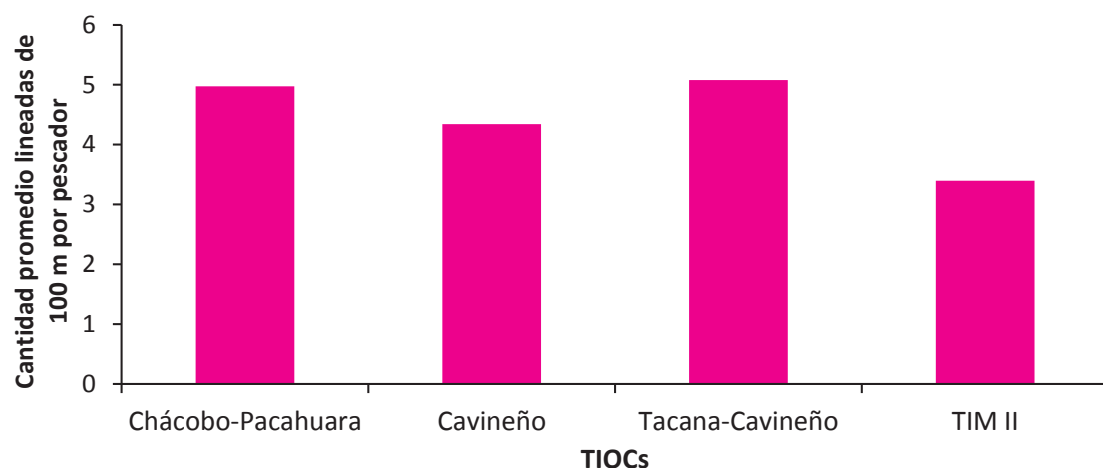


Figura 34. Cantidad promedio de lineadas de 100 m de longitud por pescador en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 28. Número y grosor de lineadas de 100 m registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (l.: lineadas; reg.: registradas).

TIOC	Comunidad	N° l. 100 m reg.	Grosor lineadas de 100 m											
			2 mm	1.4 mm	1.2 mm	1 mm	0.9 mm	0.8 mm	0.7 mm	0.6 mm	0.5 mm	0.4 mm	0.35 mm	0.3 mm
CHÁCOBO- PACAHUARA	Firmeza	29	1	0	0	0	1	3	3	3	9	2	2	5
	Fortaleza	44	0	0	0	8	0	14	2	12	3	2	0	3
	Tres Bocas	13	0	0	0	0	0	2	3	4	3	1	0	0
	Siete Almendros	25	0	0	0	6	1	6	4	2	1	2	3	0
	Alto Ivón	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	Las Petas	28	3	0	0	5	0	5	2	4	7	2	0	0
	Tajibo	17	1	0	0	6	0	0	0	2	5	2	0	1
	Las Palmeras	15	0	0	0	0	2	4	2	2	4	1	0	0
CAVINEÑO	Baketi	67	1	0	0	2	3	7	11	4	18	12	2	7
	San Miguel	6	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
	Las Mercedes	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	Lago Buena Vista	21	1	1	2	3	3	1	0	3	4	1	0	2
	San José	18	0	1	0	2	1	1	1	5	4	0	3	0
	Buen Destino	35	0	0	0	4	0	5	6	10	9	0	0	1
	Santa Rosa de Florida	31	0	0	1	8	6	7	5	1	2	1	0	0
TACANA- CAVINEÑO	Triunfo	21	0	0	2	5	1	4	3	1	3	1	0	1
	Santa Elena	75	1	0	0	6	5	15	8	7	10	7	4	12
	Alta Gracia	20	0	1	0	2	0	4	2	3	4	1	0	3
	Carmen Alto	62	5	0	2	5	1	8	7	7	12	7	1	7
TIM II	Santuario	17	0	0	0	0	0	0	2	3	5	3	1	3
	Flor de Octubre	33	0	2	4	4	1	2	6	3	5	3	1	2
	27 de Mayo	19	0	0	0	4	4	0	3	1	3	1	2	1
	Lago El Carmen	5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
		608	13	7	13	71	30	90	71	77	115	51	20	50

Las lineadas tienen grosores que varían entre 0.3 hasta 2 mm. En la muestra obtenida se vio que las más usadas son las lineadas de 0.5 mm de grosor, le siguen las de 0.8 mm, 0.6 mm, 0.7 mm y las de 1 mm de grosor. Las menos usadas son las lineadas de 2 mm, 1.2 mm y 1.4 mm de grosor (Cuadro 28).

En la muestra obtenida, se vio que en el TIOC Chácobo-Pacahuara, la comunidad Fortaleza registró el mayor número de lineadas de 100 m. En este TIOC las lineadas de 0.5 y 0.8 mm de grosor son las más usadas. En el TIOC Cavineño la comunidad Baketi tiene el mayor número de lineadas de 100 m y la comunidad Las Mercedes tiene el menor número. Las lineadas de 0.5 y 0.7 mm de grosor son las más usadas en este TIOC. En el TIOC Tacana-Cavineño la comunidad Santa Elena cuen-

ta con el mayor número de lineadas de 100 m, la comunidad Alta Gracia cuenta con el menor número. Las lineadas de 0.8 y 0.5 mm de grosor son las más usadas en este TIOC. En el TIOC TIM II la comunidad Flor de Octubre tiene el mayor número de lineadas de 100 m, la comunidad Lago El Carmen tiene el menor número. Las lineadas de 0.5 y 0.7 mm de grosor son las más usadas en este TIOC.

En la muestra obtenida de artes de pesca, las comunidades Santa Elena, Baketi y Carmen Alto cuentan con el mayor número de lineadas de 100 m, mientras que las comunidades Alto Ivón, Las Mercedes y San Miguel tienen el menor número. En el Cuadro 28 se puede observar con mayor detalle el número de lineadas de 100 m registradas dentro de la muestra obtenida y los grosores más usados.

Cuadro 29. Costos de lineadas de 100 m registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Costo (Bs) lineadas 100 m		
		min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	7.5	50	17.6
	Fortaleza	12	30	18.3
	Tres Bocas	10	20	15.8
	Siete Almendros	10	30	19.2
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	10	80	23.1
	Tajibo	10	50	21.9
	Las Palmeras	10	28	19.3
CAVINEÑO	Baketi	6	50	19.7
	San Miguel	20	60	33.3
	Las Mercedes	15	25	19.5
	Lago Buena Vista	11	50	25.8
	San José	10	60	31.7
	Buen Destino	8	45	18.1
	Santa Rosa de Florida	12	70	23.7
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	12	50	25.4
	Santa Elena	7	65	18.8
	Alta Gracia	6	65	20.1
	Carmen Alto	6	20	10.4
TIM II	Santuario	6	20	11.6
	Flor de Octubre	5	70	23.7
	27 de Mayo	12	30	20.1
	Lago El Carmen	12	80	39.2
		5	80	21.8

Cuadro 30. Número, grosor y costos de lineadas de 50 m registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (l.: lineadas; reg.: registradas; min: mínimo; max: máximo; prom: promedio).

TIOC	Comunidad	N° l. 50 m reg.	Grosor lineadas de 50 m				Costo (Bs)		
			1.2 mm	1 mm	0.7 mm	0.6 mm	min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Lago Buena Vista	6	2	2	0	2	20	50	35
TACANA-CAVINEÑO	Alta Gracia	2	0	0	2	0	10	10	10
		8	2	2	2	2	10	50	28.7

El costo de las lineadas de 100 m varía desde cinco hasta 80 Bs según el grosor de la lineada, en general se obtuvo un costo promedio de 22 Bs (Cuadro 29). El tamaño de los anzuelos registrados varía entre 5 hasta 15 cm, algunos pescadores dieron los tamaños de los anzuelos por números, se registraron tamaños entre el N°1 hasta el N°17. El costo de los anzuelos varía entre 0.3 a 15 Bs, según el tamaño del anzuelo.

En relación a las lineadas de 50 m de longitud, se registraron ocho en la muestra obtenida de artes de pesca, solo dos comunidades cuentan con estas lineadas, la comunidad Lago Buena Vista del TIOC Chácobo-Pacahuara cuenta con seis, y la comunidad Alta Gracia del TIOC Tacana-Cavineño cuenta con dos. Se registraron lineadas de 50 m con grosores que varían entre 0.6 a 1.2 mm de grosor. Los costos de las lineadas varían entre 10 hasta 50 Bs según el grosor de la lineada, se obtuvo un costo promedio 29 Bs (Cuadro 30). El tamaño de los anzuelos registrados varía entre 3 hasta 11 cm, el costo de los anzuelos varía de dos a 8 Bs según el tamaño del anzuelo.

En la muestra obtenida se registraron tres lineadas de 80 m de longitud, todas de 0.5 mm de grosor, solo dos comunidades cuentan con estas lineadas. La comunidad Siete Almendros del TIOC Chácobo-Pacahuara tiene dos y la comunidad Las Mercedes tiene una. El costo promedio es de 18 Bs (Cuadro 31). Se registró un anzuelo de 4 cm de longitud con un costo de 4 Bs.

También se registraron tres lineadas de 60 m de longitud dentro de la muestra, todas de 0.4 mm de grosor, la única comunidad que cuenta con estas lineadas es Siete Almendros del TIOC Chácobo-Pacahuara. El costo de estas lineadas es de 16 Bs. Para estas lineadas se registraron anzuelos de 3 cm de longitud a un costo de 3 Bs por anzuelo.

En cuanto a los pescadores que utilizan arco y flecha para pescar, se registraron 15 personas que utilizan este arte de pesca dentro de la muestra obtenida. Se contabilizaron 16 arcos, uno de los entrevistados cuenta con dos arcos. Las comunidades donde se utiliza arco y flecha para la pesca son Firmeza, Fortaleza, Siete Almendros, Las Petas y Las Palmeras dentro del

Cuadro 31. Número, grosor y costos de lineadas de 80 m registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (l.: lineadas; min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° l. 80 m registradas	Grosor 0.5 mm	Costo (Bs)		
				min	max	prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Siete Almendros	2	2	18	18	18
CAVINEÑO	Las Mercedes	1	1	n.d.	n.d.	n.d.
		3	3	18	18	18

Cuadro 32. Número y características de arcos registrados dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (reg.: registrados; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° arcos reg.	largo prom (m) arco	Material arco	Costo (Bs) prom arco	largo prom (m) flecha	Material flecha	Costo (Bs) prom flecha
CHÁCO-BO-PACA-HUARA	Firmeza	1	2	chima	50	2	chuchuio	5
	Fortaleza	6	1.5	chima	82	1.5	chuchuio, pía	11
	Siete Almendros	1	1.5	chima	n.d.	1.5	pía	n.d.
	Las Petas	4	2	chonta	50	1.6	chuchuio	17.5
	Las Palmeras	3	1.7	chonta, canuti	175	1.5	chuchuio, pía	50
TIM II	27 de Mayo	1	2	chima	300	1.5	puma	20
		16	1.8		131.4	1.6		20.7

TIOC Chácobo-Pacahuara, y la comunidad 27 de Mayo dentro del TIOC TIM, en los TIOCs Cavineño y Tacana-Cavineño no se registró este arte de pesca. Dentro de la muestra obtenida, la comunidad Fortaleza registró el mayor número de arcos, seguida por la comunidad Las Petas, mientras que las comunidades Firmeza, Siete Almendros y 27 de Mayo solo registraron un arco en cada comunidad.

El largo promedio de los arcos es de 1.8 m, los materiales más usados para la fabricación de los arcos son chima, chonta y canuti. Los arcos tienen costos que varían desde 50 hasta 300 Bs, según el tamaño y material de fabricación, tienen un costo promedio de 131 Bs. Las flechas tienen un largo promedio de 1.6 m, sin embargo es posible que los entrevistados hayan

sobreestimado estas dimensiones. Los materiales más usados para la fabricación de flechas son chuchuio, pía y puma. Las flechas tienen costos que varían desde 5 hasta 50 Bs, con un costo promedio de 21 Bs (Cuadro 32). Según información obtenida en las entrevistas individuales, los pescadores que utilizan este arte de pesca, fabrican sus propios arcos y flechas.

En cuanto a los arpones, se contabilizaron 14 en la muestra obtenida, las comunidades que utilizan arpón para pescar son Alto Ivón del TIOC Chácobo-Pacahuara, Baketi del TIOC Cavineño, Triunfo, Santa Elena y Carmen Alto del TIOC Tacana-Cavineño, y Flor de Octubre del TIOC TIM II. La comunidad Flor de Octubre tiene el mayor número de arpones en la muestra obtenida, mientras que las comunidades Alto Ivón,

Cuadro 33. Número y características de arpones registrados dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio).

TIOC	Comunidad	N° arpones registrados	largo (m) prom	Costo (Bs) prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Alto Ivón	1	1.7	40
CAVINEÑO	Baketi	1	n.d.	n.d.
	Triunfo	1	2	n.d.
TACANA-CAVINEÑO	Santa Elena	4	2	50
	Carmen Alto	2	2.2	25
TIM II	Flor de Octubre	5	2	15
		14	2	32.5

Baketi y Triunfo tienen solamente un arpón en cada comunidad. El largo de los arpones varía entre 1.7 a 2.2 m, con un promedio de 2 m de largo. Los costos varían entre 15 a 50 Bs, con un promedio de 32.5 Bs (Cuadro 33).

Otro instrumento usado para la pesca es la zagalla, se registraron siete zagallas en la muestra obtenida de artes de pesca, cinco en la comunidad 27 de Mayo del TIOC TIM II, y dos en la comunidad Triunfo del TIOC Tacana-Cavineño. El largo varía entre 1 a 2.5 m, con un promedio de 1.75 m de largo. El ancho varía entre 0.2 a 0.3 m, con un promedio de 0.25 m de ancho. El costo promedio es de 33.3 Bs (Cuadro 34).

Entre otros instrumentos de pesca menos usados está el machete, se registraron dos personas que pescan con machete dentro de la muestra obtenida, una en la comunidad Tajibo del TIOC Chácobo-Pacahuara, y otra en la comunidad San José del TIOC Cavineño. Los dos machetes registrados tienen un costo de 40 Bs y son de tamaño N°28. Los entrevistados que pescan con machete, comentaron que lo utilizan para pescar peces pequeños como el bentón y la serepapa.

En la muestra obtenida de artes de pesca, se registró una persona que pesca con trinche en la comunidad Lago Buena Vista del TIOC Cavineño. El trinche registrado tiene puntas de 0.15 m de longitud, un mango de 1.5 m de longitud y tiene un costo de 30 Bs. También se registró un mosquitero como instrumento de pesca en la comunidad Buen Destino del TIOC Cavineño, el mosquitero es una tela que se utiliza sobre la cama o hamaca para protegerse de las picaduras de mosquitos, en esta comunidad un entrevistado comentó que utiliza mosquitero para pescar buchere.

Esfuerzo (CPUE), tiempo y número de pescadores

Capturas totales (comercio y subsistencia)

Dentro de los cuatro TIOCs estudiados se contabilizaron en total 436 pescadores, de los cuales 414 se dedican exclusivamente a la pesca para subsistencia y 73 se dedican a la pesca para el comercio y para la subsistencia. La temporada de pesca (incluyendo pesca comercial y de subsistencia) para las comunidades estudiadas es de enero a diciembre, a excepción de tres comunidades, en la comunidad Lago Buena Vista la temporada de pesca dura de marzo a noviembre, en la comunidad San José dura de junio a diciembre y en la comunidad Triunfo dura de abril a diciembre. En general, tomando en cuenta los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs estudiados, se observó que el número de faenas a la semana varía entre uno a siete, con un promedio de tres faenas a la semana por pescador. El número de faenas al año varía entre cinco a 336, con un promedio de 96 faenas por año por pescador.

La duración de las faenas varía entre 0.5 a 26 horas, con un promedio de casi siete horas por faena. El número de pescadores que participan por faena varía entre uno a siete, con un promedio de tres pescadores por faena. El valor de CPUE (kilogramos/hora/pescador) varía de 0.125 a 14, con un promedio de 2.1. Es decir que en promedio un pescador pesca 2.1 kg/hora (incluyendo pesca comercial y de subsistencia). El volumen por faena por pescador varía entre 0.5 a 250 kg, con un promedio de 13 kg por faena por pescador. El volumen por año por pescador varía entre 21.5 a 9 600 kg, con un promedio de 1 021 kg/año por pescador (incluyendo pesca comercial y de subsistencia).

Cuadro 34. Número y características de zagallas registradas dentro de la muestra de artes de pesca obtenida en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio).

TIOC	Comunidad	N° zagallas registradas	largo (m) prom	ancho (m) prom	Costo (Bs) prom
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	2	2.5	0.2	35
TIM II	27 de Mayo	5	1	0.3	31.7
		7	1.75	0.25	33.3

Tomando en cuenta el número total de pescadores, incluyendo a los pescadores que se dedican a la pesca comercial y a los que pescan para subsistencia, y tomando en cuenta los resultados de volúmenes anuales obtenidos por pescador en cada comunidad estudiada, se obtuvo un valor estimado de la producción anual de pesca (comercio y subsistencia) de cada comunidad y de cada TIOC. El TIOC TIM II es el que tiene la mayor producción anual con un valor promedio de 307 430.5 kg al año, mientras que el TIOC Chácobo-Pacahuara tiene la producción más baja con un valor promedio de 50 540.5 kg al año. En el Cuadro 35 se pueden observar estos valores con mayor detalle para cada TIOC, se observa que el mayor número de pescadores se registró en el TIOC Tacana-Cavineño y el menor número en el TIOC Chácobo-Pacahuara. En el TIOC TIM II se registró el mayor número de faenas al año y en el TIOC Tacana-Cavineño se registró el menor número. La duración de las faenas es mayor en el TIOC TIM II con un promedio de 9.6 h por faena, mientras que en el TIOC Cavineño se registró la menor duración, con un promedio de 5.3 h por faena.

En cuanto al número de pescadores que participan de una faena, el TIOC Chácobo-Pacahuara registró en promedio tres pescadores por faena, los demás TIOCs registraron en promedio dos pescadores por faena. El CPUE

promedio más alto se registró en el TIOC Cavineño y el más bajo en el TIOC Chácobo-Pacahuara. El volumen más alto por faena por pescador se obtuvo en el TIOC Tacana-Cavineño, con un promedio de 19.5 kg por faena por pescador, y el volumen más bajo se obtuvo en el TIOC Chácobo-Pacahuara con un promedio de 6.4 kg por faena por pescador.

El TIOC TIM II es el que obtiene el mayor volumen anual por pescador, con un promedio de 2 620 kg/año/pescador, le sigue el TIOC Tacana-Cavineño con 704 kg/año/pescador. En el TIOC Cavineño se obtuvo el volumen anual por pescador más bajo con un valor de 662.6 kg/año/pescador. En cuanto al volumen total que pescan los TIOCs tomando en cuenta los datos obtenidos en las comunidades que participaron del estudio, y en base al número total de pescadores, incluyendo a los que se dedican a la pesca de subsistencia y a la pesca comercial, se observó que el TIOC TIM II tiene la mayor producción anual de pesca con 307 430.5 kg al año, seguido por el TIOC Tacana-Cavineño con 83 257.2 kg al año y el Cavineño con 76 159.3 kg al año. La producción anual de pesca que se obtuvo para el TIOC Chácobo-Pacahuara, es la misma que se obtuvo para la pesca de subsistencia, ya que en este TIOC se pesca exclusivamente para la subsistencia (Figura 35).

Cuadro 35. Esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por TIOC obtenidos para la pesca (incluyendo comercio y subsistencia) dentro de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; fa: faena; sem: semana; prom: promedio; h: hora; CPUE: captura por unidad de esfuerzo).

TIOC	N° Total pesc	N° fa/sem/pesc prom	N° fa/año/pesc prom	Horas prom fa	N° pesc/fa prom	kg/h/pesc (CPUE) prom	kg/fa/pesc prom	kg/año/pesc prom	kg/año/TIOC prom
Chácobo-Pacahuara	88	2.5	109	5.4	3	1.4	6.4	683.3	50 540.5
Cavineño	111	2.6	70	5.3	2	2.8	12.2	662.6	76 159.3
Tacana-Cavineño	119	2.6	64	7.7	2	1.9	19.5	704.1	83 257.2
TIM II	118	3.9	163	9.6	2	2.1	16.1	2 620.2	307 430.5
4 TIOCs	436	3	96.4	6.6	3	2.1	12.9	1 020.9	Total 4 TIOCs: 517 387.5

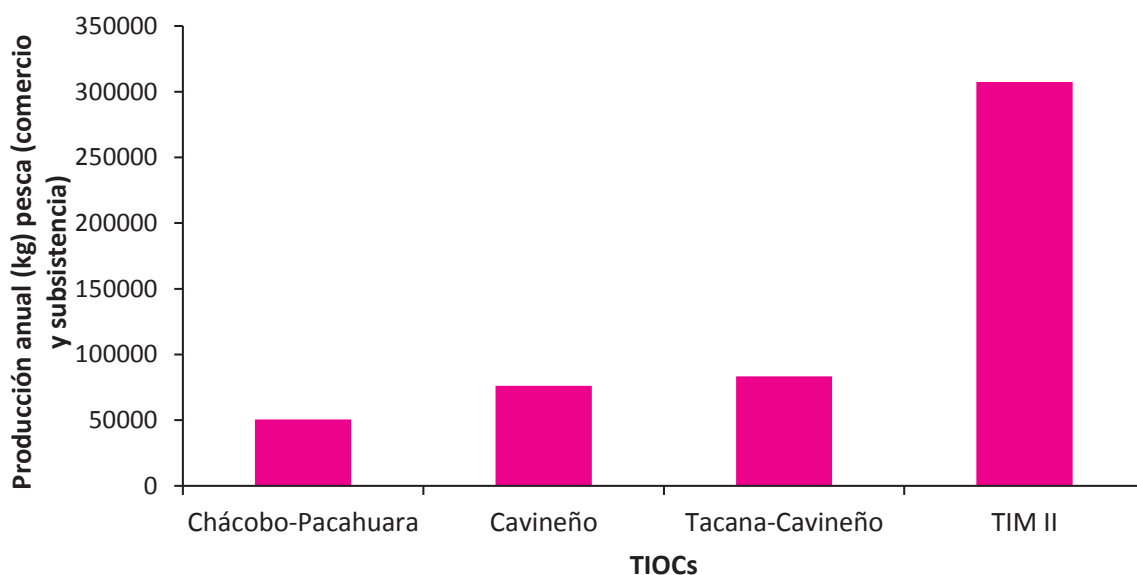


Figura 35. Producción anual estimada (kg) de pesca (comercio y subsistencia) en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En el Cuadro 36 se pueden observar los mismos valores con mayor detalle dentro de cada comunidad estudiada. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs, las comunidades Flor de Octubre, Santa Elena y Las Petas son las comunidades que tienen más pescadores, mientras que las comunidades Fortaleza, Siete Almendros, Tres Bocas y Las Palmeras cuentan con menos pescadores.

La comunidad Lago El Carmen tiene el mayor número de faenas por año, mientras que la comunidad San José tiene el menor número. En relación a la duración de las faenas, la comunidad Triunfo registró faenas de mayor duración y la comunidad Tajibo registró faenas de menor duración. El número promedio de pescadores que participan por faena, varía desde uno a dos pescadores en la comunidad Lago El Carmen, hasta tres pescadores

en las comunidades Tres Bocas, Tajibo, Las Palmeras, San Miguel, Santa Elena y Carmen Alto.

En cuanto al CPUE, se obtuvo el valor promedio más alto en la comunidad Santa Rosa de Florida (6.1) y el valor promedio más bajo en la comunidad Santa Elena (1.1). El volumen promedio por faena por pescador más alto se obtuvo en la comunidad Triunfo (75 kg/faena/pescador) y el más bajo se obtuvo en la comunidad Tajibo (4.1 kg/faena/pescador). El volumen promedio anual por pescador más alto se obtuvo en la comunidad Lago El Carmen (7 680 kg/año/pescador) y el más bajo se obtuvo en la comunidad Tres Bocas (376 kg/año/pescador). La comunidad Alto Ivón no fue tomada en cuenta para estas comparaciones ya que solo se entrevistó a una persona.

Cuadro 36. Esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por comunidad obtenidos para la pesca (incluyendo comercio y subsistencia) en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; fa: faena; sem: semana; prom: promedio; h: hora; com: comunidad; min: mínimo; max: máximo; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° Total pesc	N° fa/sem		N° fa/año	N° pesc/fa	kg/h/pesc (CPUE) prom	kg/fa/pesc prom	kg/año/pesc prom	kg/año/com min	kg/año/com max	kg/año/com prom
			prom	prom								
CHÁCOBO-PA-CAHUARA	Firmeza	8	2	96	4.5	2	1.9	7.8	747.2	3 840	7 680	5 977.6
	Fortaleza	5	3.1	129.6	5.8	2.5	1.5	7.3	900	2 880	7 920	4 500
	Tres Bocas	7	1.3	64	3.2	3	1.8	5.8	376	840	4 032	2 632
	Siete Al-mendros	6	1.9	78.4	4.8	2.6	1.5	6.2	522.2	432	8 640	3 133.4
	Alto Ivón	15	1	48	12	3	0.1	1.5	72	1 080	1 080	1 080
	Las Petas	40	2.8	132	6.8	4	1	5.6	694.2	12 864	50 112	27 768
	Tajibo	n.d.	3.7	176	2.5	3	1.5	4.1	817.6	n.d.	n.d.	n.d.
CAVINEÑO	Las Palmeras	7	2.1	95	6	3	1.3	7.9	778.5	1 050	10 080	5 449.5
	Baketi	21	2.4	97	3.6	2.5	2.1	4.5	422	2 352	15 120	8 862
	San Miguel	13	2	66	4.5	3	3.3	16.2	825	2 730	18 720	10 725
	Las Mercedes	14	2	68	4.5	2.5	1.8	7.5	412	5 376	6 160	5 768
	Lago Buena Vista	13	2.4	45.6	5.4	2.5	2.1	10	421.6	832	9 100	5 480.8
	San José	11	1.5	20	5	2	2.3	12	222.8	818.4	3 960	2 450.8
	Buen Destino	22	3.7	68	9.8	2	2.1	13.3	903	8 800	42 134	19 866
TACANA-CA-VINEÑO	Santa Rosa de Florida	17	2.6	66.2	4.7	2.3	6.1	28.7	1 353.3	3 400	71 400	23 007
	Triunfo	11	5.3	44.2	12.7	2.5	4.6	75.1	1 286.6	1 584	35 640	14 153
	Santa Elena	40	2.7	82.9	5.9	3	1.1	6	596.3	860	107 520	23 852
	Alta Gracia	33	1.7	51.6	12	2	1.9	22.5	796.3	8 712	57 156	26 279
	Carmen Alto	35	2	58.6	5.7	3	1.5	9.5	542.1	5 880	63 000	18 973
	Santuario	36	2.1	71	6.7	2	4.1	13.7	948	13 824	54 000	34 128
	Flor de Octubre	50	4	166.7	11	2	1.5	15.5	2 529	12 000	268 800	126 449
TIM II	27 de mayo	18	4.2	194	9	2	1.3	12.2	2 185.2	8 553.6	81 000	39 334
	Lago El Carmen	14	5	240	11	1.5	3.3	35	7 680	80 640	134 400	107 520

En cuanto a la producción anual estimada de pesca (comercio y subsistencia) tomando en cuenta todas las comunidades estudiadas de los cuatro TIOCs, se obtuvo un volumen anual mínimo de 432 kg/año en la comunidad Siete Almendros del TIOC Chácobo-Pacahuara y un volumen anual máximo de 268 800 kg/año en la comunidad Flor de Octubre del TIOC TIM II. El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Flor de Octubre dentro del TIOC TIM II con un valor de 126 449 kg/año y se obtuvo el volumen anual promedio más bajo en la comunidad Tres Bocas dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara con un valor de 2 632 kg/año.

Dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara el volumen anual mínimo se registró en la comunidad Siete Almendros (432 kg/año) y el volumen anual máximo en la comunidad Las Petas (50 112 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Las Petas (27 768 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo en la comunidad Tres Bocas (2 632 kg/año). No se obtuvo el volumen anual promedio de la comunidad Tajibo ya que no se conoce el número de pescadores de esta comunidad.

Dentro del TIOC Cavineño el volumen anual mínimo se registró en la comunidad San José (818 kg/año) y el volumen anual máximo en la comunidad Santa Rosa de Florida (71 400

kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Santa Rosa de Florida (23 007 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad San José (2 451 kg/año).

Dentro del TIOC Tacana-Cavineño el volumen anual mínimo se registró en la comunidad Santa Elena (860 kg/año) y el volumen anual máximo también se registró en la comunidad Santa Elena (107 520 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Alta Gracia (26 279 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Triunfo (14 153 kg/año).

Dentro del TIOC TIM II el volumen anual mínimo se registró en la comunidad 27 de Mayo (8 554 kg/año) y el volumen anual máximo se registró en la comunidad Flor de Octubre (268 800 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Flor de Octubre (126 449 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Santuario (34 128 kg/año).

En general se observó que las comunidades con mayor producción anual de pesca (comercio y subsistencia) son Flor de Octubre, Lago El Carmen, 27 de Mayo y Santuario mientras que las comunidades con menor producción anual son Siete Almendros, Tres Bocas, San José y Alto Ivón (Figura 36).

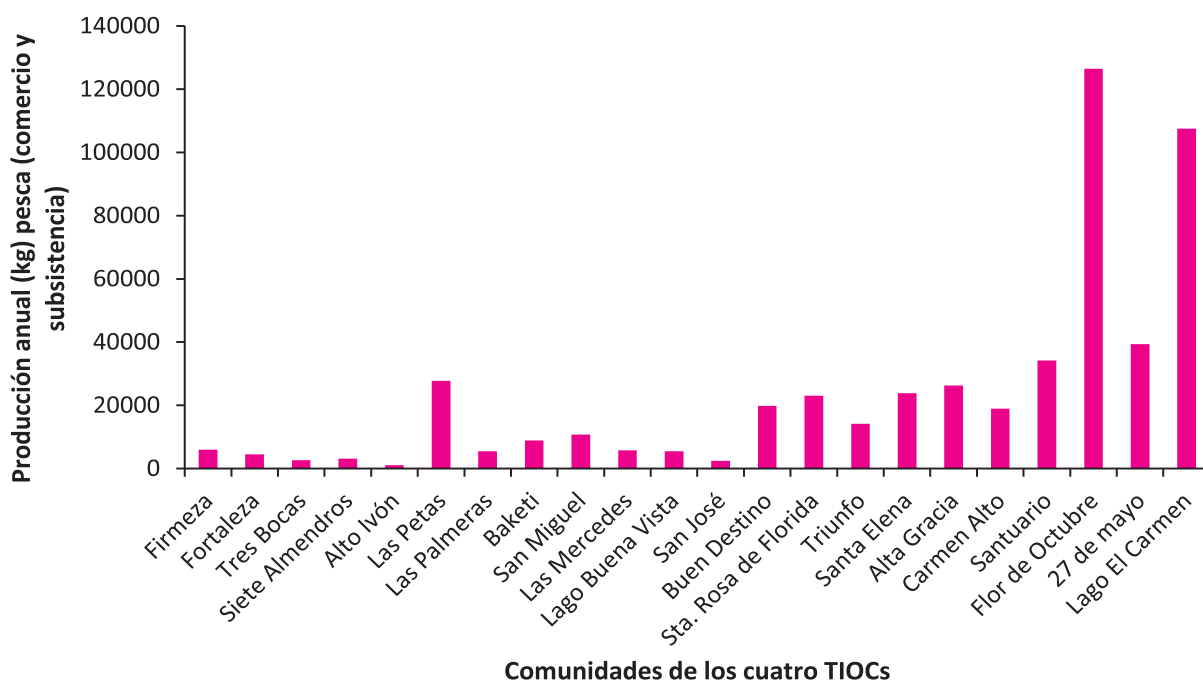


Figura 36. Producción anual estimada (kg) de pesca (comercio y subsistencia) en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Capturas para subsistencia

Los cuatro TIOCs estudiados pescan para la subsistencia, la temporada de pesca en todas las comunidades estudiadas es de enero a diciembre a excepción de la comunidad Triunfo del TIOC Tacana-Cavineño, donde la temporada de pesca para la subsistencia es de julio a octubre. Se contabilizaron en total 414 pescadores para subsistencia en las comunidades que participaron de los talleres y entrevistas. Entre los resultados obtenidos para los cuatro TIOCs, en general se observó que el número de faenas a la semana por pescador, varía entre uno a siete, con un promedio de 2.5 faenas a la semana por pescador. El número de faenas al año varía entre cinco a 336, con un promedio de 98 faenas por año por pescador. La duración de la faena en horas varía entre 0.5 a 14.5 horas, con un promedio de cinco horas por faena. El número de pescadores que participan por faena varía entre uno a siete, con un promedio de tres pescadores por faena. El valor de CPUE se refiere al volumen en kilogramos obtenido en una hora por un pescador (kilogramos/hora/pescador). En los resultados obtenidos para los cuatro TIOCs, se obtuvo un CPUE mínimo de 0.125, un CPUE máximo de 6 y un CPUE promedio de 1.5, es decir que en promedio un pescador pesca 1.5 kg/hora para su subsistencia tomando en cuenta los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs estudiados.

Se obtuvo un valor mínimo de kilogramos por faena por pescador de 0.5 kg y un valor máximo de 30 kg, con un promedio de 6.3 kg por faena por pescador. En cuanto al volumen en kilogramos por año por pescador se obtuvo un valor mínimo de 21.5 kg y un valor máximo de 2 688 kg, con un promedio de 611 kg por año por pescador para la subsistencia. Tomando en cuenta los resultados de volúmenes anuales obtenidos por pescador en cada comunidad estudiada y tomando en cuenta el número de pescadores que se dedican a la pesca para subsistencia en las comunidades que participaron del estudio, se estima que el TIOC TIM II es el que tiene la mayor producción anual con un valor estimado de 53 508 kg al año, mientras que el TIOC Tacana-Cavineño tiene la producción más baja de pesca para la subsistencia, con un valor promedio de 49 791.6 kg por año. En el Cuadro 37 se pueden observar estos valores con mayor detalle para cada TIOC.

Como se observa en el Cuadro 37, el mayor número de pescadores para la subsistencia se registró en el TIOC TIM II y el menor número en el TIOC Chácobo-Pacahuara. En el TIOC TIM II se registró el mayor número de faenas al año, seguido por el TIOC Chácobo-Pacahuara, en el TIOC Tacana-Cavineño se registró el menor número de faenas al año. Sin embargo, en este TIOC la duración de las faenas tiene mayor duración, en promedio 5.5 horas, mientras que en el TIOC

Cuadro 37. Esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por TIOC obtenidos para la pesca de subsistencia dentro de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; fa: faena; sem: semana; prom: promedio; h: hora; CPUE: captura por unidad de esfuerzo).

TIOC	N° pesc subsistencia	N° fa/sem/pesc prom	N° fa/año/pesc prom	Horas prom fa	N° pesc/fa prom	kg/h/pesc (CPUE) prom	kg/fa/pesc prom	kg/año/pesc prom	kg/año/TIOC prom
Chácobo-Pacahuara	88	2.5	109	5.4	3	1.4	6.4	683.3	50 540.5
Cavineño	108	2.3	95	4.2	2	2.1	6.8	526.6	52 464.6
Tacana-Cavineño	106	2.6	76	5.5	3	1.1	6	520	49 791.6
TIM II	112	2.6	120	4	2	1.6	6.5	723	53 508
4 TIOCs	414	2.5	98.4	5	3	1.5	6.3	611	Total 4 TIOCs: 206 304.7

TIM II la duración de las faenas es menor en relación a los demás TIOCs, dura en promedio cuatro horas. En relación al número de pescadores que participan en una faena, los TIOCs Chácobo-Pacahuara y Tacana-Cavineño registraron en promedio tres pescadores por faena, mientras que los TIOCs Cavineño y TIM II registraron en promedio dos pescadores por faena.

En cuanto al CPUE, se registró el CPUE promedio más alto en el TIOC Cavineño y el más bajo en el TIOC Tacana-Cavineño. Se obtuvo el volumen más alto por faena por pescador en el TIOC Cavineño, con un valor promedio de 6.8 kg por faena por pescador. Mientras que el volumen más bajo se obtuvo en el TIOC Tacana-Cavineño con un valor promedio de 6 kg por faena por pescador.

En el TIOC TIM II se registró el mayor volumen anual por pescador, un pescador pesca en promedio 723 kg/año, le sigue el TIOC Chácobo-Pacahuara (683.3 kg/año/pescador). Mientras que en el TIOC Tacana-Cavineño se obtuvo el menor valor, 520 kg/año/pescador para la subsistencia. En cuanto al

volumen total que pescan los TIOCs tomando en cuenta los datos obtenidos en las comunidades que participaron del estudio y en base al número de pescadores que se dedican a la pesca de subsistencia en cada comunidad, se puede observar que el TIOC TIM II tiene la mayor producción anual de pesca para la subsistencia con un valor estimado de 53 508 kg al año, seguido por el TIOC Cavineño y el Chácobo-Pacahuara, en este último la pesca es exclusivamente para la subsistencia. El TIOC Tacana-Cavineño tiene la menor producción anual con un valor estimado de 49 791.6 kg al año (Figura 37).

En el Cuadro 38 se pueden observar los mismos valores con mayor detalle dentro de cada comunidad estudiada. Algunas de las comunidades estudiadas no están en el Cuadro debido a que solo se tomaron en cuenta los datos de aquellos pescadores que pescan exclusivamente para la subsistencia. En algunas comunidades no se entrevistó a ningún pescador que pesque sólo para la subsistencia, por lo tanto estas comunidades no fueron tomadas en cuenta para obtener la producción de pesca de subsistencia.

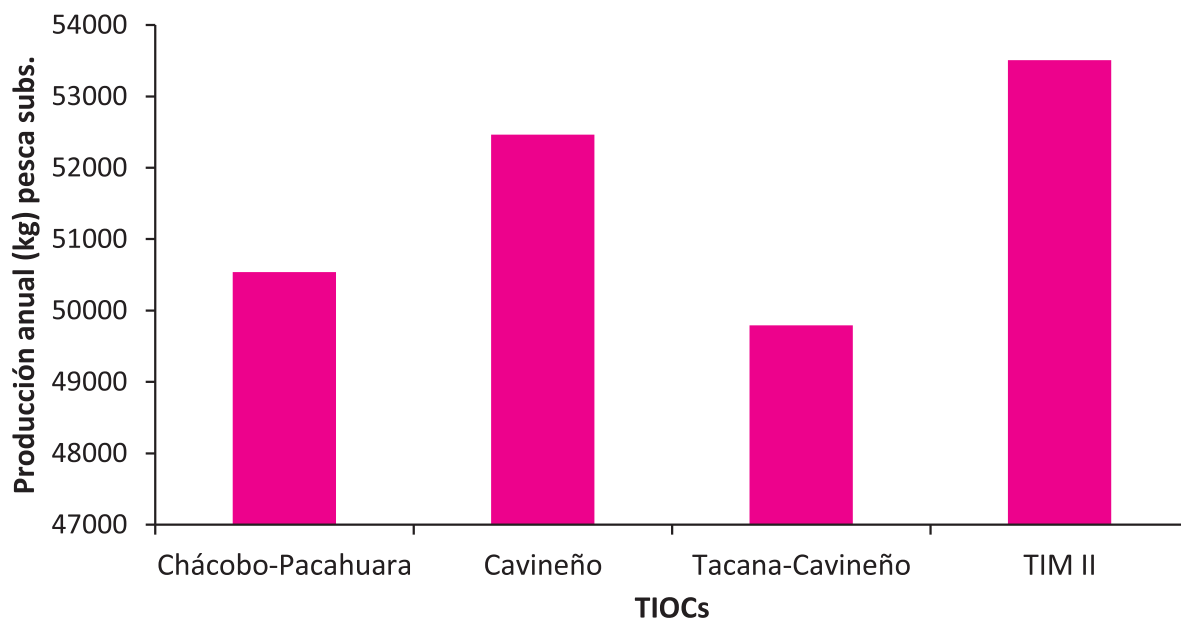


Figura 37. Producción anual estimada (kg) de pesca para subsistencia en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (subs.: subsistencia).

Cuadro 38. Esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por comunidad obtenidos para la pesca de subsistencia en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; subs: subsistencia; fa: faena; sem: semana; prom: promedio; h: hora; CPUE: captura por unidad de esfuerzo; com: comunidad; min: mínimo; max: máximo; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TCO	Comunidad	N° pesc subsistencia	N° fa/sem/prom	N° fa/año/prom	Horas fa/prom	N° pesc/fa/prom	kg/h/pesc (CPUE) prom	kg/fa/pesc prom	kg/año/pesc prom	kg/año/com min	kg/año/com max	kg/año/com prom
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	8	2	96	4.5	2	1.9	7.8	747.2	3 840	7 680	5 977.6
	Fortaleza	5	3.1	129.6	5.8	2.5	1.5	7.3	900	2 880	7 920	4 500
	Tres Bocas	7	1.3	64	3.2	3	1.8	5.8	376	840	4 032	2 632
	Siete Almen-dros	6	1.9	78.4	4.8	2.6	1.5	6.2	522.2	432	8 640	3 133
	Alto Ivón	15	1	48	12	3	0.1	1.5	72	1 080	1 080	1 080
	Las Petas	40	2.8	132	6.8	4	1	5.6	694.2	12 864	50 112	27 768
	Tajibo	n.d.	3.7	176	2.5	3	1.5	4.1	817.6	n.d.	n.d.	n.d.
Las Palmeras	7	2.1	95	6	3	1.3	7.9	778.5	1 050	10 080	5 449.5	
CAVINEÑO	Baketi	12	2.5	104.3	3.5	2.5	2.1	4.3	450.2	2 240	14 400	9 003.6
	San Miguel	3	2	66	4.5	3	3.3	16.2	825	2 730	18 720	10 725
	Las Mercedes	2	2	96	5	2	0.8	4	384	5 376	5 376	5 376
	Buen Destino	6	1	48	10	1	2	20	960	19 200	19 200	19 200
	Santa Rosa de Florida	6	2	96	6	2	0.8	5	480	8 160	8 160	8 160
	Triunfo	6	6	48	10	2	0.3	3	144	864	864	864
	Santa Elena	40	2.7	82.9	5.9	3	1.1	5.9	596.3	860	107 520	23 852
TACANA-CAVINEÑO	Alta Gracia	30	1.5	72	2.5	2	1.8	4.6	304.8	7 920	10 368	9 144
	Carmen Alto	30	2.2	68.8	4.9	3	1.3	6.7	531	5 400	54 000	15 931
	Santuario	30	2.2	96	4.5	2	2.4	10.2	1 038	17 280	45 000	31 140
TIM II	Flor de Octubre	50	2	96	4	1	0.6	2.5	240	12 000	12 000	12 000
	27 de Mayo	18	4	192	3	1.5	1	3	576	10 368	10 368	10 368

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en los cuatro TIOCs, las comunidades Flor de Octubre, Santa Elena y Las Petas son las comunidades que tienen más pescadores para la subsistencia, mientras que las comunidades Fortaleza, San Miguel y Las Mercedes cuentan con menos pescadores de subsistencia. La comunidad 27 de Mayo tiene el mayor número de faenas por año, mientras que las comunidades Triunfo y Buen Destino tienen el menor número de faenas por año. En cuanto a la duración de las faenas, en las comunidades Buen Destino y Triunfo se registraron faenas de mayor duración. En las comunidades Tajibo y Alta Gracia se registraron las faenas de menor duración. El número promedio de pescadores que participan por faena, varía desde un pescador, en las comunidades Flor de Octubre y Buen Destino, hasta tres, en las comunidades Tres Bocas, Tajibo, Las Palmeras, San Miguel, Santa Elena y Carmen Alto.

En cuanto al CPUE, se obtuvo el valor promedio más alto en la comunidad San Miguel (3.3). El volumen promedio por faena por pescador más alto se obtuvo en la comunidad Buen Destino (20 kg/faena/pescador) y el más bajo se obtuvo en las comunidades Triunfo y 27 de Mayo (3 kg/faena/pescador). El volumen promedio anual por pescador más alto se obtuvo en la comunidad Santuario (1 038 kg/año/pescador) y el más bajo se obtuvo en la comunidad Triunfo (144 kg/año/pescador).

En relación a la producción anual estimada de pesca para la subsistencia tomando en cuenta todas las comunidades estudiadas de los cuatro TIOCs, se obtuvo el volumen anual mínimo en la comunidad Siete Almendros del TIOC Chácobo-Pacahuara con 432 kg/año, el volumen anual máximo se registró en la comunidad Santa Elena del TIOC Tacana-Cavineño con 107 520 kg/año. El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Santuario dentro del TIOC TIM II con un valor de 31 140 kg/año y se obtuvo el volumen anual promedio más bajo en la comunidad Triunfo del TIOC Tacana-Cavineño con un valor de 864 kg/año para la subsistencia.

Dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara el volumen anual mínimo se registró en la comunidad Siete Almendros (432 kg/año) y el volumen anual máximo en la comunidad

Las Petas (50 112 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Las Petas (27 768 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo en la comunidad Tres Bocas (2 632 kg/año). No se obtuvo el volumen anual estimado de la comunidad Tajibo ya que no se conoce el número de pescadores de subsistencia de esta comunidad. La comunidad Alto Ivón no fue tomada en cuenta para realizar estas comparaciones debido a que solo se entrevistó a una persona de esta comunidad.

Dentro del TIOC Cavineño el volumen anual mínimo se registró en la comunidad Baketi (2 240 kg/año) y el volumen anual máximo en la comunidad Buen Destino (19 200 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Buen Destino (19 200 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Las Mercedes (5 376 kg/año).

Dentro del TIOC Tacana-Cavineño el volumen anual mínimo se registró en la comunidad Santa Elena (860 kg/año) y el volumen anual máximo también se registró en la comunidad Santa Elena (107 520 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Santa Elena (23 852 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Triunfo (864 kg/año), es importante señalar que para la comunidad Triunfo la temporada de pesca de subsistencia es entre julio a octubre, mientras que en las demás comunidades estudiadas dura de enero a diciembre.

Dentro del TIOC TIM II el volumen anual mínimo se registró en la comunidad 27 de Mayo (10 368 kg/año) y el volumen anual máximo se registró en la comunidad Santuario (45 000 kg/año). El volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Santuario con un valor de (31 140 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad 27 de Mayo (10 368 kg/año).

En general se observó que las comunidades con mayor producción anual de pesca de subsistencia son Santuario, Las Petas, Santa Elena y Buen Destino, mientras que las comunidades con menor producción anual de pesca de subsistencia son Siete Almendros, Tres Bocas, Alto Ivón y Triunfo (Figura 38).



Figura 38. Producción anual estimada (kg) de pesca para subsistencia en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (subs.: subsistencia).

Capturas para el Comercio

En base a la diferencia entre los volúmenes de capturas totales (comercio y subsistencia) y de capturas para subsistencia obtenidos para cada TIOC, se estimó el volumen de pesca para el comercio para los TIOCs estudiados. Esto debido a que los pescadores entrevistados no dieron volúmenes de pesca específicos para el comercio, dieron solamente volúmenes totales, es decir volúmenes que incluyen las capturas comerciales y de subsistencia, ya que se dedican a ambas actividades. Solamente los pescadores que se dedican exclusivamente a la pesca de subsistencia dieron volúmenes específicos. Por este motivo, los volúmenes de pesca comercial se obtuvieron en base a la diferencia entre los volúmenes totales (comercio y subsistencia) y de pesca para subsistencia ob-

tenidos para cada comunidad y cada TIOC. Según este criterio, se estima que el TIOC TIM II es el que produce el mayor volumen de pesca para el comercio con 253 922.5 kg/año, tomando en cuenta los resultados obtenidos en las comunidades que participaron de los talleres y las entrevistas. Le sigue el TIOC Tacana-Cavineño con 33 465.6 kg/año y el TIOC Cavineño con 23 694.6 kg/año. El TIOC Chácobo-Pacahuara no pesca para el comercio, pesca exclusivamente para la subsistencia (Cuadro 39, Figura 39).

Como se puede observar en el Cuadro 39 el TIOC TIM II cuenta con el mayor número de pescadores para el comercio, seguido del TIOC Cavineño y el TIOC Tacana-Cavineño, mientras que en el TIOC Chácobo-Pacahuara no se contabilizaron pescadores para el comercio.

Cuadro 39. Estimación del volumen anual de pesca para el comercio en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; prom: promedio; estim: estimado).

TIOC	N° pesc comercio	kg/año/TIOC prom Pesca (Comercio y Subsistencia)	kg/año/TIOC prom Pesca Subsistencia	kg/año/TIOC estim Pesca Comercio
Chácobo-Pacahuara	0	50 540.5	50 540.5	0
Cavineño	16	76 159.3	52 464.6	23 694.6
Tacana-Cavineño	13	83 257.2	49 791.6	33 465.6
TIM II	44	307 430.4	53 508	253 922.5

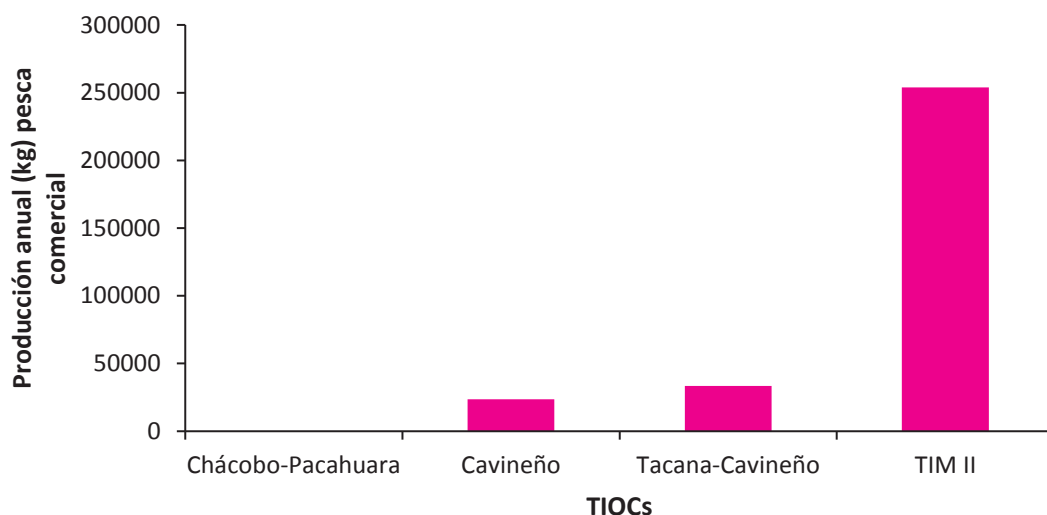


Figura 39. Producción anual estimada (kg) de pesca para el comercio en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

En el Cuadro 40 se pueden observar las comunidades que pescan para el comercio según las entrevistas individuales y los talleres comunales, los volúmenes anuales estimados de pesca para el comercio y también la temporada de pesca para el comercio de cada comunidad. Las comunidades Flor de Octubre y Lago El Carmen cuentan con mayor número de pescadores que se dedican a la pesca comercial, mientras que las comunidades Alta Gracia, San José y Buen Destino tienen menor número de pescadores comerciales. En

la comunidad Las Mercedes no se conoce el número de pescadores que se dedican a la pesca comercial. En cuanto a la producción anual estimada de pesca para el comercio tomando en cuenta a las comunidades donde existe pesca comercial, se obtuvo el volumen anual estimado más alto en la comunidad Flor de Octubre dentro del TIOC TIM II con un valor de 114 449 kg/año y se obtuvo el volumen anual estimado más bajo en la comunidad Las Mercedes dentro del TIOC Cavineño con un valor de 392 kg/año (Cuadro 40).

Cuadro 40. Estimación del volumen anual de pesca para el comercio en las comunidades donde existe pesca comercial en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; com: comunidad; estim: estimado).

TIOC	Comunidad	N° pesc comercio	kg/año/com estim pesca comercio	Temporada pesca comercio											
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CAVINEÑO	Las Mercedes	n.d.	392						X	X	X	X	X		
	Lago Buena Vista	5	5 480.8			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	San José	3	2 450.8						X	X	X	X	X	X	X
	Buen Destino	2	666						X	X	X	X			
	Santa Rosa de Florida	5	14 846.7						X	X	X	X	X	X	X
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	5	13 288.8				X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Alta Gracia	3	17 135.1				X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Carmen Alto	5	3 041.6					X	X	X	X	X	X	X	X
TIM II	Santuario	6	2 988				X	X	X	X	X	X	X	X	
	Flor de Octubre	17	114 449	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	27 de mayo	7	28 965.6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lago El Carmen	14	107 520	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Dentro del TIOC Cavineño el volumen anual estimado más alto de pesca comercial se registró en la comunidad Santa Rosa de Florida (14 847 kg/año) y el volumen anual estimado más bajo se registró en la comunidad Las Mercedes (392 kg/año). La comunidad Lago Buena Vista tiene la temporada de pesca comercial más larga, dura de marzo a noviembre, y la comunidad Buen Destino tiene la temporada más corta en este TIOC, dura de junio a septiembre.

En el TIOC Tacana-Cavineño el volumen anual estimado más alto de pesca comercial se registró en la comunidad Alta Gracia (17 135 kg/año) y el volumen anual estimado más bajo se registró en la comunidad Carmen Alto (3 041.6 kg/año). Las comunidades Triunfo y Alta Gracia tienen la misma temporada de pesca comercial que dura entre los meses de abril a diciembre, mientras que la comunidad Carmen Alto tiene la temporada más corta en este TIOC, dura de mayo a diciembre.

En el TIOC TIM II el volumen anual estimado más alto de pesca comercial se registró en la comunidad Flor de Octubre (114 449 kg/año) y el volumen anual estimado más bajo se registró en la comunidad Santuario (2 988

kg/año). Las comunidades Flor de Octubre, 27 de Mayo y Lago El Carmen pescan para el comercio durante todo el año, mientras que en la comunidad Santuario la temporada de pesca para el comercio dura de abril a noviembre.

En general se observó que las comunidades con mayor producción anual de pesca para el comercio son Flor de Octubre, Lago El Carmen, 27 de Mayo, Alta Gracia, Santa Rosa de Florida y Triunfo, mientras que las comunidades con menor producción anual de pesca para el comercio son San José, Buen Destino y Las Mercedes (Figura 40).

Entre las comunidades estudiadas hay varias donde los entrevistados no se dedican a la pesca para el comercio; entre estas están todas las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara que participaron del estudio: Firmeza, Fortaleza, Tres Bocas, Siete Almendros, Alto Ivón, Las Petas, Tajibo y Las Palmeras. Del TIOC Cavineño la comunidad San Miguel, y del TIOC Tacana-Cavineño la comunidad Santa Elena. Las cuatro comunidades del TIOC TIM II que participaron del estudio se dedican a la pesca comercial. En la comunidad Baketi del TIOC Cavineño hay solamente un pesca-

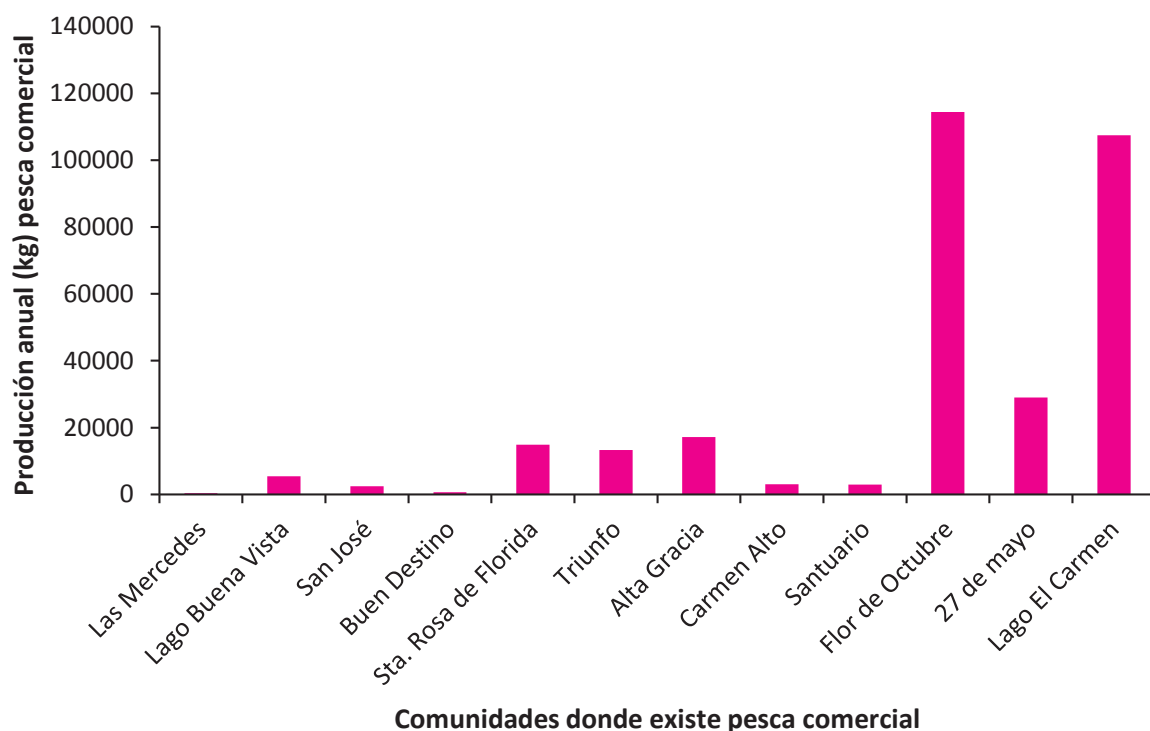


Figura 40. Producción anual estimada (kg) de pesca para el comercio en las comunidades donde existe pesca comercial en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

dor de pesca comercial. Sin embargo, el volumen de pesca que dio es de capturas totales (incluyendo comercio y subsistencia), no se conoce que volumen es el que comercializa, por lo tanto no fue tomado en cuenta como volumen de pesca comercial.

Especies más importantes para la pesca

En base a los resultados obtenidos en las entrevistas individuales, se obtuvo una lista de

las principales especies de peces que se pescan en los cuatro TIOCs estudiados (Cuadro 41).

En base a los promedios de los valores de CPUE (kilogramos/hora/pescador) de cada especie para cada comunidad y para cada TIOC, obtenidos en las entrevistas individuales, se obtuvo el aporte de cada especie al volumen total obtenido por captura, para conocer de esta manera cuales son las especies más importantes para la pesca en cada comunidad y

Cuadro 41. Lista de las principales especies de peces que se pescan en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Nombre común	Nombre científico	Chácobo-Pacahuara	Cavineño	Tacana-Cavineño	TIM II
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>		X	X	X
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	X	X	X	X
Pintado	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	X	X	X	X
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	X	X	X	X
Yatorana	<i>Brycon amazonicus</i>	X	X	X	X
Chanana	<i>Zungaro zungaro</i>			X	X
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X	X	X	
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>	X	X	X	X
Palometa	<i>Serrasalmus spp.</i>	X	X	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>	X	X	X	X
Pacupeba	<i>Mylossoma duriventre</i>	X	X	X	X
Llorona	<i>Potamorhina altamazonica</i>		X	X	X
Blanquillo	<i>Calophysus macropterus</i>	X		X	
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>	X	X	X	
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X	X	X
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X	X	X	X
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>	X	X	X	
Serepapa	<i>Aequidens tetramerus</i>	X	X	X	X
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X	X	X	X
Bagre	<i>Pimelodus spp.</i>	X	X	X	X
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides</i>	X	X	X	
Pacusillo	<i>Piaractus brachipomus</i>	X	X	X	X
Lisa	<i>Leporinus trifasciatus</i>		X	X	X
Sardina	<i>Triportheus albus</i>		X	X	
Carrancho	<i>Pterygoplichthys spp.</i>		X		X
Paleta	<i>Sorubimichthys planiceps</i>			X	
Salmón	<i>Pellona flavipinnis</i>			X	
Pico de pato	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>			X	
Ñata	<i>Pygocentrus nattereri</i>				X
Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>				X
N° especies		20	24	28	22

en cada TIOC. En general, según los resultados obtenidos en las entrevistas individuales dentro de los cuatro TIOCs, se observó que las diez especies más importantes o de mayor aporte al volumen total obtenido por captura son: el paiche, pintado, palometa, tucunaré, bentón, pacú, corvina, yatorana, general y surubí. Las especies de menor importancia o que se pescan en menor proporción son: blanquillo, buchere, yayú, seferino, serepapa, pacupeba, sábalo, tujuno, bagre, cachorro, pacusillo, lisa, sardina, entre otros.

En el Cuadro 42 se pueden observar las especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara.

En el TIOC Chácobo-Pacahuara, según los promedios de los valores de CPUE obtenidos para cada especie, se observó que las especies de peces más importantes para la pesca son: tucunaré, bentón, general, pintado, palometa, surubí, blanquillo, serepapa, entre otros (Figura 41).

Cuadro 42. Lista de las principales especies de peces que se pescan en las comunidades estudiadas del TIOC Chácobo-Pacahuara del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Nombre común	Nombre científico	Firmeza	Fortaleza	Tres Bocas	Siete Almendros	Alto Ivón	Las Petas	Tajibo	Las Palmeras
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>					X	X		X
Pintado	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	X	X	X	X	X	X		
General	<i>Phractocephalus hemioipterus</i>	X	X	X	X		X	X	X
Yatorana	<i>Brycon amazonicus</i>	X	X	X	X	X	X		X
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X	X				X	X	X
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Palometa	<i>Serrasalmus spp.</i>	X	X	X	X		X	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>				X				X
Pacupeba	<i>Mylossoma duriventre</i>		X			X			X
Blanquillo	<i>Calophysus macropterus</i>	X	X	X	X		X	X	X
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>		X	X	X		X		
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X	X	X	X	X		
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X		X	X		X	X	
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>			X	X		X		
Serepapa	<i>Aequidens tetramerus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X							
Bagre	<i>Pimelodus spp.</i>								X
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides</i>						X		
Pacusillo	<i>Piaractus brachipomus</i>						X		
N° especies		12	12	12	13	8	16	8	12

TIOC Chácobo-Pacahuara

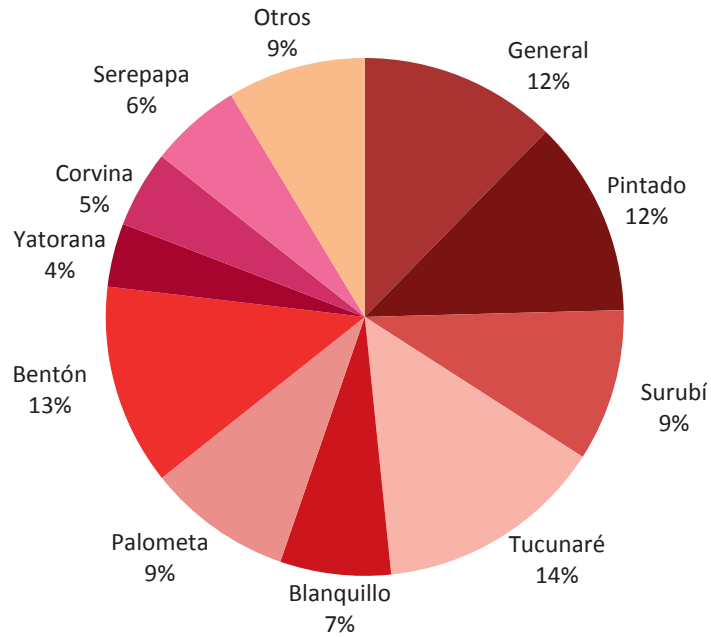
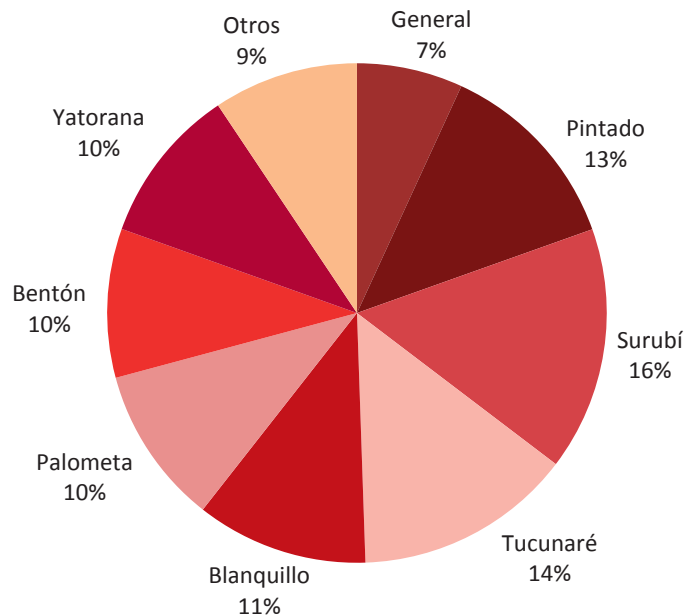


Figura 41. Especies más importantes para la pesca en el TIOC Chácobo-Pacahuara del norte amazónico de Bolivia.

En la Figura 42 se pueden observar las especies de peces más importantes para la pesca en cada comunidad estudiada dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara (42.A. Firmeza, 42.B. Fortaleza, 42.C. Tres Bocas, 42.D. Siete Almendros, 42.E. Las Petas, 42.F. Ta-

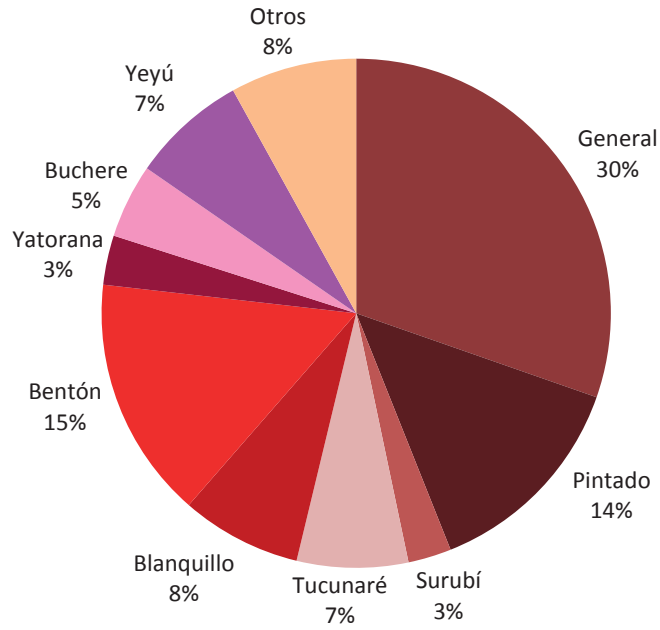
jibo, 42.G. Las Palmeras), en la comunidad Alto Ivón no se obtuvieron los volúmenes por especie por captura, por lo cual no se tiene información de las especies más importantes en esta comunidad.

Firmeza



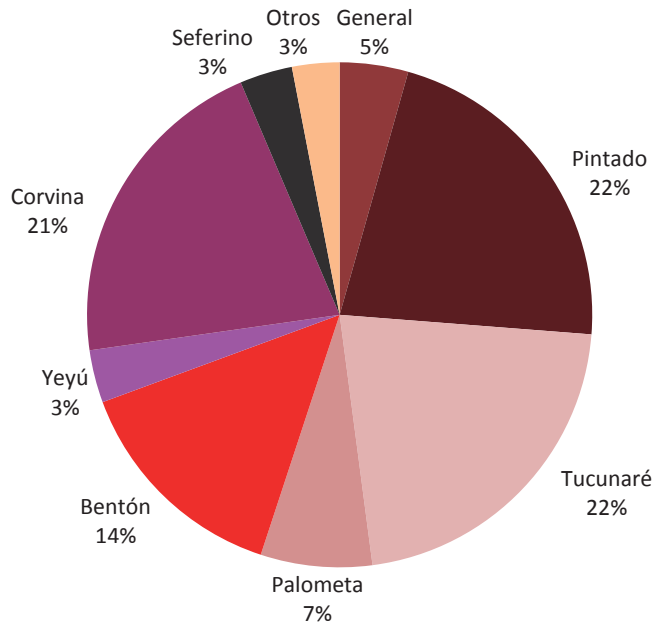
A

Fortaleza



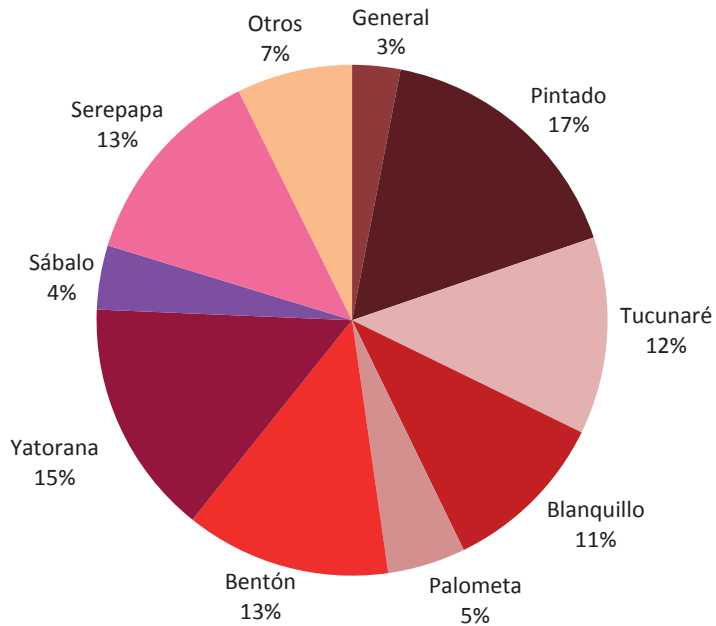
B

Tres Bocas



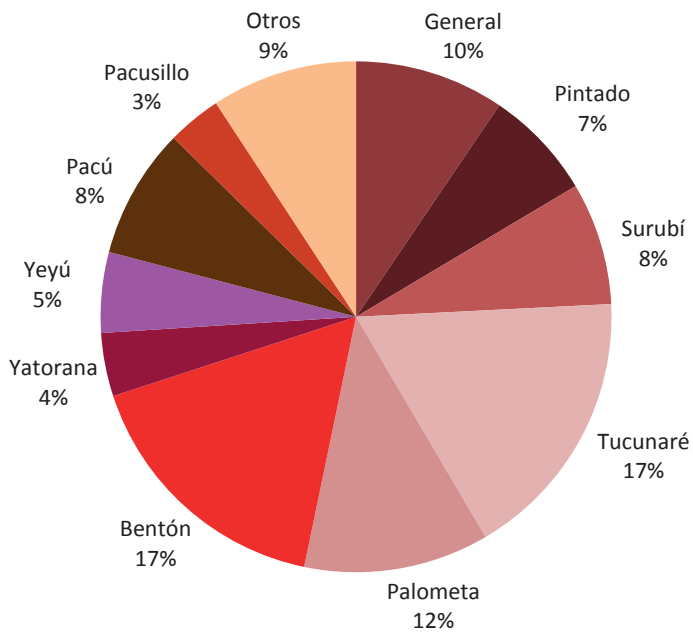
C

Siete Almendros



D

Las Petas



E

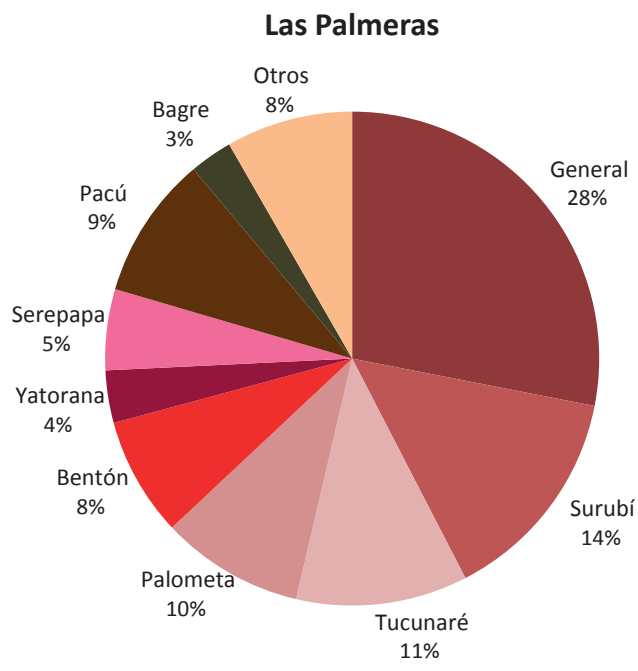
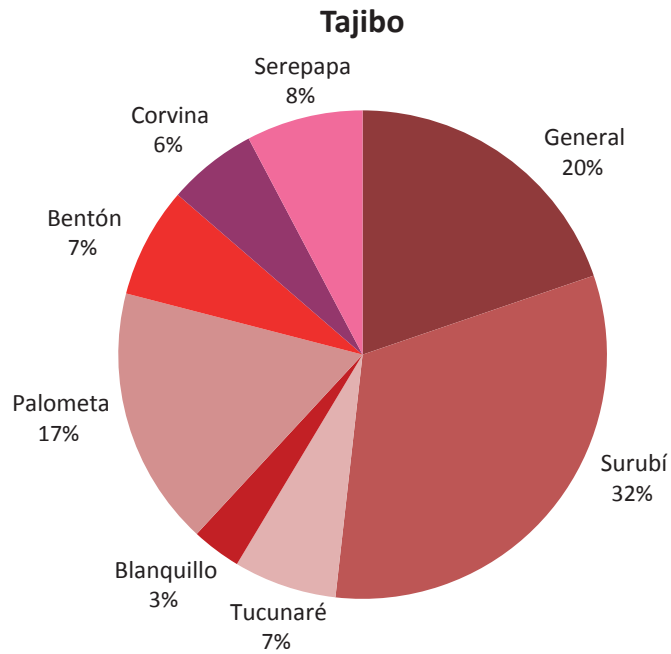


Figura 42. Especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas del TIOC Chácobo-Pacahuara del norte amazónico de Bolivia (**A.** Firmeza, **B.** Fortaleza, **C.** Tres Bocas, **D.** Siete Almendros, **E.** Las Petas, **F.** Tajibo, **G.** Las Palmeras).

En el Cuadro 43 se pueden observar las especies más importantes para la pesca en las

comunidades estudiadas dentro del TIOC Caviño.

Cuadro 43. Lista de las principales especies de peces que se pescan en las comunidades estudiadas del TIOC Cavineño del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Nombre común	Nombre científico	Baketi	San Miguel	Las Mercedes	Lago Buena Vista	San José	Buen Destino	Santa Rosa de Florida
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>				X	X	X	X
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	X	X		X	X	X	X
Pintado	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	X	X	X	X	X	X	X
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>			X		X		
Yatorana	<i>Brycon amazonicus</i>	X	X	X	X		X	X
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X		X	X			X
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>	X	X	X	X		X	X
Palometa	<i>Serrasalmus</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>	X			X			X
Pacupeba	<i>Mylossoma duriventre</i>	X						X
Llorona	<i>Potamorhina altamazonica</i>							X
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X	X	X	X
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>	X					X	
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X		X	X		X
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X					X	X
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>	X				X	X	X
Serepapa	<i>Aequidens tetramerus</i>	X			X	X		X
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X		X	X	X	X	X
Bagre	<i>Pimelodus</i> spp.	X	X	X		X		
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides</i>					X	X	
Pacusillo	<i>Piaractus brachipomus</i>	X		X	X		X	X
Lisa	<i>Leporinus trifasciatus</i>	X		X			X	
Sardina	<i>Triportheus albus</i>	X			X			
Carrancho	<i>Pterygoplichthys</i> spp.					X		
N° especies		19	8	11	14	13	14	17

En el TIOC Cavineño según los promedios de los valores de CPUE obtenidos para cada especie, se observó que las especies de peces

más importantes para la pesca son: paiche, pintado, pacú, yatorana, palometa, bentón, entre otros (Figura 43).

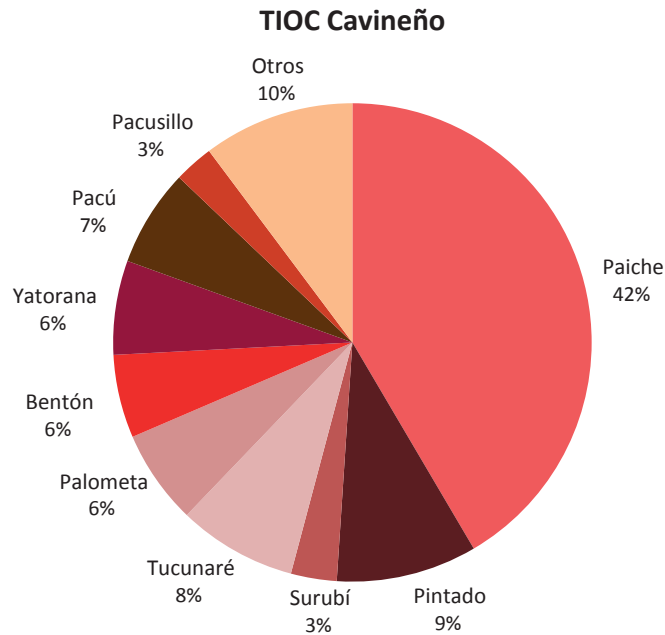
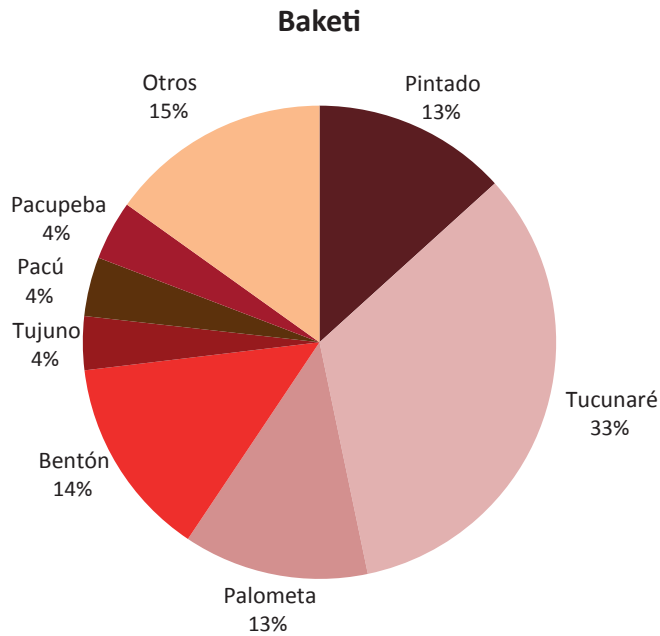


Figura 43. Especies más importantes para la pesca en el TIOC Cavineño del norte amazónico de Bolivia.

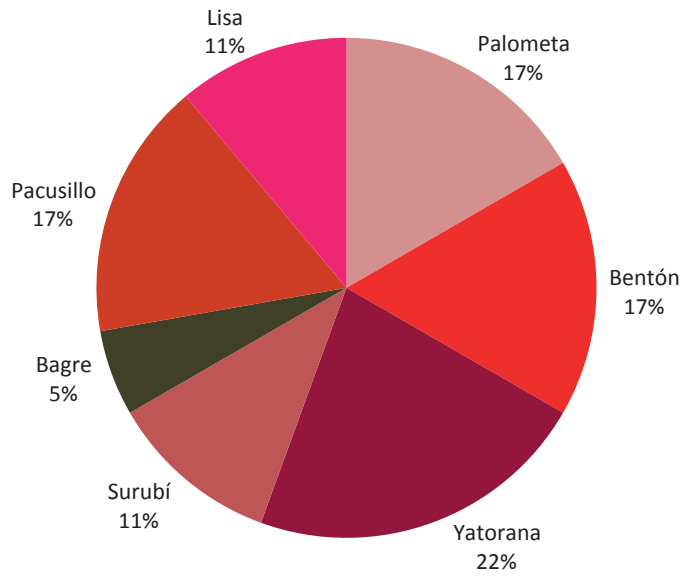
En la Figura 44 se pueden observar las especies de peces más importantes para la pesca en cada comunidad estudiada dentro del TIOC Cavineño (44.A. Baketi, 44.B. Las Mercedes, 44.C. Lago Buena Vista, 44.D. San José, 44.E. Buen Destino, 44.F. Santa Rosa

de Florida), en la comunidad San Miguel no se obtuvieron datos confiables de los volúmenes por especie por captura, por lo cual no se tiene información de las especies más importantes en esta comunidad.



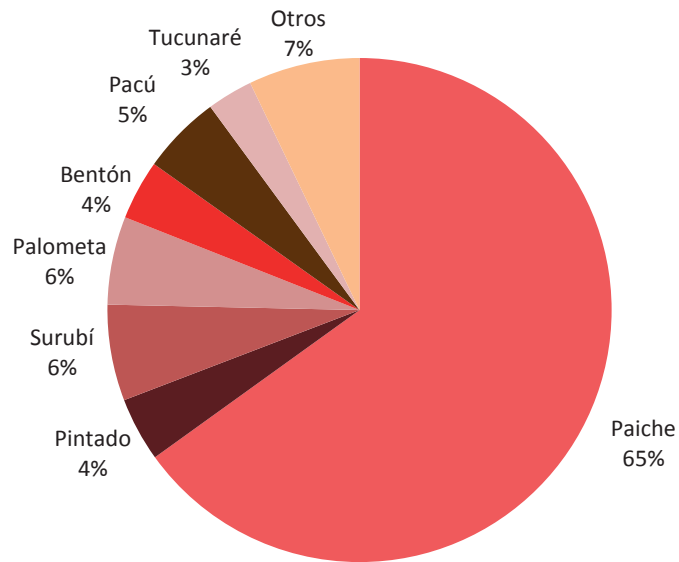
A

Las Mercedes

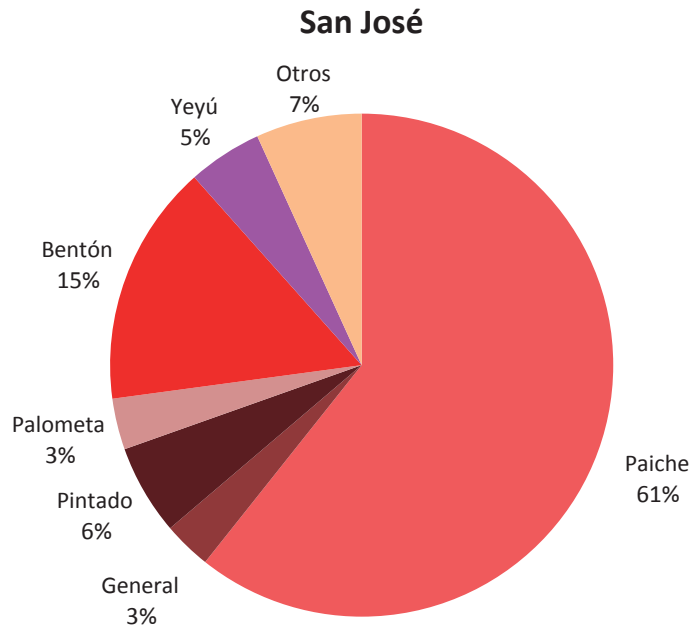


B

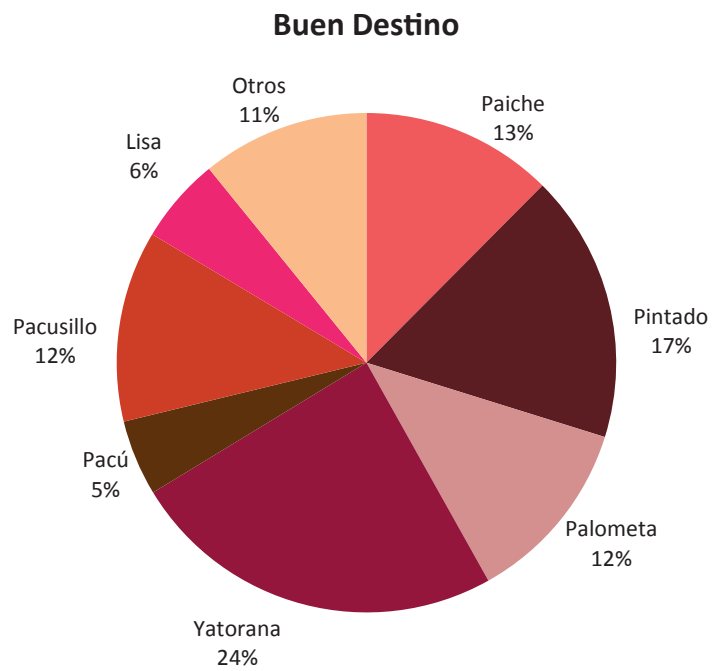
Lago Buena Vista



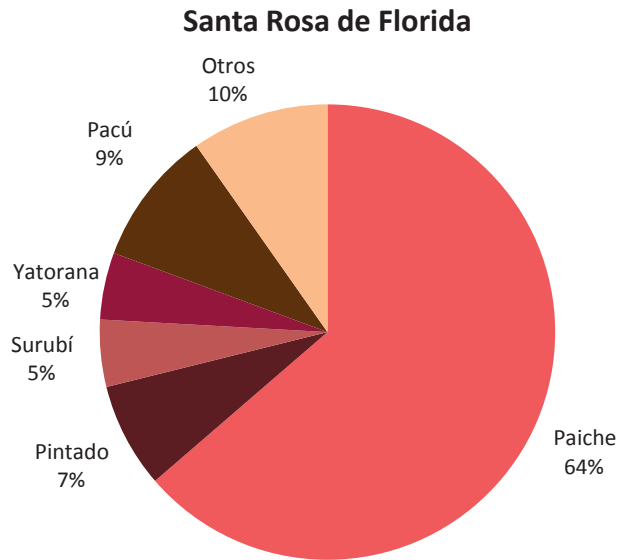
C



D



E



F

Figura 44. Especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas del TIOC Cavineño del norte amazónico de Bolivia (A. Baketi, B. Las Mercedes, C. Lago Buena Vista, D. San José, E. Buen Destino, F. Santa Rosa de Florida).

En el Cuadro 44 se pueden observar las especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas dentro del TIOC Ta-

cana-Cavineño. En la Figura 45 se pueden apreciar algunas de las especies nativas que se pescan en este TIOC.



Figura 45. Algunas de las principales especies nativas que se pescan en la comunidad Carmen Alto del TIOC Tacana-Cavineño, noviembre 2015.

Cuadro 44. Lista de las principales especies de peces que se pescan en las comunidades estudiadas del TIOC Tacana-Cavineño del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Nombre común	Nombre científico	Triunfo	Santa Elena	Alta Gracia	Carmen Alto
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>	X		X	X
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	X	X	X	X
Pintado	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	X	X	X	X
General	<i>Phractocephalus hemiolipterus</i>	X	X		
Yatorana	<i>Brycon amazonicus</i>	X	X	X	X
Chanana	<i>Zungaro zungaro</i>	X		X	
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X	X	X	
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>	X	X		X
Palometa	<i>Serrasalmus</i> spp.	X	X	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>	X	X	X	
Pacupeba	<i>Mylossoma duriventre</i>	X	X	X	X
Llorona	<i>Potamorhina altamazonica</i>	X			X
Blanquillo	<i>Calophysus macropterus</i>	X	X	X	X
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	X
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>	X			X
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X		X
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X	X	X	X
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>	X	X		
Serepapa	<i>Aequidens tetramerus</i>		X	X	X
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X	X	X	
Bagre	<i>Pimelodus</i> spp.		X		X
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides</i>	X	X	X	X
Pacusillo	<i>Piaractus brachypomus</i>		X		X
Lisa	<i>Leporinus trifasciatus</i>	X	X	X	X
Sardina	<i>Triportheus albus</i>		X	X	
Paleta	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	X		X	
Salmón	<i>Pellona flavipinnis</i>			X	
Pico de pato	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>			X	
N° especies		22	21	20	18

En el TIOC Tacana-Cavineño según los promedios de los valores de CPUE obtenidos para cada especie, se observó que las especies de

peces más importantes para la pesca son: paiche, pintado, palometa, tucunaré, bentón, corvina, pacú, entre otros (Figura 46).

TIOC Tacana-Cavineño

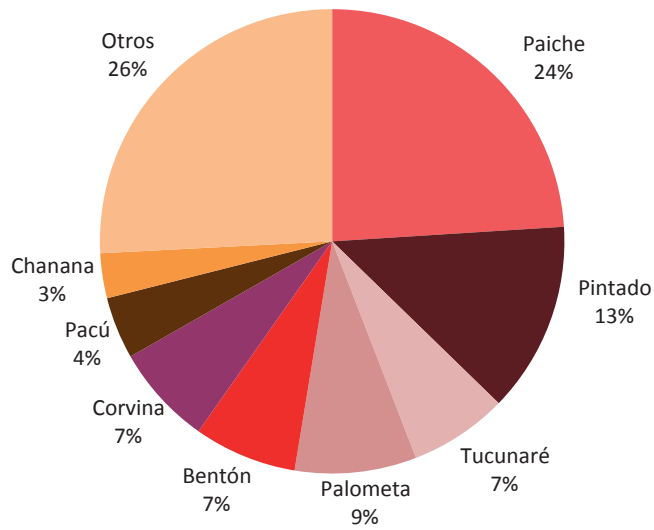
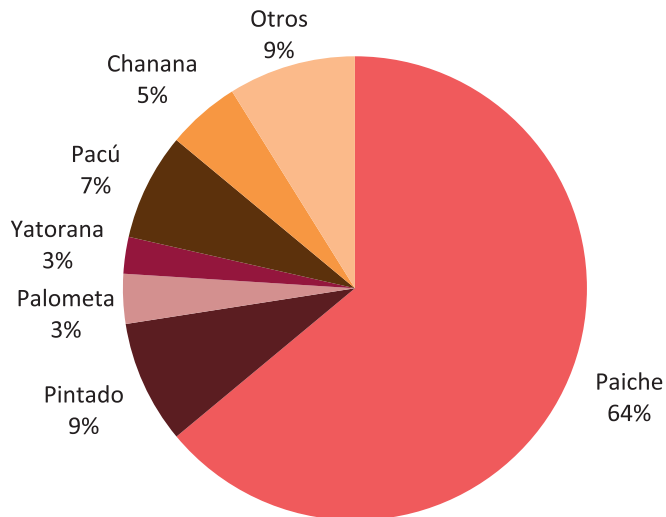


Figura 46. Especies más importantes para la pesca en el TIOC Tacana-Cavineño del norte amazónico de Bolivia.

En la Figura 47 se pueden observar las especies de peces más importantes para la pesca en cada comunidad estudiada dentro del

TIOC Tacana-Cavineño (47.A. Triunfo, 47.B. Santa Elena, 47.C. Alta Gracia, 47.D. Carmen Alto).

Triunfo



A

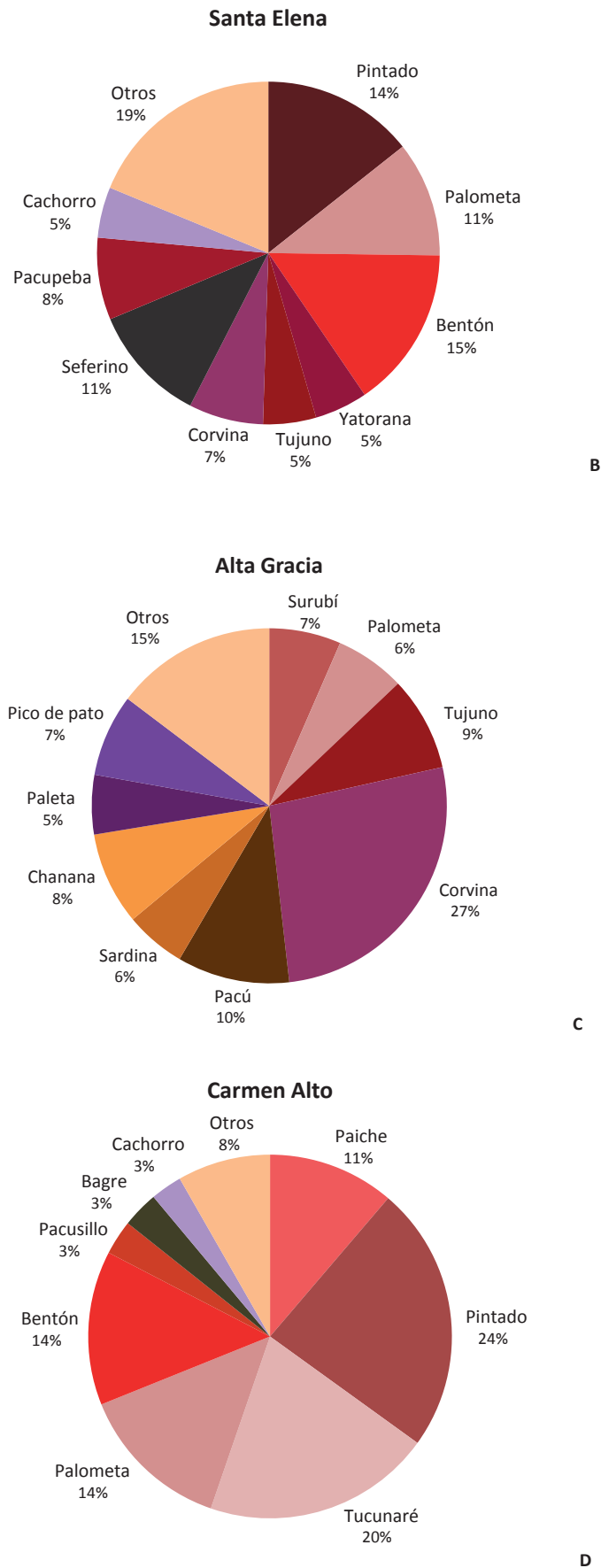


Figura 47. Especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas del TIOC Tacana-Cavineño del norte amazónico de Bolivia (A. Triunfo, B. Santa Elena, C. Alta Gracia, D. Carmen Alto).

En el Cuadro 45 se pueden observar las especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas dentro del TIOC TIM II.

Cuadro 45. Lista de las principales especies de peces que se pescan en las comunidades estudiadas del TIOC TIM II del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Nombre común	Nombre científico	Santuario	Flor de Octubre	27 de Mayo	Lago El Carmen
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>	X	X	X	X
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	X	X	X	X
Pintado	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	X	X	X	X
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>		X	X	
Yatorana	<i>Brycon amazonicus</i>	X	X	X	
Chanana	<i>Zungaro zungaro</i>	X			X
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	X		X	
Tucunaré	<i>Cichla pleiozona</i>		X		
Palometa	<i>Serrasalmus spp.</i>	X	X	X	X
Sábalo	<i>Prochilodus nigricans</i>		X	X	
Pacupeba	<i>Mylossoma duriventre</i>	X	X	X	X
Llorona	<i>Potamorhina altamazonica</i>		X	X	
Blanquillo	<i>Calophysus macropterus</i>	X		X	
Bentón	<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X	X	
Buchere	<i>Hoplosternum littorale</i>		X		
Yeyú	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	X	X		
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	X		X	X
Seferino	<i>Ageneiosus inermis</i>			X	
Serepapa	<i>Aequidens tetramerus</i>	X	X		
Tujuno	<i>Leiarius marmoratus</i>	X	X	X	
Bagre	<i>Pimelodus spp.</i>	X	X		
Cachorro	<i>Hydrolycus scomberoides</i>			X	
Pacusillo	<i>Piaractus brachypomus</i>	X	X	X	
Lisa	<i>Leporinus trifasciatus</i>	X	X	X	
Carrancho	<i>Pterygoplichthys spp.</i>		X	X	
Ñata	<i>Pygocentrus nattereri</i>		X	X	
Dorado	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>				X
N° especies		17	20	20	8

En el TIOC TIM II según los promedios de los valores de CPUE obtenidos para cada especie, se observó que las especies de peces más im-

portantes para la pesca son: paiche, palometa, pintado, bentón, corvina, pacupeba, pacú, entre otros (Figura 48).

TIOC TIM II

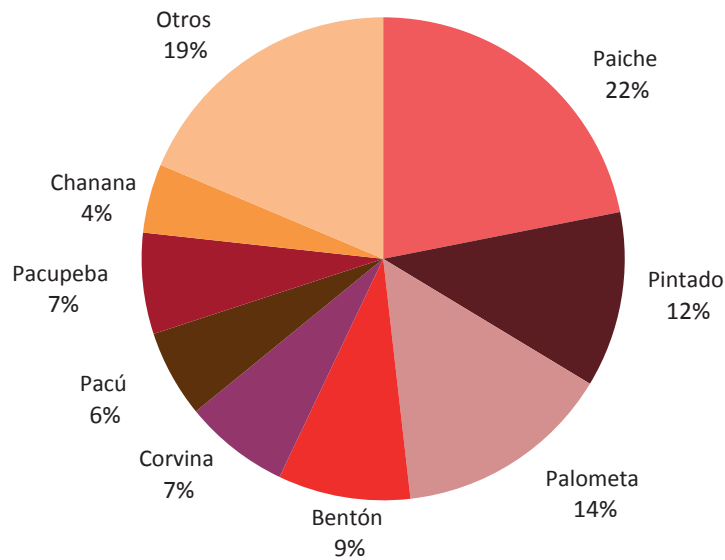
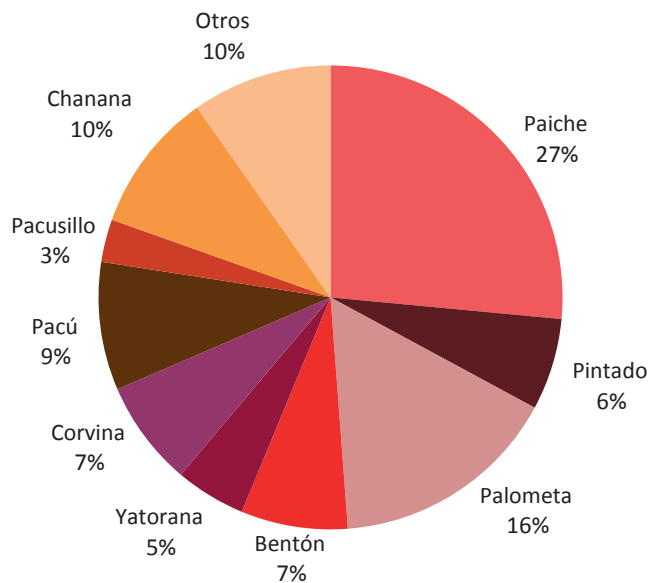


Figura 48. Especies más importantes para la pesca en el TIOC TIM II del norte amazónico de Bolivia.

En la Figura 49 se pueden observar las especies de peces más importantes para la pesca en cada comunidad estudiada dentro del

TIOC TIM II (49.A. Santuario, 49.B. Flor de Octubre, 49.C. 27 de Mayo, 49.D. Lago El Carmen).

Santuario



A

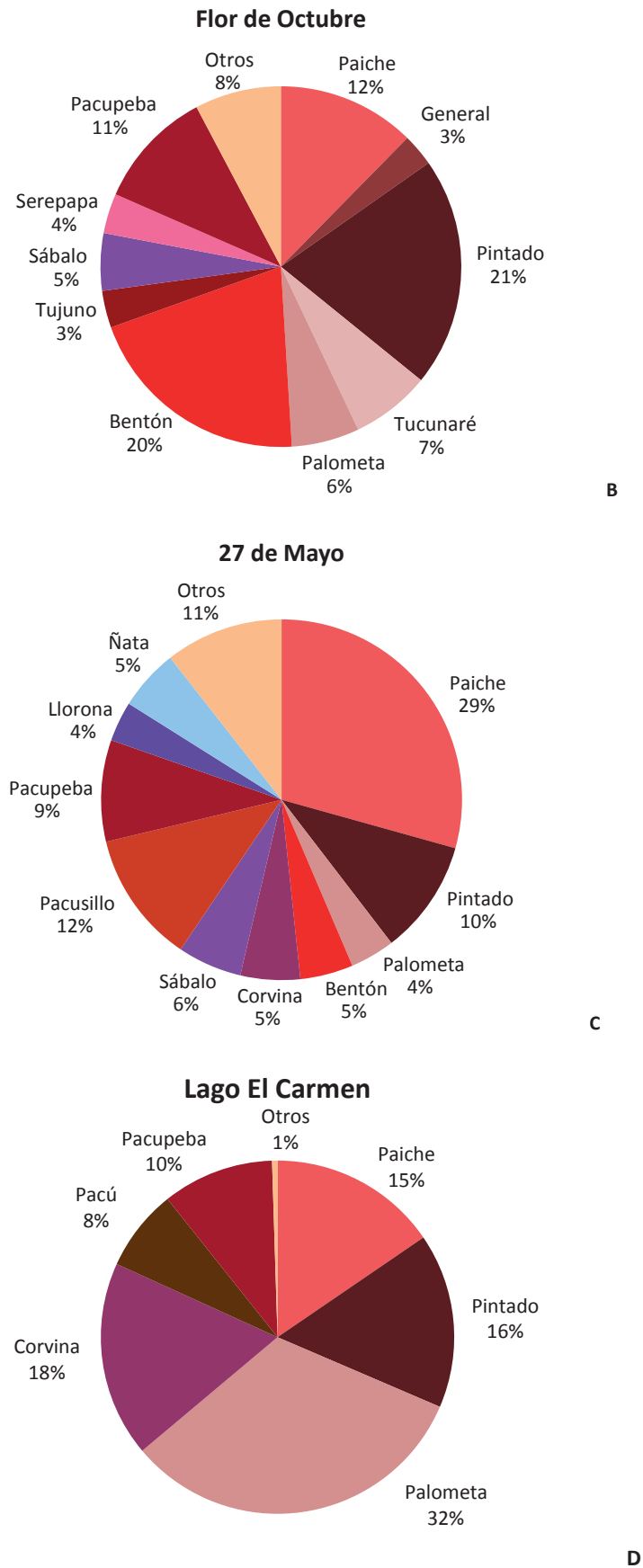


Figura 49. Especies más importantes para la pesca en las comunidades estudiadas del TIOC TIM II del norte amazónico de Bolivia (A. Santuario, B. Flor de Octubre, C. 27 de Mayo, D. Lago El Carmen).

Conocimientos y percepciones sobre el paiche

El registro más antiguo de aparición del paiche fue del año 1980 en el TIOC Cavineño, donde lo vieron por primera vez en una laguna sin nombre cerca al río Biata, en la comunidad Buen Destino. En este TIOC también fueron los primeros en comenzar a pescarlo desde el año 1993 y a comercializarlo desde el 2000. En el TIOC Tacana-Cavineño el paiche fue visto por primera vez el año 1985 en el río Geneshwaya, en la comunidad Carmen Alto. Comenzaron a pescarlo desde el año 1999 y a comercializarlo desde el 2000. En el TIOC TIM II, apareció por primera vez el año 1992 en el río Geneshwaya en la comunidad Santuario. Comenzaron a pescarlo desde el año 1995 y a comercializarlo desde el año 2005. En el TIOC Chácobo-Pacahuara solo lo pescan ocasionalmente para subsistencia, lo vieron por primera vez el año 2001 en el río Yata y comenzaron a pescarlo para subsistencia desde el año 2002 (Cuadro 46).

En cuanto a las percepciones generales del paiche, el 73% de los entrevistados dijeron que el paiche está aumentando, mientras que el 27% dijeron que está disminuyendo. En cuanto a las opiniones que tienen los comunarios del paiche, en general el 52% de las opiniones fueron positivas y el 48% fueron opiniones negativas (Cuadro 46). Entre las opiniones positivas, muchos dijeron que el paiche es grande, pesado y tiene mucha carne, lo cual es bueno para venderlo. Varios opinaron que la carne del paiche tiene buen sabor, es sana, es resistente y no se descompone tan rápido como otros pescados. También dijeron que es una buena fuente de ingreso económico.

Entre las opiniones negativas, los entrevistados dijeron que el paiche se come a los peces nativos, motivo por el cual varios de estos peces están disminuyendo. Muchos también comentaron que el paiche se vende a un precio muy bajo por lo cual no conviene pescarlo para el comercio. Cuando venden paiche dentro de las comunidades, lo venden entre 5 a 12 Bs por kg, mientras que en Riberalta los comerciantes lo venden entre 18 a 22 Bs por kg. Otra de las opiniones negativas, fue que el paiche es un animal agresivo especialmente cuando está con crías, puede incluso volcar sus embarcaciones. Algunos dijeron que el paiche no tiene buen sabor y que prefieren comer peces nativos.

Los comunarios entrevistados dijeron que la época en la que ven al paiche con huevos es entre los meses de septiembre a febrero. La temporada en la que lo ven con crías es entre los meses de noviembre a febrero. Las zonas de reproducción del paiche son principalmente lagunas y remansos grandes. La talla mínima cuando esta con crías es de 120 cm, y el peso mínimo cuando está con crías es de 30 kg. Sus hábitats preferidos son lagunas y remansos de los ríos. En cuanto a su dieta, los comunarios encuentran usualmente en sus estómagos varias especies de peces, como el bentón, tucunaré, bagre, sábalo, carrancho, sardina, buchere, palometa, panete, llorona, entre otros peces. También encuentran cangrejos, petas (tortugas) pequeñas, frutos, semillas y ramas de árboles.

En el Cuadro 47 se tiene información sobre la llegada del paiche y sobre las percepciones que tienen los comunarios en cada comunidad estudiada dentro de los cuatro TIOCs.

Cuadro 46. Llegada del paiche y percepciones sobre el paiche en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (s.n.: sin nombre).

TIOC	Año aparición paiche	Pesca de paiche para comercio	Año inicio pesca de paiche	Año inicio pesca comercial paiche	Lugar donde apareció por primera vez	el paiche está aumentando	el paiche está disminuyendo	el paiche es bueno	el paiche es malo
Chácobo-Pacahuara	2001		2002		río Yata	92%	8%	60%	40%
Cavineño	1980	X	1993	2000	laguna s.n. río Biata	82%	18%	51%	49%
Tacana-Cavineño	1985	X	1999	2000	río Geneshwaya	60%	40%	57%	43%
TIM II	1992	X	1995	2005	río Geneshwaya	65%	35%	68%	32%

Cuadro 47. Llegada del paiche y percepciones sobre el paiche en las comunidades de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos; s.n.: sin nombre).

TIOC	Comunidad	Año aparición paiche	Pesca de paiche para comercio	Año inicio pesca de paiche	Año inicio pesca comercial paiche	Lugar donde apareció por primera vez	el paiche está aumentando	el paiche está disminuyendo	el paiche es bueno	el paiche es malo
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	2006		2007		río Benicito	n.d.	n.d.	50%	50%
	Fortaleza	2006		2007		río Benicito	n.d.	n.d.	57%	43%
	Tres Bocas	2006		n.d.		río Benicito	n.d.	n.d.	50%	50%
	Siete Almendros	2006		2007		río Benicito	n.d.	n.d.	71%	29%
	Alto Ivón	2002		2002		río Geneshwaya	n.d.	n.d.	50%	50%
	Las Petas	2001		2004		río Yata	87%	13%	33%	67%
	Tajibo	n.d.		2009		n.d.	100%	0%	50%	50%
	Las Palmeras	2001		2002		río Yata	100%	0%	0%	100%
	Baketi	1995		2004		río Biata	83%	17%	53%	47%
	San Miguel	1999		2007		río Santa María	100%	0%	50%	50%
CAVINEÑO	Las Mercedes	2000		2005		n.d.	100%	0%	50%	50%
	Lago Buena Vista	2000	X	2003	2005	río Biata	33%	67%	67%	33%
	San José	2000	X	2005	2005	río Biata	100%	0%	25%	75%
	Buen Destino	1980	X	1993	2000	laguna s.n. río Biata	60%	40%	45%	55%
	Santa Rosa de Florida	1997	X	2000	n.d.	laguna Garcerero	100%	0%	57%	43%
	Triunfo	1995	X	1999	2000	laguna Mamacata	0%	100%	71%	29%
	Santa Elena	1997		2001		laguna Santa Elena	55%	45%	58%	42%
	Alta Gracia	2001		2001		laguna Carnavalito	100%	0%	67%	33%
	Carmen Alto	1985	X	2000	2005	río Geneshwaya	83%	17%	47%	53%
	Santuario	1992	X	1995	2006	río Geneshwaya	67%	33%	57%	43%
TIM II	Flor de Octubre	1994	X	2000	2005	laguna El Carmen	50%	50%	64%	36%
	27 de mayo	1997	X	1997	2006	laguna 27 de Mayo	80%	20%	75%	25%
	Lago El Carmen	1995	X	2000	n.d.	laguna Islas	100%	0%	100%	0%

Esfuerzo (CPUE), tiempo y número de pescadores para la pesca comercial de paiche

De los 127 entrevistados, 42 personas pescan paiche para el comercio, 15 en el TIOC Cavineño, 10 en el Tacana-Cavineño y 17 en el TIOC TIM II. Los hábitats principales para la pesca de paiche son ríos, lagunas, remasos y arroyos. La temporada de pesca del paiche para subsistencia es entre enero a diciembre en los cuatro TIOCs, y para comercio varía en cada TIOC. En el TIOC Cavineño la temporada de pesca comercial de paiche es entre junio a noviembre. En el TIOC Tacana-Cavineño es entre abril a diciembre, y en el TIOC TIM II es entre enero a diciembre. Entre las artes de pesca más usadas comúnmente para la pesca de paiche están la lineada y anzuelo, el espíñel, las mallas y los mallones.

En base a los resultados obtenidos para los cuatro TIOCs, se observó que el número de faenas a la semana varía entre uno a siete, con un promedio de tres faenas por semana. El número de faenas al año varía entre dos a 240, con un promedio de 56 faenas al año por pescador. La duración de la faena varía de tres a 24 h, con un promedio de nueve horas por faena. El número de pescadores que participan de una faena varía de uno a cinco, con un promedio de dos pescadores por faena. El valor de CPUE mínimo fue de 0.2 y el máximo de 13.8, el valor promedio de CPUE fue de 3.3. Esto quiere decir que un pescador pesca en promedio 3.3 kg de paiche en una hora para el comercio. El volumen promedio en kg por faena por pescador varía desde 2 hasta 333.3 kg, con un promedio de 35 kg de paiche por faena por pescador. El volumen en kg por año por pescador varía desde 31 hasta 11 952 kg, con un promedio de 935 kg de paiche por año por pescador para el comercio.

Tomando en cuenta los volúmenes anuales estimados de paiche por pescador para el comercio y el número de pescadores que se dedican al comercio de paiche en las comunidades que participaron del estudio, se obtuvo el volumen anual estimado para cada comunidad donde se pesca paiche para el comercio. Se observó que el TIOC TIM II tiene la mayor producción anual de paiche con 23 788 kg al año, seguido por el TIOC Tacana-Cavineño con 7 512 kg de paiche al año

y el TIOC Cavineño con 6 170.5 kg de paiche al año. En el TIOC Chácobo-Pacahuara no se pesca paiche para el comercio (Cuadro 48). Debido a que no se conoce el número de pescadores que pescan paiche exclusivamente para la subsistencia, no se pudo estimar la producción anual de paiche para la subsistencia de las comunidades estudiadas en los cuatro TIOCs.

Como se observa en el Cuadro 48, el mayor número de pescadores de paiche para el comercio se registró en el TIOC TIM II, seguido por el TIOC Cavineño y el Tacana-Cavineño. En el TIOC TIM II se registró el mayor número de faenas al año para la pesca comercial de paiche, el menor número de faenas se registró en el TIOC Tacana-Cavineño. Sin embargo, en este TIOC las faenas tienen mayor duración, mientras que en el TIOC Cavineño las faenas son de menor duración. En relación al número de pescadores que participan de una faena, en los tres TIOCs donde se pesca paiche para el comercio, participan en promedio dos pescadores por faena. En cuanto el CPUE, el promedio más alto se registró en el TIOC Tacana-Cavineño y el más bajo en el TIOC TIM II. Se obtuvo el volumen más alto por faena por pescador en el TIOC Tacana-Cavineño con un promedio de 115 kg de paiche por faena por pescador, el volumen más bajo se obtuvo en el TIOC TIM II con un promedio de 9 kg de paiche por faena por pescador.

En el TIOC TIM II se registró el mayor volumen anual de paiche por pescador, un pescador pesca en promedio 1 552 kg de paiche al año para el comercio, le sigue el TIOC Tacana-Cavineño con 751 kg al año por pescador. En el TIOC Cavineño se obtuvo el menor valor, 456 kg de paiche al año por pescador para el comercio.

En cuanto al volumen estimado de paiche para el comercio obtenido anualmente en cada TIOC, tomando en cuenta el número de pescadores que se dedican a la pesca comercial de paiche en cada comunidad y en cada TIOC, se puede observar que el TIOC TIM II tiene la mayor producción anual de pesca comercial de paiche con un valor estimado de 23 788 kg al año. El TIOC Cavineño tiene la menor producción anual, con un valor estimado de 6 170.5 kg al año (Figura 50).

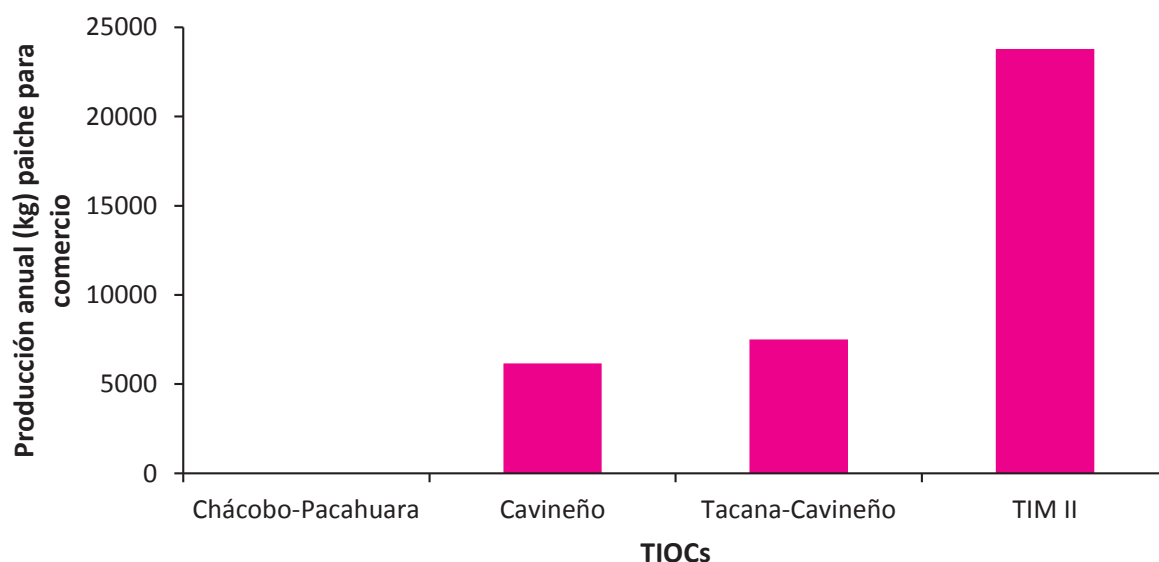


Figura 50. Producción anual estimada (kg) de paiche para el comercio en cada TIOC estudiado del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 48. Esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por TIOC obtenidos para la pesca comercial de paiche dentro de los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; fa: faena; sem: semana; prom: promedio; h: hora; CPUE: captura por unidad de esfuerzo).

TIOC	N° pesc comercio paiche	N° fa/sem/pesc prom	N° fa/año/pesc prom	Horas prom fa	N° pesc/fa prom	kg/h/pesc (CPUE) prom	kg/fa/pesc prom	kg/año/pesc prom	kg/año/TIOC prom
Chácobo-Pacahuara	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cavineño	15	2.3	29.5	5.1	2	3.9	17.3	456.3	6 170.5
Tacana-Cavineño	10	1.7	21.5	13.7	2	6.1	115	751.2	7 512
TIM II	17	4.2	104.6	10.7	2	0.9	9	1 552.2	23 788.3
	42	3.3	56.2	9.1	2	3.3	35.3	934.7	Total 4 TIOCs: 37 470.8

En el Cuadro 49 se pueden observar los mismos valores con mayor detalle dentro de cada comunidad estudiada donde se pesca paiche para el comercio. Según los resultados obtenidos, las comunidades Flor de Octubre, 27 de Mayo, Carmen Alto, Triunfo, Santa Rosa de Florida y Lago Buena Vista tienen más pescadores de paiche para el comercio, mientras que las comunidades Buen Destino, Lago El Carmen, San José y Santuario cuentan con

menor número. La comunidad Lago El Carmen tiene el mayor número de faenas por año, seguida por la comunidad Flor de Octubre, mientras que las comunidades San José y Triunfo tienen el menor número de faenas por año.

En relación a la duración de las faenas, en la comunidad Triunfo se registraron las faenas de mayor duración y en las comunidades San José y Carmen Alto se registraron las de

Cuadro 49. Temporada de pesca, esfuerzo (CPUE), tiempo, número de pescadores y volúmenes anuales en promedio por pescador y por TIOC obtenidos para la pesca comercial de paiche en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc: pescadores; fa: faena; prom: promedio; h: hora; CPUE: captura por unidad de esfuerzo; com: comunidad).

TIOC	Comunidad	N° pesc comercio paiche	Temporada pesca paiche para comercio												kg/h/ pesc (CPUE) prom	kg/fa/ pesc prom	kg/ año/ pesc prom	kg/ año/ com prom			
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D							
CAVINEÑO	Lago Buena Vista	5					X	X	X	X	X	X			13.5	8	2	1.7	13.4	186.6	932.8
	San José	3					X	X	X	X	X	X			5.3	3	2	3.3	9.8	52.6	157.7
	Buen Destino	2					X	X	X	X	X	X			84	6	2	0.6	3.7	390	780
	Santa Rosa de Florida	5					X	X	X	X	X	X			34.2	4	2	7	28.1	860	4 300
TACANA- CAVINEÑO	Triunfo	5					X	X	X	X	X	X	X	X	5	24	3	9.1	218.9	1 271.2	6 356
	Carmen Alto	5					X	X	X						38	3.5	3	3.2	11.1	231.2	1 156
TIM II	Santuario	3					X	X	X						54	10	2	0.9	9.1	343.8	1 031.4
	Flor de Oc- tobre	7					X	X	X	X	X	X			121.1	12	2	0.7	8.4	794.3	5 560
	27 de mayo	5					X	X	X	X	X	X	X	X	57.3	8	2	1.5	11.9	856.9	4 284.9
	Lago El Carmen	2					X	X	X	X	X	X	X	X	168	11	2	0.6	6.6	6 456	12 912

menor duración. El número promedio de pescadores que participan por faena varía de dos a tres pescadores, en las comunidades Triunfo y Carmen Alto participan en promedio tres pescadores por faena, mientras que en las demás comunidades participan en promedio dos pescadores por faena.

El CPUE promedio más alto se obtuvo en la comunidad Triunfo (9.1) y el valor promedio más bajo en las comunidades Buen Destino y Lago El Carmen (0.6). El volumen promedio por faena por pescador más alto se obtuvo en la comunidad Triunfo (219 kg/faena/pescador) y el más bajo se obtuvo en la comunidad Buen Destino (3.7 kg/faena/pescador). El volumen promedio anual de paiche para el comercio más alto por pescador se obtuvo en la comunidad Lago El Carmen (6 456 kg/año/pescador) y el más bajo se obtuvo en la comunidad San José (52.6 kg/año/pescador).

En relación a la producción anual estimada de pesca de paiche para el comercio, el volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Lago El Carmen del TIOC TIM II con un valor de 12 912 kg/año de paiche para el comercio y se obtuvo el volumen anual promedio más bajo en la comunidad San José del TIOC Cavineño con un valor de 157.7 kg/año de paiche para el comercio (Cuadro 49).

Dentro del TIOC Cavineño el volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Santa Rosa de Florida (4 300 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad San José (157.7 kg/año). En el TIOC Tacana-Cavineño el volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Triunfo (6 356 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Carmen Alto (1 156 kg/año). Dentro del TIOC TIM II el volumen anual promedio más alto se obtuvo en la comunidad Lago El Carmen (12 912 kg/año) y el volumen anual promedio más bajo se registró en la comunidad Santuario (1 031 kg/año).

En general se observó que las comunidades con mayor producción anual de pesca de paiche para el comercio son Lago El Carmen, Triunfo, Flor de Octubre, Santa Rosa de Florida y 27 de Mayo, mientras que las comunidades con menor producción anual de pesca de paiche para el comercio son San José, Buen Destino y Lago Buena Vista (Figura 51).

Esfuerzo (CPUE) en zonas de pesca donde hay mucho y poco paiche

Los valores de CPUE (kilogramos/hora/pescador) más elevados para las zonas del río y las lagunas con mucho paiche, se obtuvieron en

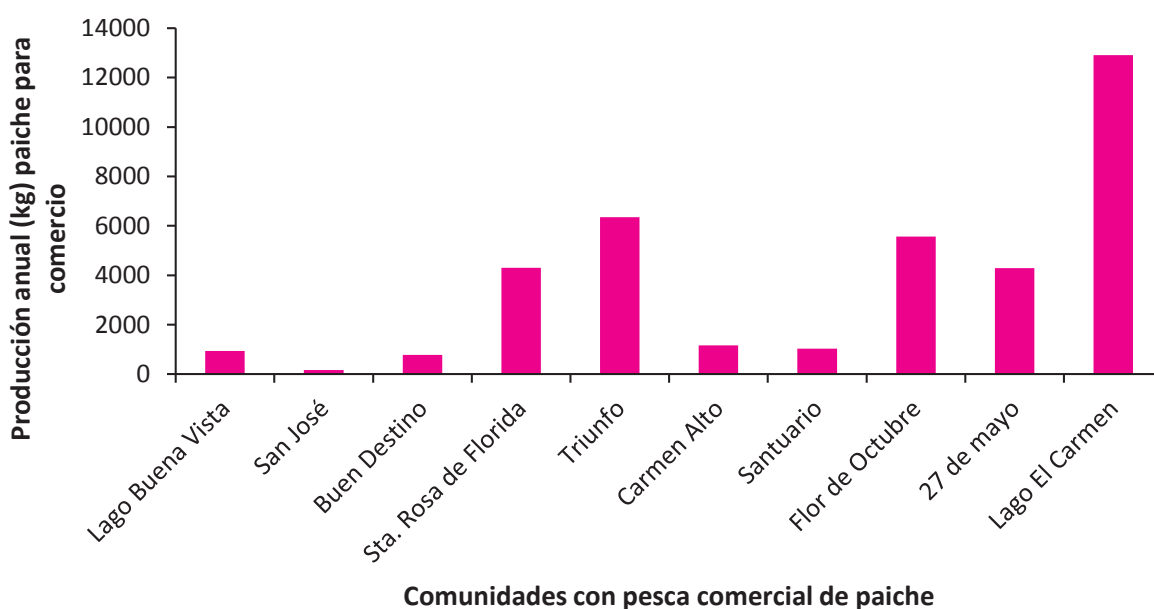


Figura 51. Producción anual estimada (kg) de paiche para el comercio en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

las comunidades Buen Destino, Triunfo y Carmen Alto, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en las comunidades Lago Buena Vista y Baketi. Los valores de CPUE más elevados para las zonas del río y las lagunas con poco paiche, se obtuvieron en las comunidades Buen Destino, Tres Bocas y Firmeza, mientras que los valores más bajos se obtuvieron en las comunidades Flor de Octubre y Fortaleza.

En cuanto al número de zonas del río con mucho paiche dentro de la zona de pesca, las comunidades Las Mercedes y San José registraron el mayor número. Las comunidades Triunfo y Buen Destino cuentan con el mayor número de zonas del río con poco paiche. En relación al número de lagunas con mucho paiche dentro de la zona de pesca, la comunidad Firmeza cuenta con el mayor número, le siguen las comunidades Triunfo, Fortaleza y Buen Destino. Las comunidades Triunfo y Siete Almendros cuentan con el mayor número de lagunas con poco paiche dentro de sus zonas de pesca.

Para las comunidades Alto Ivón, Las Petas, Tajibo, Las Palmeras y Lago El Carmen no fue posible obtener estos datos, ya que no se obtuvieron referencias precisas de las zonas de pesca. Para ver con mayor detalle las distan-

cias o áreas estimadas de las zonas de pesca y los valores estimados de CPUE (kilogramos/hora/pescador) para las zonas del río y las lagunas con mucho y poco paiche dentro de las zonas de pesca de las comunidades estudiadas ver el Cuadro 50.

Comercialización del pescado

En los talleres comunales y en las entrevistas individuales se registró un total de 73 personas que se dedican a la pesca para el comercio, de las cuales se entrevistaron a 46, es decir, se entrevistó al 63% de las personas que se dedican a la pesca comercial dentro de las comunidades estudiadas. En base al número de entrevistados que se dedican a la pesca para el comercio, se observó que el 46% de los entrevistados traslada su pescado a la ciudad de Riberalta para su comercialización, el 29% vende su pescado localmente, es decir lo vende en la misma comunidad y el 25% traslada el pescado a otras comunidades cercanas para su venta (Figura 52). En la Figura 53 y en el Cuadro 51 se pueden observar los principales lugares donde se comercializa el pescado dentro de cada comunidad.

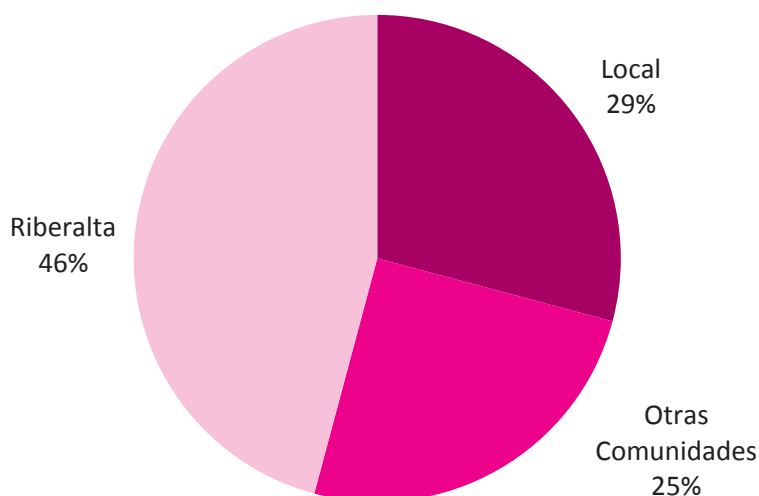


Figura 52. Lugares donde se comercializa el pescado obtenido para la venta en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 50. Distancia (km) o área (km²) estimada de las zonas de pesca y valores de CPUE (kilogramos/hora/pescador) estimados para las zonas del río y las lagunas donde hay mucho y poco paiche según percepciones de los pescadores dentro de las zonas de pesca de las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (Dist.: distancia; est.: estimada; A.: área; M.P.: mucho paiche; P.P.: poco paiche; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	Dist. est. (km) zona de pesca	A. est. (km ²) zona de pesca	N° zonas del río con M.P.	CPUE zonas con M.P.	N° zonas del río con P.P.	CPUE zonas con P.P.	N° Lagunas con M.P.	CPUE lagunas con M.P.	N° Lagunas con P.P.	CPUE lagunas con P.P.
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	48.1	n.d.	0	0	1	8.3	18	13.3	0	0
	Fortaleza	17.9	n.d.	0	0	1	1.5	7	3.7	1	1.5
	Tres Bocas	30.8	n.d.	0	0	6	10	2	23.3	1	10
	Siete Almendros	22.3	n.d.	0	0	0	0	3	10	5	5
	Alto Ivón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Petas	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Tajilbo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Las Palmeras	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Baketi	19.6	n.d.	3	10.2	4	3	1	10.2	0	0
	San Miguel	11.9	n.d.	1	13.3	1	6.7	1	13.3	0	0
CAVINEÑO	Las Mercedes	16.2	n.d.	9	n.d.	7	n.d.	0	0	0	0
	Lago Buena Vista	12.4	n.d.	1	8.6	1	3.4	1	8.6	2	3.4
	San José	16.9	n.d.	9	18.3	0	0	3	18.3	2	9.2
	Buen Destino	24.6	n.d.	3	75	9	12.5	6	75	2	12.5
	Santa Rosa de Florida	n.d.	12.1	0	0	0	0	2	8.7	2	4.3
	Triunfo	75.6	n.d.	4	31.2	16	4.7	8	31.2	7	4.7
TACANA-CAVINEÑO	Santa Elena	12.3	n.d.	1	25	0	0	0	0	2	10
	Alta Gracia	12.3	n.d.	1	25	0	0	1	25	0	0
	Carmen Alto	19.2	n.d.	3	28.6	2	7.1	2	28.6	1	7.1
TIM II	Santuario	48.2	n.d.	0	0	0	0	2	5	1	1
	Flor de Octubre	16	n.d.	0	0	7	0.5	1	3.3	0	0
	27 de mayo	n.d.	19.3	0	0	0	0	2	7.5	3	3.7
	Lago El Carmen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

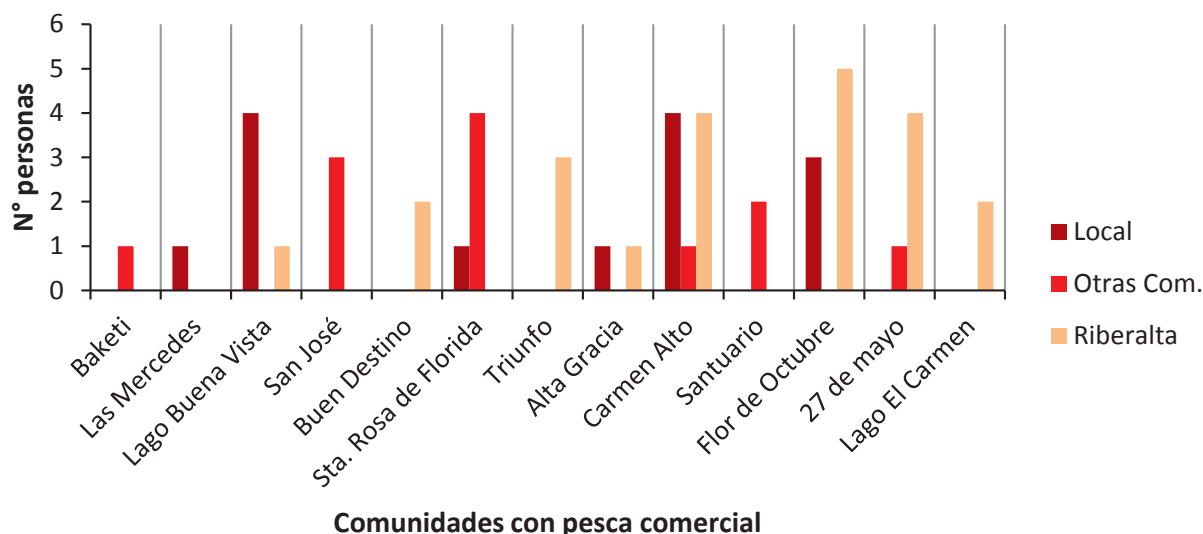


Figura 53. Número de entrevistados que venden el pescado localmente, en otras comunidades, o en la ciudad de Riberalta, dentro de cada comunidad estudiada con pesca comercial, en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (Com.: comunidades).

En relación al medio de transporte utilizado para el traslado del pescado al lugar de venta, según el número de entrevistados que pescan para el comercio dentro de los cuatro TIOCs estudiados, se observó que el 45% traslada el pescado en moto hasta el lugar de venta,

el 25% en auto, el 23% en camión y el 7% en barco (Figura 54). En la figura 55 y en el Cuadro 51 se puede observar cuales son los medios de transporte más utilizados para el traslado del pescado al lugar de comercialización, dentro de cada comunidad.

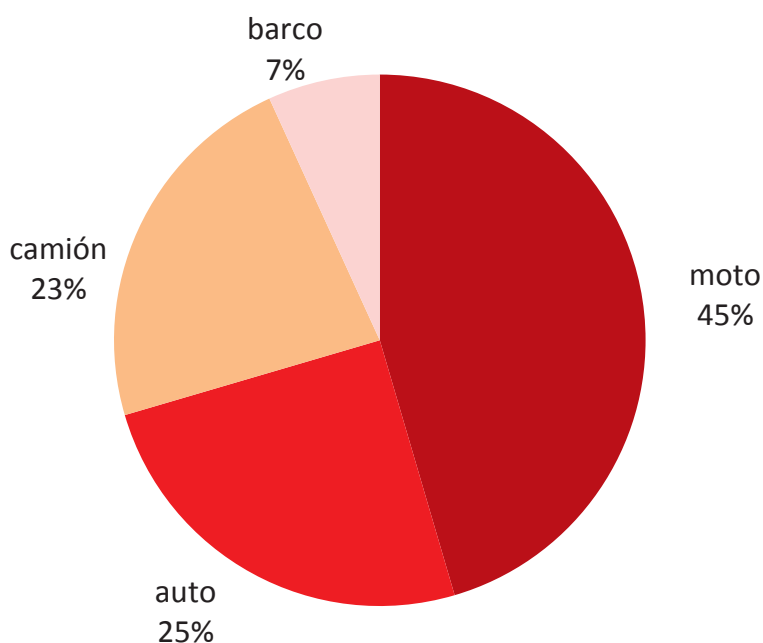


Figura 54. Medios de transporte utilizados para el traslado del pescado a los lugares de venta en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

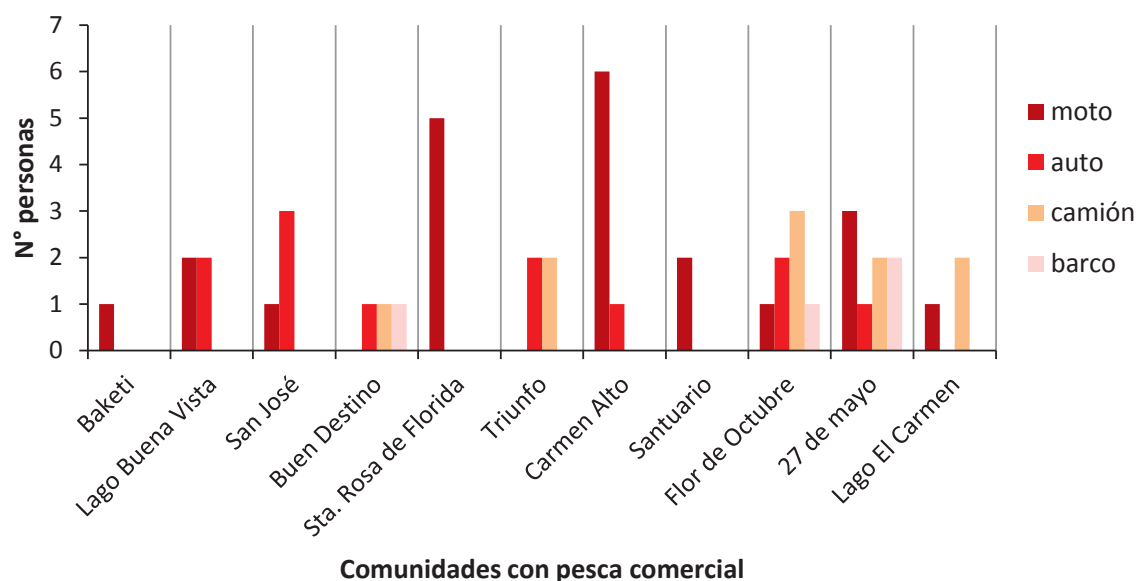


Figura 55. Número de entrevistados que trasladan el pescado para la venta en moto, auto, camión o barco dentro de cada comunidad estudiada con pesca comercial en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

Cuadro 51. Principales lugares de comercialización de pescado y medios de transporte más utilizados a lugares de comercialización dentro de cada comunidad estudiada con pesca comercial, en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (pesc.: pescadores; entrev.: entrevistados; Com.: comunidades; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° pesc. para comercio	N° pesc. entrev. para comercio	Donde venden			Medio de transporte a lugar de venta			
				Local	Otras Com.	Riberalta	moto	auto	camión	barco
CAVINEÑO	Baketi	1	1	0	1	0	1	0	0	0
	Las Mercedes	n.d.	1	1	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Lago Buena Vista	5	5	4	0	1	2	2	n.d.	n.d.
	San José	3	3	0	3	0	1	2	0	0
	Buen Destino	2	2	0	0	2	0	1	1	0
	Santa Rosa de Florida	5	5	1	4	0	5	0	0	0
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	5	5	n.d.	n.d.	3	n.d.	2	2	n.d.
	Alta Gracia	3	2	1	n.d.	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Carmen Alto	5	5	4	1	4	4	1	0	0
TIM II	Santuario	6	2	n.d.	2	n.d.	2	0	0	0
	Flor de Octubre	17	8	3	n.d.	5	1	2	3	1
	27 de mayo	7	5	0	1	4	3	1	2	2
	Lago El Carmen	14	2	0	n.d.	2	1	0	2	0
Total		73	46	14	12	22	20	11	10	3

En relación al modo en que se transporta el pescado a los lugares de comercialización, este varía entre comunidades. Por ejemplo en la comunidad Buen Destino, uno de los entrevistados dijo que entrega el pescado a su hijo, quien lo lleva en moto hasta Riberalta para venderlo en el mercado Abasto, otro de los entrevistados de esta comunidad, transporta el pescado por tierra en auto, le cobran 70 Bs por 150 kg de pescado. En la comunidad Triunfo, el transporte en camioneta cobra 500 Bs por cada vez que viene a recoger pescado para llevarlo a Riberalta. En la comunidad Alta Gracia pagan 100 Bs por transporte terrestre del pescado hasta Riberalta. En la comunidad Carmen Alto uno de los entrevistados dijo que paga 30 Bs por carrera en moto y 50 Bs por carrera en auto hasta Riberalta, ocasionalmente vienen compradores directamente a la comunidad. Dos pescadores entrevistados de la comunidad Santuario dijeron que venden el pescado en una pensión ubicada en el "Triángulo", zona cercana a la comunidad, donde existen tiendas para abastecerse de víveres y pensiones donde venden comida.

En la comunidad Flor de Octubre los entrevistados dijeron que los camiones que transportan el pescado a Riberalta cobran 20 a 25 Bs por termo, cada termo con 50 a 60 kg de pescado y 20 bolas de hielo. En la comunidad 27 de Mayo trasladan el pescado en moto y canoa a la comunidad Flor de Octubre, y de ahí a Riberalta en camión, el camión les cobra 30 Bs por termo, cada termo con 30 a 40 kg de pescado y 20 bolas de hielo, si desean enviar un termo más grande, con 100 kg de pescado y 40 bolas de hielo, el camión cobra 40 Bs por termo. En la comunidad Lago El Carmen uno de los entrevistados dijo que transporta el pescado en moto hasta Flor de Octubre, y de ahí manda a Riberalta en camión. El camión cobra 30 Bs por termo, cada termo con 50 kg de pescado y 20 bolas de hielo. Varios de los entrevistados comentaron que la mayoría de los pescadores de estas comunidades, venden su pescado a comerciantes que vienen desde Riberalta a recoger el pescado en camión o camioneta.

Del total de entrevistados que pescan para el comercio, el 57% recibe "habilito" para la pesca, mientras que el 43% no recibe habilito. El "habilito" es una especie de crédito o pago por adelantado para la entrega de pescado al comerciante que da el dinero, el fondo va a cuenta de pago, los pescadores utilizan estos fondos para la compra de víveres y materiales, con lo que están habilitados para salir a pescar. En ciertas ocasiones los pescadores no reciben dinero pero reciben víveres por parte del comerciante a quien le entregan el pescado. Los pescadores que no reciben habilito trabajan con sus propios fondos.

En cuanto a la cantidad que reciben los pescadores para el habilito para la pesca, solo se obtuvo información para las comunidades Lago Buena Vista, Buen Destino, Santa Rosa de Florida, Triunfo y 27 de Mayo. En la comunidad Lago Buena Vista reciben en promedio 350 Bs al mes, en la comunidad Buen Destino 200 Bs por faena, en la comunidad Santa Rosa de Florida 425 Bs al mes, en la comunidad Triunfo 5 000 Bs al año y en la comunidad 27 de Mayo 900 Bs al mes (Cuadro 52). No se obtuvo información sobre la cantidad que reciben los pescadores para el habilito en las demás comunidades.

En relación al precio promedio del kilogramo de pescado en las comunidades estudiadas, el pescado de primera calidad tiene un costo que varía entre los 9 hasta los 17 Bs por kilogramo, el pescado de primera calidad incluye a las siguientes especies nativas: pintado, pacú, surubí, yatorana, palometa, tucunaré, entre otras. El pescado de segunda calidad tiene un costo que varía entre los 5 hasta los 10 Bs por kilogramo, incluye a las siguientes especies nativas: bentón, yayú, llorona, paleta, tujuno, cachorro, chanana, entre otras. El paiche tiene un costo que varía entre los 5 hasta los 12 Bs por kilogramo. Para ver más detalle sobre los precios del pescado en las comunidades estudiadas donde existe pesca para el comercio ver el Cuadro 52 y la Figura 56.

Cuadro 52. Número de pescadores entrevistados que reciben habilito para la pesca, cantidad promedio que reciben para el habilito y precio promedio del kilogramo de pescado en las comunidades estudiadas con pesca comercial, en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015 (pesc.: pescadores; entrev.: entrevistados; prom: promedio; n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	N° pesc. para comercio	N° pesc. entrev. para comercio	Habilito para la pesca		Cantidad prom (Bs) habilito	Precio prom (Bs) kg pescado de primera	Precio prom (Bs) kg pescado de segunda	Precio prom (Bs) kg paiche
				Si	No				
CAVINEÑO	Baketi	1	1	1	0	n.d.	12	0	0
	Las Mercedes	n.d.	1	1	0	n.d.	0	0	12
	Lago Buena Vista	5	5	5	0	350/mes	12	5	5
	San José	3	3	1	2	n.d.	9	0	7
	Buen Destino	2	2	1	1	200/faena	15	0	5
	Santa Rosa de Florida	5	5	2	3	425/mes	15	5	5
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	5	5	3	2	5 000/año	15	8	9
	Alta Gracia	3	2	0	2	n.d.	17	10	0
	Carmen Alto	5	5	0	5	n.d.	14	10	9
TIM II	Santuario	6	2	0	2	n.d.	13	6	6
	Flor de Octubre	17	8	6	2	n.d.	14	6	12
	27 de mayo	7	5	4	1	900/mes	13	8	9
	Lago El Carmen	14	2	2	0	n.d.	14	7	10

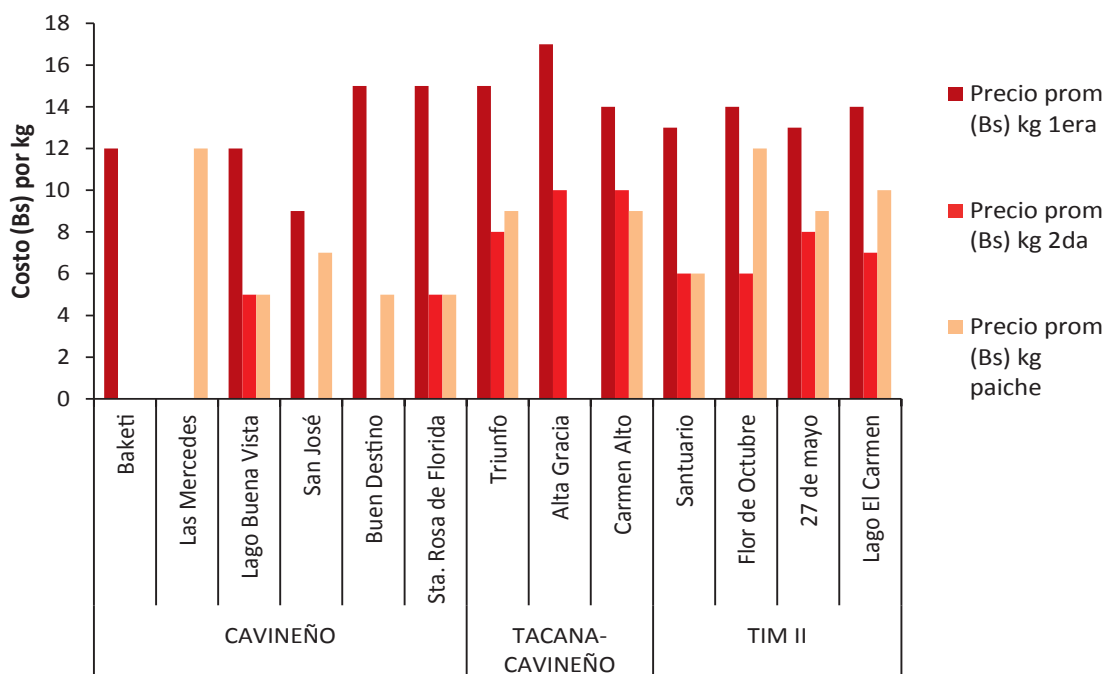


Figura 56. Precio promedio del kilogramo de pescado en las comunidades estudiadas con pesca comercial, en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio; 1era: pescado de primera calidad; 2da: pescado de segunda calidad).

Seguridad alimentaria

En relación al número de días que hubo escasez de alimentos en la última semana, en las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara dieron un promedio general de cinco días de escasez de alimentos en los últimos siete días. En el TIOC Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II dieron un promedio de dos días de escasez de alimentos en la última semana.

En el TIOC Chácobo-Pacahuara los meses más difíciles para conseguir alimentos son entre enero a junio, debido a que es la época de lluvias, por lo que la caza y pesca son más difíciles, en el TIOC Cavineño son desde agosto hasta diciembre debido a la falta de recursos económicos para comprar alimentos y a la subida de las aguas que dificulta la salida a otras comunidades, en el TIOC Tacana-Cavineño son desde agosto hasta noviembre de-

bido a que es la época seca y la producción de alimentos es baja, y en el TIOC TIM II son entre julio a noviembre debido a que es la época seca, disminuye el precio del pescado y hay poco alimento.

Los mejores meses para conseguir alimentos en el TIOC Chácobo-Pacahuara son de agosto a noviembre, debido a que es la época seca, y mejora la caza y pesca, en el TIOC Cavineño son de enero a junio debido a la zafra de castaña y la cosecha de alimentos, en el TIOC Tacana-Cavineño y TIM II son de diciembre a marzo debido a que es la época de la zafra de castaña y la cosecha de alimentos, además en el TIOC TIM II en esta época sube el precio del pescado. En el Cuadro 53.1 se pueden observar los meses más difíciles para conseguir alimentos en cada TIOC y en el Cuadro 53.2 se observan los mejores meses para conseguir alimentos.

Cuadro 53. 1. Meses más difíciles para conseguir alimentos en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observaciones
Chácobo-Pacahuara	X	X	X	X	X	X							época de lluvias, caza y pesca son más difíciles
Cavineño								X	X	X	X	X	falta de recursos económicos, subida de aguas
Tacana-Cavineño								X	X	X	X		época seca, baja producción de alimentos
TIM II							X	X	X	X	X		época seca, disminuye el precio del pescado, poco alimento

En el Cuadro 54.1 se pueden observar los

Cuadro 53.2. Mejores meses para conseguir alimentos en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observaciones
Chácobo-Pacahuara								X	X	X	X		época seca, mejora la caza y la pesca
Cavineño	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña y cosecha de alimentos
Tacana-Cavineño	X	X	X									X	zafra de castaña y cosecha de alimentos
TIM II	X	X	X									X	zafra de castaña, sube el precio del pescado

meses más difíciles para conseguir alimentos en cada comunidad estudiada y en el Cuadro 54.2 se observan los mejores meses para

conseguir alimentos en las comunidades estudiadas.

Cuadro 54.1. Meses más difíciles para conseguir alimentos en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observaciones
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza													n.d.
	Fortaleza					X	X							no hay observaciones
	Tres Bocas					X								no hay observaciones
	Siete Almendros			X	X	X								no hay observaciones
	Alto Ivón													n.d.
	Las Petas	X	X	X	X									época de lluvias, caza y pesca son más difíciles
	Tajibo	X	X	X	X									época de lluvias, caza y pesca son más difíciles
	Las Palmeras	X	X	X	X									época de lluvias, caza y pesca son más difíciles
CAVINEÑO	Baketi								X	X	X	X		no pueden ingresar alimentos por subida de las aguas
	San Miguel								X	X	X	X		no pueden ingresar alimentos por subida de las aguas
	Las Mercedes								X	X	X	X		no pueden ingresar alimentos por subida de las aguas
	Lago Buena Vista								X	X	X	X		no pueden ingresar alimentos por subida de las aguas
	San José									X	X	X	X	falta de recursos económicos para comprar alimentos
	Buen Destino								X	X	X	X		no hay observaciones
	Santa Rosa de Florida								X	X	X			no hay observaciones
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo									X	X	X		baja producción de alimentos
	Santa Elena								X	X	X			no hay observaciones
	Alta Gracia								X	X	X			no hay observaciones
	Carmen Alto								X	X	X			no hay observaciones
TIM II	Santuario								X	X	X	X		falta de recursos económicos para comprar alimentos
	Flor de Octubre							X	X	X	X			disminuye el pescado, baja el precio, hay menos alimentos
	27 de mayo							X	X	X	X			se esconde el pescado y baja el precio
	Lago El Carmen							X	X	X				el pescado baja de precio

Cuadro 54.2. Mejores meses para conseguir alimentos en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (n.d.: no se tiene datos).

TIOC	Comunidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observaciones
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza													n.d.
	Fortaleza													n.d.
	Tres Bocas													n.d.
	Siete Almendros													n.d.
	Alto Ivón													n.d.
	Las Petas								X	X	X	X		época seca, mejora la caza y la pesca
	Tajibo								X	X	X	X		época seca, mejora la caza y la pesca
	Las Palmeras								X	X	X	X		época seca, mejora la caza y la pesca
CAVINEÑO	Baketi	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña, cosecha de alimetros
	San Miguel	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Las Mercedes	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Lago Buena Vista		X	X	X									zafra de castaña, cosecha de alimetros
	San José		X	X	X									zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Buen Destino	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Santa Rosa de Florida	X	X	X	X	X	X							zafra de castaña, cosecha de alimetros
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo													n.d.
	Santa Elena	X	X	X									X	zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Alta Gracia	X	X	X									X	zafra de castaña, cosecha de alimetros
	Carmen Alto	X	X	X									X	zafra de castaña, cosecha de alimetros
TIM II	Santuario	X	X	X									X	zafra de castaña
	Flor de Octubre	X	X										X	zafra de castaña, sube el precio del pescado
	27 de mayo	X	X	X									X	zafra de castaña, sube el precio del pescado
	Lago El Carmen													n.d.

En el Cuadro 55 se puede observar el número promedio de días de la última semana (semana anterior a entrevistas y talleres) en los que

hubo escasez de alimentos en las comunidades estudiadas.

Cuadro 55. Número de días de la última semana en los que faltaron alimentos en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015. Los datos fueron obtenidos a través de entrevistas individuales y el número de entrevistas por comunidad se pueden observar en el Cuadro 3. (n.d.: no se tiene datos.)

TIOC	Comunidad	0 días	1 a 2 días	2 a 3 días	3 a 4 días	4 a 5 días	5 a 6 días	6 a 7 días	Observaciones
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza								n.d.
	Fortaleza								n.d.
	Tres Bocas	X							no faltó carne ni pescado
	Siete Almendros			X					no hay observaciones
	Alto Ivón								n.d.
	Las Petas						X		no hay observaciones
	Tajibo						X		faltó azúcar y aceite
	Las Palmeras						X		no hay observaciones
CAVINEÑO	Baketi			X					faltó carne y aceite
	San Miguel			X					faltó carne y aceite
	Las Mercedes		X						no hay observaciones
	Lago Buena Vista							X	no hay observaciones
	San José							X	no hay observaciones
	Buen Destino			X					no hay observaciones
	Santa Rosa de Florida						X		faltó aceite y arroz
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	X							no hay observaciones
	Santa Elena				X				faltó arroz, aceite, carne
	Alta Gracia				X				no hay observaciones
	Carmen Alto			X					faltó aceite y arroz
TIM II	Santuario			X					faltó aceite y verduras
	Flor de Octubre			X					no hay observaciones
	27 de mayo			X					faltó aceite
	Lago El Carmen	X							no hay observaciones

Consumo de proteínas

En el Cuadro 56 se puede observar la frecuencia de consumo (número promedio de días al año) de las principales fuentes de proteína (pescado, carne de monte, res, pollo, cerdo,

conservas, pato, peta y huevo de gallina) dentro de las comunidades estudiadas. La carne de monte incluye: chanco tropero, taitetú, anta, jochi, guaso, jochi colorado, tatú, mutún, pava de monte, manechi (mono salvador) y tejón. Entre las conservas que se consumen mayormente están: sardinas, atún, viandada y salchichas en conserva.

Cuadro 56. Número promedio de días al año de consumo por persona de las principales fuentes de proteína en las comunidades estudiadas en cuatro TIOCs del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015.

TIOC	Comunidad	Pescado	Carne de monte	Res	Cerdo	Pollo	Conservas	Peta	Pato	Huevo de gallina
CHÁCOBO-PACAHUARA	Firmeza	120	120	48	0	96	12	0	0	0
	Fortaleza	144	120	48	0	96	0	0	0	0
	Tres Bocas	96	144	32	0	48	0	0	4	0
	Siete Almendros	144	120	36	19	36	0	0	0	0
	Alto Ivón	48	120	240	0	48	0	0	0	0
	Las Petas	144	96	3	1	3	2	5	0	0
	Tajibo	240	120	1	0	132	1	0	0	0
	Las Palmeras	144	48	30	0	30	30	3	0	0
CAVINEÑO	Baketi	168	120	4	12	60	15	5	16	0
	San Miguel	120	144	1	12	68	16	0	12	0
	Las Mercedes	168	168	2	1	21	0	0	0	0
	Lago Buena Vista	168	120	1	17	58	0	0	10	48
	San José	240	120	1	1	72	1	0	16	80
	Buen Destino	240	48	23	6	24	9	0	0	72
	Santa Rosa de Florida	240	144	38	10	50	6	0	2	28
TACANA-CAVINEÑO	Triunfo	248	48	51	2	60	6	0	2	18
	Santa Elena	200	75	25	11	85	6	0	11	92
	Alta Gracia	102	114	7	12	41	16	0	0	102
	Carmen Alto	153	69	25	20	63	6	0	4	87
TIM II	Santuario	282	60	51	5	60	9	0	0	36
	Flor de Octubre	264	46	94	12	72	28	0	5	99
	27 de mayo	208	104	39	14	48	11	0	10	104
	Lago El Carmen	336	60	63	13	62	2	0	0	0

En general se observó que el pescado es la principal fuente de proteína para estas comunidades, con un consumo promedio de 183 días al año por persona. Le sigue la carne de monte con un consumo promedio de 101 días al año por persona. Las fuentes de

proteína consumidas con menos frecuencia a lo largo del año son la carne de cerdo, con un consumo promedio de siete días al año por persona y la carne de pato, con un consumo promedio de cuatro días al año por persona (Figura 57).

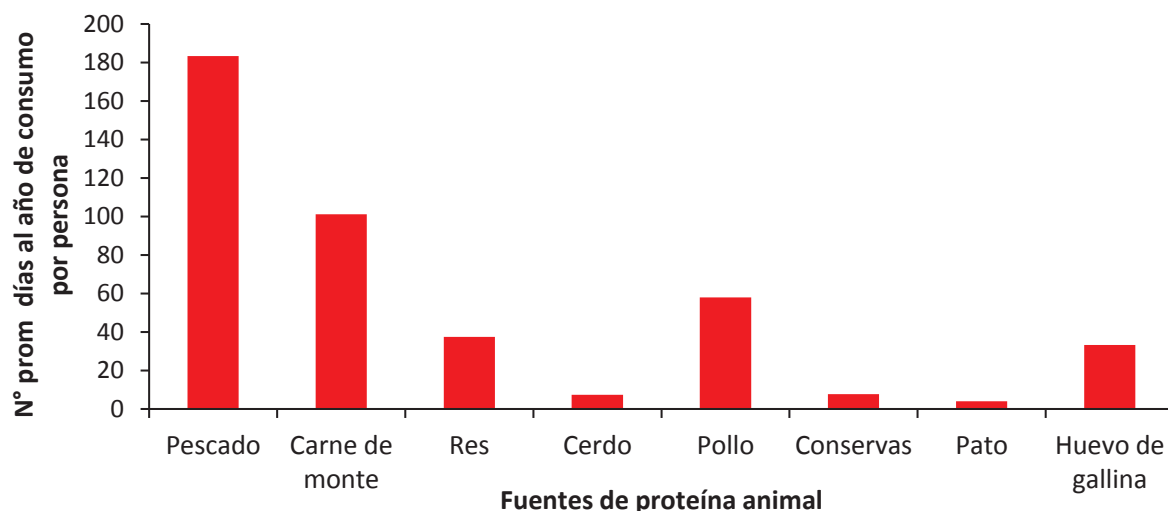


Figura 57. Número promedio de días al año de consumo por persona de las principales fuentes de proteína en los cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia entre octubre y noviembre de 2015 (prom: promedio).

Perspectivas, dificultades y demandas para el aprovechamiento pesquero

En el Cuadro 57 se pueden observar las principales dificultades para el sector pesquero y sus posibles soluciones. Así como también sus principales demandas o prioridades para mejorar el aprovechamiento de la pesca en sus comunidades. Entre las principales dificultades para el sector pesquero se identificaron las siguientes: la desorganización del sector pesquero local, el conocimiento incompleto de las normas internas para regular el aprovechamiento pesquero, el precio bajo del pescado, la falta de mercado de pescado para indígenas con precio justo y la inaccesibilidad a mercados por problemas de inundación y cierre de caminos, entre otras. Entre las demandas o soluciones que fueron propuestas para hacer frente a dichas dificultades se propusieron: la organización del sector pesquero por comunidad o de manera regional haciendo que esta sea reconocida por el TIOC y el Gobierno, participación de las comunidades en la redacción de reglamento sobre aprovechamiento pesquero, cambios al estatuto orgánico, la implementación de un mercado de pescado para indígenas con precio justo, la implementación de una planta procesadora de pescado y la implementación de mejoras en el estado de los caminos.

DISCUSIÓN

El presente estudio presenta varios aspectos de la pesca y temas relacionados a esta actividad en el mundo indígena del norte de Bolivia. Los datos presentados muestran por primera vez una línea de base sintética del sector pesquero en cuatro territorios indígenas, los cuales poseen culturas diferentes pero enfrentan desafíos similares en la actualidad. Se espera que estos datos sean considerados para la toma de decisiones por parte de autoridades indígenas, locales y nacionales, y ayuden a dimensionar y dirigir las iniciativas de apoyo a las comunidades estudiadas. Como se ve a lo largo del trabajo, sobresalen los aspectos concernientes a los medios de vida (actividades que realiza la gente para sobrevivir), seguridad y soberanía alimentaria (contribución de los peces a la sobrevivencia autónoma), y la relación de estos con las pesquerías que ocurren a diferentes escalas y dimensiones (recursos que se aprovechan y fines de su uso).

Los resultados muestran que las comunidades de la CAB enfrentan varias dificultades para su desarrollo debido a diversos factores, como inundaciones, falta de vías camineras adecuadas, falta de postas de salud equipadas con medicamentos y personal médico, falta de escuelas, entre otras. Estas comunidades se ven afectadas constantemente por inundaciones, que los obligan

Cuadro 57. Perspectivas, dificultades y demandas para el aprovechamiento pesquero en las comunidades que participaron de los talleres comunales en cuatro TIOCs estudiados del norte amazónico de Bolivia, entre octubre y noviembre de 2015 (x1: prioridad 1; x2: prioridad 2).

Dificultades	Soluciones o demandas	Baketi	San Miguel	Las Mercedes	Lago Buena Vista	San José	Buen Destino	Sta. Rosa de Florida	Santa Elena	Alta Gracia	Carmen Alto	Santuario	Flor de Octubre	27 de mayo
Conocimiento incompleto de las normas internas para regular el aprovechamiento pesquero	Informarse de los avances y participar de la redacción de reglamento sobre aprovechamiento pesquero, sugerir cambios al estatuto orgánico	X1	X1	X1	X	X						X1		
Precio bajo del pescado (de pescador a comerciante) y falta de mercado de pescado para indígenas con precio justo	Mercado de pescado para indígenas con precio justo, planta procesadora de pescado	X2	X2	X2	X1	X1	X2	X2	X2	X2	X2	X	X2	X2
Inaccesibilidad a mercado por problemas de inundación y cierre de camino	Mejorar estado del camino	X			X2	X2							X	X
No hay créditos para los pescadores y no hay una empresa procesadora de pescado	Formación de una empresa comunitaria, procesadora de pescado				X	X	X	X	X	X	X		X	X
Falta de recursos pesqueros, no hay lagunas donde pescar	Piscicultura								X	X				
Hielo insuficiente, mala calidad y caro	Estudiar las mejores alternativas de producción de hielo local												X	X
Escasos recursos para invertir en mejoras para la pesca (materiales, embarcaciones, motores, otros), deudas por habilito para la pesca	Acceso a crédito para compra de materiales, chata comunal y motor, acceso a créditos para pescadores indígenas	X					X	X	X	X	X1	X	X	X
Desorganización del sector pesquero local	Organización del sector pesquero por comunidad o regional reconocida por TIOC y Gobierno	X					X1	X1	X1	X1	X	X2	X1	X1
Transporte de la producción de baja capacidad	Acuerdo con transportista y crédito para una movilidad comunal	X							X	X	X	X	X	X

a moverse buscando tierras más altas aptas para agricultura y crianza de animales domésticos. La inundación de finales del 2013 y principios del 2014 superó registros históricos afectando la vida de las comunidades indígenas y campesinas de la CAB, causando grandes pérdidas en sus sistemas económicos y productivos, así como también en sus medios de vida. Se registraron grandes pérdidas en sus actividades agrícolas, agroforestales y en la crianza de animales menores (gallinas, cerdos y patos) importantes para su seguridad alimentaria y generación de ingresos (Soliz *et al.* 2015).

Las inundaciones afectan en gran medida a la seguridad alimentaria de estas comunidades, como por ejemplo en el TIOC Chácobo-Pacahuara, donde se vio que la época de aguas altas dificulta el acceso a los lugares de caza y recolección de productos silvestres, además en la época de lluvias las vías camineras se cortan, lo que les impide salir a comprar productos básicos de la canasta familiar y los aísla de otras comunidades cercanas, por lo cual sufren desabastecimiento de alimentos durante esta época del año. Una situación similar se menciona en el estudio realizado por Argote *et al.* (2014) en comunidades indígenas del TIOC TIM II, ya que durante la época de aguas altas la pesca se dificulta por las lluvias intensas, lo que reduce la densidad de las especies (se expande el ambiente acuático) y dificulta el acceso a los hábitats donde estas especies se concentran.

En general varias de estas comunidades no cuentan con escuelas, si las tienen son hasta el nivel de primaria, si los estudiantes desean continuar sus estudios deben caminar varios kilómetros hasta las comunidades próximas donde existan escuelas hasta el nivel de secundaria o en algunos casos deben irse a Riberalta. Del mismo modo, en caso de enfermedad o emergencias médicas, varias comunidades no cuentan con postas de salud, y en caso de tenerlas, no cuentan con suficientes medicamentos o personal que los atiendan, por lo que deben buscar ayuda en comunidades cercanas e incluso salir hasta Riberalta. Debido a estas dificultades, los caminos son de vital importancia para la conectividad con los centros urbanos y con otras comunidades.

Se observó que las principales actividades productivas para generación de ingresos en

estas comunidades son la zafra de castaña, la caza de animales de monte, la pesca de especies nativas y de paiche, la agricultura, la cosecha de palmito y la venta de animales, entre otras. En general, la actividad principal para estas comunidades es la zafra de castaña que genera el 39% de los ingresos económicos de una familia al año, lo que concuerda con varios estudios que mencionan la importancia de la zafra de castaña como principal actividad productiva de las comunidades indígenas de la CAB (Argote *et al.* 2014; Macnaughton *et al.* 2015; Soliz *et al.* 2015). En segundo lugar está la pesca de especies nativas, generando el 13% de los ingresos económicos de una familia al año y practicado por 98% de las personas, lo cual demuestra el importante rol que cumple la pesca en la subsistencia y seguridad alimentaria de las comunidades indígenas de esta región al proveer proteína animal de alta calidad, y también en la economía y desarrollo de zonas rurales al generar ingresos económicos para los habitantes de la región amazónica (Van Damme *et al.* 2011c). Le siguen la cosecha de palmito (12%), otras actividades: servicios de ganadería, chaqueo, madera, entre otras (11%), la caza (10%), la pesca de paiche (8%), y en menor proporción la agricultura (4%) y la venta de animales (3%).

Las actividades que generan mayores ingresos económicos varían entre TIOCs. Se observó que en el TIOC Chácobo-Pacahuara los ingresos se deben principalmente a la cosecha de palmito, la zafra de castaña y la caza. En el TIOC Cavineño las principales fuentes de ingreso son la castaña y otras actividades: servicios de ganadería y agricultura, madera, entre otras. El TIOC Tacana-Cavineño obtiene el mayor ingreso anual por la zafra de castaña, y otras actividades: aserrar madera, servicios de chaqueo, entre otras, la pesca de paiche y de especies nativas también genera ingresos importantes en este TIOC. En el TIOC TIM II se observó que la actividad que genera mayores ingresos económicos es la pesca, principalmente de especies nativas y seguidamente de paiche. En este TIOC los ingresos económicos percibidos por la zafra de castaña y caza son menores en relación a los otros TIOCs estudiados. Estos resultados coinciden con Argote *et al.* (2014), donde se vio que en las comunidades Lago El Carmen, Flor de Octubre y 27 de Mayo del TIOC TIM II, la principal actividad es la pesca y se dedican

a esta actividad durante todo el año, durante la época de aguas bajas se dedican a la agricultura, y solo algunas familias se dedican a la recolección de castaña, pero fuera de estas comunidades.

Dentro del TIOC TIM II, la comunidad Lago El Carmen se destaca de las demás comunidades estudiadas por obtener el mayor ingreso anual por pesca de especies nativas y por obtener el mayor ingreso anual por pesca de paiche dentro de este TIOC. La comunidad 27 de Mayo es la segunda comunidad con el ingreso anual más alto por pesca de especies nativas en relación con las demás comunidades estudiadas. La comunidad Flor de Octubre se destaca dentro de este TIOC por ser la segunda comunidad con el ingreso anual más alto por pesca de paiche. Cabe destacar que en estas comunidades la pesca se realiza durante todo el año, a diferencia de otras comunidades estudiadas que dejan la pesca durante los meses de zafra de castaña (diciembre-marzo). Estas comunidades no poseen acceso a bosques de castaña propios pero sí a recursos pesqueros en sus lagunas y zonas de bajío que regularmente se inundan. Según Argote *et al.* (2014), esta temporada es buena para la venta de pescado en las comunidades del TIOC TIM II, ya que varias comunidades de otros TIOCs dejan de pescar y van a la zafra de castaña, dejando de proveer pescado fresco a los centros urbanos cercanos, situación que es aprovechada por las comunidades del TIOC TIM II, ya que los precios se incrementan frente a la escasez en esta temporada y venden su pescado a buen precio.

La comunidad Triunfo del TIOC Tacana-Cavineño se destaca por tener el mayor ingreso anual por pesca de paiche, también por ser una de las comunidades que obtiene el mayor volumen anual de pesca comercial y de pesca comercial de paiche, un factor que puede influir en esto es la zona de pesca de esta comunidad, la cual abarca 75.6 km de río siendo la zona de pesca más amplia de todo el estudio, y cuenta con diferentes hábitats donde hay paiche en abundancia.

Los volúmenes de pesca obtenidos son estimaciones que nos dan una idea general sobre las comunidades que aprovechan más los recursos pesqueros a los cuales tienen acceso. Muchos factores pueden influir en la toma de

decisiones de porque ciertas comunidades pescan más que otras, por ejemplo el número de pescadores, número de embarcaciones, motores y materiales de pesca, temporada de pesca, entre otros. Por ejemplo, las comunidades Flor de Octubre y Lago El Carmen cuentan con mayor número de pescadores de pesca comercial y obtienen los volúmenes anuales más altos de pesca comercial, mientras que las comunidades San José y Buen Destino tienen el menor número de pescadores comerciales y obtienen los volúmenes anuales más bajos de pesca comercial.

Un factor importante también es el de los materiales con los que cuentan estas comunidades para la pesca. En relación a las embarcaciones se registraron 129 embarcaciones en todas las comunidades estudiadas, de las cuales 121 son individuales y ocho son comunales. Del total de entrevistados, solo el 35% cuenta con embarcaciones propias, mientras que el 65% utiliza embarcaciones prestadas; esto implica que son pocas las personas que pueden comprar una embarcación propia. Tomando en cuenta que el costo promedio de las embarcaciones registradas es de 2 637 Bs y la duración promedio es de seis años, muchos optan por prestarse una embarcación para ir a pescar. El TIOC Cavineño tiene el mayor número de embarcaciones, mientras que el TIOC Tacana-Cavineño cuenta con el menor número. El TIOC Cavineño y Tacana-Cavineño cuentan con embarcaciones de mayor capacidad, mayor costo y mayor duración en relación a los otros TIOCs, mientras que el TIOC TIM II cuenta con las embarcaciones de menor capacidad y menor costo, siendo este el TIOC que más pesca. Del mismo modo se observó que de los 127 entrevistados, solo 29 tienen motor propio, 35 se prestan motor y 63 no utilizan motor para ir a pescar, tomando en cuenta que los motores registrados tienen un costo promedio de 3 546.5 Bs y una duración promedio de ocho años son pocos los pescadores que optan por comprar un motor propio.

De la muestra obtenida de artes de pesca en las comunidades estudiadas, se observó que el 70% fueron lineadas, el 18% mallas, el 4% espiñeles, el 8% restante corresponde a mallones, arcos y flechas, arpones, tarrafas, zagallas y otras. Según la muestra obtenida, dentro del TIOC Chácobo-Pacahuara las artes de pesca más usadas son las lineadas y el arco y flecha. En el TIOC Cavineño

las más usadas son las lineadas, y en menor proporción espiñeles y mallas. En el TIOC Tacana-Cavineño, las más usadas son lineadas, mallas, espiñeles y mallones. Finalmente en el TIOC TIM II, las más usadas son mallas, lineadas y espiñeles, lo que coincide con Argote *et al.* (2014), donde se vio que las comunidades del TIOC TIM II utilizan mayormente mallas, y en segundo lugar lineadas como principales artes de pesca. El TIOC Tacana-Cavineño es el que cuenta con mayor cantidad de herramientas para la pesca en promedio por pescador (10.1), seguido del TIOC TIM II (8.7). El TIOC Cavineño es el que cuenta con la menor cantidad de herramientas para la pesca por pescador (4.9), lo cual también se refleja en el bajo volumen anual de pesca comercial de este TIOC.

Se observó que el TIOC Cavineño cuenta con el mayor número de embarcaciones y motores, pero obtiene el volumen anual más bajo de pesca para el comercio, mientras que por otro lado el TIOC TIM II obtiene el mayor volumen anual de pesca para el comercio y cuenta con el menor número de embarcaciones y motores. Lo que quiere decir que algunas comunidades cuentan con suficientes embarcaciones y motores pero no las aprovechan al máximo para la pesca comercial, frente a otras comunidades, como por ejemplo las del TIOC TIM II que teniendo pocas embarcaciones y motores de baja capacidad, pescan mayores volúmenes y obtienen mayores ingresos económicos con la pesca comercial. Es probable que siendo el TIOC que pesca en mayor proporción, sus embarcaciones y materiales de pesca tengan menor duración por dedicarse anualmente a la pesca. Los ingresos generados por la castaña en el TIOC Cavineño posiblemente facilitan la adquisición de canoas y motores para el desplazamiento de las personas y transporte de este producto a los centros de acopio. La cantidad de ingresos generados por la pesca para las comunidades del TIOC TIM II es mayor y, aparentemente, ellos no requieren de mayor número de embarcaciones o motores porque sus equipos y materiales son suficientes para cubrir su zona de acción y realizar la actividad de manera óptima.

Otro factor importante es la temporada de pesca, la cual difiere entre comunidades. Se observó que las comunidades del TIOC TIM II pescan para el comercio durante todo el

año a excepción de la comunidad Santuario, por lo que obtienen mayores volúmenes de pesca. Las comunidades del TIOC Tacana-Cavineño pescan para el comercio entre abril y diciembre, en el TIOC Cavineño la temporada de pesca comercial es más reducida, generalmente es entre junio a diciembre y el volumen anual estimado de pesca comercial para este TIOC fue el menor del estudio. Esto puede deberse también a la disponibilidad de especies a las que tienen acceso durante la temporada de pesca en cada comunidad, ya que existen especies que permanecen en los cuerpos de agua por periodos determinados de tiempo (época seca o húmeda), las cuales al arribar cambian la estructura, la composición y la abundancia de las comunidades de peces en los diferentes periodos hidrológicos (Miranda-Chumacero & Barrera 2005).

En cuanto a las especies que se pescan en los cuatro TIOCs, se registraron 20 en el TIOC Chácobo-Pacahuara, 24 en el TIOC Cavineño, 28 en el TIOC Tacana-Cavineño y 22 en el TIOC TIM II. La pesca por lo general ocurre en lagunas y ríos, estos últimos no tienen corrientes fuertes y comparten casi la misma fauna. En general, se observó que las diez especies más importantes o de mayor aporte al volumen total obtenido por captura en la pesca en general son: el paiche, pintado, palometa, tucunaré, bentón, pacú, corvina, yatorana, general y surubí. Las especies de menor importancia o que aportan menores volúmenes son: blanquillo, buchere, yayú, seferino, serepapa, pacupeba, sábalo, tujuno, bagre, cachorro, pacusillo, lisa, sardina, entre otros. Se observó que en el TIOC Chácobo-Pacahuara solamente se pescan especies nativas, en el TIOC Cavineño el paiche aporta con un 42% al volumen total estimado por captura, frente a un 58% de especies nativas, en algunas comunidades de este TIOC el paiche domina el volumen total obtenido por captura, como es el caso de las comunidades Lago Buena Vista, San José y Santa Rosa de Florida. En el TIOC Tacana-Cavineño aporta con un 24%, mientras que las especies nativas aportan con un 76%, en este TIOC el paiche domina los volúmenes de captura en la comunidad Triunfo. En el TIOC TIM II el paiche aporta con un 22% frente a un 78% de especies nativas, siendo la especie con mayor aporte al volumen total obtenido por captura. Algo similar se encontró en un monitoreo realizado en las comunidades Flor de Octubre,

Lago El Carmen y 27 de Mayo del TIOC TIM II (Argote *et al.* 2014), en octubre de 2011 y febrero de 2012, donde se observó que en estas comunidades, el paiche fue la especie más sobresaliente en los volúmenes de captura aportando con un 12%. En nuestros resultados se observa que el paiche debido a su tamaño y peso aporta significativamente al volumen total obtenido por captura en relación a las especies nativas, sin embargo se observa que en general las especies nativas son de preferencia en la pesca de las comunidades estudiadas.

El paiche tiene una dieta constituida por diferentes ítems alimenticios, entre ellos los peces (Villafán 2014), lo cual es visto como una amenaza para muchos de los entrevistados, ya que perciben que desde su llegada los peces nativos han disminuido. El 73% de los entrevistados dijeron que el paiche está aumentando, mientras que el 27% dijeron que está disminuyendo, muchos comentaron que a medida que el paiche aumenta, los peces nativos disminuyen. Pese a estas opiniones no hay estudios hasta el momento que puedan determinar el efecto del paiche sobre las comunidad de especies nativas (Van Damme *et al.* 2011a).

En cuanto a sus opiniones sobre el paiche, el 52% fueron opiniones positivas, citando algunos comentarios de los entrevistados:

"es bueno porque se vende y se consigue lo que falta en la casa", comunario de Baketi.

"rinde por ser grande y pesado", comunario de Buen Destino.

"da carne pesada, cuando se coge varios da sus buenos pesos", comunario de Triunfo.

"es grande y uno rápido hace su carga", comunario de 27 de Mayo.

"ha mejorado la condición de vida por su tamaño y su peso", comunario de Lago El Carmen.

Por otra parte, el 48% fueron opiniones negativas, citando algunas de ellas:

"es una amenaza para los peces pequeños", comunario de Fortaleza.

"es malo cuando tiene crías, puede volcar la embarcación" comunario de Las Petas.

"es malo porque se termina los pescados que comemos, están disminuyendo pacú, pintado, sábalo" comunario de San José.

"precio bajo" comunario de 27 de Mayo.

"se come a las sardinas y corre a los otros pescados", comunario de Flor de Octubre.

Entre los factores negativos que mencionaron los entrevistados está el bajo precio, dentro de las comunidades lo venden entre 5 a 12 Bs por kilogramo, se obtuvo un precio promedio de 8 Bs por kilogramo, lo venden a los mismos comunarios o a comerciantes que vienen a comprar el pescado directamente a las comunidades. Mientras que en la ciudad de Riberalta, los comerciantes venden el paiche a un precio que varía entre 18 a 22 Bs por kilogramo, es decir más del doble del precio promedio en las comunidades indígenas estudiadas. Tomando en cuenta el esfuerzo en capturar a una especie grande como el paiche, la falta de materiales de pesca adecuados y el bajo precio, varios pescadores de estas comunidades comentaron que no les conviene pescarlo para el comercio, dado que la ganancia es muy baja. Sin embargo, otros entrevistados comentaron que debido a su gran tamaño y peso, se necesitan pocos para obtener una buena carga, y por lo tanto se obtiene buen peso de carne en menor tiempo. Según Van Damme *et al.* (2011a) la relación costo/beneficios en la pesca de paiche es favorable y mayor en comparación a otras especies comerciales, y dado que últimamente los mercados demandan cada vez más filetes de pescado, el paiche puede satisfacer esta demanda, otra ventaja es que el paiche habita mayormente en lagunas, mientras que otras especies nativas de valor comercial habitan principalmente ríos, que representan hábitats más complejos y de menor accesibilidad en relación a las lagunas.

Los volúmenes anuales estimados de paiche para el comercio varían entre comunidades debido a varios factores, como el número de pescadores y temporada de pesca. En el TIOC TIM II existe mayor número de pescadores comerciales de paiche y la temporada de pesca dura todo el año, por lo cual estas comunidades obtienen volúmenes anuales de paiche mayores en relación a las comunidades de otros TIOCs. Las comunidades del TIOC Cavineño tienen temporadas más reducidas de pesca comercial de paiche (entre junio a

noviembre) y también menor número de pescadores comerciales de paiche en relación al TIOC TIM II, sin embargo el TIOC Tacana-Cavineño tiene el menor número de pescadores de los tres TIOCs y el volumen anual estimado de pesca comercial de paiche es 7 512 kg, mayor al obtenido en el TIOC Cavineño. Esto podría deberse a otros factores, como el de la abundancia de paiche en las zonas de pesca de las comunidades estudiadas.

Se obtuvieron los valores de CPUE (kilogramos/hora/pescador) en las zonas de pesca donde hay mucho y poco paiche según las percepciones y experiencia de los pescadores, en cada comunidad. Se observó que las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara tienen mayor número de zonas del río o lagunas con presencia de paiche en abundancia en relación a otras comunidades, como es el caso de la comunidad Firmeza, donde los pescadores señalaron presencia de paiche en 18 lagunas donde según los datos que dieron, un pescador puede sacar aproximadamente 13 kg de paiche en una hora, o la comunidad Tres Bocas, donde los pescadores dijeron que hay paiche en seis zonas del río (mayormente remansos) donde el CPUE estimado fue de 10 kg/hora/pescador, así como dos lagunas con paiche en abundancia donde el CPUE estimado fue de 23 kg/hora/pescador. Esto significa que los pescadores de estas comunidades cuentan con gran número de hábitats con presencia de paiche en abundancia, pero por diversos motivos no aprovechan este recurso de manera comercial.

Uno de estos factores podría ser el difícil acceso a estas zonas, o la falta de materiales adecuados para la pesca de paiche, también cabe destacar el hecho de que la pesca no está entre sus principales actividades productivas, las cuales se enfocan en la cosecha de palmito, la zafra de castaña y la caza. En este TIOC pescan solamente para subsistencia, y según comentarios de muchos entrevistados de este TIOC, tienen preferencia por las especies nativas para su consumo, a muchos no les gusta la carne de paiche, por lo cual no lo pescan. En la comunidad San José del TIOC Cavineño se obtuvo un CPUE estimado de 18.3 kg/hora/pescador en zonas del río y lagunas con mucho paiche dentro de su zona de pesca según percepciones de los pescadores, sin embargo esta es la comunidad con el volumen anual más bajo de pesca

de paiche para el comercio, lo que significa que también cuenta con hábitats donde hay paiche en abundancia pero no aprovecha comercialmente este recurso. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en el capítulo 8 sobre la abundancia de paiche, donde se encontró una mayor abundancia de esta especie en ríos del TIOC Chácobo-Pacahuara y en lagunas del TIOC Cavineño.

Por otro lado, una de las comunidades que obtiene el mayor volumen anual de paiche para el comercio es Flor de Octubre del TIOC TIM II. En esta comunidad se señalaron siete zonas de pesca (arroyos o remansos) con presencia de paiche en abundancia, uno de sus principales lugares de pesca es el arroyo San Luis, donde el CPUE estimado fue de 0.5 kg/hora/pescador, también pescan en una laguna donde según sus percepciones hay paiche en abundancia, pero el valor de CPUE estimado para esta laguna fue de 3.3 kg/hora/pescador, valores significativamente bajos en relación a Firmeza, Tres Bocas o San José, donde hay mucho paiche pero no lo pescan. Lo que demuestra que las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara y algunas del TIOC Cavineño podrían aprovechar que tienen este recurso en abundancia para mejorar sus ingresos económicos así como también su seguridad alimentaria. Los valores bajos de CPUE en Flor de Octubre, podrían deberse a que en sus zonas de pesca el paiche está en disminución precisamente como consecuencia de la pesca, que es la actividad productiva principal en esta comunidad. Algo similar se observó en la comunidad Lago El Carmen del TIOC TIM II, según nuestros resultados es la comunidad con el mayor volumen anual estimado de paiche para el comercio, sin embargo, en el capítulo 8 sobre la abundancia de paiche en los mismos TIOCs, al realizar el trabajo de conteo de paiche en la laguna Islas, que es uno de los principales lugares de pesca de esta comunidad, no se observaron paiches. Esto podría deberse a que esta especie está disminuyendo en estas comunidades por la presión de la pesca.

La pesca de paiche todavía no ocupa un lugar muy importante en la economía de estas comunidades. Se observó que aporta con un 8% al ingreso anual por familia, mientras que la pesca de especies nativas es la segunda actividad productiva más importante después de la zafra de castaña, aportando con un 13% al

ingreso económico anual por familia. El TIOC TIM II obtiene mayores ingresos económicos por la pesca de especies nativas en relación con los demás TIOCs, le sigue el TIOC Tacana-Cavineño y finalmente el TIOC Cavineño. Las comunidades que obtienen mayores ingresos económicos por la pesca de especies nativas son: Lago El Carmen, 27 de Mayo, Buen Destino, Flor de Octubre, Alta Gracia y Triunfo.

Tomando en cuenta la diferencia entre los volúmenes anuales estimados de pesca comercial y los volúmenes anuales estimados de pesca comercial de paiche, podemos estimar los volúmenes anuales de pesca comercial de especies nativas. Siguiendo este criterio, podemos decir que el TIOC TIM II obtiene el mayor volumen anual de pesca de especies nativas con 230 134 kg al año, le sigue el TIOC Tacana-Cavineño con 25 954 kg y finalmente el TIOC Cavineño con 17 524 kg al año de especies nativas para el comercio. En el estudio realizado por Argote *et al.* (2014), se observó que las comunidades del sur del TIOC TIM II (Flor de Octubre, Lago El Carmen, 27 de Mayo), pescan mayor diversidad de peces con el uso de mallas como principal arte de pesca, ya que dependiendo del tamaño de rombo, pueden pescar peces de diversos tamaños y por lo tanto pescan mayor diversidad de especies, mientras que el uso de lineada y anzuelo es un método más selectivo para cierto grupo de peces de tamaño estimable. En nuestros resultados también se vio que estas comunidades pescan preferentemente con mallas, lo que podría influir en que obtengan mayores volúmenes de especies nativas.

En relación a las fuentes de proteína de estas comunidades, se vio que el pescado es la principal fuente de proteína con un consumo promedio de 183 días al año por persona, le sigue la carne de monte con un consumo promedio de 101 días al año por persona. Algo similar se observó en un estudio realizado por Benefice *et al.* (2006) en 15 comunidades indígenas (entre tacanas y ese ejjas) asentadas a orillas del río Beni, donde se vio que el pescado es un alimento fundamental en la dieta de estas comunidades ribereñas, las familias consumen tres comidas principales al día en las cuales el plato más común es carne de pescado con arroz, este estudio indica que el 19% de las familias consume pescado diaria-

mente y el 60% lo consume por lo menos una vez a la semana.

Según nuestros resultados, en las comunidades estudiadas una persona pesca en promedio 6.3 kg de pescado por faena y 611 kg de pescado por año para su consumo y el de su familia, algunos estudios muestran que los niveles de consumo de pescado dentro de la Amazonía boliviana son considerablemente más altos que en el resto del país, ya que en la región amazónica se observó un consumo promedio de 108.84 g per cápita por día dentro de los pueblos locales de la Amazonía, es decir 40 kg anuales (Camburn 2011), mientras que a nivel nacional, se estima que Bolivia cuenta con un nivel de consumo de pescado muy bajo: 1.8 kg/año/persona, cifra que está muy por debajo del promedio recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es de 12 kg/año/persona (Van Damme *et al.* 2011c). Se estima que las capturas totales de pescado en Bolivia solamente alcanzan a 7.5 mil toneladas de las cuales un tercio se originan en la Amazonía. Esta baja producción refleja la falta de una tradición de comer pescado en las ciudades grandes, lo que genera poca demanda y escasa comercialización de pescado (Camburn 2011).

Al existir poca demanda de pescado a nivel nacional, y tomando en cuenta la poca ganancia que obtienen en comparación con los comerciantes que les compran el pescado a bajo precio, las comunidades indígenas optan por pescar mayormente para su consumo y dedicarse a otras actividades que generen mayores ingresos, pese a tener los recursos pesqueros y el potencial para la comercialización de pescado. Sin embargo nuestros resultados muestran que algunas comunidades ya están aprovechando de este recurso para mejorar su calidad de vida.

En general los resultados muestran el importante rol de la pesca en la subsistencia y economía de estas comunidades, del mismo modo la importancia que está tomando el paiche como una alternativa de fuente de ingresos económicos, más aun tomando en cuenta que varias de estas comunidades cuentan con este recurso en abundancia, y podrían hacer un mejor aprovechamiento de esta especie siguiendo planes de manejo que se adecuen a las necesidades y dificultades del sector en

esta región, para lo cual se requiere implementar mejoras en caminos, infraestructuras, materiales e insumos de pesca. Una de las principales dificultades es la desorganización del sector pesquero local, sumada al desconocimiento de las normas internas para regular el aprovechamiento pesquero. Para lo cual es necesario re-estructurar la organización del sector pesquero por comunidad haciendo que esta sea reconocida por el TIOC y el Gobierno, las comunidades proponen ser partícipes en la redacción del reglamento sobre aprovechamiento pesquero y sugieren que es necesario implementar cambios en el estatuto orgánico. Otro problema es el bajo precio del pescado y la falta de mercado de pescado para indígenas con precio justo, a este problema se suma la inaccesibilidad a mercados en temporadas de inundación debido al cierre de caminos.

Para hacer frente a estos problemas los comunarios proponen la implementación de un mercado de pescado para indígenas con precio justo, la implementación de una planta procesadora de pescado, así como también mejoras en los caminos. Otro factor importante es el de la falta de recursos económicos para obtener mejores materiales de pesca o mejores embarcaciones y motores. Los comunarios propusieron como solución acceder a un sistema de créditos que les permita tener mejores materiales y artes de pesca en general, poder comprar moviidades comunales que puedan servir para transportar el pescado a los centros de comercialización, acceder a hielo de mejor calidad, entre otros, que podrían mejorar el aprovechamiento pesquero.

RECOMENDACIONES

Dada la importancia que el paiche ha estado tomando en los últimos años en la pesca comercial de la CAB, y su contribución como fuente secundaria de ingresos económicos en las comunidades estudiadas, su aprovechamiento comercial puede contribuir a los ingresos de familias indígenas. Sin embargo, se debe notar que la gran mayoría de las comunidades estudiadas se dedica principalmente a la pesca de subsistencia, y solo algunas de ellas a la pesca comercial. Esto significa que las pesquerías parecen jugar un rol más importante para la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades, que como una

actividad económica que genera ingresos importantes a cada una de ellas. Se ha visto que la actividad económica para la gran mayoría de las comunidades estudiadas es la castaña, y la pesca es una actividad complementaria o una de las más importantes cuando las comunidades no acceden a este recurso forestal. Al margen de ello, se ha visto que la pesca es una actividad fundamental para la subsistencia y consumo de proteínas de alta calidad. Por lo tanto, es evidente que la pesca comercial actualmente es una actividad económica viable para pocas comunidades, y tal vez con potencial para otras a futuro, pero es posible solo si se cumplen varias condiciones como abundancia del recurso, conexión a mercados por caminos, existencia de un mercado establecido, y precio mínimo sostenible para el pescador. Considerando las condiciones mencionadas, se puede decir que las comunidades con aquellos atributos ya explotan el recurso (p.e. comunidades Triunfo, Flor de Octubre, Lago El Carmen, 27 de Mayo) y perciben ingresos que contribuyen a su permanencia. La mayoría de las otras comunidades que poseen algunos atributos, pero no todos de ellos, potencialmente pueden formar parte de las pesquerías comerciales a un corto plazo pero existen factores como la conexión o establecimiento de un mercado que no dependen únicamente de decisiones en la comunidad. Por lo tanto, cualquier iniciativa de fomento a las pesquerías en primera instancia debe focalizarse sobre aquellas pocas (TIOCs TIM II y Tacana-Cavineño) que ya realizan la actividad comercial, hasta que otras lleguen a alcanzar las condiciones mínimas que les permita establecerse en una cadena de valor y de suplemento de pescado desde sus territorios. Dicho de otra forma, se debe dar prioridad a las pocas comunidades que realizan pesca comercial más que a la mayoría de las comunidades que no han desarrollado esta actividad por diferentes motivos. Efectivamente, se puede promover iniciativas que a mediano plazo permitan establecer la pesca comercial en nuevas comunidades pero sin perder de vista que deben darse primero cambios notables a nivel regional (p.e. construcción o mejoramiento de caminos, acuerdos con mercados) más que a nivel local (p.e. establecimiento de plantas procesadoras).

Tomando en cuenta las principales dificultades que atraviesa este sector, se recomienda comenzar a fortalecer su organización, imple-

mentando los cambios que sean necesarios y posibles dentro del reglamento interno de la pesca, para poder elaborar acuerdos pesqueros de colaboración entre comunidades y TIOCs, así como también para desarrollar estrategias de gestión de los recursos pesqueros que incluyan la participación de autoridades gubernamentales, comunitarias y pescadores. Una alternativa para mejorar al sector pesquero de las comunidades que realizan la actividad a nivel comercial, puede ser la implementación de un programa que ayude a reducir las pérdidas de la pesca y a lo largo de la cadena de suplemento de pescado. El fin se focalizaría en generar recursos extras con el esfuerzo actual más que promover un mayor esfuerzo de captura para generar supuestos mayores ingresos. Efectivamente, esta iniciativa depende de una intervención a lo largo de todos los eslabones de la cadena y debe tener como fin ofrecer un producto de buena calidad. De esta manera creemos que se incentivará un mayor consumo de carne de pescado, que en última instancia será el motor para generar progreso y atención al sector pesquero por la demanda creciente.

Puesto que el conocimiento sobre las pesquerías, tanto de subsistencia como de comercio, en comunidades indígenas de la CAB está en proceso de construcción y los datos disponibles son todavía escasos, es importante fomentar procesos de investigación que respondan a demandas o acciones llevadas a resolver dificultades y/o generen bases sólidas para la toma de decisiones. La comprensión de los factores que determinan o regulan las pesquerías en la CAB será un paso importante para proyectar posibles escenarios que enfrentarán las comunidades indígenas ante factores intrínsecos de la CAB (o Bolivia), y/o extrínsecos que pueden tener influencia notable en los mercados locales y nacionales.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a todos los comunitarios, pescadores y familias que nos brindaron amablemente información en las entrevistas y talleres, además de darnos su tiempo y hospitalidad al participar de este estudio. A la CIRABO (Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia), y a las capitanías de los cuatro TIOCs que participaron: Cháco-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y

TIM II. A Selin Trujillo por su colaboración en el trabajo de campo. A Roxana Salas por su colaboración para coordinar actividades con la CIRABO e ingresar a los territorios indígenas. Este trabajo fue subvencionado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el aprovechamiento integral del paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue co-financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre-IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development-DFATD).

REFERENCIAS

- Argote A, Van Damme PA, Macnaughton A, Villafán S, Carvajal-Vallejos FM (2014) Pesca artesanal en la cuenca amazónica boliviana: un estudio de caso en la tierra comunitaria de origen Multiétnico II. pp. 297-338. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA. Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.
- Benefice E, Luna Monroy S, Jiménez S, Lopez R (2006) Nutritional Status of Amerindian Children from the Beni River (Lowland Bolivia) as Related to Environmental, Maternal and Dietary Factors. *Public Health Nutrition Journal*, 9 (3): 327-335.
- Camburn M (2011) El consumo de pescado en la Amazonía boliviana. COPESCAALC Documento Ocasional N° 14. FAO. Roma, Italia.
- Carvajal-Vallejos FM, Zeballos Fernández AJ (2011) Diversidad y distribución de los peces de la Amazonía boliviana. pp. 101-148. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la

- Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M, Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme P, Céspedes R, Oberdorff T (2014) Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, 732 (1): 19-27.
- Chicchón A (2000) Fauna en la subsistencia de los Tsimane, Reserva de la Biosfera Estación Biológica del Beni, Bolivia. pp. 365-383. En: Herrera-MacBryde O, Dallmeier F, MacBryde B, Comiskey J, Miranda C (Eds.). Biodiversidad, conservación y manejo en la región de la Reserva de la Biosfera, Estación Biológica del Beni, Bolivia. SI/MAB Series No. 4. Smithsonian Institution, Washington D.C., USA.
- Coca C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, VanDamme PA (2012) La Cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (el paiche - *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- Ibisch P, Chive J, Espinoza S, Araujo N (2003) Hacia un mapa del estado de conservación de los ecosistemas de Bolivia. pp. 264-271. En: Ibisch P, Mérida G (Eds.). Biodiversidad: Riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación. Santa Cruz, Bolivia.
- Lundberg J, Chernoff B (1992) A miocene fossil of the Amazonian fish *Arapaima* (Teleostei: Arapaimidae) from the Magdalena river region of Colombia: biogeographic and evolutionary implications. *Biotropica*, 24: 2-14.
- Lüling K (1964) Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie del Tiere*, 54: 436-530.
- Macnaughton A, Carvajal-Vallejos FM, Argote A, Rainville T, Van Damme PA, Carolsfeld J (2015) "Paiche reigns!": species introduction and indigenous fisheries in the Bolivian Amazon. *Maritime studies*, 14 (11): 1-17.
- Miranda-Chumacero G, Barrera S (2005) Riqueza y abundancia de peces en dos lagunas de los Andes tropicales. *Ecología en Bolivia*, 40 (2): 41-52.
- Molina J, Vauchel P (2011) Régimen hidrológico del río Madera y sus tributarios. pp. 3-14. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Parry L, Barlow J, Peres C (2009) Hunting for sustainability in tropical secondary forests. *Conservation Biology*, 23: 1270-1280.
- Soliz L, Heredia L, Zelada F, Vaca O, Flores M, Menchaca R (2015) Lecciones y desafíos que dejaron las inundaciones de 2014 en la Amazonía Boliviana. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado-CIPCA. La Paz, Bolivia.
- Townsend W (2001) Investigación participativa en el manejo comunitario de la fauna silvestre: experiencia de la Reserva de la Biosfera-Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas. pp. 206-212. En: Rodríguez L (Ed.). El Manu y otras experiencias de investigación y Manejo de Bosques tropicales. Cusco, Perú.
- Vadillo A, Miranda C (2012) Análisis de derecho internacional, legislación nacional, fallos, e instituciones al interrelacionarse con territorios y áreas de conservación de los pueblos indígenas y comunidades locales. Reporte N° 7. Bolivia. Indigenous People's and Community Conserved Areas and Territories Consortium. Natural Justice, Bangalore, Bangladesh.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Pouilly T, Pérez T, Molina Carpio J (2011a) Amenazas para los peces y pesquerías de la Amazonía boliviana. pp. 327-365. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme PA, Crespo A, Becerra P, Salas R (2011b) Empleo en el sector pesquero en las tierras bajas de la Amazonía boliviana. pp. 293-306. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rúa A, Córdova L, Becerra P (2011c) Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 247-292. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Van Damme PA, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima* cf. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6: 375-385.
- Villafán S (2014) Dieta del paiche - *Arapaima* aff. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia). Tesis de grado, presentada para optar al diploma académico de Licenciatura en Biología. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Bolivia. 64 p.

Los medios de vida en comunidades indígenas del norte de Bolivia: cuál es el rol actual y potencial de la pesca?

Alison E. Macnaughton^{1,2,6}, Selva V. Montellano^{3,6},
Selin Trujillo^{4,6}, Roxana Salas^{3,6}, Fernando M. Carvajal-Vallejos^{3,5,6}



¹World Fisheries Trust, 434 Russell St. Victoria B.C. Canadá, V9A 3X3.

²Department of Geography, University of Victoria, 3800 Finnerty Road Victoria BC Canada V8P 5C2.

³Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴FEUPECOPINAB, Federación Única de Pescadores, Comercializadores y Piscicultores del Norte Amazónico de Bolivia, Riberalta, Bolivia.

⁵ECOSINTEGRALES SRL (Estudios y Servicios Ecológicos para el Desarrollo Integral y Conservación Ambiental), Calle Carlos Müller 211, Zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁶Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

“Nuestros pescados, si nosotros digamos sacamos todo, bueno, pues para nosotros viene impresión de que - nuestros hijos, que van a consumir...? ...el río se termina, no? ...sería mejor que se comercialice el paiche...para que haya un ingreso...Yo creo que eso es una parte de lo que nosotros esperamos, que la pesca sea algo de beneficio para la familia...”

(Comunario Baketi, Oct 2015)

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, existe una necesidad reconocida de comprender mejor y abordar las conexiones entre pobreza-bienestar-ecosistemas, en las que los medios de vida de las personas dependen directamente de los entornos locales (Duraiappah 2004). Bolivia cuenta con abundantes y diversos recursos pesqueros que son el foco de las pesquerías comerciales y de subsistencia a pequeña escala. Sin embargo, la información sobre estas pesquerías es muy escasa. Muchas familias que pescan en la región amazónica, especialmente en las áreas rurales, enfrentan problemas significativos de pobreza y vulnerabilidad. La pesca, mediante estrategias apropiadas, podría ayudar a aliviar la pobreza y contribuir al desarrollo sostenible. Sin embargo, dos limitaciones clave son la falta de información sobre la actividad pesquera en sí, y la falta de entendimiento sobre cómo la pesca encaja en el panorama más amplio de los medios de vida en las comunidades indígenas. La primera de ellas se aborda en el capítulo 13, donde se presentan y discuten datos sobre las pesquerías indígenas. El propósito del presente capítulo es contribuir a la segunda limitación mencionada, es decir, a un mejor conocimiento sobre la pesca en el contexto más amplio de los medios de vida indígenas. Para lograr esto, recopilamos información sobre las distintas actividades productivas, incluyendo la pesca, que las familias realizan para subsistir y generar ingresos, así como el contexto en el que se desarrollan estas actividades, la incidencia de la pobreza y la falta de seguridad alimentaria.

El objetivo de este capítulo es caracterizar las actividades de los medios de vida en las

comunidades indígenas que pescan en la zona norte de la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) y proporcionar información que, combinada con otras fuentes de información biológica, económica y social sobre las pesquerías, pueda contribuir al desarrollo de recomendaciones realistas y adecuadas para el fortalecimiento del sector.

Presentamos resultados de un estudio que se llevó a cabo en cuatro Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs) en el departamento de Beni en octubre y noviembre de 2015. Se detalla y analiza la combinación de actividades de subsistencia y generación de ingresos (anteriormente no descritas para esta región), dando especial atención a la identificación de los medios de vida, asuntos de pobreza e inseguridad alimentaria. La discusión considera las cuestiones clave planteadas. Se dan recomendaciones sobre futuras investigaciones y la planificación e implementación de medidas orientadas a la formulación de políticas que mejoren los medios de vida y la seguridad alimentaria. Se da especial énfasis en las contribuciones potenciales de la pesca de especies nativas como de la especie introducida paiche (*Arapaima gigas*).

CONCEPTOS CLAVE

La *seguridad alimentaria* se define como el acceso físico y económico permanente y de todos a alimentos suficientes para satisfacer las necesidades y preferencias dietéticas para llevar una vida sana y activa (FAO 1996). En este capítulo nos centramos específicamente en la seguridad alimentaria (o sea, la falta de seguridad) a nivel de hogares. Es decir, si un hogar tiene los medios para adquirir los alimentos necesarios para que sus miembros se encuentren en situación de seguridad alimentaria (Pinstrup-Andersen 2009).

Medios de vida es un concepto utilizado en estudios de desarrollo para describir la combinación de actividades y capacidades que apoyan y sostienen a las familias rurales (Ellis 1998). Considera no sólo las actividades productivas, sino también el contexto en que se producen, y los beneficios derivados de ellas. En otras palabras, los medios de vida no sólo se componen de actividades generadoras de ingresos (ingresos considerados en forma de efectivo y equivalentes de efectivo, o productos que

sustituyen la necesidad de compra). Sino, que también se caracterizan por la situación de las instituciones y servicios sociales, infraestructura, servicios públicos (por ejemplo, carreteras, energía, agua), relaciones de género, acceso a los recursos, derechos de uso y propiedad (Ellis 1998). La *diversificación* se utiliza a veces en combinación con el concepto de medios de subsistencia, como el proceso no sólo de combinar una variedad de actividades productivas diferentes, sino también de desarrollar apoyos sociales asociados con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y aliviar la pobreza (Ellis 1998). Si bien la intención del presente trabajo fue construir un cuadro más completo de la dinámica de los medios de vida, este capítulo se centra principalmente en el paso preliminar de documentar las actividades productivas. Los resultados presentados detallan la diversidad de actividades a través y dentro de los grupos de estudio en los TIOCs. Se incluye tanto las actividades realizadas en efectivo, denominadas "generadoras de ingresos", como las que se practican para sustituir la necesidad de compra, mantener el nivel de vida del hogar, mediante la provisión de alimentos denominada "subsistencia".

La *pobreza* es una condición multidimensional, expresada como aspectos diferentes e interrelacionados de la privación, incluyendo no sólo los ingresos, sino también la salud, la educación, la voz y la vulnerabilidad (Banco Mundial 2000). Describir y evaluar el estado de estas diferentes dimensiones puede ayudar a resaltar las causas y posibles caminos de mejora para un contexto local o regional específico. En este capítulo se usan los datos de ingreso como un indicador de la pobreza, entre otros. También se reconoce la importancia de estas otras dimensiones y se trata de incorporar información sobre las necesidades básicas como la educación, seguridad alimentaria, salud e infraestructura, que también se relacionan con los objetivos de desarrollo del milenio (ODM).

El *alivio de la pobreza* es un término amplio utilizado para describir las estrategias y actividades globales que se planean para contri-

buir a uno o ambos de los siguientes factores: reducción de la pobreza (donde la meta es la generación de ingresos y la acumulación de capital para salir de la zona de pobreza); y prevención de la pobreza (donde el objetivo es reducir el riesgo y mejorar las funciones de la red de seguridad en el contexto de la vulnerabilidad) (Bene *et al.* 2007). Este capítulo incluye recomendaciones para ambos tipos de estrategias, como se detalla en la discusión.

MÉTODOS

El área de estudio incluye comunidades de cuatro TIOCs en la porción norte del departamento de Beni: Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño¹ y el Territorio Multiétnico II (TIM II). En el caso del TIM II (territorio ubicado en los departamentos de Beni y Pando) sólo se incluyó una selección de comunidades al sur del territorio ubicadas en el departamento de Beni. Los principales cuerpos de agua en la región de estudio incluyeron porciones del río Beni y lagunas² asociadas. También la zona incluye varios afluentes del Beni y Yata, entre ellos los ríos Geneshuaya, Biata, Yata y Benicito (afluente del Yata), y lagunas asociadas. Algunas lagunas tectónicas también forman parte del paisaje en la zona de estudio. En esta región, existe una mezcla de bosque tropical de tierras altas, bosque tropical de inundación estacional, así como de sabanas de tierras altas y de inundación estacional. Dentro de los cuatro territorios, se identificó un subconjunto de comunidades de interés siguiendo los siguientes criterios: a) abundancia y presencia de paiche (próximo a ríos y lagunas donde se estimó que la abundancia de paiche era importante, según información de los líderes locales y contactos claves (representantes de la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO) y capitanes de los TIOCs) y, b) accesibilidad a las comunidades (véase la Figura 1 en el Capítulo 13 para un mapa del área del estudio). En este subconjunto de comunidades se aplicaron talleres comunales y entrevistas individuales.

1 Localmente se utiliza la terminología Kabineño y Takana

2 Localmente denominadas como "lagos"

El muestreo y la estrategia de reclutamiento de los participantes se describen con más detalle en el Capítulo 13, así como la metodología aplicada en los talleres, entrevistas individuales, y los pasos para el registro e introducción de datos. En resumen, los talleres y entrevistas se centraron en las personas de las comunidades indígenas rurales que potencialmente se dedican a la actividad pesquera de paiche o poseen este recurso en sus zonas de influencia. Doscientos cincuenta y dos personas (152 hombres y 150 mujeres) de 23 comunidades participaron en talleres de dos días de duración en octubre y noviembre de 2015. Durante este mismo período se realizaron 127 entrevistas individuales a participantes de los talleres, o a personas involucradas en la pesca identificadas a través de los talleres. Por lo general, la mayor parte de la comunidad tiene alguna relación con la pesca para la subsistencia y/o comercial. La tasa de respuesta de la entrevista fue del 100% (nadie se negó a participar en una entrevista). Este capítulo utiliza principalmente la información recogida de las entrevistas individuales. Cuando se utilizó información obtenida de los talleres (grupos focales) y observaciones de campo, se hizo notar específicamente en el texto.

Antes del análisis e interpretación de los datos para este capítulo se aplicó un protocolo de limpieza de datos: a) se eliminó información de dos entrevistas porque se dudaba de su validez; b) se eliminó información de 17 entrevistas que tomaron información a varias personas del mismo hogar. En este caso, se mantuvo la información de la persona que reportó la mayor cantidad de ingresos. De esta manera, el tamaño de la muestra general utilizada en este capítulo fue de 108. Los datos relativos a educación consideraron el tamaño de muestra inicial ($n = 127$).

El análisis de los datos de este capítulo consideró el cálculo de las tasas de respuesta por entrevistado, sobre las actividades relacionadas a los medios de vida, seguridad alimentaria de los hogares, consumo de pescado, e ingresos (contribución de las diversas actividades a los ingresos individuales). También, incluye un análisis de indicadores no monetarios relacionados a la pobreza, entre los cuales se tiene el acceso a programas de reducción de pobreza, educación, salud, agua y saneamiento básico.

Estos análisis se realizaron para las muestras

de los cuatro TIOCs y para sub-muestras de grupos de comunidades (agregados por TIOC) y categorías de ingreso. Se anotó el tamaño de las muestras en el texto y en las leyendas de las figuras para facilitar la interpretación de los resultados. La información cualitativa y cuantitativa se recogió de las entrevistas y talleres. El tamaño muestral de cada comunidad fue variable. Basándose en el diseño del trabajo y las limitaciones que impone el trabajo en campo, el muestreo fue oportunista y se centró en recopilar información de un conjunto de personas que fueron consideradas como representativas de una comunidad dentro de cada TIOC. Por lo tanto, no se presenta comparaciones estadísticas directas entre las comunidades o desagregación de los datos por género.

RESULTADOS

A continuación, se desglosan los resultados de las 108 entrevistas aplicadas en los cuatro TIOCs.

Características generales de los cuatro TIOCs

Geográficamente los cuatro grupos de estudio están cerca unos de otros. Comparten una frontera común en algunos casos y experiencias históricas similares (trabajo en barracas de recolección de caucho y castaña, trasladados por misiones). Al igual que los mosaicos en el paisaje terrestre, existen diferencias notorias en términos de cantidad y superficie de cuerpos de agua (ríos y lagunas), y en cuanto a la distancia a los centros urbanos principales. Cada TIOC tiene sistemas terrestres y acuáticos diferentes, una historia diferente de asentamiento y reconocimiento como TIOC, diferencias culturales, y diferentes estrategias de medios de vida. En el Cuadro 1 se describen las unidades de análisis por TIOC. En los Cuadros 2 y 3, se describen algunos factores contextuales pertinentes a las estrategias de medios de vida. Se incluye la composición demográfica de los cuatro TIOCs del norte del Beni, la línea de tiempo de asentamientos comunitarios y la distancia al principal centro poblado (Riberalta) de las comunidades de estudio, la vulnerabilidad ambiental a inundaciones, y la existencia de políticas o programas de apoyo institucional en las comunidades.

Cuadro 1. Características de los recursos forestales, hídricos y superficie territorial de cuatro TIOCs en el departamento de Beni

Unidades de análisis	Chácobo-Pacahuara	Cavineño	Tacana Cavineño	TIM II
Tipos de vegetación (observaciones de campo)	Bosque tropical y sabana de altiplanicie, sabanas de inundación estacional	Sabana de altiplanicie y de inundación estacional. Bosque tropical de inundación estacional, bosque tropical de tierras altas.	Bosque tropical de inundación estacional y bosque tropical de tierras altas.	Bosque tropical de inundación estacional y bosque tropical de tierras altas.
Ríos y lagunas (observaciones de campo)	Yata y Benicito (las comunidades están ubicadas muy cerca a estas fuentes de agua)	Biata, Yata (las comunidades están ubicadas muy cerca a estas fuentes de agua)	Biata, Geneshuaya (las comunidades están ubicadas muy cerca a estas fuentes de agua)	Beni y Geneshuaya (las comunidades están ubicadas muy cerca a estas fuentes de agua)
Superficie Territorial (Ha) (Datos extraídos de los títulos ejecutoriales)	485 260.12 (TCO-NAL-000040 (15 de diciembre de 2003) TCO-NAL-000124 (11 de septiembre de 2006))	471 862.32 (RATCO-NA 0212/2006 (29 de mayo de 2006) RA-ST N° 0210/2008 (25 de julio de 2008))	271 049.46 (TCO-NAL-000142; TCO-NAL-000263)	407 584.05 (TCO-NAL-00001 (23 de febrero de 2001) TCO-NAL-000094 (19 de agosto de 2005))

Cuadro 2. Composición demográfica de los cuatro TIOCs del norte del Beni, línea de tiempo de asentamientos comunitarios y distancia al principal centro poblado (Riberalta) de las comunidades de estudio.

Unidades de análisis	Chácobo-Pacahuara	Cavineño	Tacana Cavineño	TIM II
Población (total) por TIOC	1 280	2 954	801	3 594
Número (total) de Comunidades por TIOC	19	30		30
Año de asentamiento de las comunidades estudiadas	1983 (Siete Almendros), el resto entre 2000 y 2010	1915 (Las Mercedes), 1955 (San Miguel), el resto entre 1986 y 1998	1980 (Alta Gracia), las otras sin datos, o entre 1997 y 2002.	1978 (Flor de Octubre), las otras sin datos, o entre 1984 y 1994
Distancia promedio de las comunidades de estudio a Riberalta, medio de transporte y vías camineras	7 a 12 horas en camioneta (acceso estacional por carretera). La comunicación intercomunal es por ríos y carreteras	5 a 8 horas o más en camioneta (acceso estacional por carretera). La comunicación intercomunal es por ríos y carreteras	2.5 a 5 horas en camioneta (acceso estacional por carretera). La comunicación intercomunal es por ríos y carreteras	2.5 a 5 horas en camión o motocicleta (varía en función al tiempo en época de lluvia y seca). La comunicación intercomunal es por ríos y carreteras

Cuadro 3. Factores asociados al contexto de vulnerabilidad ambiental (p.e. inundaciones) y el entorno de apoyo institucional¹ que determinan o inciden en el desarrollo de los TIOCs.

Unidades de análisis	Chácobo-Pacahuara	Cavineño	Tacana Cavineño	TIM II
Impacto de inundaciones (2014)	Pérdida de cultivos Re-ubicación de la comunidad de Fortaleza	Pérdidas significativas de cultivos y animales.	Datos no disponibles	Pérdida de cultivos, animales, vivienda y equipo. Todas las familias de Lago El Carmen y 27 de Mayo re-ubicadas, algunas permanentemente. (Véase también Macnaughton <i>et al.</i> 2016)
Proyectos de desarrollo, si los hubiere (en base a datos de los grupos focales)	Datos no disponibles	Proyecto de ganado comunitario (todas) Asociación recolectora de castaña (Buen Destino)	Datos no disponibles	Iniciativas históricas para el desarrollo pesquero, más recientemente con la Asociación FAUNAGUA y sus asociados



Figura 1. Sabana en el TIOC Chácobo-Pacahuara, imagen tomada en octubre 2015



Figura 2. Bosque al margen del río Yata en el TIOC Chácobo-Pacahuara, imagen tomada en octubre 2015



Figura 3. Sabana de inundación estacional en el TIOC Cavineño, imagen tomada en octubre de 2015



Figura 4. Tasas de participación por actividad para las comunidades de los cuatro grupos de estudio de TIOC (n = 108). Nota: Cada participante indicó participar de entre dos y siete actividades. Pesca (n): especies nativas; Agr.: agricultura; cast.: castaña; pesca (pa): pesca de paiche; anim. (d): venta de animales domésticos; otras (serv): servicios remunerados no-extractivistas; anim (s): venta de animales silvestres (petas y loritos); otras (ex): otras actividades extractivistas.

Actividades productivas por TIOC

Se identificaron un total de 22 actividades productivas (de subsistencia y generación de ingresos económicos), como se muestra en la Figura 4. Cada entrevistado realiza entre dos a siete actividades, y participa en un promedio general de cinco. Los Chácobo-Pacahuara superan ligeramente el promedio mencionado en relación a los pobladores de los otros TIOCs (5.1), seguidos por los Cavineño, Tacana-Cavineño (4.8 para ambos), y finalmente el TIM II (3.9). Las actividades con tasas de participación más altas son la pesca de especies nativas (98%), agricultura (92%), castaña (81%), caza (61%), pesca de paiche (37%), y recolección de palmito (36%).

La participación en diferentes actividades varía entre los cuatro TIOCs:

1. Los cuatro grupos informaron tasas significativas de participación en la pesca (especies nativas) y en la agricultura.
2. La tasa de participación en la castaña fue significativamente menor para los entrevistados del grupo de estudio TIM II (10

de 19 entrevistados (53%)) en relación a los otros grupos de los otros TIOCs (76 de 89 entrevistados (85%)).

3. La tasa de participación en la caza fue mayor entre los entrevistados de los TIOC Chácobo-Pacahuara (32 de 33 - 97%) y Cavineño (21 de 30 entrevistados - 70%), y significativamente menor en el Tacana-Cavineño (6 de 26 entrevistados - 23%) y TIM II (7 de 19 entrevistados - 37%).
4. Dos de los cuatro grupos cosechan palmito y asaf; Chácobo-Pacahuara (28 de 33 entrevistados - 85%, y 8 - 24%), y Tacana-Cavineño (11 de 26 entrevistados - 42%, y 3 - 12%).
5. La tasa más alta de participación en la venta de animales domésticos fue el grupo Cavineño (14 de 30 entrevistados - 47%); los Tacana-Cavineño (4 de 26 entrevistados - 15%), y TIM II (1 de 19 - 5%) reportaron alguna participación en esta actividad.
6. Los Chácobo-Pacahuara participan en la recolección y venta de animales silvestres (15 de 33 entrevistados - 45%).

7. Se registraron otras actividades extractivas en el grupo Tacana-Cavineño (11 de 26 entrevistados - 42%) y TIM II (1 de 19 entrevistados - 5%), entre ellas la tala de árboles para madera, la limpieza de terrenos, la caza de caimanes, y cosecha de productos forestales no maderables.
8. Tres grupos participan en otras actividades no extractivas (jornaleros, trabajos profesionales remunerados (maestros), pequeñas empresas, comercialización de pescado u otros productos): Cavineño (22 de 30 entrevistados - 73%), Tacana-Cavineño (11 de 26 entrevistados - 42%), y TIM II (4 de 19 entrevistados - 21%).



Figura 5. Raspado de yuca para la elaboración de chicha en la comunidad Firmeza del TIOC Chácobo-Pacahuara, durante el taller realizado en octubre 2015



Figura 6. Habitantes del TIOC Chácobo-Pacahuara alistándose para salir de cacería. Imagen tomada durante el taller realizado en Firmeza en octubre de 2015

Actividades de subsistencia *versus* actividades para la generación de ingresos económicos

La tasa de participación entre las actividades de subsistencia (no monetarias) y comerciales (monetarias) fue variable (Figura 7). Esto es más notable en el caso de la pesca y la agricultura familiar. Mientras que casi todos

los entrevistados participan en la pesca (especies nativas) y en la agricultura, menos de la mitad obtiene ingresos vendiendo pescado (especies nativas) o productos agrícolas, o realizando actividades pesqueras con objetivos comerciales. En cambio, para una gran proporción de los entrevistados, estas actividades son un pilar para la subsistencia de la familia.

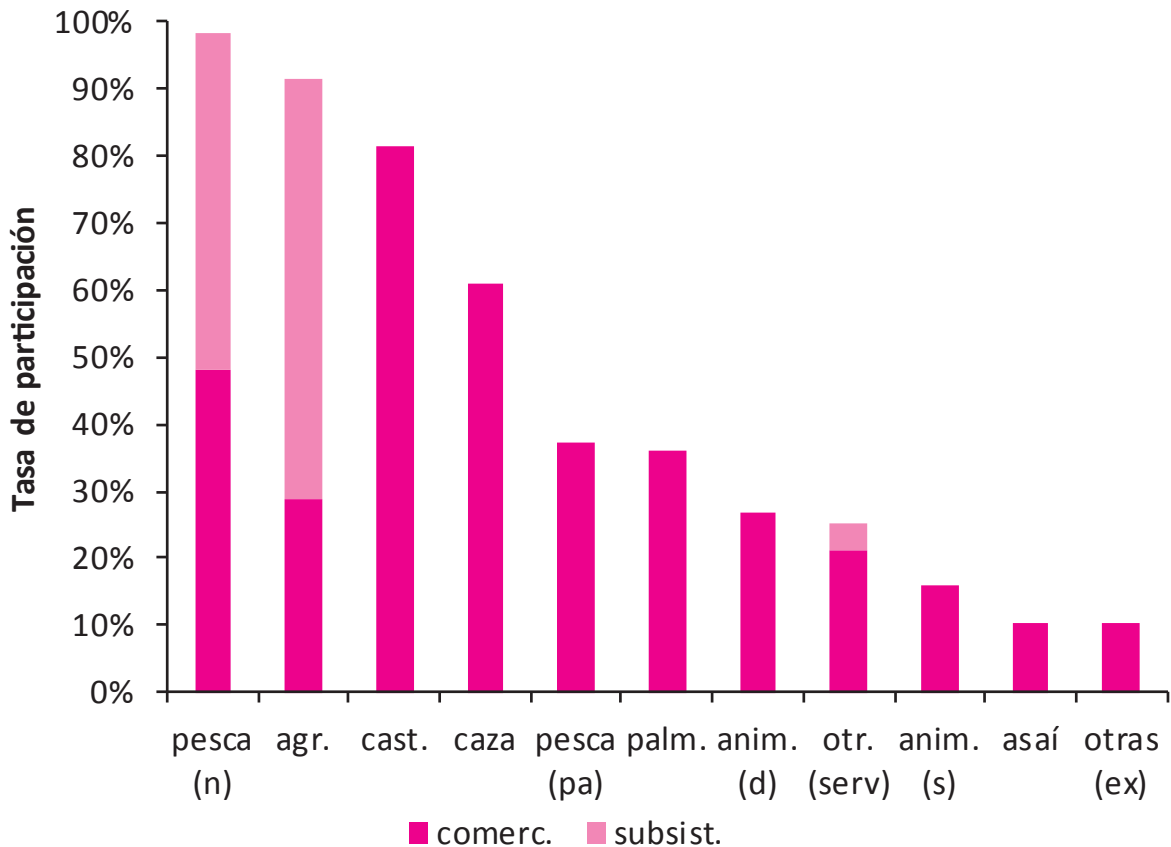


Figura 7. Tasa de participación en las actividades generales (part.) *versus* participación para la generación de ingresos (comerc.) (N = 108) (ver la Figura 4 para la explicación de las abreviaciones)

Ingresos económicos

El ingreso anual estimado de todas las fuentes reportadas varía significativamente entre

TIOCs y grupos de estudio. La variación de los ingresos, la mediana y los ingresos anuales medios se presentan en la Figura 8.

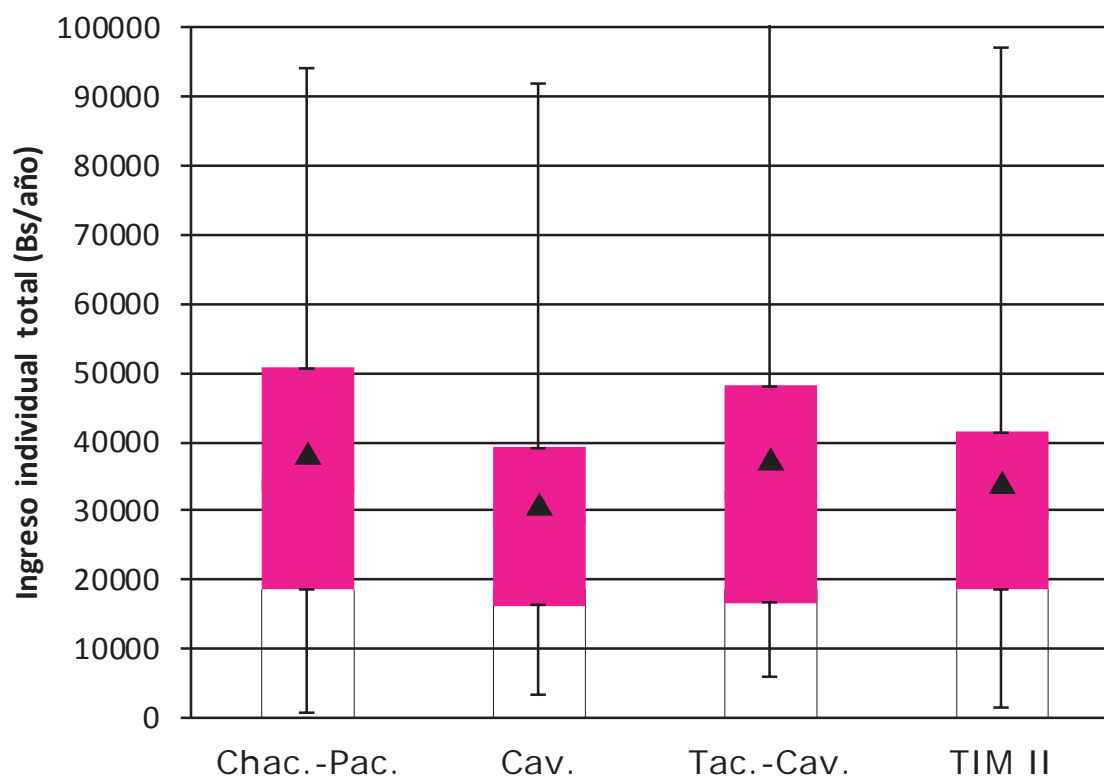


Figura 8. Ingreso anual estimado de los entrevistados (Bs/año) en cada TIOC. Las casillas rojas muestran respuestas de 2º y 3º cuartil (combinadas); los bigotes se extienden hasta los valores más bajos y más altos reportados, y el promedio es representado por el triángulo. El ingreso más alto en Tacana-Cavineño fue de 127 078 Bs n (Chácobo-Pacahuara): 33; n (Cavineño): 30; n (Tacana-Cavineño): 26; n (TIM II): 19.

Contribución de las actividades al ingreso

La Figura 9 presenta la contribución promedio de las nueve principales actividades generadoras de ingresos económicos según el grupo de estudio. La cosecha de castaña genera el mayor ingreso promedio anual en tres grupos de estudio (Tacana-Cavineño, Cavineño, y Chácobo-Pacahuara). Las comunidades de estudio del TIM II no tienen acceso propio a la recolección de castaña. A diferencia de los otros TIOCs, la mayor contribución a los ingresos económicos en las

comunidades estudiadas del TIM II proviene de la pesca (especies nativas y paiche). Para los Cavineños la castaña, la pesca (especies nativas y paiche) y otras actividades son fuentes de ingresos económicos, mientras que para los Tacana-Cavineño la castaña es determinante. La contribución de la pesca (especies nativas y paiche) a los ingresos de los Tacana-Cavineño es mínima. Para las comunidades Chácobo-Pacahuara, la extracción de palmito, la recolección de castaña y la caza fueron las actividades que revelan mayor contribución a sus ingresos.

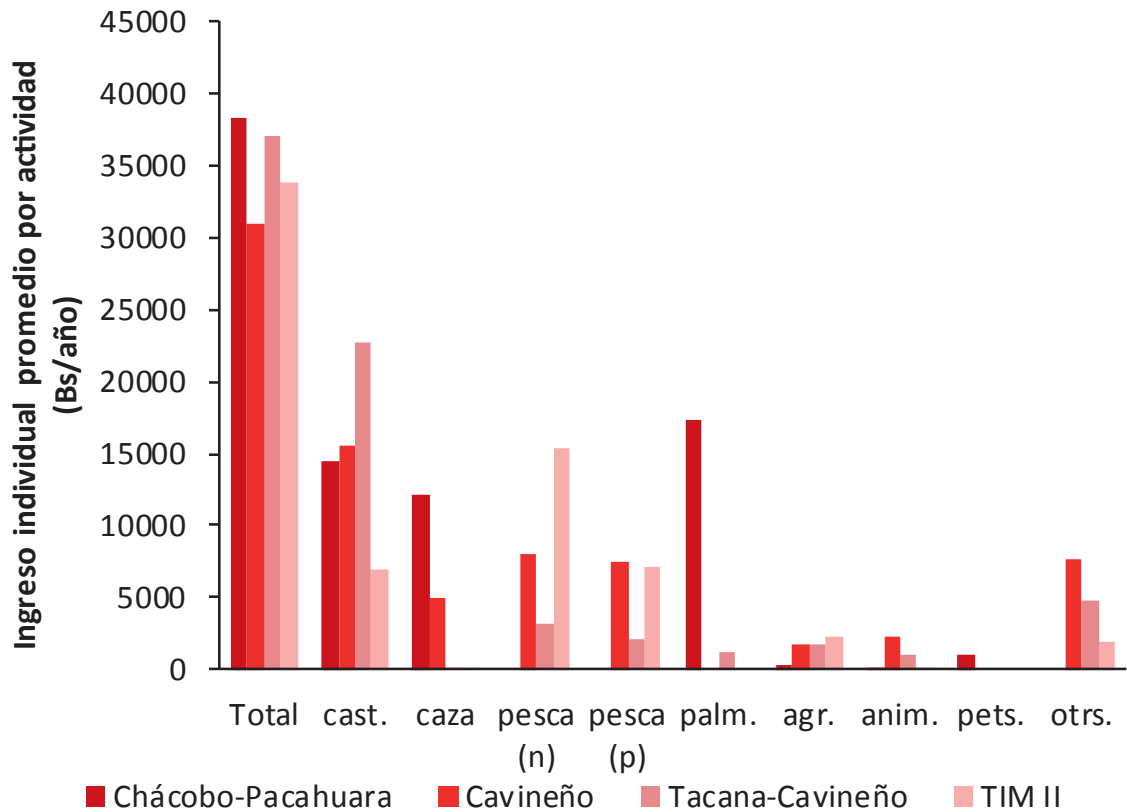
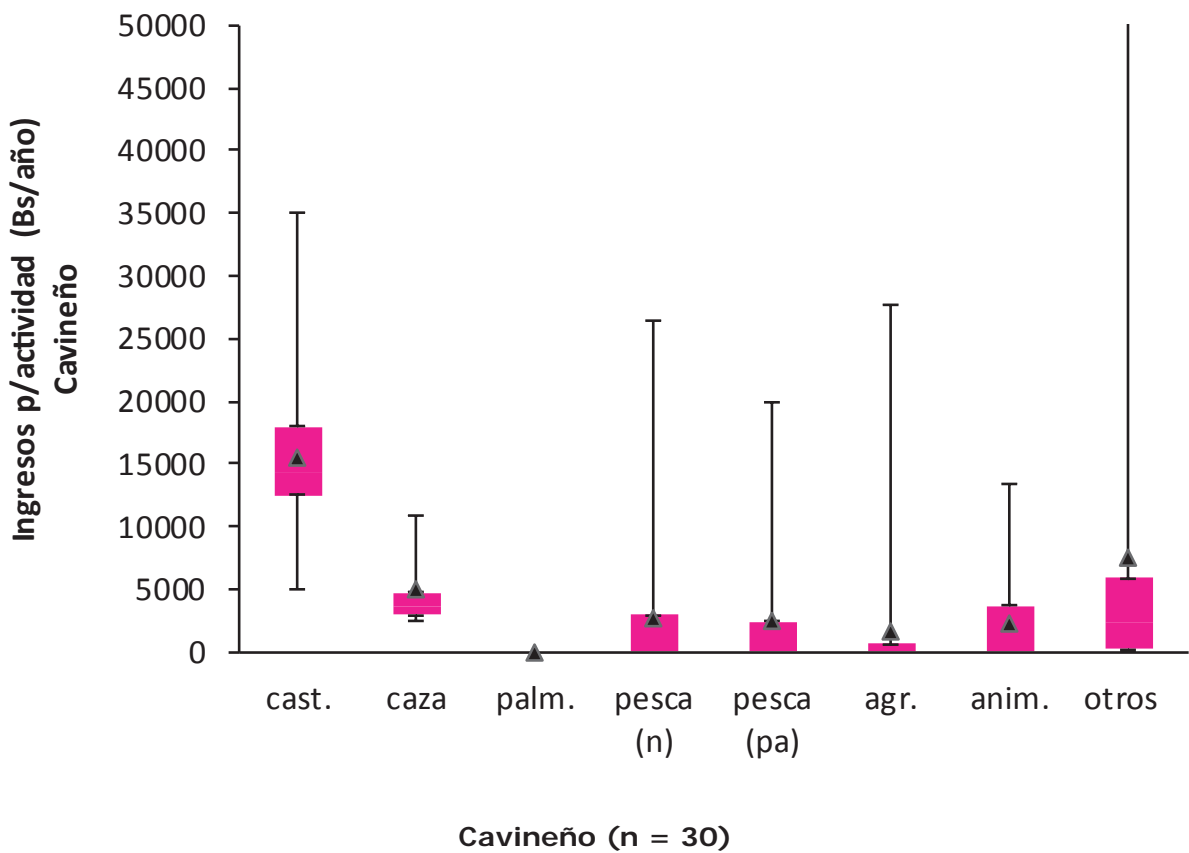
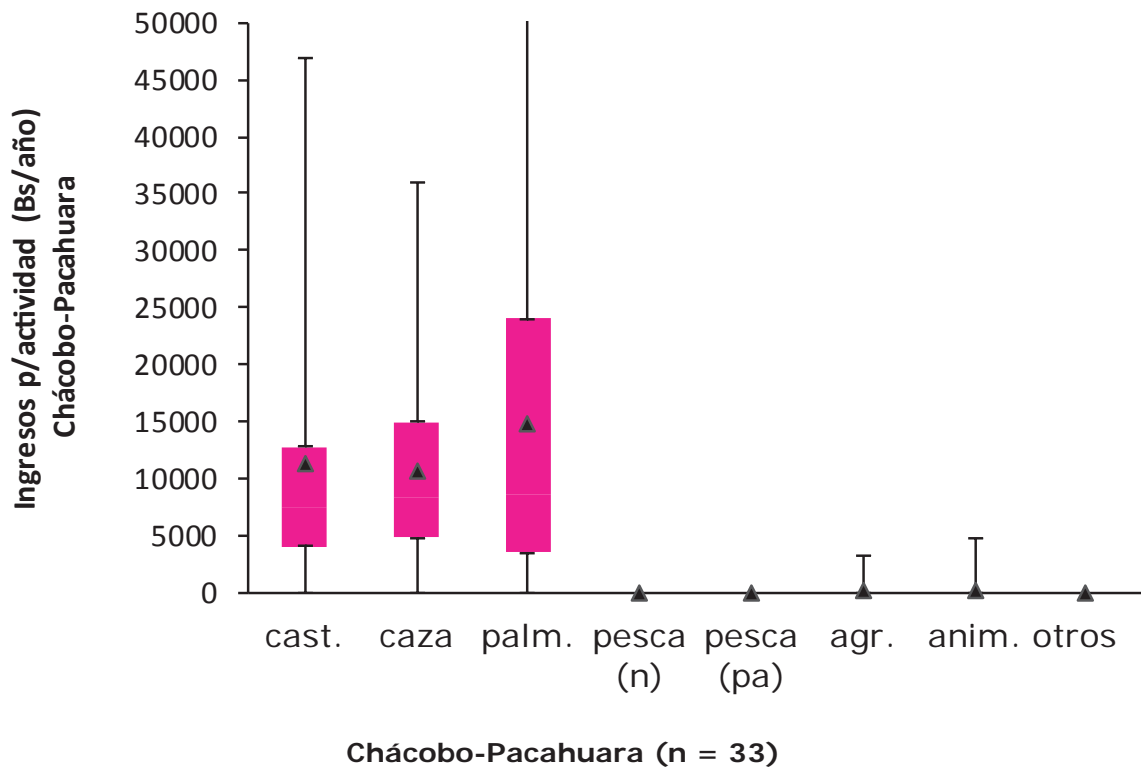


Figura 9. Ingreso promedio anual de las distintas actividades en cada TIOC. Los ingresos económicos se presentan en Bs. Ver la Figura 4 para la explicación de las abreviaciones.

Contribución de las diferentes actividades a cada grupo

En la Figura 10 (a-d), se presenta la contribución monetaria (la variación de los ingresos, la mediana y los ingresos anuales medios) de las diferentes actividades dentro de cada grupo de estudio por TIOC. En el grupo Chácobo-Pacahuara, las actividades con mayor contribución son la recolección de castaña, la caza y la cosecha de palmito. No reportaron ingresos por la pesca ni para otros medios de vida que no sean extractivistas. Para el palmito, dos individuos reportaron ingresos superiores a 50 000 Bs; el más alto de estos fue de 58 800 Bs. En el grupo Cavineño, la recolección de castaña fue la actividad con mayor contribución en promedio. La pesca, tanto de especies nativas como de paiche, mostró ser una contribución importante para algunas comunidades. La venta de animales se refiere a la comercialización de animales pequeños como gallinas y chanchos, y en algunos casos de ganado vacuno (vacas). No se reportaron ingresos por venta de palmito. Un solo individuo informó ingresos de 75

000 Bs a través de otros medios de vida no extractivos (combinación de venta de víveres y otros trabajos de servicio). Para el grupo Tacana-Cavineño, la castaña fue la mayor actividad productiva que genera ingresos. Un solo individuo reportó el ingreso individual de 60 000 Bs por venta de castaña. La pesca de especies nativas y paiche contribuyó de forma significativa a la actividad de algunas personas que practican pesca comercial estacional, y que en algunos casos son dueños de embarcaciones mayores que recorren tramos amplios en los ríos (véase el capítulo 13). Para el grupo TIM II, la pesca de especies nativas y paiche es la actividad más importante que genera ingresos. A pesar que no tienen acceso propio a bosques de castaña en su TIOC, algunos habitantes reportaron que van a otros lugares (barracas privadas) para vender su servicio de recolección desde hace uno o dos años. De esta manera generan ingresos económicos parciales al ser partícipes de esta actividad. No se registró ingresos por palmito. Se reportó un ingreso individual de 81 600 Bs por la pesca y venta de especies nativas.



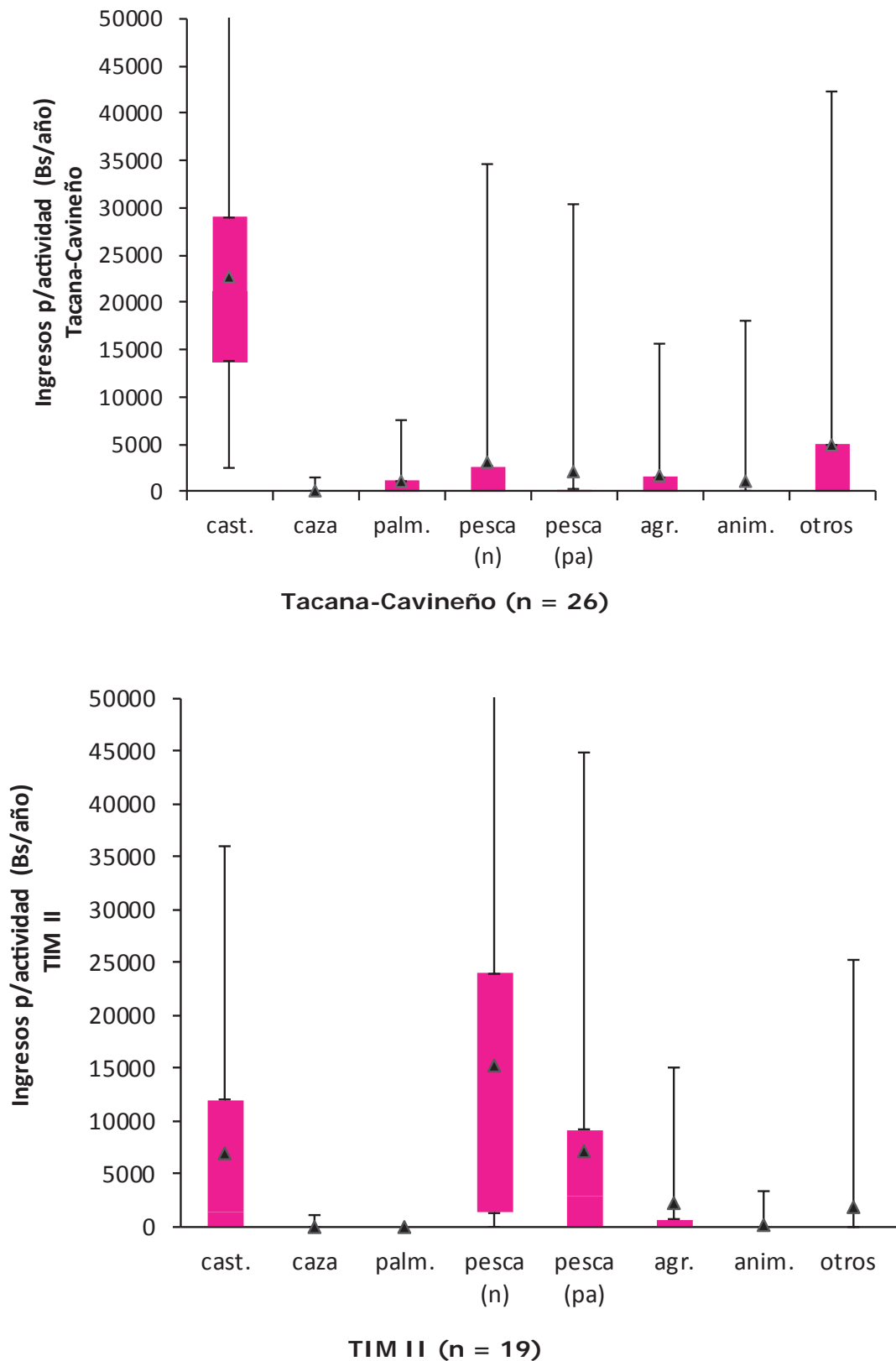


Figura 10. a-d. Ingreso promedio por actividad productiva en cuatro TIOCs del norte del Beni. Las casillas rojas muestran respuestas de 2º y 3º cuartil (combinadas); los bigotes se extienden hasta los valores más bajos y más altos reportados, y el promedio es representado por el triángulo. Para conocer el significado de las abreviaciones ver la Figura 4.



Figura 11. Ganado comunitario en la comunidad de Baketi del TIOC Cavineño, visitada en octubre de 2015



Figura 12. Depósito de la asociación recolectora de castaña en la comunidad de Buen Destino del TIOC Cavineño, imagen tomada en octubre de 2015



Figura 13. Embarcaciones y material de pesca en el río Geneshuaya perteneciente a una comunidad del TIOC Tacana-Cavineño. Imagen tomada en octubre de 2015

Incidencia de pobreza según ingresos

El salario mínimo nacional (SMN) en Bolivia (2016) es de 1 805 Bs/mes o 21 660 Bs/año (Cuiza 2016). La Figura 14 muestra el desglose de los entrevistados por categoría de ingresos. Un total de 39 entrevistados (36%) tuvo un ingreso anual estimado debajo del salario mínimo nacional anual. Treinta y ocho

entrevistados (35%) tuvo un ingreso anual entre 21 660 y 43 320 Bs. Un total de 20 entrevistados (19%) tuvo un ingreso anual estimado entre 43 320 y 64 980 Bs, y 10 entrevistados (9%) tuvieron un ingreso anual estimado entre 64 980 y 108 300 Bs. Un habitante en el TIOC Tacana-Cavineño reportó un ingreso anual estimado de 127 078 Bs.

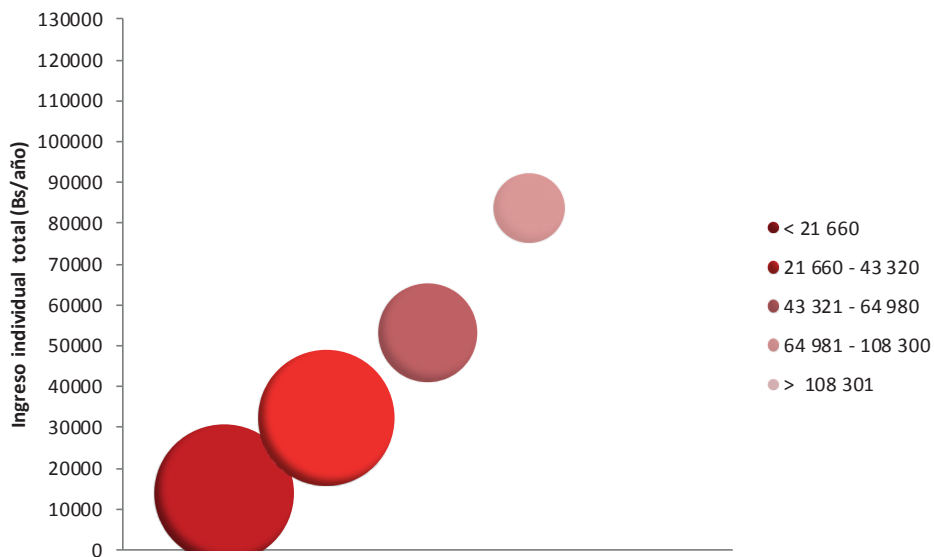


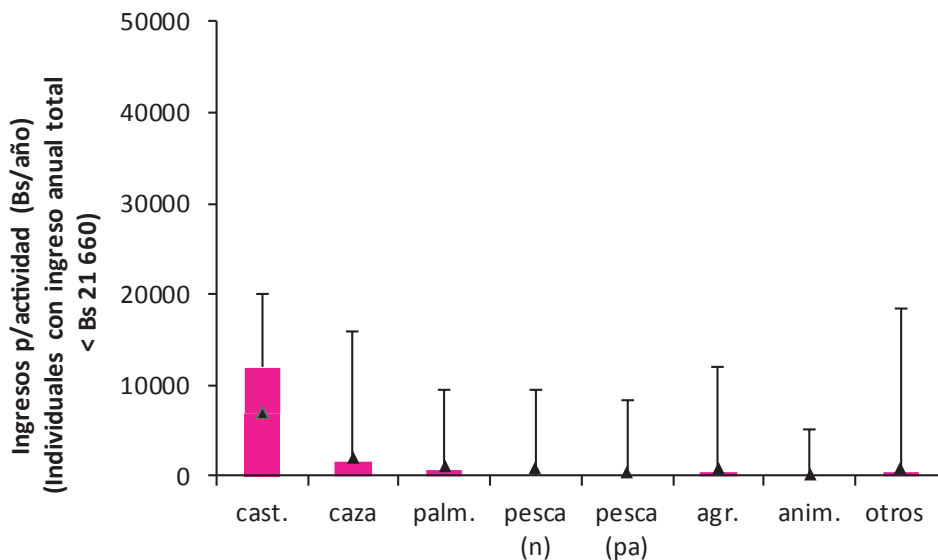
Figura 14. Ingreso promedio anual (Bs) por categoría de ingresos. El tamaño del círculo es proporcional al número de entrevistados en esa categoría (n = 108).

Los entrevistados con ingresos anuales inferiores al mínimo nacional (21 660 Bs) se distribuyen entre los cuatro grupos de estudio: 12 entrevistados en Chácobo-Pacahuara (n = 33), 11 en Cavineño (n = 30), 10 en Tacana-Cavineño (n= 26), y seis en el TIM II (n = 19).

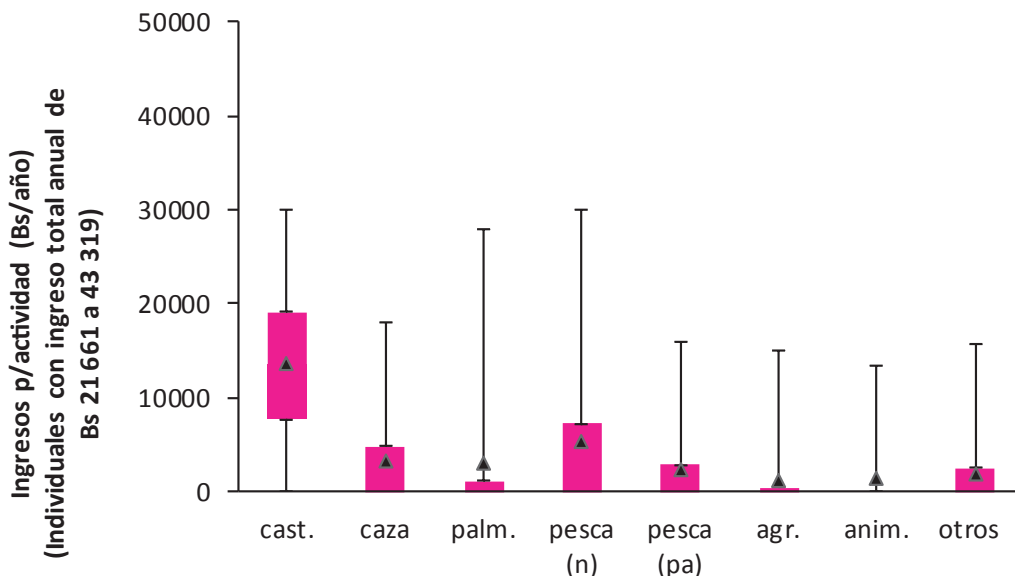
al ingreso anual general es variable como se muestra en la Figura 15 (a-d). Los entrevistados con un ingreso anual estimado inferior a 21 660 Bs dependieron casi enteramente de la cosecha de castaña para obtener sus ingresos. En cambio, los ingresos de los otros tres niveles fueron complementados con otras actividades extractivas o la venta de productos agrícolas. La recolección de castaña representó una fuente principal de ingresos para los otros tres grupos. La pesca de especies nativas y paiche generó un aporte más significativo cuando los niveles de ingresos fueron elevados.

Variación de los ingresos económicos por actividad según los niveles definidos en base al salario mínimo nacional

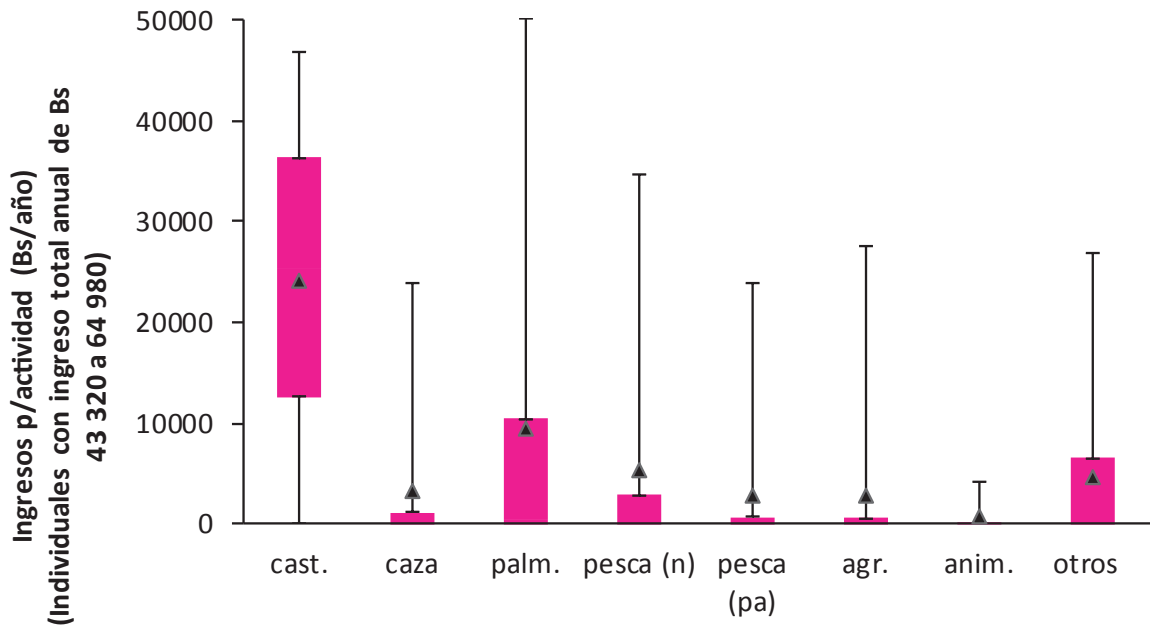
La contribución de las diferentes actividades



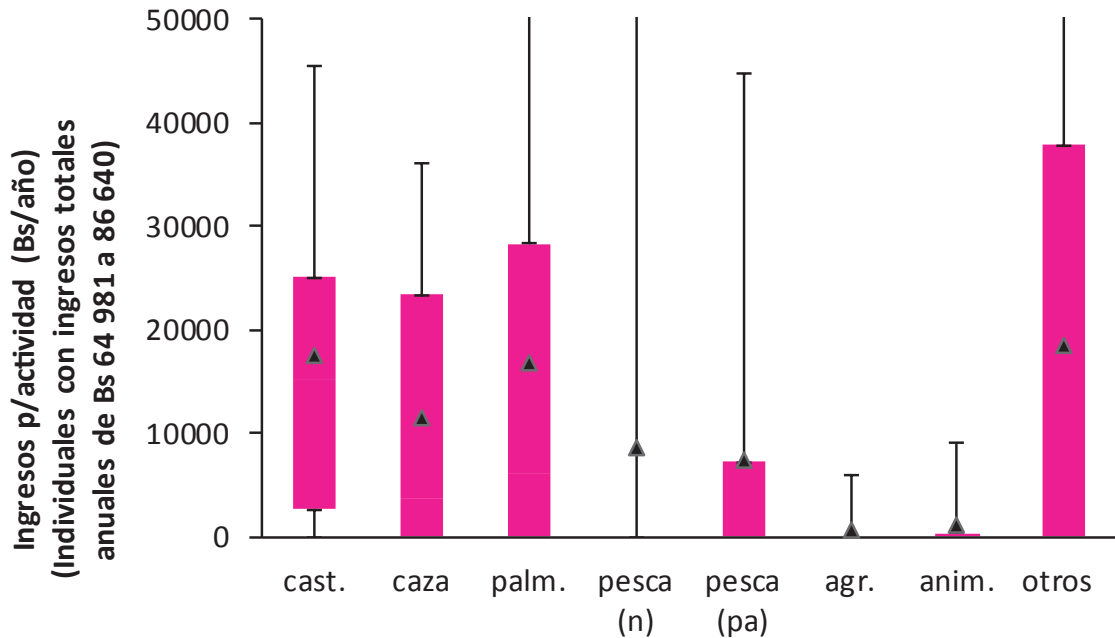
a. Ingreso por actividad para individuos que ganan menos de 21 660 Bs anualmente. El ingreso total promedio en este grupo fue de 13 925 Bs (n = 39).



b. Ingreso por actividad para individuos que ganan más de un salario mínimo nacional; el ingreso promedio de este grupo fue de 32 364.88 Bs (n = 38).



c. Ingreso por actividad para individuos que ganan entre 43 320 y 64 980 Bs anualmente; el ingreso total promedio fue de 53 150.85 Bs (n = 20).



d. Ingreso por actividad para individuos que ganan entre 64 981 y 86 640 Bs anualmente; el ingreso total promedio fue de 83 714.10 Bs (n = 10).

Figura 15. a-d. Contribución de diferentes actividades al ingreso anual individual general. Las casillas rojas muestran respuestas de 2º y 3º cuartil (combinadas); los bigotes se extienden hasta los valores más bajos y más altos reportados, y el promedio es representado por el triángulo. Para conocer el significado de las abreviaciones ver la Figura 4.

Criterios de pobreza en los TIOCs y objetivos de desarrollo del milenio (ODM)

Para investigar algunos de los aspectos clave de la pobreza a los que se enfrentan las comunidades de estudio, se recopiló datos sobre varios elementos asociados con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Para ODM 1 (*Erradicar la pobreza extrema y el hambre*), se evaluó la incidencia de hogares que se encuentran debajo de la línea de pobreza extrema³, las tasas de acceso a los programas nacionales de reducción de la pobreza, así como el acceso al programa nacional de Seguridad alimentaria y Desnutrición Cero. Para ODM 2

(*Lograr la educación primaria universal*), se evaluó el acceso y la participación en la educación primaria. Con relación al ODM 4 (*Reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años*) y ODM 5 (*Mejorar la salud materna*) se evaluó el acceso a la asistencia sanitaria, incluida la existencia de puestos de salud locales y la atención prenatal⁴. Para el ODM 7 (*Garantizar la sostenibilidad ambiental*), se evaluaron datos referentes a la Meta 7C - el acceso a agua potable y a servicios básicos de saneamiento. En el Cuadro 4, se comparan los datos obtenidos en las comunidades con las cifras reportadas en el informe de avances de ODM en Bolivia para el año 2014 (UDAPE 2015).

Cuadro 4. Indicadores claves de ODM: comparando los grupos de estudio en relación a las cifras nacionales de 2014 (Fuente: elaboración propia con datos de UDAPE 2015 y entrevistas aplicadas en campo 2015)

Meta	Cifras nacionales 2014	Chácobo Pacahuara	Cavineño	Tacana Cavineño	TIM II
Pobreza extrema	17.3% (individuos)	30% (hogares)	33% (hogares)	31% (hogares)	26% (hogares)
Programas de transferencia	Cobertura nacional	No reportan el servicio	No reportan el servicio	No reportan el servicio	No reportan el servicio
Programa Desnutrición Cero	Cobertura municipios claves, Riberalta participa	No participan	No participan	No participan	No participan
Acceso a educación primaria – escuelas locales	-	5 (de las 7 comunidades)	5 (de las 7 comunidades)	4 (de las 6 comunidades)	3 (de las 4 comunidades)
Tasa de educación primaria completa	90.7%	33%	51%	51%	43%
Salud-puesto de salud en la comunidad	-	No hay	Uno	Dos	No hay
Salud –Cobertura servicio prenatal	72.3%	No hay acceso local	No hay acceso local, (la posta de salud transfiere a las mujeres a otros centros con el servicio)	Sin datos	No hay acceso local
Acceso a agua limpia	83.9%	No hay	Dos Comunidades cuentan con el proyecto agua por cisterna	Sin datos	Una comunidad cuenta con el proyecto agua por cisterna
Acceso al saneamiento básico	56.1%	No hay	3 (de las 7 comunidades)	Sin datos	No hay

³ La pobreza extrema se define en este caso como ingresos inferiores al valor de la Canasta Básica Alimentaria (CBA); para 2014 en el área rural el valor de la CBA fue de 315.00 Bs por persona/mes (UDAPE 2015).

⁴ Cobertura de atención prenatal se define en la estadística nacional como un mínimo de cuatro consultas prenatales realizadas.

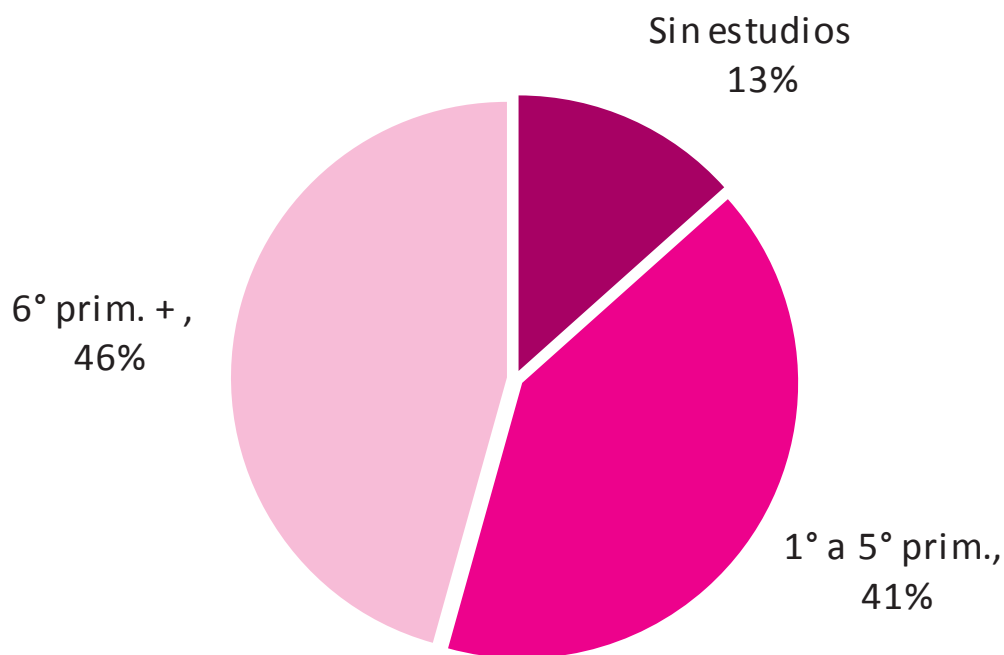


Figura 16. Tasa de término de educación primaria en 23 comunidades de cuatro TIOCs en el norte del Beni.

La tasa de pobreza extrema⁵ en las comunidades de estudio es elevado y los entrevistados no reportan acceso a los principales programas de transferencia (Bono Juancito Pinto, Renta Dignidad, Bono Juana Azurduy), ni al programa nacional de seguridad alimentaria (Desnutrición Cero). Al margen de ello, se evidenció que varios de los entrevistados no cuentan con certificados de nacimiento u otro documento oficial para beneficiarse de los programas públicos. Varios habitantes de las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara, especialmente mujeres y niños, no cuentan con esos documentos.

En lo que respecta al acceso a la educación primaria, por lo general las comunidades visitadas tienen escuelas con el nivel primario, y no así el secundario. Las infraestructuras escolares son básicas y carentes de material didáctico. Las unidades educativas en los TIOCs Chácobo-Pacahuara y TIM II son precarias (piso de tierra con paredes de hojas de

palmeras), a excepción de una unidad educativa con paredes de madera en el TIM II. En el TIOC Cavineño los niveles de educación son superiores a los anteriores, y las escuelas en algunas comunidades son de reciente construcción (pisos y pared de ladrillo con techo de calamina). Muchas de las unidades educativas experimentan problemas por la ausencia de ítems para maestros rurales indígenas, puesto que la mayoría son de poblaciones próximas a los TIOCs. Debido a esto hay un riesgo elevado de discontinuidad permanente en la enseñanza y labores escolares.

Menos de la mitad de los encuestados ha concluido la educación primaria (hasta sexto grado). Esta cifra está por debajo de los datos reportados para el 2014 del 93% del departamento de Beni, y el 90.7% a nivel nacional (UDAPE 2015). La Figura 16 muestra que el 13% de los entrevistados no ingresó a la escuela, el 41% sabe leer y escribir, pero no terminó el nivel primario, y el 11% concluyó el nivel de secundaria (n = 127).

⁵ Observamos que para los cálculos de pobreza extrema, la cifra nacional es para individuos; hemos calculado un valor para el nivel de hogar, utilizando el siguiente método: 315 Bs. por persona/mes 12 meses promedio de cinco personas por familia = 18 900 Bs al año por familia.

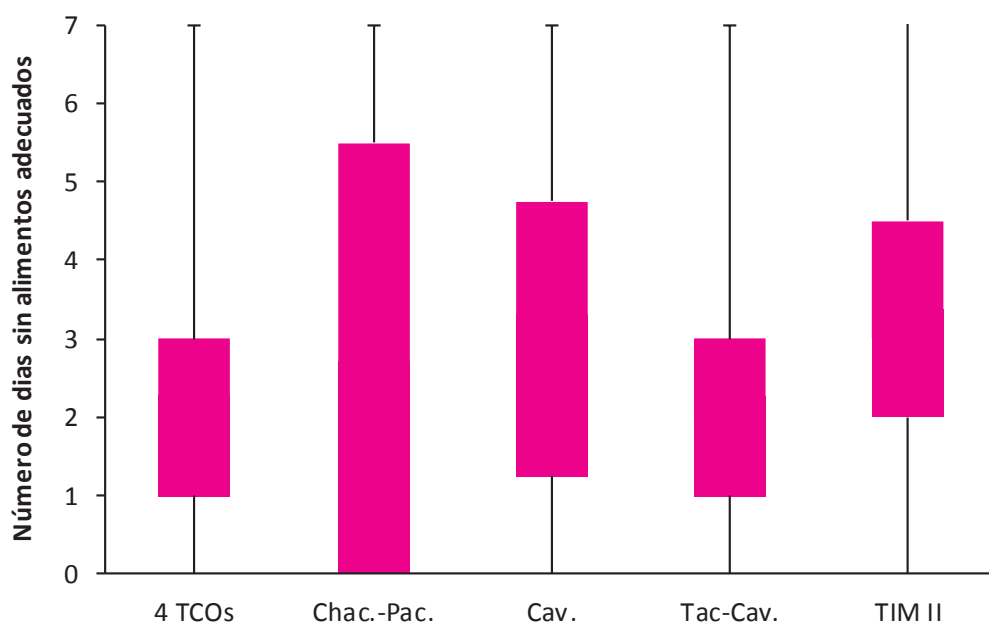


Figura 17. Número de días en los últimos siete que faltó comida adecuada (entendido como comida insuficiente o falta de alimentos básicos de la canasta familiar) en el hogar de comunidades en cuatro TIOCs del departamento del Beni. Análisis basado en 75 observaciones. n (Chac. Pac.): 4; n (Cav.): 26; n (Tac-Cav): 26; n (TIM II): 19. Las casillas rojas muestran respuestas de 2º y 3º cuartil (combinadas); los bigotes se extienden hasta los valores más bajos y más altos reportados, y el promedio es representado por el triángulo.

El acceso a servicios de salud es muy limitado entre los encuestados. En las comunidades Chácobo-Pacahuara no se observaron puestos de salud⁶ ni estaciones de enfermería. Por lo general es muy difícil llegar a ciudades para consultas médicas y/o tratamiento médico debido a la distancia, el tiempo y el costo. Las comunidades de Buen Destino y Baketi (TIOC Cavineño) cuentan con posta sanitaria. En la primera había un médico y dos enfermeras, y en la segunda no había personal. Las mujeres embarazadas son transferidas a otros centros de salud de la región. Las comunidades del TIM II no cuentan con el servicio de salud y para recibir atención médica deben trasladarse a Nazaret⁷ o Riberalta, asumiendo costos de transporte, alimentación, hospedaje y medicamentos, además de abandonar sus actividades productivas y muchas veces sus familias.

De todas las comunidades visitadas sólo tres tuvieron acceso a agua potable a través de proyectos comunitarios de pozos y cisternas (dos en el TIOC Cavineño, una en el TIOC TIM II). Esto se compara con un 83.9% de la población con acceso a agua potable a nivel nacional (UDAPE 2015). El riesgo de infecciones crónicas asociadas a fuentes de agua contaminadas y falta de saneamiento básico es alto, y la mayoría de las comunidades estudiadas se encuentran expuestas a estos riesgos, sin acceso a una atención médica adecuada.

Tasa de seguridad alimentaria de los hogares entrevistados

Se desarrolló una medida de la seguridad alimentaria basada en la percepción local frente a las condiciones locales de sobrevivencia,

⁶ Por otra parte, las comunidades informaron que no están recibiendo visitas regulares de las autoridades de salud de sus municipios. Un entrevistado informó que había recibido la certificación de primeros auxilios de ADRA-Bolivia, y que era la persona local responsable del apoyo prenatal y de la asistencia a los partos. En una comunidad con 64 miembros, los entrevistados informaron que en nueve años, 12 personas habían fallecido por falta de atención médica.

⁷ Comunidad campesina próxima a la zona de estudio (TIM II)

preguntando a los entrevistados el número de días sin comida adecuada⁸ en el hogar en los últimos siete días pasados. Con base en esta medida, los encuestados en los cuatro TIOCs expresaron lo siguiente: 60 entrevistados (80%) no contaron con comida adecuada para el hogar una o más veces en los últimos siete días; 25 (33%) dijeron que no tuvieron comida adecuada uno a dos días en la semana recientemente transcurrida; 19 (25%) informaron que no tuvieron comida adecuada tres a cuatro días en la semana anterior; y 16 entrevistados (21%) reportaron no contar con comida adecuada por cinco a siete días de la semana pasada (Figura 17). Cabe mencionar que estos datos no fueron colectados para 33 entrevistas individuales, principalmente en el grupo Chácobo-Pacahuara. Sin embargo, mediante el trabajo con los grupos focales, los participantes de las comunidades Chácobo-Pacahuara indicaron que varias familias no tuvieron comida adecuada entre los tres y siete días de la semana anterior. En los talleres, los cuatro TIOCs indicaron que muchas familias comen sólo una a dos comidas al día.

Importancia del pescado para la seguridad alimentaria

El pescado es un producto determinante en las dietas locales. Fue reportado en todas las comunidades y categorías de ingreso como la fuente de proteína y nutrientes más consumido. El 66% de los entrevistados reportó que consumen pescado en el hogar entre dos a seis días por semana; 24% lo consumen diariamente (Figura 18). Basándose en una comparación preliminar, no parecía haber una relación estadísticamente significativa entre la frecuencia del consumo de pescado y las tasas de seguridad alimentaria básica de los hogares. En general, los entrevistados identificados con baja seguridad alimentaria en el hogar también reportaron alta frecuencia de consumo de pescado, lo que probablemente podría indicar que existe mayor dependencia del pescado en relación a otras fuentes de proteína y otros productos que ayudarían a diversificar la dieta pero que son inaccesibles.

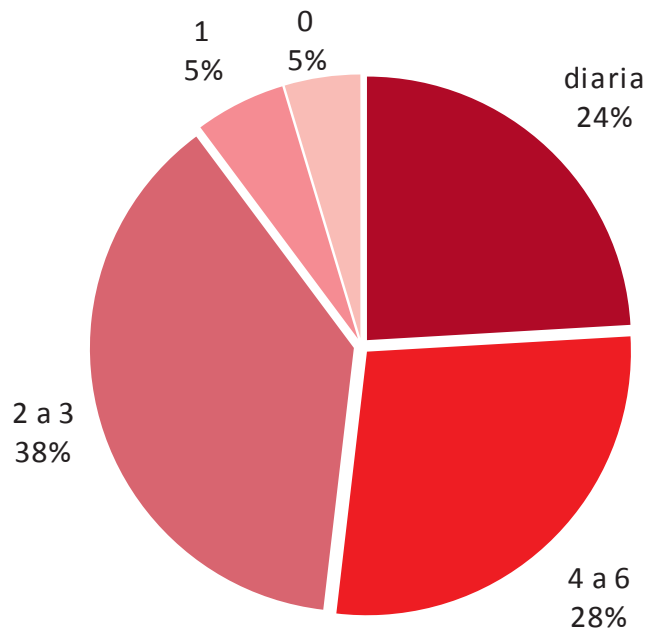


Figura 18. Consumo de pescado por habitantes en cuatro TIOCs del norte de Beni, evaluado en octubre y noviembre 2015 (n = 108). La variación está expresada por el número de días que se consume pescado a la semana.

⁸ Entendido como que no había suficiente comida en el hogar o no tenían alimentos básicos de la canasta familiar, etc.



Figura 19. Cocción de pescado a la brasa (asado) de modo tradicional en la comunidad Firmeza, TIOC Chácobo-Pacahura, octubre de 2015



Figura 20. El pescado (piraña roja – *Pygocentrus nattereri*) en un plato tradicional en la dieta local de los indígenas en los TIOCs del departamento del Beni, imagen tomada en octubre de 2015



Figura 21. Mujer en la comunidad de Baketi, TIOC Cavineño, cocinando tucunarés (*Cichla pleiozona*) en octubre de 2015

Importancia del paiche

El paiche está presente en la zona de estudio, como se describe en el capítulo 8. La especie es conocida y se la pesca en las comunidades donde se practica la pesca comercial. En el Cuadro 5 se presenta información sobre el uso local y la percepción del uso potencial del paiche. Considerando su aparente elevada abundancia en algunos cuerpos de agua, podría ser una alternativa que contribuya al

ingreso de algunas familias. Con base en los datos presentados en el capítulo 8, presentamos en el Cuadro 6 algunos cálculos preliminares de ingresos potenciales que podría generar la pesca de paiche para algunas lagunas estudiadas en los diferentes TIOCs. La abundancia de esta especie es variable en lagunas, y su abundancia es reducida en los ríos.

Cuadro 5. Uso actual y proyecciones sobre el aprovechamiento de paiche en cuatro TIOCs del departamento del Beni en octubre 2015 (Elaboración propia en base a entrevistas de campo)

TIOC	Uso actual	Proyecciones
Chácobo Pacahuara	Ninguna	Manifiestan su interés en la pesca comercial
Cavineño	Pescan el paiche desde el 2005. Participan ocasionalmente en la pesca estacional	El 50% de los entrevistados manifiesta su interés en la pesca comercial
Tacana Cavineño	Pescan el paiche desde el 2000	Manifiestan su interés en la pesca comercial
Multiétnico II	Combinan la pesca de paiche y especies nativas desde el 2005-2006	Manifiestan su interés en la pesca comercial

Cuadro 6. Valor potencial que se puede generar a través de la pesca sostenible de paiche presente en lagunas de cuatro TIOCs del departamento de Beni (Elaboración propia en base a los datos del capítulo 8; El cálculo del ingreso potencial estimado se basa en una cosecha del 30% del total de individuos adultos y un valor de venta de 5 Bs/kg).

	Chácobo-Pacahuara	Cavineño	Tacana-Cavineño	TIM II
Área de las lagunas (ha)	48	842	122	494
Número de ejemplares que se pueden extraer	100	553	101	33
Cantidad de carne que se puede extraer (kg)	3 053.3	19 104	3 303.8	1 360.5
Potencial ingreso estimado (Bs)	15 266.5	95 520	16 519	6 802.5



Figura 22. Transporte de pescado (paiche – *Arapaima gigas*) desde la comunidad de Tablero en el TIOC Tacana Cavineño, imagen tomada en octubre de 2015



Figura 23. Piel de paiche (*Arapaima gigas*) capturado cerca a la comunidad de Firmeza en el TIOC Chácobo-Pacahuara en octubre de 2015

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio revelan parte de la complejidad de los medios de vida en el área rural, la estrecha relación de las personas con los ecosistemas locales, la riqueza de los recursos naturales, la importancia del pescado en las dietas locales, y al mismo tiempo las altas tasas de pobreza y de inseguridad alimentaria. En la presente sección, destacamos algunas de las cuestiones clave reveladas por los resultados. Al finalizar se presenta algunas recomendaciones preliminares, considerando el aporte de la pesca para mejorar los medios de vida indígenas.

Estrategias locales de subsistencia y la conexión con los ecosistemas rurales

Existen algunas diferencias interesantes entre los cuatro TIOCs al respecto de su economía de subsistencia⁹, los ecosistemas, la conectividad con centros urbanos, y la historia local. Estas diferencias se reflejan en la variación observada de las estrategias de subsistencia (sobrevivencia) y de las estrategias para generar ingresos. Incluso se observaron diferencias entre comunidades que viven en posiciones geográficas cercanas. Generalmente, estos sistemas no tienen por finalidad la acumulación de capital, sino mantener la

⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_subsistencia

forma productiva predominante de subsistencia. Una característica de estos sistemas es su baja conectividad con mercados locales y urbanos (Pokorny *et al.* 2011). Aunque Pokorny *et al.* (2011) expresan que las economías de subsistencia en general no buscan acumular activos, algunos territorios indígenas como las comunidades en el TIOC Cavineño, poseen importantes sabanas abiertas adecuadas para la agricultura. Estas comunidades han incursionado en proyectos ganaderos comunitarios con éxito aparente, y los animales pueden ser considerados como activos netos de seguridad económica en momentos de necesidad comunitaria, y una oportunidad para la acumulación progresiva de los mismos. En otras palabras, tienen un programa para el mejoramiento comunitario que les da más seguridad.

En los TIOCs estudiados los sistemas de producción son de bajo riesgo económico, destinados a garantizar la seguridad alimentaria de las familias. Uno de los aspectos más críticos - identificados durante el estudio - fue el desafío de la comercialización de productos generados por nuevos sistemas de producción a precios bajos que por perspectiva local no compensan el esfuerzo (p.e. un kilo de pescado tiene un valor en la comunidad de 3-5 Bs, según datos proporcionados por el presidente de la CIRABO, Alberto Ortiz, 2016). La trayectoria de la economía boliviana sugiere que el problema de los bajos ingresos no sólo radica en la falta de oportunidades de empleo, sino también en la baja productividad y pésima remuneración del trabajo (Magrovejo 2010). Cabe mencionar que en lo que respecta a los factores tierra y trabajo, la situación no es uniforme para todas las unidades familiares. Consistente con las observaciones de Hocsman (2006) sobre territorialidades rurales y la economía de subsistencia asociada, en la zona de estudio mientras que la agricultura de subsistencia está desarrollada por todas las unidades domésticas, se combina producción para el autoconsumo, trueque (intercambio), y venta en diferentes grados.

Los ingresos globales (reportados por los entrevistados) de las comunidades del TIOC Chácobo-Pacahuara son significativos, pero estas comunidades enfrentan costos muy altos de operación para poder practicar estos medios de subsistencia. A esto se suma la

distancia a los mercados y el bajo rendimiento de los productos extraídos de su territorio, que eventualmente pueden inviabilizar la actividad productiva extractiva y, por ende, reducir las oportunidades de sus estrategias locales de subsistencia.

Partiendo de una caracterización de la economía de subsistencia, relacionaremos la vinculación de esta con las estrategias de manejo del espacio con el objeto de incorporar la riqueza conceptual de recursos naturales, territorio y territorialidad (Hocsman 2006). La construcción de nuevos caminos y la posibilidad de comercializar su producción en nuevos mercados son entendidas como una oportunidad que tienen para mejorar el acceso a los servicios públicos como la educación y la salud. De igual manera, tienen mayores oportunidades a participar en diferentes opciones de consumo (Pokorny 2011) y oportunidades de diversificar su dieta alimentaria. Por otro lado, eso implica una mayor participación y posible dependencia en la compra de alimentos vs alimentos cosechados o producidos localmente. Los entrevistados en este grupo no parecen estar acumulando capital y tienen bajo acceso a activos que pueden ser ahorrados y, posteriormente, liquidados en caso de tener que resolver problemas o hacer inversiones en vivienda, transporte y equipos, entre otros.

A pesar de que la mayoría de las personas entrevistadas participan en una variedad de actividades extractivas para obtener ingresos, no está claro qué planes de manejo están implementando y si las comunidades son capaces de monitorear y mantener adecuadamente los derechos exclusivos de acceso a la extensa base de recursos para asegurar su conservación y uso sostenible. Cada familia sigue una estrategia específica y particular, caracterizada por una combinación compleja de diferentes actividades de producción y generación de ingresos. El estudio identificó una gran diversidad de actividades realizadas por diversos miembros familiares (ver al respecto Pokorny 2011). Además, la pobreza generada en parte por bajos ingresos guarda una relación directa con la inserción laboral precaria de los pueblos indígenas en el sector informal de la economía, el cual proporciona unas escasas oportunidades de acceso a fuentes de ingresos sostenibles en el tiempo. Esto guar-



Figura 24. Comunidad de Firmeza en el TIOC Chácobo-Pacahuara visitada en octubre de 2015

da relación con la opinión de Bauer (2003) cuando dice que los países pobres no pueden escapar de su pobreza porque los ingresos son demasiado bajos como para que se produzca el ahorro y la inversión necesaria para incrementar el ingreso. El acceso a los recursos naturales como parte de estrategias más amplias de subsistencia, implica igualmente recibir ingresos como parte del trabajo y acceder a los recursos para producir alimentos o generar ingresos. Mejoras en el acceso a los recursos naturales como base para la producción de alimentos y la generación de ingresos, son un elemento clave en la realización del derecho a la alimentación (FAO 2009).

La legalidad de los beneficios comerciales individuales de algunas de las actividades extractivas dentro de los TIOCs es actualmente poco clara. Aquí destacamos el ejemplo del TIOC TIM II, que recientemente creó un estatuto para reconocer y permitir que algunas comunidades participen en la pesca comercial para beneficio individual. Con base en la información disponible, si bien existen direc-

trices generales establecidas de Gestión Territorial Indígena (GTI) para los TIOCs en el área de estudio, solamente en los TIOCs Chácobo-Pacahuara y Cavineño se observa un alto nivel de GTI, en el Tacana Cavineño se registra un nivel medio alto y en el TIM II un nivel bajo, según Soria (2011). Este mismo informe apunta a que los mayores avances se concentran en aspectos de planificación y reglamentos y menos en el efectivo manejo de los recursos naturales, destacándose para la región norte amazónica que el avance en manejo de recursos naturales se encuentra abajo de 40% (Soria 2011). La observación de campo y la evidencia anecdótica apuntan a los ingresos foráneos y explotación ilegal de los recursos.

Con la información obtenida y la observación de campo, se evidencia que las familias en los cuatro TIOCs viven en situaciones precarias (inseguridad alimentaria, salud, educación, infraestructura caminera, etc.) y, como consecuencia, son altas las tasas de migración temporal (Pokorny *et al.* 2011). Los cuatro TIOCs manejan una economía de subsistencia

precaria. A pesar de que los datos proporcionados reflejan un abanico interesante de actividades productivas, los ingresos económicos son muy reducidos. No basta la producción para el autoconsumo, es preciso generar ganancias que permitan la acumulación de capital para las familias.

Los medios de vida: ¿sustentabilidad socio-ecológica?

La vida en la comunidad se sostiene del uso de la tierra y los recursos naturales. El trabajo propio y el intercambio no monetario son parte de los sistemas económicos comunitarios, donde la economía local gira alrededor de la seguridad alimentaria, como se muestra en párrafos arriba. Los medios de vida son potencialmente insostenibles cuando generan ingresos económicos mínimos y temporales. Un informe de la FAO menciona que "un medio de vida se compone de las capacidades, activos (tanto recursos materiales como sociales) y actividades necesarias para vivir. Un medio de vida es sostenible cuando puede afrontar y recuperarse de rupturas y caídas bruscas, y mantener sus capacidades y activos tanto en el presente como en el futuro sin debilitar las bases de sus recursos naturales." (<http://www.fao.org/docrep/009/a0273s/a0273s04.htm>).

En algunos casos, en las comunidades estudiadas, una misma actividad productiva podría constituirse en una combinación de actividades de subsistencia y de generación de ingresos (por ejemplo, la caza, cuando la carne no consumida es salada y secada, y si no se consume posteriormente por la familia, se lleva al mercado en Riberalta junto con una variedad de productos cosechados del bosque). En otros casos, una gran proporción de los ingresos de los entrevistados se genera a partir de actividades extractivas de alta sensibilidad a la presión de explotación, como es el caso de palmitos y la caza comercial (p.e. TIOC Chácobo-Pacahuara, el cual se estableció recientemente, está escasamente poblado, y posee una superficie importante de territorio). Cabe destacar que la caza comercial fue históricamente una actividad generadora de ingresos importante para las comunidades en el TIM II (Macnaughton *et al.* 2016), pero ya no es una estrategia viable debido a la disminución de las poblaciones de animales

resultado, posiblemente, de una cosecha excesiva o el cambio en el uso del suelo.

Es probable que algunas de las actividades extractivas en las comunidades estudiadas se practiquen a niveles insostenibles y/o que los cambios en el uso del suelo, las nuevas infraestructuras (por ejemplo, una mayor conectividad en las carreteras) o los impactos de los eventos climáticos puedan desencadenar en el colapso de algunos recursos. En el caso de la caza, varios autores han destacado la necesidad de obtener más información no sólo sobre los niveles actuales de producción de caza, sino también sobre las condiciones forestales, la información socioeconómica y los medios de subsistencia en general para desarrollar estrategias sostenibles de uso de la carne silvestre para la subsistencia y el ingreso en los pueblos amazónicos (ver Parry *et al.* 2009; Van Holt *et al.* 2010; Nasi *et al.* 2011).

Los bajos ingresos son un indicador útil para medir la pobreza, pero no son adecuados para ilustrar la variedad de desafíos relacionados con la pobreza que enfrentan las comunidades estudiadas. Sobre la base de la observación de campo, el costo de mantener los medios de vida parece variar significativamente entre las comunidades y los grupos de estudio; por lo tanto, se requiere un análisis más profundo. En algunos casos, aparentemente se obtienen mayores ingresos de las actividades extractivas, pero la gente todavía no puede acumular activos debido a que gran parte de los ingresos del trabajo deben ir a cubrir necesidades a corto plazo (por ejemplo, altos costos de dejar la comunidad para acceder a los mercados, visitar parientes lejanos, problemas de salud, resolver problemas en general). Otros indicadores, como una encuesta de activos, ayudaría a proporcionar una imagen más completa. Algunas de las comunidades estudiadas enfrentan una aguda ausencia de servicios que se constituyen en derechos humanos básicos, como atención médica, acceso a agua limpia, apoyo a la salud materna e infantil, entre otros.

Las observaciones de campo y la evidencia anecdótica sugieren que existen tasas elevadas de infección, mortalidad infantil y mortalidad en general dentro algunas comunidades. Estos eventos están asociados con la falta de acceso a la asistencia sanitaria, frecuentes in-

fecciones crónicas por parásitos intestinales, y la falta de acceso a la educación en relación con las prácticas de alimentación adecuada de lactantes, por ejemplo. Una comunidad informó que no tenían contacto con ningún representante del gobierno local, específicamente proveedores de atención médica, en más de 18 meses. Además, es probable que algunas comunidades tengan dificultades para acceder a beneficios gubernamentales como pequeños créditos u otros patrocinados por el Estado, debido a falta de documentos de identificación o desconocimiento de los beneficios disponibles. Muchas personas reportaron no tener documentos oficiales (certificado de nacimiento), y en las comunidades existen aparentemente pocos activos. En suma, las estrategias de medios de vida vigentes, en aislamiento y faltando un contexto de infraestructura básica de servicios y apoyo institucional adecuados no alcanzan niveles aceptables de calidad de vida.

Planificación para medios de vida sostenibles

Sallu *et al.* (2010), en su estudio a largo plazo de las trayectorias de los medios de subsistencia, encontraron que varios elementos (expresados como opciones) aumentaban la probabilidad de mejorar la resiliencia de un hogar (entendida como la habilidad de responder y adaptar a los choques y estreses socioeconómicos y ambientales) a lo largo del tiempo. Estos elementos claves incluyen:

- acumulación de activos financieros;
- inversión y acumulación de activos físicos;
- diversificación estratégica de actividades, basada en las oportunidades disponibles;
- diversidad dentro de las actividades;
- inversión en agua mejorada;
- inversión en transporte;
- acceso a apoyo gubernamental para ancianos.

En los resultados presentados en este capítulo se evidencian lugares donde los hogares son capaces de ejercer estas opciones (por ejemplo, la diversificación estratégica de las actividades presentes en la mayoría de las comunidades y la acumulación de capital físico en forma de ganado entre las comunidades de Cavineño) y lugares donde la opción no está

disponible o restringida por varias razones (por ejemplo, la falta de acumulación de activos financieros en muchas comunidades, donde los medios de vida extractivos generan ingresos suficientes para apoyar la supervivencia, pero no la acumulación y la casi universal falta de acceso a agua potable en el área de estudio). Una estrategia que considere y planifique acciones específicas orientadas a apoyar el logro de algunos o todos estos elementos clave sería una valiosa contribución tanto a la reducción de la pobreza como a la prevención de la pobreza en el área de estudio. En consonancia con esto, se presenta el método de los Medios de Vida Sustentables (MVS).

Basado en el concepto de medios de vida sostenible de Scoones (1997), el MVS es una estrategia de intervención para el desarrollo que se enfoca en el análisis integrado y participativo de la pobreza, vulnerabilidad, medios de vida y bienestar. El concepto se ha desarrollado y aplicado específicamente para la pesca de pequeña escala (Allison & Ellis 2001; Allison & Horemans 2006). En este enfoque, el carácter participativo de las evaluaciones y los procesos de planificación, combinados con el enfoque en la comprensión de múltiples dimensiones de los medios de vida locales y su contexto, son aspectos clave para desarrollar soluciones adecuadas y adaptables que se pueden implementar en una variedad de escalas. Complementariamente, Pittaluga *et al.* (2004) desarrollaron un método de perfiles de pobreza como una herramienta de evaluación rápida, asequible y estrechamente alineada con las realidades locales. A nivel de comunidades, esto podría ser útil para informar a las acciones locales planes de administración, así como para construir una imagen para el sistema fluvial en su conjunto, e informar sobre la planificación y las intervenciones futuras.

La determinación del perfil de pobreza es un instrumento analítico destinado a informar la creación de acciones específicas, y políticas de reducción de la pobreza. Como tal, incluye más que contar cuántas personas son pobres, o cuán pobres son. Es una caracterización amplia que incluye la descripción, así como examina las razones de la pobreza - a menudo estos son estructurales relacionados con el contexto en el que la gente practica medios de subsistencia, y también se refieren a los medios de subsistencia propios. Este tipo de eva-



Figura 25. Medios de vida multi-modales – ganado, barco y bosque. Imagen tomada en la comunidad de Buen Destino del TIOC Cavineño en octubre de 2015

luación utiliza datos específicos de la pesca, pero también lo ubica en una caracterización más amplia co-creada con las comunidades para identificar y analizar los significados y las características clave de la pobreza y el bienestar en la comunidad. Para la región de estudio, los perfiles de pobreza podrían ser completados en diferentes niveles, dependiendo del uso que se les destine. A nivel comunitario, podría ser una herramienta útil para entender cómo la comunidad encaja en un contexto regional, para identificar las necesidades de políticas apoyando el desarrollo local y la conservación, así como para apoyar la planificación de intervenciones a nivel local y desarrollar escenarios de pesca de paiche.

La pesca comercial (especies nativas/paiche) es una alternativa económica y aporta a la seguridad alimentaria

Los recursos pesqueros, históricamente, han jugado un rol importante en la subsistencia

de las comunidades indígenas para obtener proteína animal como elemento primordial en la alimentación. Así también, se constituye en un recurso comercial que a través de los diferentes sistemas de comercialización les permite diversificar su canasta familiar. La pesca en el norte amazónico es una actividad que se practica en todas las comunidades campesinas e indígenas y se caracteriza como artesanal y de pequeña escala, dado que su destino es el autoconsumo y la comercialización a baja escala. Estudios de casos realizados en América Latina y el Caribe sostienen que la pesca continental es muy significativa en poblaciones rurales que dependen de la actividad como fuente total o parcial de empleo y alimento diario, específicamente, en los estratos socioeconómicos más pobres y las poblaciones indígenas (FAO 2016). El recurso pesquero en Bolivia representa una fuente de proteínas e ingresos económicos para miles de habitantes en todas las regiones del país.

Esta alta heterogeneidad de las estrategias

locales de subsistencia, específicamente las estrategias de pesca, se ha demostrado en otras partes de la Cuenca Amazónica, como un aspecto importante a considerar al diseñar enfoques de manejo (véase Castello *et al.* 2013). Algunas de estas diferencias aparentemente pequeñas pueden influenciar significativamente en cómo las personas pueden acceder y utilizar los recursos, ya sean motivadas y capaces de desarrollar y aplicar reglas apropiadas (restricciones de acceso, por ejemplo) u otras estrategias, como balancear costos vs. beneficios de los diferentes medios de subsistencia.

A partir de los resultados del estudio, los peces nativos son claramente clave para la subsistencia y la seguridad alimentaria local, pero no visibles en los datos de generación de ingresos. En los cuatro TIOCs, las personas están involucradas en un número constantemente elevado de actividades de subsistencia, con algunas similitudes. En su mayor parte, se pueden describir como estrategias diversificadas de medios de vida de semi-subsistencia (Smith *et al.* 2005). Varias de sus actividades están dedicadas a la caza, la pesca y la recolección de productos silvestres del bosque para su subsistencia, con una gama de actividades extractivas adicionales para obtener ingresos monetarios. En la CAB, la pesca comercial se constituye en un sector productivo que recibe muy poca atención del aparato estatal así como por las agencias de cooperación. Esta situación no refleja la contribución importante que brinda este sector a la seguridad alimentaria en zonas rurales, al empleo y, por ende, a la economía, tanto a nivel familiar, local y regional (Van Damme *et al.* 2014). Los peces se constituyen en un recurso natural renovable de permanente importancia como fuente alimenticia.

La sostenibilidad de estos medios de subsistencia no está clara, dado el establecimiento relativamente reciente de los TIOCs, el establecimiento reciente de muchas de las comunidades en sus ubicaciones actuales y el número de factores que contribuyen al cambio permanente en la región (crecimiento en los centros urbanos, construcción de represas hidroeléctricas, apertura de carreteras, cambios en los patrones de inundación y precipitación, introducción de especies).

Smith *et al.* (2005) ponen en relieve las implicaciones clave para las recomendaciones de políticas relacionadas con los diferentes tipos de medios de vida rurales que implican la pesca. En el caso de medios de vida diversificados de semi-subsistencia, estos autores argumentan que la pesca es una parte central de las estrategias de subsistencia y generación de ingresos secundarios. No es una ocupación de último recurso, como frecuentemente se caracteriza en la literatura de desarrollo y planificación. Como tal, los enfoques de políticas deberían alejarse de los intentos de administrar la actividad como ocupación de un solo sector. En cambio, entendiendo que los motores del esfuerzo pesquero son múltiples y variables, un enfoque más apropiado para las pesquerías sería la planificación integrada del desarrollo rural que considera la pesca como parte de una cartera diversificada de medios de vida, considerando y adaptándose a las necesidades y prioridades locales.

La pesca de subsistencia es clave para el sustento local y la seguridad alimentaria en todos los grupos estudiados. Las especies nativas son una parte central de la dieta local y hay una preocupación expresada sobre la necesidad de proteger este importante recurso. Esta demanda, podría ser una alternativa que motive la construcción de planes locales de manejo si fueran necesarios. La pesca de subsistencia fue reportada como una práctica común de todos los entrevistados. El pescado es una fuente principal de proteína, frecuentemente consumida e importante para todas las personas sin importar sus niveles de ingresos y vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria. Se estima que cada pescador de subsistencia cosecha alrededor de 600 kg/año, lo cual es bastante significativo a nivel familiar. A pesar que la pesca de subsistencia y la caza fueron identificadas como actividades importantes en la misma región, se encontró tasas elevadas de inseguridad alimentaria en hogares de la misma zona de estudio (Baker-French 2013). En general, se encontró que la pesca y la caza son de gran importancia para las comunidades indígenas. Por lo tanto, debe ser una prioridad trabajar para proteger y mantener las cosechas sostenibles de estas actividades culturalmente y económicamente importantes.

El beneficio potencial del paiche

Aunque el paiche está presente en la región, sólo algunos entrevistados practican su pesca. Estas pesquerías son estacionales, comerciales (no para autoconsumo) y los rendimientos varían según una variedad de factores. ¿Podría la pesca de paiche ser útil como una fuente secundaria de ingresos para ayudar a las comunidades a acumular activos, o como un activo que se puede liquidar para resolver problemas cuando sea necesario? Hay una variedad de factores implicados en la obtención de beneficios por la pesca del paiche. Principalmente, el acceso a la tecno-

logía y los mercados, así como las cuestiones de organización y distribución. El impacto del paiche sobre las poblaciones de peces nativos no está claro, pero la preocupación por su posible impacto en la pesca de especies nativas para la subsistencia puede justificar el fomento de su aprovechamiento. Aun cuando los rendimientos económicos directos percibidos no sean altos se estima que su aprovechamiento, donde es posible, puede contribuir a los ingresos de algunas familias. No se sabe con certeza si la pesca de paiche se alinea con las cuestiones más apremiantes de las comunidades (por ejemplo, los problemas de vulnerabilidad a eventos climáticos extremos, la



Figura 26. Pescador de la comunidad Buen Destino en el TIOC Cavineño con una faena de pesca destinada al consumo familiar, imagen tomada en octubre de 2015

inseguridad alimentaria, etc.), pero puede ser una actividad que proporcione algún beneficio como fuente secundaria y estacional de ingresos, si se la estudia, evalúa y gestiona adecuadamente.

De acuerdo con los resultados del estudio presentado en el capítulo 8, el paiche en el área de estudio tiene una abundancia diferente en las lagunas, remansos y ríos. Varios lugares con mayor densidad de paiche podrían soportar cosechas iniciales más intensas según la distribución del recurso. Otros factores, como la distancia y la accesibilidad a los mercados o el costo de las operaciones (incluida la disponibilidad de equipo y materiales) deben calcularse sobre una base individual o para toda la comunidad, con el fin de determinar el beneficio económico potencial del paiche. Un paiche adulto de tamaño medio y con 50 kg de carne, a un precio de venta de 5 Bs/kg, generaría alrededor de 250 Bs, lo que representaría una contribución monetaria significativa para familias con bajos ingresos. Esto sería especialmente útil si la cosecha de paiche se organiza para tener lugar durante la estación seca, cuando los in-

gresos anuales de la cosecha de castaña se hayan agotado y cualquier ingreso adicional sería muy útil. Un análisis reciente de una pesquería de paiche en la parte occidental de la Amazonía de Brasil por Campos-Silva & Peres (2016) mostró beneficios socioeconómicos significativos para las comunidades que participaron en sistemas administrados por la comunidad, con lagunas manejadas, actuando como una "cuenta de ahorros" que genera ingresos por una cosecha anual. En este estudio se contempla una cosecha anual del 30% de adultos (basada en las recomendaciones de Castello 2004), en lagunas remotas protegidas que funcionan como una fuente regional. Los autores de este estudio señalan que la estructura anual de la cosecha puede permitir una mejor distribución de los beneficios entre los miembros de la comunidad, así como mejores posibilidades de invertir los ingresos totales en la infraestructura comunitaria o privada. Se considera que este enfoque brinda mejores resultados que una pesquería operando continuamente donde los retornos por unidad de tiempo son menores y tienden a ser dominados por los pescadores más calificados.



Figura 27. Casas en Buen Destino, TIOC Cavineño, octubre 2015

RECOMENDACIONES

Es evidente que la situación actual en los cuatro TIOCs es compleja, que el futuro es desconocido y que se requieren enfoques socio/ecológicos/económicos integrados que consideren múltiples medios de subsistencia en ecosistemas complejos tanto para la comprensión como para la planificación, dado que las familias son generalmente pobres y con frecuencia la situación alimentaria y sanitaria es precaria. A esto se suma que las carencias son tanto de ingresos económicos como de necesidades básicas insatisfechas.

Hacemos tres recomendaciones, que apuntan a crear nuevos estilos de desarrollo basados en las potencialidades de las economías locales y que son el complemento indispensable de las políticas nacionales de desarrollo:

- a) Explorar modelos alternativos para hacer uso del paiche como fuente secundaria de ingresos, calcular el beneficio potencial y viabilidad bajo diferentes escenarios considerándole como potencial fuente de acumulación de activos físicos y financieros;
- b) Considerar un enfoque de medios de vida sostenibles (SLA) para la planificación, incluyendo como un primer paso una evaluación participativa de la pobreza;
- c) Mejorar la atención a las necesidades básicas (salud, agua potable, saneamiento básico) de las comunidades.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los cientos de personas y familias que aceptaron participar y que generosamente donaron su tiempo, conocimiento y hospitalidad para posibilitar la realización de este estudio. Fue un privilegio reunirnos y trabajar con ustedes, esperamos sinceramente que los resultados puedan contribuir de alguna manera a traer beneficios a la vida de sus familias y otras familias en la región. También agradecemos a la CIRABO y a los gobiernos de los cuatro TIOCs donde se realizó el estudio (Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II) por su

interés y colaboración en la realización del estudio. Damos las gracias a FAUNAGUA por el apoyo institucional general y por la invitación a participar en el desarrollo y realización del estudio, a los excelentes equipos de apoyo administrativo y de campo por todas las fuerzas y la adaptabilidad, así como a World Fisheries Trust y la Universidad de Victoria por el apoyo institucional proporcionado al diseño e implementación de esta parte del estudio. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El estudio fue co-financiado por el proyecto Peces para la vida, una iniciativa del Fondo Canadiense para la Investigación de la Seguridad Alimentaria Internacional, un programa conjunto del Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional de Canadá y Asuntos Globales de Canadá, y por el Consejo de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades de Canadá.

REFERENCIAS

- Allison EH, Ellis F (2001) The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy*, 25(5): 377-388.
- Allison EH, Horemans B (2006) Putting the principles of the Sustainable Livelihoods Approach into fisheries development policy and practice. *Marine Policy*, 30(6): 757-766.
- Baker-French SR (2013) Food security and nutritional status in fishing communities in Bolivia's northern Amazon: results of a household survey. University of British Columbia, Vancouver, Canadá.
- Béné C, Macfayden G, Allison EH (2007) Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 481. Rome.
- Castello L, McGrath DG, Arantes CC, Almeida OT (2013) Accounting for heterogeneity in small-scale fisheries management: The Amazon case. *Marine Policy*, 38: 557-565.
- Castello L, Viana JP, Watkins G, Pinedo-Vasquez M, Luzadis VA (2009) Lessons from integrating fishers of arapaima in small-scale fisheries management at the Mamirauá Reserve, Amazon.

- Environmental Management, 43(2): 197–209.
- Cuiza P (2016) Gobierno y COB acuerdan incremento salarial del 6% y el mínimo nacional sube a Bs 1 805. La Razon. La Paz, Bolivia. Retrieved from http://www.la-razon.com/economia/Gobierno-COB-incremento-salarial-Bs_0_2479552079.html
- Duraiappah AK (2004) Exploring the Links: Human Well-being, Poverty and Ecosystem Services. The United Nations Environment Program and International Institute for Sustainable Development. Nairobi, Kenya. 44 p.
- Ellis F (1998) Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*, 35(1): 1–38.
- FAO (1996) Declaration on world food security. Rome.
- Hocsman LD (2006) Territorialidad campesina y economía de subsistencia. *ESTUDIOS*, 19: 91–102.
- Macnaughton AE, Rainville, TK, Coca CI, Ward EM, Wojciechowski MJ, Carolsfeld J (2016) Gender transformative approaches with socially and environmentally vulnerable groups: indigenous fishers of the Bolivian Amazon. pp. 217–240. En: Njuki J, Parkins JR, Kaler A (Eds.). *Transforming gender and food Security in the Global South*. Oxon, UK and Ottawa, Canada: Routledge and International Development Research Council.
- Mogrovejo-Monasterios RJ (2010) Pobreza absoluta y relativa en Bolivia. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Nº 136. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/bo/>
- Nasi R, Taber A, Van Vliet N (2011) Empty forests, empty stomachs? Bushmeat and livelihoods in the Congo and Amazon Basins. *International Forestry Review*, 13 (3): 355–368.
- Parry L, Barlow J, Peres CA (2009) Hunting for sustainability in tropical secondary forests. *Conservation Biology*, 23 (5): 1270–1280.
- Pinstrup-Andersen P (2009) Food security: definition and measurement. *Food Security*, 1(1): 5–7.
- Pittaluga F, Corcoran E, Senahoun J (2004) Poverty profiles of artisanal fishers: methods based on the SLA model. pp. 103–119. In: Neiland A, Béné C (Eds.). *Poverty and small-scale fisheries in West Africa*. Rome: FAO.
- Pokorny B, Godar J, Hoch L, Johnson J, de Koning J, Medina G, Steinbrenner R, Vos V y Weigelt J (2011) La producción familiar como alternativa de un desarrollo sostenible para la Amazonía: Lecciones aprendidas de iniciativas de uso forestal por productores familiares en la Amazonía boliviana, brasilera, ecuatoriana y peruana. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Sallu SMS, Twyman C, Stringer LC (2010) Resilient or Vulnerable Livelihoods? Assessing Livelihood Dynamics and Trajectories in Rural Botswana. *Ecology and Society*, 15(4). Disponible en www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art3/
- Scoones I (1997) Sustainable rural livelihoods: a framework for analysis (IDS Working Papers No. 72)
- Smith LED, Nguyen Khoa S, Lorenzen K (2005) Livelihood functions of inland fisheries: policy implications in developing countries. *Water Policy*, 7: 359–383
- Soria G (2011) Territorios Indígena Originario Campesinos en Bolivia, entre la Loma Santa y la Pachamama. La Paz, Bolivia: Fundación Tierra
- Van Holt T, Townsend WR, Cronkleton P (2010) Assessing local knowledge of game abundance and persistence of hunting livelihoods in the Bolivian Amazon using consensus analysis. *Human Ecology*, 38 (6): 791–801. doi:10.1007/s10745-010-9354-y
- World Bank (2000) World Development Report 2000 / 1 Attacking Poverty. World Development. doi:<http://dx.doi.org/10.1596/0-1952-1129-4>

La pesca en Cachuela Esperanza y Rosario del Yata

Daniel N. Flores^{1,5}, Selva V. Montellano^{1,5}, Pedro Rodal²,
Daniel Barroso^{1,5}, Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,3,4,5}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional del Bolivia.

²Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB). Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

³Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), calle Sucre frente al Parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, zona San Pedro, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁵Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera en la Amazonía a lo largo de la historia, es una de las actividades más importantes en la zona. Dicha actividad ha sufrido diferentes alteraciones durante su desarrollo, ocasionados por diferentes procesos como la colonización y la formación de proyectos de desarrollo (Doria *et al.* 1998). Sin embargo, en Bolivia, los recursos pesqueros continúan siendo una fuente de ingresos económicos para miles de habitantes en todas las regiones del país, sobre todo en las zonas con grandes sistemas hidrográficos, además de ser una fuente fundamental de proteínas para la población.

La pesca comercial en la Cuenca Amazónica boliviana (CAB) constituye un sector productivo que recibe poca atención de las autoridades nacionales. Sin embargo, esta actividad brinda seguridad alimentaria en las zonas rurales así como también empleo, y por lo tanto cumple un papel económico importante a nivel familiar, local y regional (Wiefels 2006). A pesar del importante rol económico de la pesca, existen pocos informes oficiales o científicos sobre la actividad pesquera en las comunidades rurales de la CAB (Van Damme *et al.* 2011a).

Existen algunos estudios parciales sobre la situación de la pesca comercial realizados en los años setenta y ochenta (Vergara 1980; Coutts 1981; Coutts & Rojas Portillo 1982; Rojas Portillo 1983; Salas & Coutts 1983). La mayoría de estos autores se basaron en datos de mercado. Luego de la desarticulación del Centro de Desarrollo Pesquero (CDP) el año 1995, se interrumpió la colecta estadística sobre la pesca realizada previamente por esta institución entre 1890 y 1994 (Van Damme *et al.* 2011a). A pesar de que la FAO (2010) realiza publicaciones anuales sobre estimaciones de volúmenes de captura en el país, estas estimaciones están en base a extrapolaciones de datos del CDP de los años 1990-1995, los cuales carecen de una base técnica sólida. Entre los estudios más sobresalientes de los últimos años está el de MACA (2005), que realizó un diagnóstico pesquero que indica que la CAB genera entre 2 000 y 2 600 toneladas de pescado por año. Sin embargo, estos datos no fueron basados en estadísticas pesqueras. La FAO (2009) estimó que la producción pesquera anual en Bolivia es de

6 568 toneladas al año de pescado, además indicó que la CAB genera el 52% de la producción pesquera nacional, frente al 10% generado por la Cuenca de La Plata y el 38% por las cuencas endorreicas. Van Damme *et al.* (2011a) estiman que el volumen anual de desembarque es de aproximadamente 3 080 toneladas anuales.

Por otra parte, la actividad pesquera no solo se basa en la pesca comercial, sino que también involucra otros aspectos importantes como el de la comercialización y el consumo de pescado, donde intervienen diferentes actores como los proveedores de insumos (hielo, herramientas, entre otros), pescadores, comerciantes, propietarios de restaurantes, consumidores, entre otros. Estos actores juegan un rol importante en las pesquerías. A pesar de esto, existe muy poca información actualizada sobre las poblaciones que están implicadas en estas cadenas en Bolivia. Van Damme *et al.* (2011a) indican que un equivalente del 2.3% de la población de tierras bajas de la CAB se encuentra vinculada a la actividad pesquera y comercialización de pescado. Sin embargo, esta cifra sigue siendo una sub-estimación del número total debido a que no incluye a los pescadores de subsistencia (personas que pescan estacionalmente u ocasionalmente para proveer a sus familias).

Estas estimaciones son importantes como referentes básicos sobre la actividad pesquera en Bolivia. Por lo tanto, el presente trabajo partió con el objetivo de generar información sobre la actividad pesquera en dos comunidades del departamento del Beni: Cachueta Esperanza y Rosario del Yata, donde se realizó un monitoreo de la pesca comercial entre agosto y noviembre de 2015.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos comunidades del departamento del Beni. La comunidad Cachueta Esperanza (10° 32' 6.972" S y 65° 34' 50.52" W) y la comunidad Rosario del Yata (10° 55' 39.036" S y 65° 34' 43.446" W). Ambas comunidades están ubicadas al norte del departamento del Beni. La comunidad Cachueta Esperanza se encuentra en el límite con el departamento de Pando, al borde del río

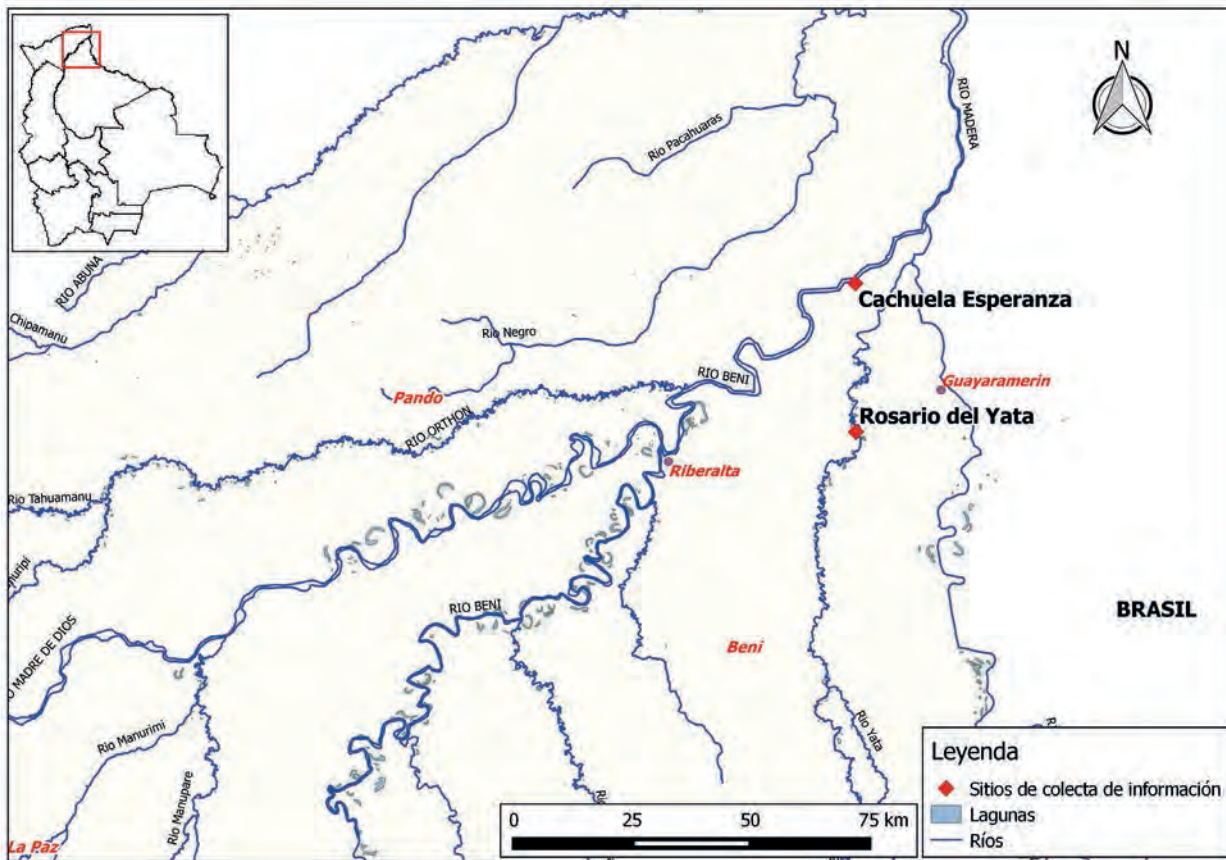


Figura 1. Mapa de ubicación de las dos comunidades Cachuela Esperanza y Rosario del Yata donde se realizó el monitoreo pesquero, entre agosto y noviembre del 2015.

Beni y la comunidad Rosario del Yata un poco más al sur, al borde del río Yata, entre las ciudades de Riberalta y Guayaramerín (Figura 1).

Ambas comunidades pertenecen a la Hidroecoregión de las Llanuras Aluviales de Tierras Bajas, propuesta por Maldonado (2002). Las características ecológicas de la Hidroecorrección son los “sistemas río-planicie de Inundación”, es decir son un conjunto de cauces fluviales, lagunas y una llanura que periódicamente se inunda por el rebalse de los ríos, lo que se traduce en periodos que pueden estar interconectados. La Hidroecorrección de Llanuras Aluviales de Tierras Bajas, debido a su extensión y complejidad geomorfológica, pre-

senta una alta heterogeneidad espacial que se refleja en una gran diversidad biológica.

Colecta de datos

Se realizó el monitoreo de pesca comercial para obtener información sobre la actividad pesquera en estas zonas. Se diseñaron formularios específicos para monitorear a los diferentes grupos de pescadores en los puertos de ambas comunidades. El Cuadro 1 detalla el número de monitoreos realizados en ambas comunidades entre agosto y noviembre de 2015.

Cuadro 1. Número de registros de desembarques realizados a los diferentes grupos de pescadores en las comunidades de Cachuela Esperanza y Rosario del Yata entre agosto y noviembre de 2015.

Tipo de formulario	N° de monitoreos	
	Cachuela Esperanza	Rosario del Yata
Monitoreo pesca comercial	320	22

La información obtenida fue sistematizada en tablas de Excel, para un mejor manejo de los datos. Seguidamente se analizaron los datos y se realizaron cuadros y gráficas para describir y comprender mejor los datos obtenidos de la pesca comercial en ambas comunidades.

Monitoreo de pesca comercial

En el análisis del monitoreo sobre la pesca comercial en ambas comunidades se describieron los siguientes datos:

- El número total de individuos y el porcentaje de individuos capturados por especie.
- El volumen o peso total capturado por especie durante el monitoreo.
- La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por especie capturada.
- La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por zonas de pesca.
- Datos de longitud y peso (promedio, mínimo y máximo) por especie capturada.

Cuadro 2. Lista de especies encontradas durante el presente estudio en las comunidades de Cachuela Esperanza y Rosario del Yata entre agosto y noviembre de 2015. La "x" indica en que comunidad fue encontrada la especie.

Familias	Especie	Nombre común	Cachuela Esperanza	Rosario del Yata
Anostomidae	<i>Leporinus trifasciatus</i>	Lisa	x	
Arapaimidae	<i>Arapaima gigas</i>	Paiche	x	x
Auchenipteridae	<i>Ageneiosus</i> sp.	Seferimo		x
Bryconidae	<i>Brycon amazonicus</i>	Yatorana	x	x
	<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado	x	
Cichlidae	<i>Acaronia nassa</i>	Serepapa boca de farol		
	<i>Astronotus ocellatus</i>	Serepapa real		x
	<i>Cichla pleiozona</i>	Tucunaré	x	x
Cynodontidae	<i>Hydrolycuss comberoides</i>	Cachorro	x	
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Bentón, dentón, comunitario		x
Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Pirahiba, bagre blanco	x	
	<i>Brachyplatystoma platinemum</i>	Pirahiba, pintado	x	
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dorado	x	
	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	Zebra	x	
	<i>Hypophthalmus edentatus</i>	Suchi, bagresón, bota	x	
	<i>Leiarius marmoratus</i>	Tujuno	x	
	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	General, coronel	x	x
	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Blanquillo	x	
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubí	x	x
	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Surubí, pintado	x	x
	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Paleta	x	
	<i>Zungaro zungaro</i>	Yau, chanana	x	
Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i>	Sábalo	x	x
Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina	x	
Serrasalminidae	<i>Colossoma macropomum</i>	Pacú	x	
	<i>Mylossoma duriventre</i>	Pacupeba	x	
	<i>Piaractus brachypomus</i>	Pacú blanco, tambaquí	x	x
	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piraña roja, piraña colorada, ñata	x	x

Cuadro 3. Número de faenas registradas en las diferentes zonas de pesca, en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015.

Zonas de pesca	N° de faenas
El Tumbo	254
El Remanso	157
Puerto	6
Arroyo Palo Blanco	5
Arroyo Yatuarana	4
La Banda	4
S/nombre	3
Puerto Consuelo	2
Portento	1
Total	436

También se describieron las artes de pesca utilizadas por los pescadores y sus características. Además, se obtuvo información sobre los tipos de embarcaciones y los ítems utilizados para conservar el pescado.

RESULTADOS

Antes de describir los resultados obtenidos sobre el monitoreo pesquero en ambas comunidades, se presenta una lista (Cuadro 2) con los nombres científicos y comunes de las especies de peces identificadas en las capturas comerciales.

CACHUELA ESPERANZA

Monitoreo pesca comercial

Se hicieron 320 seguimientos en el monitoreo de pesca comercial, en la comunidad de Cachuela Esperanza a orillas del río Beni. Los seguimientos se realizaron desde el 7 de agosto hasta el 5 de octubre de 2015.

Se hicieron seguimientos a diferentes grupos de pescadores, donde se observó que los pescadores líderes son varones de entre 16 y 63 años de edad con un promedio de edad de 33 años. Cada seguimiento mostró entre una a cuatro faenas, registrando un total de 436 faenas. En cada faena realizada participaron entre uno a cuatro pescadores. Se pudo documentar un total de 107 pescadores, de los

cuales 43 eran pescadores líderes y los 64 pescadores restantes eran ayudantes.

Las zonas del Remanso, Tumbo, Banda, Puerto Consuelo, Portento, Puerto, arroyo Palo Blanco y arroyo Yatuarana fueron las zonas identificadas donde los pescadores de la comunidad pescan con regularidad. El Cuadro 3 muestra el número de faenas realizadas en las diferentes zonas de pesca. La mayor cantidad de faenas se realizó en la zona "el Tumbo" donde se registraron 254 faenas, le sigue la zona "el Remanso" con 157 faenas. Mientras que las zonas de "Puerto Consuelo" y "Portento" fueron las que presentaron el menor número de faenas, con dos y una faena(s) respectivamente.

Datos de pesca

Del total de individuos capturados en los dos meses que duró el monitoreo en Cachuela Esperanza se observó que el 44% fueron de la especie *Mylossoma duriventre*, conocida localmente como pacupeba con 2 339 individuos capturados. Le siguieron la yatorana (*Brycon amazonicus*), con 1 461 individuos representando el 27% del total de capturas, y en menor proporción el sábalo (*Prochilodus nigricans*), con 526 individuos que representó el 10% del total. El 19% restante estuvo representado por otras especies (Figura 2). La Figura 3 muestra el número de individuos capturados de cada especie durante el periodo de monitoreo.

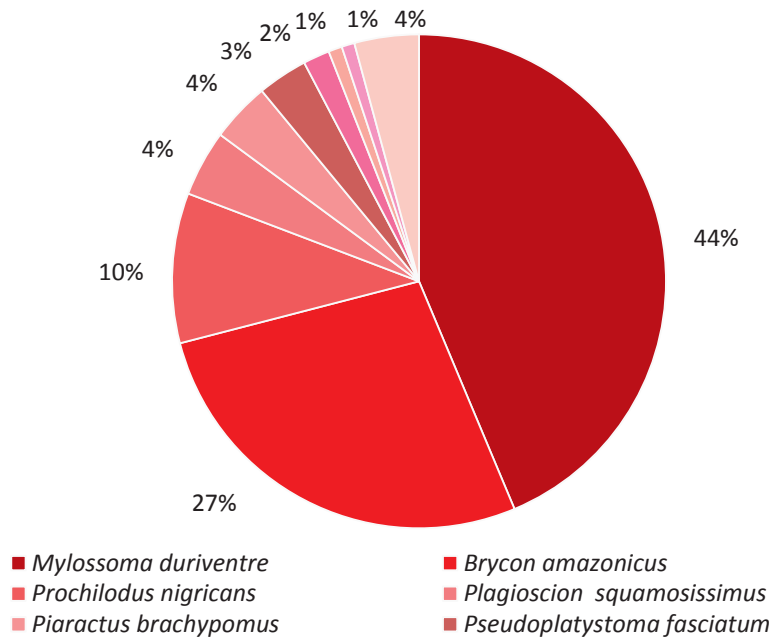


Figura 2. Proporción de individuos capturados de cada especie en las faenas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni, entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015.

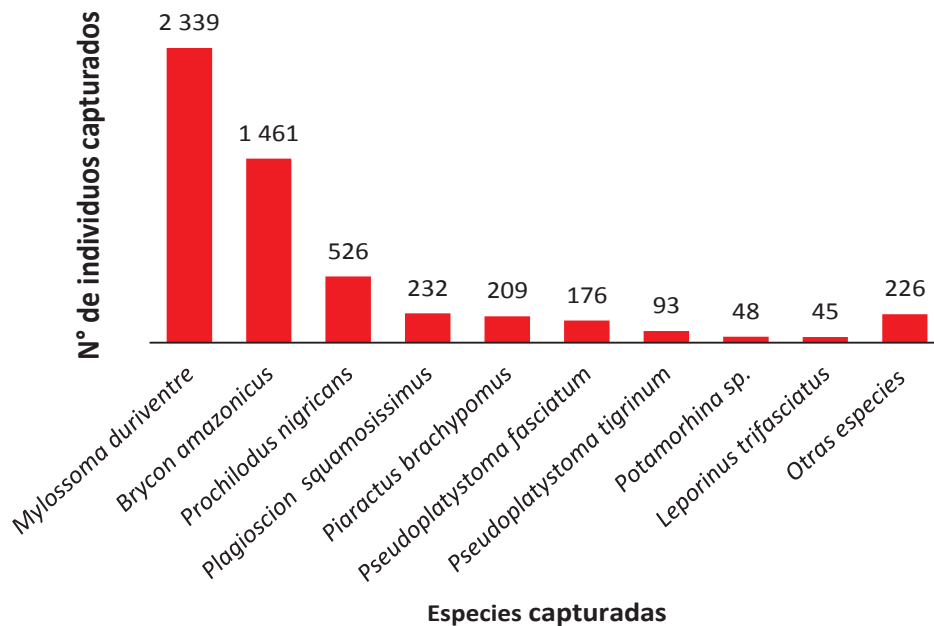


Figura 3. Número de total de individuos capturados de cada especie en las faenas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni, entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015.

Durante todo el monitoreo se llegó a obtener un volumen total de 6 054 kg de pescado. La Figura 4 muestra el volumen capturado en el monitoreo en Cachuela Esperanza, donde se observa que los mayores volúmenes capturados fueron de pacupeba (*M. duriventre*) con

2 319 kg, y yatorana (*B. amazonicus*) con 1 904 kg, seguidos por: sábalo (*P. nigricans*) con 358 kg, surubí (*P. fasciatum*) con 257 kg, pacú o tambaquí blanco (*P. brachypomus*) con 218 kg, surubí (*P. tigrinum*) con 205 kg y corvina (*P. squamosissimus*) con 202 kg.

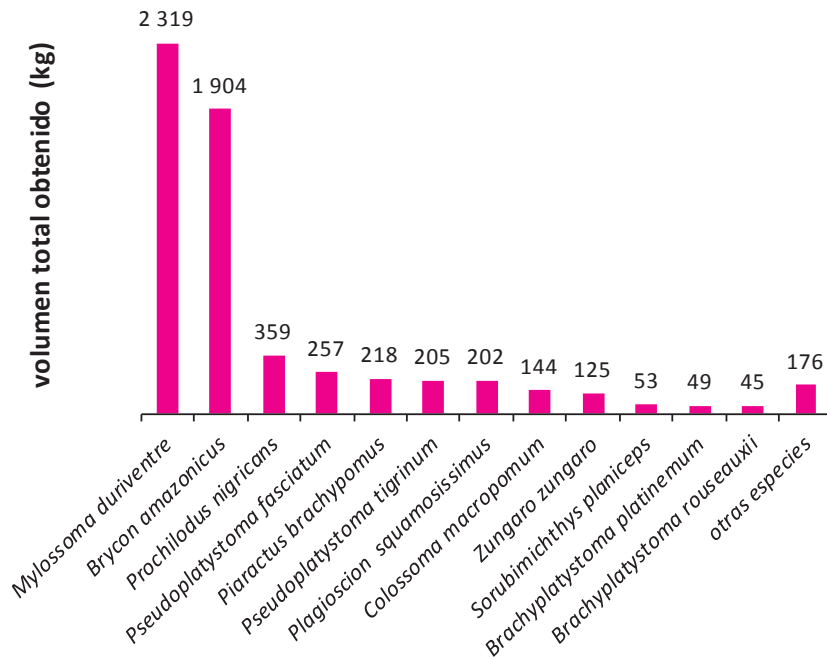


Figura 4. Volumen total obtenido (kg) por cada especie en las capturas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni, entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015.

Con los datos del volumen obtenido por faena (kg), horas de duración de la faena, y número de pescadores que participaron de la faena, se obtuvo el valor de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE: kg/hora/pescador) de cada faena, y el valor promedio de CPUE de todas

las faenas realizadas. La Figura 5 muestra los valores promedio de CPUE de las especies más representativas durante el monitoreo. Se observa claramente que el mayor valor de CPUE fue 1.79 obtenido para la pacupeba (*M. duriventre*), lo que indica que esta espe-

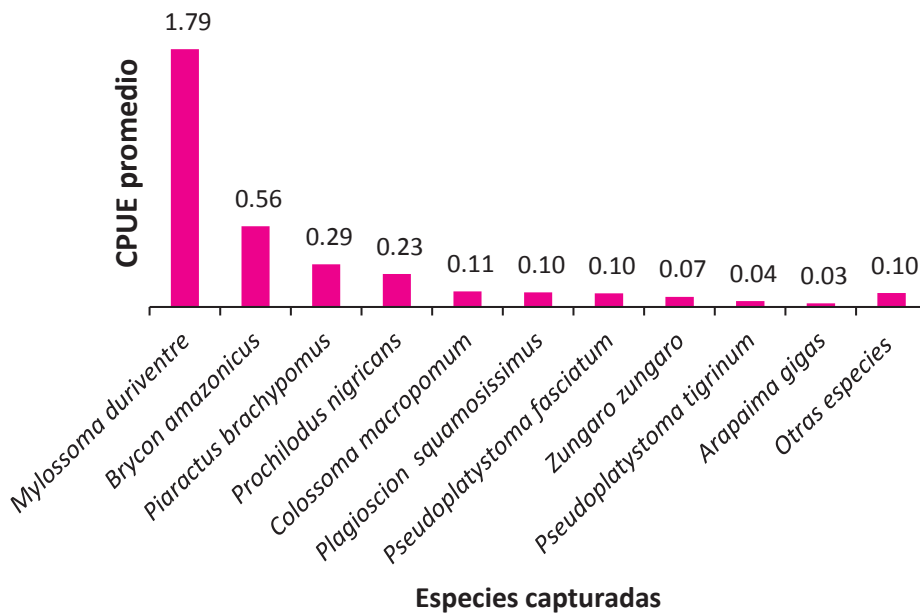


Figura 5. Valores promedio de CPUE de las especies capturadas en las faenas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015 (CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo).

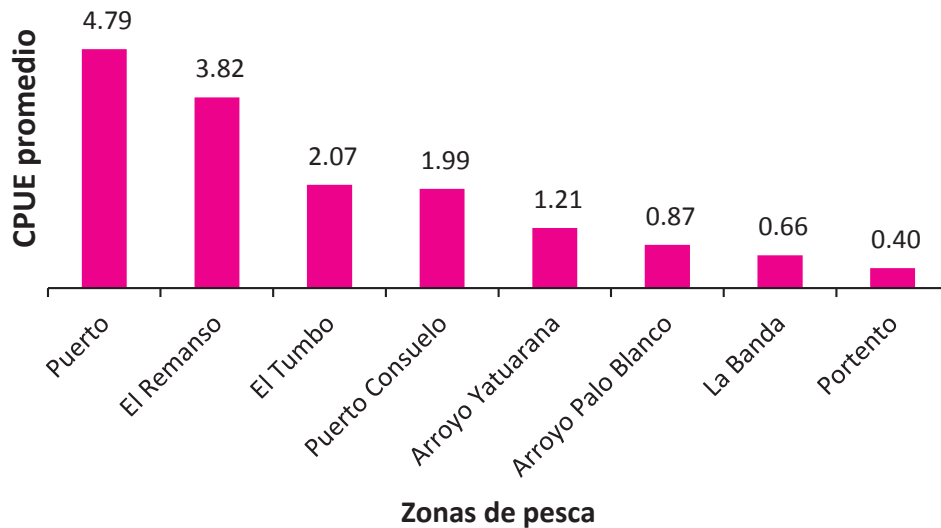


Figura 6. Valores promedio de CPUE de las diferentes zonas de pesca en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni, entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015 (CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo).

cie fue la de mayor importancia en la pesca. El segundo valor más alto lo obtuvo la yatorana (*B. amazonicus*) con un CPUE de 0.56. Le siguen el pacú o tambaquí blanco (*P. brachypomus*), sábalo (*P. nigricans*) y pacú (*C. macropomum*) con valores de CPUE de 0.29, 0.23 y 0.11, respectivamente.

La Figura 6 muestra los valores promedios de CPUE de todas las zonas de pesca. Las zonas del "Puerto" y el "Remanso" presentaron los valores promedios de CPUE más altos, los cuales fueron de 4.79 y 3.82, respectivamente. A estos le siguieron los valores intermedios de las zonas del "Tumbo" con 2.07, "Puerto Consuelo" con 1.99 y "arroyo Yatuarana" con 1.21. Por último, las zonas que presentaron los valores promedios de CPUE más bajos fueron "arroyo Palo Blanco", "La Banda" y "Portento".

Además de obtener el volumen total capturado (kg), durante el monitoreo se hicieron mediciones de las especies a nivel individual, se obtuvo el peso y la longitud de cada pez, y se obtuvieron las medidas mínimas, máximas y promedio por especie. El Cuadro 4 reúne estos datos, donde se observa que el valor de longitud promedio más alto fue el del dorado (*B. rousseauxii*) con un promedio de 96.33 cm. Sin embargo, la longitud máxima fue del surubí (*P. fasciatum*) con 105 cm. La longitud promedio menor la presentó la piraña roja (*P. nattereri*) con un promedio de 20 cm. Esta especie registró también la longitud mínima con

17 cm. En cuanto al peso promedio más alto, este fue del general (*P. hemiliopterus*) con un promedio de 12.2 kg, pero el peso máximo registrado fue de un individuo de la especie *Z. zungaro*, conocido localmente como yaú, de 40 kg. Por último, la piraña roja (*P. nattereri*) obtuvo el menor peso promedio el cual fue de 0.35 kg y la pacupeba (*M. duriventre*) obtuvo el peso mínimo registrado con 0.05 kg.

Métodos y artes de pesca

Existen diferentes métodos de pesca utilizados en esta comunidad, entre ellos está la pesca mediante redes agalleras, tarrafas, espiñeles, lineadas y anzuelos, entre otros. Cada arte de pesca tiene diferentes características y dimensiones, y puede estar hecha de diferentes materiales, por lo tanto, el uso como el precio varía en gran medida según estos aspectos. En los cuadros siguientes se describirán todos los elementos de pesca usados durante las faenas en el monitoreo realizado en Cachuela Esperanza.

Redes agalleras

Las redes agalleras se pueden dividir en dos tipos de acuerdo al material del cual están hechos, las redes de nylon y las de sedal. El Cuadro 5 sintetiza la información obtenida

Cuadro 4. Medidas individuales (longitud promedio, longitud mínima, longitud máxima, peso promedio, peso mínimo y peso máximo) de las especies capturadas en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos. Los nombres comunes de las especies están en el Cuadro 2.

Especie	Longitud promedio (cm)	Longitud mínima (cm)	Longitud máxima (cm)	Peso promedio (kg)	Peso mínimo (kg)	Peso máximo (kg)
<i>Ageneiosus</i> sp.	53.00	50.00	56.00	1.25	1.00	1.50
<i>Arapaima gigas</i>	76.00	76.00	76.00	5.63	4.25	7.00
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	48.50	40.00	57.00	2.88	1.20	3.00
<i>Brachyplatystoma platinemum</i>	84.25	84.00	88.00	3.53	2.00	5.40
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	96.33	89.00	100.00	7.63	6.26	9.55
<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	72.40	67.00	82.00	2.64	1.00	4.30
<i>Brycon amazonicus</i>	43.45	25.00	55.00	1.13	0.33	3.00
<i>Colossoma macropomum</i>	66.10	44.00	92.00	9.81	1.80	20.00
<i>Hydrolycus scomberoides</i>	63.60	54.00	78.00	1.85	0.95	4.05
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	55.00	-	-	0.95	-	-
<i>Leiarius marmoratus</i>	52.50	48.00	57.00	1.60	1.06	3.00
<i>Leporinus trifasciatus</i>	42.17	37.50	46.00	1.10	0.81	1.30
<i>Mylossoma duriventre</i>	27.88	18.00	34.00	0.68	0.05	5.50
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	92.00	-	-	12.20	-	-
<i>Piaractus brachypomus</i>	40.71	32.00	85.00	1.43	0.26	12.00
<i>Pirinampus pirinampu</i>	68.40	63.00	77.00	2.82	2.30	2.90
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	49.63	32.00	73.00	1.45	0.50	4.22
<i>Prochilodus nigricans</i>	43.54	33.00	59.00	1.10	0.46	2.60
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	72.72	44.00	105.00	2.57	0.41	10.30
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	72.45	43.00	103.00	3.77	1.43	12.00
<i>Pygocentrus nattereri</i>	20.00	17.00	23.00	0.35	0.20	0.50
<i>Salminus brasiliensis</i>	46.00	46.00	46.00	2.25	1.00	3.50
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	92.63	80.00	112.00	2.87	1.00	6.50
<i>Zungaro zungaro</i>	81.29	38.00	150.00	9.17	0.90	40.00

sobre las redes agalleras de nylon. Las redes utilizadas variaron desde un tamaño de rombo de 12 cm hasta 16 cm de apertura, por lo general las redes presentaron diferentes longitudes desde 50 m hasta 150 m. La altura de la red varió desde 3 hasta 6 m y el grosor del hilo varió de un número de hilo de 0.4 hasta 0.6 mm.

El precio de cada red está sujeto a las dimensiones de cada una. Las redes de menor costo en la comunidad, por ejemplo, fueron de 500 Bs. Entre estas están la de rombo de tamaño 14 cm, 100 m de longitud por 4 m de altura, con un grosor de hilo de 0.4 mm; la de rombo tamaño 26 cm, de 70 m de longitud por 4 m

de altura, con un grosor de hilo de 0.4 mm; y la de rombo tamaño 16 cm, de 100 m de longitud por 4 m de altura, con un grosor de hilo de 0.4 mm. Las redes que tuvieron un mayor costo (1 500 Bs) fueron: la de rombo tamaño 12 cm, de 75 m de longitud por 3 m de altura y 0.4 mm de número de hilo; la de rombo tamaño 12 cm, de 150 m de longitud por 6 m de altura y 0.5 mm de número de hilo; y la de rombo tamaño 13 cm, de 75 m de longitud por 6 m de altura.

Además, se observó que el uso de las redes se maneja de acuerdo a sus características y al tipo de peces que se desean pescar. De acuerdo a la información obtenida vemos que



Figura 7. Ejemplares de peces capturados durante el monitoreo de la pesca comercial, en la comunidad de Cachuela Esperanza en agosto de 2015. La fotografía de la izquierda es un ejemplar de pacupeba (*Mylossoma duriventre*), y el de la derecha es un ejemplar de yatorana (*Brycon amazonicus*).

las redes de rombo tamaño 12 cm se utilizan para pescar yatorana (*B. amazonicus*), y las redes de rombo tamaño 14 y 16 cm se utilizan para pescar pacú (*C. macropomum*).

El Cuadro 5 indica el número de veces que las redes fueron usadas durante el monitoreo. Las redes agalleras de rombo tamaño 16 cm, de 70 m de longitud, 4 m de ancho y 0.4 mm de número de hilo; y las redes de rombo tamaño 12 cm, de 75 m de longitud, 6 m de altura y de número 0.6 mm de hilo fueron las más usadas (132 y 109 veces, respectivamente), mientras que las redes de rombo tamaño 14 cm, de 50 m de longitud, 3 m de ancho y 0.6 mm de número de hilo; y las re-

des de rombo tamaño 15 cm, de 50 m de longitud, 3 m de ancho y 0.6 mm de número de hilo fueron las menos usadas (ambas solamente ocho veces en todo el monitoreo).

El Cuadro 6 resume la información obtenida acerca de las redes agalleras de sedal. Las redes utilizadas en el monitoreo tuvieron diferentes tamaños de rombo los cuales fueron de 16, 18, 20, 22, 23 y 24 cm de apertura de rombo. Por lo general, las redes presentaron diferentes longitudes que van desde 15 m hasta 70 m, la altura de la red presentó medidas desde 4 m hasta 6 m, de la misma forma el grosor del hilo varió desde un número de hilo 0.18 hasta 0.36 mm.



Figura 8. Pescador en actividad de pesca utilizando una tarrafa, durante el monitoreo de la pesca comercial en la comunidad de Cachuela Esperanza entre agosto y octubre de 2015.

Cuadro 5. Tipos de redes agalleras de nylon utilizadas en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos.

Tamaño de rombo (cm)	Longitud (m)	Altura (m)	Hilo (nº)	Costo (Bs/u)	Peces objetivo	Número de veces utilizadas
Rombo 12	70	6	0.5	1 200	Yatorana	64
Rombo 12	75	6	0.6	800 – 1 200	Yatorana	109
Rombo 12	75	3	0.4	1 500	Yatorana	32
Rombo 12	100	6	0.6	1 000	Yatorana	66
Rombo 12	100	6	0.4	1 100	Yatorana	42
Rombo 12	150	6	0.5	1 500	-	90
Rombo 13	75	6	-	1 500	-	15
Rombo 14	50	3	0.6	600	-	8
Rombo 14	75	6	-	1 500	-	15
Rombo 14	100	4	0.4	500	Pacú	42
Rombo 15	50	3	0.6	600	-	8
Rombo 16	70	3	0.4	800	Pacú	64
Rombo 16	70	4	0.4	500	Pacú	132
Rombo 16	75	3	0.4	1 000	Pacú	64
Rombo 16	75	4	0.4	500	Pacú	29
Rombo 16	75	6	-	1 200	Pacú	66
Rombo 16	100	4	0.4	500	Pacú	84

El precio de las redes varía de acuerdo a las medidas previamente descritas. Las redes de menor costo por ejemplo fueron de 500 Bs, la cuales fueron: rombo tamaño 22 cm, de 15 m de longitud, 5 m de altura, y 0.24 mm de grosor de hilo; rombo tamaño 22 cm, de 40 m de longitud, 6 m de altura y 0.26 mm de grosor de hilo; y rombo tamaño 24 cm, de 100 m de longitud, 4 m de altura, con un grosor de hilo de 0.24 mm. Las redes que tuvieron un mayor costo (1 500 Bs) fueron las de rombo tamaño 18 cm, de 30 m de longitud, 4 m de altura, de 0.18 mm de grosor de hilo; las de rombo tamaño 20 cm, de 30 m de longitud, 4 m de altura y 0.24 mm de número de hilo; y las de rombo tamaño 24 cm, de 18 m de longitud, 6 m de altura y 0.36 mm de grosor de hilo.

De acuerdo a la información obtenida en el monitoreo se pudo observar que en general los pescadores de la zona utilizan las redes de sedal desde el tamaño 20 cm de apertura de rombo hasta el de 24 cm, con el objetivo de pescar pacú (*C. macropomum*) (Cuadro 6).

El Cuadro 6 indica el número de veces que cada tipo de red fue usada durante el moni-

toreo. Las redes de rombo tamaño 24 cm, de 55 m de longitud, 5 m de altura, de número 0.36 mm de hilo y las redes agalleras de rombo tamaño 24 cm, de 50 m de longitud, 6 m de ancho y 0.24 mm de número de hilo, fueron las más usadas (264 y 93 veces respectivamente). Las redes de rombo tamaño 22 cm, de 35 m de longitud, 4 m de ancho, 0.24 mm de grosor de hilo; y las redes de rombo tamaño 22 cm, de 35 m de longitud, 4 m de ancho y 0.24 mm de número de hilo fueron las menos usadas (ambas solamente dos veces) en todo el monitoreo.

En la comunidad de Cachuela Esperanza también se pudo evidenciar el uso de tarrafas para la pesca. De igual forma que las redes agalleras, se registraron tarrafas de diferentes características. En el presente monitoreo solo se identificaron tarrafas de nylon. El Cuadro 7 describe los tipos de tarrafas que se usaron en el monitoreo. El tamaño de rombo varió desde 3 hasta 13 cm, la altura desde 1 a 5 m y el peso de plomo de 2 a 5 kg. El precio por unidad de tarrafa difiere mucho, siendo la menos costosa la de rombo tamaño 3 cm, de 1.5 m de altura, con plomo de 2 kg, la

Cuadro 6. Tipos de redes agalleras de sedal utilizadas en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos.

Tamaño de rombo (cm)	Longitud (m)	Altura (m)	Hilo (nº)	Costo (Bs/u)	Peces objetivo	Número de veces utilizadas
Rombo 16	70	4	0.3	600	-	15
Rombo 18	30	4	0.18	1 500	-	32
Rombo 20	30	4	0.24	1 500	Pacú	32
Rombo 20	25	5	0.24	1 000	Pacú	3
Rombo 22	35	4	0.24	600	Pacú	2
Rombo 22	35	4	0.24	600	Pacú	2
Rombo 22	50	4	0.38	1 000	Pacú	12
Rombo 22	15	5	0.24	500	Pacú	32
Rombo 22	40	6	0.26	500	Pacú	14
Rombo 23	50	4	0.38	1 000	Pacú	12
Rombo 24	18	6	0.36	1 500	Pacú	32
Rombo 24	25	5	0.36	500	Pacú	32
Rombo 24	35	4	0.36	600	Pacú	55
Rombo 24	40	6	0.36	-	Pacú	66
Rombo 24	50	6	0.24	500	Pacú	93
Rombo 24	55	5	0.36	1 000	-	264

cual cuesta 220 Bs, aproximadamente. La de mayor costo fue la de rombo tamaño 12 cm, con 2 m de altura y con plomo de 4 kg, la cual llega a costar 1 300 Bs, aproximadamente. La tarrafa que fue más utilizada durante el monitoreo fue la de rombo tamaño 12 cm, con 3 m de altura y con peso de plomo de 4.5 kg, la cual fue usada 151 veces en el monitoreo. Las tarrafas que fueron menos utilizadas fueron: la de rombo tamaño 11 cm, con 3 m de altura, peso de plomo de 4 kg; la de rombo tamaño 12 cm, de 2.5 m de altura, peso de plomo de 4.5 kg; y la de rombo tamaño 12 cm, de 3 m de altura, con 5 kg de peso del plomo. Estas tarrafas solo se utilizaron dos veces cada una durante todo el monitoreo.

Además de las anteriores artes de pesca descritas se evidenció el uso de espiñel de nylon de 100 metros de longitud con pitas de 3 mm de grosor. Este espiñel puede constar de 10 a 50 anzuelos. También se evidenció el uso de lineada y anzuelo, se registraron lineadas de 100 m de longitud con un hilo de 1.2 mm de grosor. Este método fue usado solo 13 veces durante el monitoreo y el costo aproximado de la lineada fue de 15 Bs.

Embarcaciones

Por lo general, las embarcaciones que se utilizaron en el monitoreo fueron canoas (embarcaciones construidas de un tronco tallado, también llamados "cascos"), de diferentes características, también se utilizó una chalupa (embarcación construida con varias tablas de madera). El Cuadro 8 describe todos los tipos de embarcaciones utilizadas durante el monitoreo (Figura 9), se utilizaron canoas de diferentes dimensiones desde 5 a 9 m de largo por 1 m de ancho, además una chalupa de 5 m de largo. Las embarcaciones son hechas de diferentes tipos de maderas como ser cedro, mara macho, almendro, picana e itahuba. La mayoría de las embarcaciones fueron compradas nuevas, sin embargo, también algunas fueron compradas a medio uso. La vida útil de las embarcaciones varía desde menos de un año hasta cinco años, aproximadamente. El precio de cada embarcación depende de las características anteriormente mencionadas, por ejemplo, la embarcación de mayor precio (3 000 Bs) fue la canoa de 9 m de longitud por 1 m de ancho; mientras que la embarcación de menor precio costó 500 Bs, y fue la canoa de cedro de 5 m de longitud por

Cuadro 7. Tipos de tarrafas de nylon utilizadas en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni, entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos.

Tamaño de rombo (cm)	Altura (m)	Peso del plomo (kg)	Costo (Bs/u)	Número de veces utilizadas
Rombo 3	1.5	2	220	32
Rombo 3	2	3	300	32
Rombo 6	1.5	2	300	31
Rombo 7	1.5	3	300	23
Rombo 9	3	4	1 000	32
Rombo 10	2	3	1 200	15
Rombo 10	2.5	3	1 000	14
Rombo 11	1	4	800	31
Rombo 11	2	3	1 200	15
Rombo 11	2.5	4	750	14
Rombo 11	3	4	-	2
Rombo 11	3	4.5	900	55
Rombo 11	3.5	5	1 000	132
Rombo 12	2	4	1 300	45
Rombo 12	2.5	4	400 - 1 100 - 1 200	60
Rombo 12	2.5	4.5	1 000	2
Rombo 12	3	3.5	1 200	15
Rombo 12	3	4	1 000	83
Rombo 12	3	4.5	900-1 000-1 200	151
Rombo 12	3	5	1 100	2
Rombo 12	4	5	800	7
Rombo 12.5	2.5	5	800	7
Rombo 13	1	3.5	1 000	-
Rombo 13	2.5	4	1 200	32
Rombo 13	3	4.5	1 200	30
Rombo 13	5	5	1 000	66

1 m de ancho; esta fue comprada a medio uso. La canoa de cedro de 7 m de largo fue la más utilizada durante el monitoreo (175 veces aproximadamente) y la canoa de cedro de 5 m de longitud, solo se utilizó seis veces.

En general se utilizaron entre uno y tres remos por embarcación. Estos están hechos de madera de cedro, mara macho o tajibo. El costo de los remos de cedro o tajibo varían entre 25 y 50 Bs, y los de tajibo cuestan 35 Bs. La vida útil de los remos de cedro va desde dos a 120 meses, la de los remos de mara macho entre tres a 48 meses, y los remos de tajibo tienen una vida útil de 12 meses. Los remos que fueron mayormente utilizados durante el monitoreo fueron los de cedro, se-

guidos por los de mara macho y por último los de tajibo.

El Cuadro 9 describe todos los motores "fuera de borda" que fueron utilizados durante el monitoreo. Diferentes marcas de motores fueron utilizadas, ya sean Honda (chino), Honda (original), Lutian, Real, Real Suzuki y Toyoki. Los motores variaron entre 5 y 7 HP de potencia. La vida útil del motor varía entre tres y 10 años aproximadamente. El costo fue menor en los motores de 4 HP de potencia de marca Honda original, que fue de 500 Bs, y los más costosos fueron los motores Honda chino de 5 HP, los Lutian de 5 HP, los Real de 7 HP y la Real Suzuki de 6 HP. Los motores Honda original de 4 HP fueron los más utilizados

Cuadro 8. Tipos de embarcaciones utilizadas en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos.

Tipo de embarcación	Largo (m)	Ancho (m)	Tipo de madera	Estado de compra	Vida útil mínima (años)	Vida útil máxima (años)	Costo (Bs)	Número de veces utilizadas
Canoa	5	1	Cedro	Usado	4	5	500	6
Canoa	5	1	Mara macho	Nuevo	4	5	2 000	64
Canoa	6	1	Cedro	Nuevo	2	3	1500	51
Canoa	7	1	Almendo	Nuevo	2	3	1 500 – 1 600	36
Canoa	7	1	Cedro	Nuevo	0	3	1 000 – 1 800	175
Canoa	7	1	Mara macho	Nuevo	2	3	1 500	33
Canoa	7	1	Picana	Nuevo	0	3	800 – 1 600	92
Canoa	8	1	Mara macho	Nuevo	4	5	1 500 – 2 000	65
Canoa	8	1	Itahuba	Usado	0	2	1 500	7
Canoa	9	1	-	-	-	-	3 000	86
Chalupa	5	1	Mara macho	Usado	2	3	800	7

en el monitoreo y los Lutian de 6 HP fueron los menos utilizados. El Cuadro 9 muestra los costos de la cola del motor que varía de 200 a

1 000 Bs, el costo de la hélice de 25 a 50 Bs, y el tiempo de vida útil de la cola la cual varía de uno a 24 meses.



Figura 9. Embarcaciones utilizadas para la actividad de pesca en la comunidad de Cachuela Esperanza entre agosto y octubre de 2015.

Cuadro 9. Tipos de motor “fuera de borda” utilizados para las embarcaciones en el monitoreo en la comunidad de Cachuela Esperanza del departamento del Beni entre el 7 de agosto y el 5 de octubre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos.

Marca	Potencia (HP)	Vida útil (años)	Costo (Bs)	Número de veces utilizadas	Costo de la cola (Bs)	Costo de la hélice (Bs)	Vida útil de la cola (meses)
Honda Chino	5	10	1 500	32	-	35	6 - 12
Honda Chino	6	6	1 000	31	300	35	12
Honda Chino	7	5	1 000	29	200	35	1-12
Honda original	4	0	500	198	-	25	12
Lutian	5	8	1 500	42	-	-	-
Lutian	6	7	1 200	6	300	35	-
Real	6	4 - 5	1 000 - 1 200	21	300	35	5 - 24
Real	7	3	1 500	69	-	40	5
Real Suzuki	6	3	1 500	60	1 000	50	1 - 2
Toyoki	6	3	1 200	66	-	30	12

Ítems utilizados para conservar el pescado

Una vez capturado el pescado, fue mantenido en congeladoras (freezers). En el monitoreo se observaron congeladoras de tres capacidades y tres marcas: 1) congeladoras de marca Cónsul de 100 kg de capacidad, 2) congeladoras Electrolux de 200 kg de capacidad y 3) congeladoras de marca Metalfrío de 300 kg de capacidad. Las más utilizadas fueron las congeladoras Electrolux seguidas de las congeladoras Metalfrío y por último las de marca Cónsul. La vida útil de las congeladoras es de aproximadamente cuatro años.

También se utilizaron termos de 100 y 30 kg de capacidad, los cuales tienen un tiempo de vida útil de tres a cuatro años. Se compran en general entre seis y siete bolsas de hielo para cada termo. El costo de cada bolsa de hielo fue de 5 Bs.

ROSARIO DEL YATA

Monitoreo de pesca comercial

Para realizar el estudio y el análisis de la pesca en el sector comercial de la comunidad de Rosario del Yata se hicieron 24 levantamientos durante el monitoreo de 16 días (del día 3 al 19 de noviembre de 2015). Estos

seguimientos fueron orientados a diferentes grupos de pescadores, destacando al género masculino como prevalente sobre el género femenino (una ayudante de pesca identificada durante el monitoreo). Los pescadores tuvieron edades comprendidas entre 16 y 59 años de edad, y con un promedio de 37 años.

En los seguimientos realizados se determinó que el número de faenas por grupo dependía de las condiciones. Se registraron entre una a dos faenas por día, con la participación de hasta cuatro pescadores. Se registró la participación de 25 pescadores en total, de los cuales 11 fueron pescadores líderes y 14 fueron ayudantes. Finalmente, se registró un total de 24 faenas para nueve zonas de pesca durante los 16 días de monitoreo, tal como se presenta en el Cuadro 10.

Datos de pesca

Una gama de peces con importancia comercial fue registrada durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata. Las especies que presentaron un mayor número de individuos capturados fueron: sábalo (*P. nigracans*), piraña roja (*P. nattereri*), tucunaré (*C. pleiozona*) y paiche (*A. gigas*) (Figura 10), representando el 21, 21, 18 y 18% del total de individuos capturados, respectivamente. Se

Cuadro 10. Número de faenas registradas en las diferentes zonas de pesca, durante el monitoreo en la comunidad Rosario del Yata del departamento del Beni entre el 3 al 19 de noviembre del 2015.

Zonas de pesca	Nº de faenas
Laguna Ishaga	10
Laguna Duran	2
Laguna México	2
Laguna Tucunaré	2
Centro Siringuero Barrero	1
Laguna Shug	1
Laguna Suarez	1
Laguna Agua Sarca	1
Río Benicito y Yata	1
El Corte	1
Laguna Tres lagos	1
Laguna Don Abraham	1
Total	24

llegaron a capturar 142, 138, 121 y 118 individuos de cada especie nombrada respectivamente (Figura 11). A estos les siguieron especies no identificadas de la familia Cichlidae, el general (*P. hemiliopterus*) y el bentón (*H. malabaricus*) representando el 8, 5, y 5% de la captura total, respectivamente. Se llegaron a capturar 55, 32 y 30 individuos, respectiva-

mente. Por último, las especies que presentaron un menor número de capturas fueron: surubí (*P. tigrinum*, *P. fasciatum*), yatorana (*Brycon amazonicus*) y pacú o tambaquí blanco (*Piaractus brachypomus*) representando el 4% del total de individuos capturados.

Durante todo el monitoreo se llegó a obtener un volumen total aproximado de 1 918 kg. La

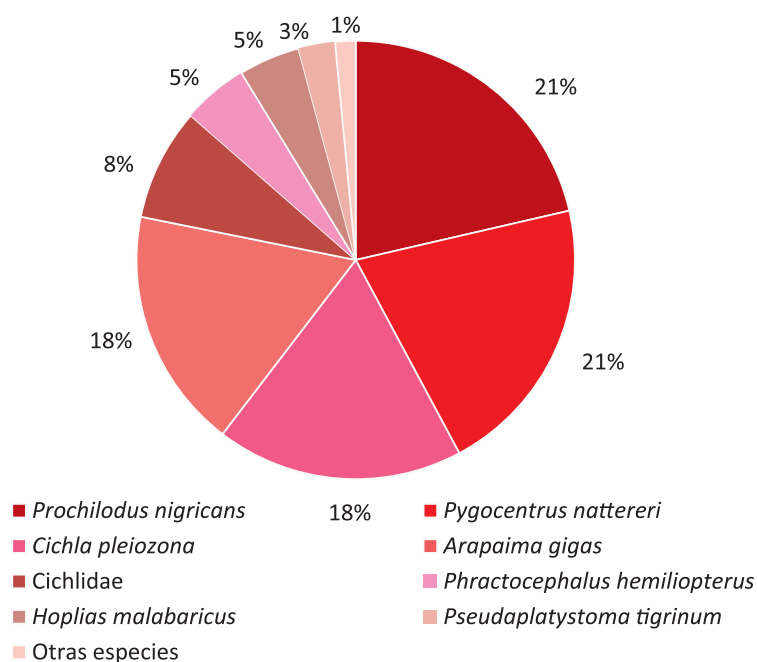


Figura 10. Proporción de individuos capturados de cada especie en las faenas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015.

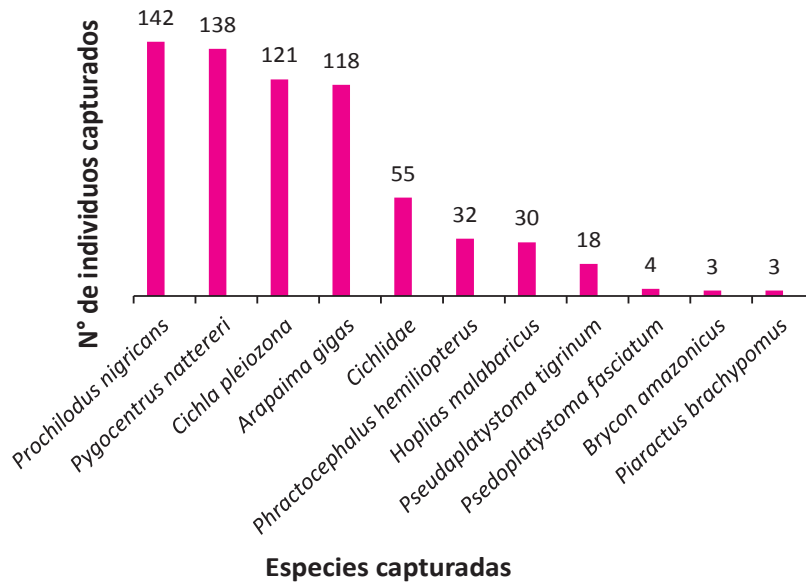


Figura 11. Número total de individuos capturados de cada especie en las faenas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015.

Figura 12 muestra el volumen obtenido por cada especie capturada durante el monitoreo en la comunidad Rosario del Yata. El mayor volumen se obtuvo por la captura de paiche (*A. gigas*) a pesar de no haber obtenido el mayor número de capturas, llegó a acumular un peso de 1 668 kg durante el monitoreo. Muy por debajo le siguieron el tucunaré (*C.*

pleiozona) con 79 kg, el bentón (*H. malabaricus*) con 51 kg, el sábalo (*P. nigricans*) con 46 kg y el surubí (*P. tigrinum*) con 33 kg. Las especies de menor aporte al volumen total obtenido fueron la piraña roja (*P. nattereri*), los representantes de la familia Cichlidae, pacú o tambaquí blanco (*P. brachypomus*), yatorana (*B. amazonicus*) y surubí (*P. fasciatum*).

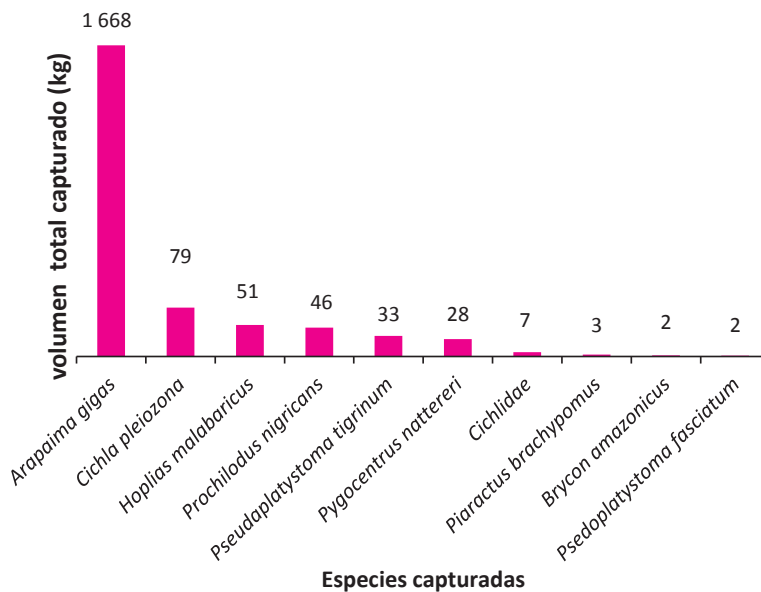


Figura 12. Volumen total obtenido (kg) por cada especie en las capturas realizadas durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015.

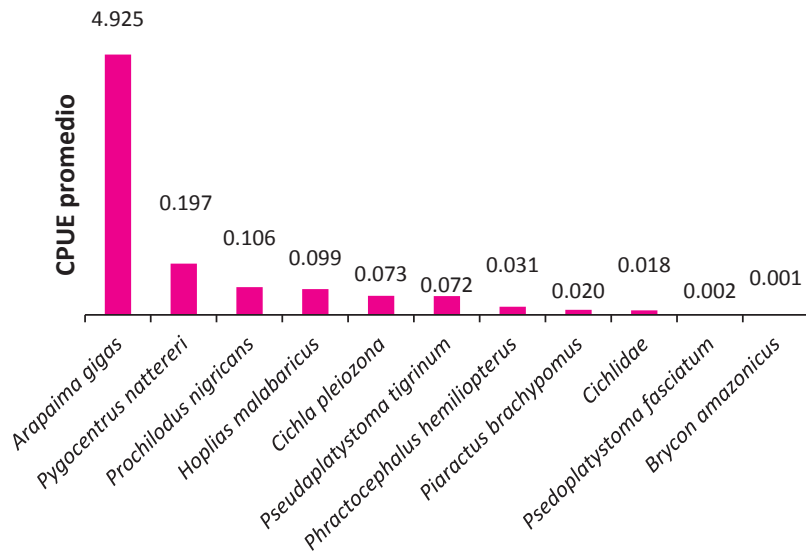


Figura 13. Valores promedio de CPUE de las especies capturadas en las faenas realizadas durante el monitoreo, en la comunidad Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015 (CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo).

Con los datos del volumen obtenido por faena (kg), horas de duración de la faena, y número de pescadores que participaron de la faena, se obtuvo el valor de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE: kg/hora/pescador) de cada faena, y el valor promedio de CPUE de todas las faenas realizadas. La Figura 13 muestra los valores promedio de CPUE de las especies

más representativas durante el monitoreo, donde se observa que el mayor valor de CPUE fue de 4.93 obtenido por el paiche (*Arapaima gigas*), lo que indica que esta especie fue la de mayor importancia en el monitoreo. El resto de los valores promedio de CPUE fueron mucho menores. Al paiche le sigue la piraña roja (*P. nattereri*) con un CPUE de 0.197, el

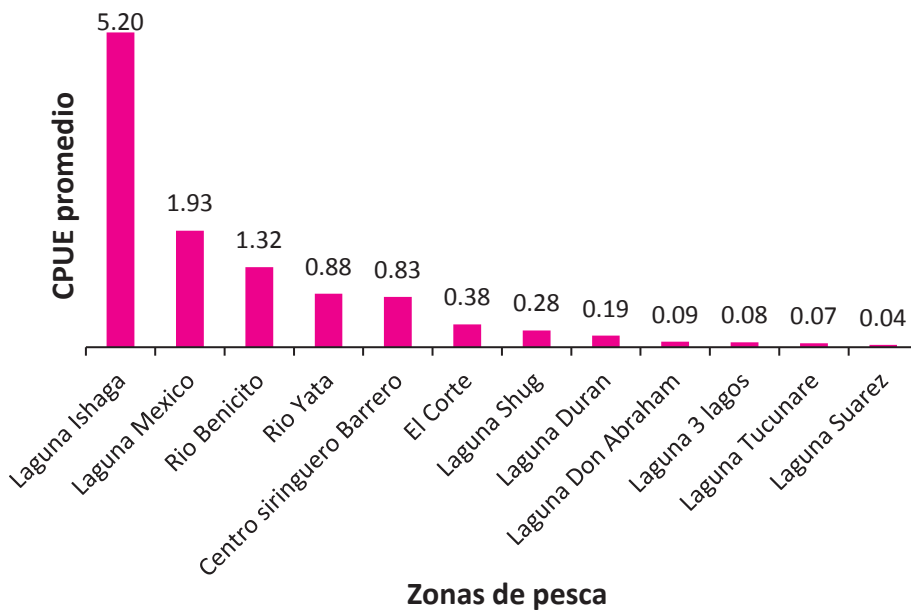


Figura 14. Valores promedio de CPUE de las diferentes zonas de pesca en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, según el monitoreo realizado entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. (CPUE: Captura por Unidad de Esfuerzo).

Cuadro 11. Medidas individuales (longitud promedio, longitud mínima, longitud máxima, peso promedio, peso mínimo y peso máximo) de las especies capturadas en el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. Los símbolos de guion (-) indican datos que no pudieron ser obtenidos y los valores con negrilla indican los valores más altos y más bajos obtenidos. Los nombres comunes de estas especies se encuentran en el Cuadro 2.

Especie	Longitud promedio (cm)	Longitud mínima (cm)	Longitud máxima (cm)	Peso promedio (kg)	Peso mínimo (kg)	Peso máximo (kg)	Peso total (kg)
<i>Prochilodus nigricans</i>	31.00	31.00	31.00	0.51	0.40	0.70	46.42
<i>Pygocentrus nattereri</i>	19.00	19.00	19.00	-	-	-	28.00
<i>Cichla pleiozona</i>	33.30	30.00	38.50	0.55	0.43	0.77	78.56
<i>Arapaima gigas</i>	119.35	95.00	200.00	23.78	2.00	120.00	1 668.10
Cichlidae	-	-	-	0.15	0.15	0.15	6.75
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	-	-	-	5.00	-	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	46.00	44.00	48.00	1.01	0.88	1.14	50.52
<i>Pseudaplatystoma tigrinum</i>	-	-	-	3.00	3.00	3.00	33.00
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	35.00	35.00	35.00	1.50	1.50	1.50	1.50
<i>Brycon amazonicus</i>	-	-	-	-	-	-	2.00
<i>Piaractus brachypomus</i>	-	-	-	1.00			3.00

sábalo (*P. nigricans*) con un valor de 0.106, el bentón (*H. malabaricus*) con un valor de 0.099, el tucunaré (*C. pleiozona*) con un valor de 0.073, el surubí (*P. tigrinum*) con 0.072 de CPUE promedio. Estos representan valores intermedios de CPUE promedio.

También se calculó el valor promedio de CPUE para cada zona de pesca, se observó el valor promedio más alto de CPUE en la laguna Ishaga con 5.2, a este le siguieron la laguna México con un valor de 1.93, el río Benicito con 1.32, el río Yata con 0.88 y el Centro Siringuero Barrero con 0.83; estos representan valores intermedios de CPUE. Los valores más bajos de CPUE promedio se obtuvieron para las zonas de El Corte, laguna Shug, laguna Durán, laguna Tres Lagos, laguna Don Abraham, laguna Tucunaré y laguna Suarez (Figura 14).

Además de obtener el volumen total capturado de cada especie durante el monitoreo, se hicieron mediciones de las especies a ni-

vel individual. Se obtuvo el peso y la longitud de cada pez, y se obtuvieron las medidas mínimas, máximas y promedio por especie. El Cuadro 11 resume las medidas realizadas, en el cual se observa que el valor de longitud promedio más alto fue del paiche (*A. gigas*) con un promedio de 119.35 cm. La longitud promedio más baja fue de la piraña roja (*P. nattereri*) con una longitud promedio de 19 cm, siendo también está la longitud mínima registrada en el monitoreo, mientras que la longitud máxima registrada fue de un ejemplar de paiche de 200 cm.

En relación al peso promedio más alto lo presentó el paiche con un promedio de 23.78 kg, mientras que el peso promedio más bajo lo presentaron los ejemplares no identificados de la familia Cichlidae, con un promedio de 0.15 kg. El paiche también presentó el peso máximo registrado (120 kg) mientras que el peso mínimo registrado lo obtuvo un representante de la familia Cichlidae (0.15 kg).



Figura 15. Ejemplares de peces capturados durante el monitoreo de la pesca comercial en la comunidad de Rosario del Yata en noviembre de 2015. La fotografía de arriba corresponde a ejemplares de paiche (*Arapaima gigas*) y la fotografía de abajo a ejemplares de surubí (*Pseudoplatystoma tigrinum*).

Métodos y materiales para la pesca

Entre las principales artes de pesca empleadas se encuentran las siguientes: lineada y anzuelo, redes agalleras (de nylon y sedal) y zagallas. La Figura 16 muestra las artes de

pesca utilizadas con mayor frecuencia durante el monitoreo. Se observó que las artes de pesca más usadas fueron las redes agalleras (90%) (Figura 17), ya sean redes de nylon o sedal, seguidas de las lineadas (8%).

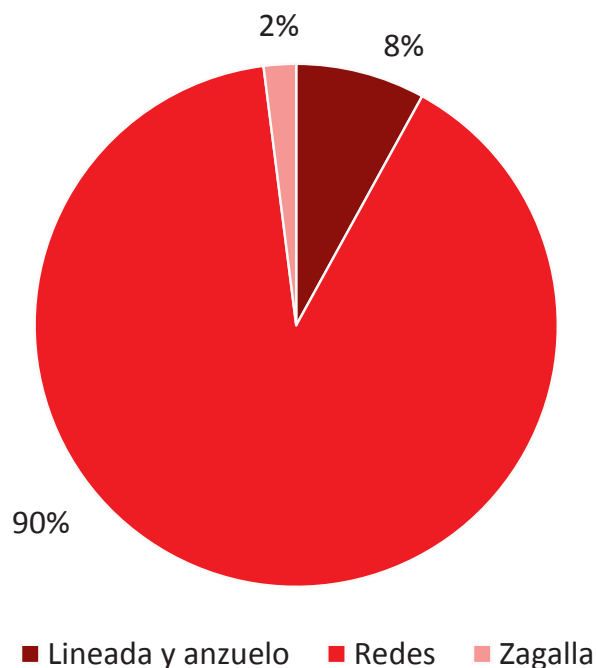


Figura 16. Artes de pesca empleadas con mayor frecuencia durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015.



Figura 17. Pescador pescando con red agallera durante el monitoreo de la pesca comercial en la comunidad de Rosario del Yata en noviembre de 2015.

A continuación, se resumen los materiales de pesca empleados, así como el costo de adquisición de estos, la población piscícola objetivo y el número de veces que se emplearon estos materiales de pesca.

Redes agalleras

En general, las redes agalleras de nylon que se emplean son de rombos de entre 10 a 13 cm de tamaño de apertura, con longitud y altura promedio de 17 m y 3.8 m respectivamente. Los números de hilos empleados fueron identificados para los rombos de 10 cm, los cuales fueron 50 y 40 (0.5 y 0.4 mm). Los precios de adquisición de las redes oscilan entre 350 Bs por unidad hasta 550 Bs.

La mayor frecuencia de uso corresponde a las redes agalleras de nylon de 12 cm de apertura de rombo, de 75 m de longitud y 3.8 m de altura y adquiridas a un costo de 350 Bs por unidad. Permiten capturar dos especies de peces comerciales (surubí y paiche) (Cuadro 12).

Se observó que la red agallera de 12 cm de apertura de rombo tiene un uso más frecuente por el pescador (cuatro veces), posiblemente debido a su bajo costo de adquisición (350 Bs por unidad), y la posibilidad de capturar hasta dos especies comerciales. De esta manera, la menor frecuencia de uso de la red agallera de 13 cm de apertura de rombo puede ser atribuida a que tiene un costo más alto (500 Bs/u), y además es empleada solo para la captura de una especie comercial.

El Cuadro 13 describe los tipos de redes agalleras de sedal que son utilizadas en la comunidad. En general se emplearon redes con tamaño de apertura de rombo de 18, 20, 22, 23, 24, 28, 33 y 34.4 cm, con longitudes de red que oscilan entre los 10 a 140 m, empleando hilos de 0.2, 0.35, 0.4, y 3.6 mm. Los precios de adquisición de estas redes oscilan entre los 500 hasta los 6 000 Bs por unidad.

La mayor frecuencia de uso (siete veces empleada) corresponde a la red agallera de 20 cm de tamaño de apertura de rombo, la cual

Cuadro 12. Tipos de redes agalleras de nylon utilizadas en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, durante el monitoreo realizado entre el 3 y 19 de noviembre del 2015. El símbolo (-) indica valores sin datos; valores con negrilla indican los valores extremos obtenidos. El número de hilo 50 y 40 se refiere a 0.5 y 0.4 mm de grosor.

Tamaño de rombo (cm)	Longitud (m)	Altura (m)	Hilo (nº)	Costo (Bs/u)	Población objetivo	Número de veces utilizadas
Rombo 10	-	-	50	-	Tucunaré, Surubí	2
Rombo 10	-	-	40	550	Surubí y Paiche	2
Rombo 12	75	3.8	-	350	Surubí y Paiche	4
Rombo 13	75	3.8	-	500	General/coronel	1

Cuadro 13. Tipos de redes agalleras de sedal utilizadas en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, durante el monitoreo realizado entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. El símbolo (-) indica los valores sin datos; valores con negrilla indican los valores extremos obtenidos.

Tamaño de rombo (cm)	Longitud (m)	Altura (m)	Hilo (nº)	Costo (Bs/u)	Población objetivo	Número de veces utilizadas
Rombo 18	-	-	36	-	Tucunaré/Yacundá	1
Rombo 20	75	4	36	571	Paiche	7
Rombo 22	10	4	2	500	Paiche	2
Rombo 23	-	-	-	-	Paiche	5
Rombo 24	-	-	36	-	Paiche	2
Rombo 28	20	4	2	-	General/Coronel	2
Rombo 33	25	4	3.5	1 200	Surubí	5
Rombo 33	140	4	4	6 000	Surubí	3
Rombo 34.5	28	4	4	-	-	1

Cuadro 14. Tipos de lineadas utilizadas durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. El símbolo (-) indica datos no obtenidos.

N° de veces utilizadas	Largo (m)	Costo (Bs)	Población piscícola
2	100	18	Paiche y Surubí
1	200	42	Paiche y Surubí

está destinada a la pesca de paiche, seguida de la red agallera de 33 cm de apertura de rombo, de longitud de 25 m y una altura de 4 m e hilo de 0.35 mm, empleada para capturar surubí.

Lineada y anzuelo

Durante el monitoreo se utilizó lineada solamente tres veces, se utilizaron dos de 100 m de largo que tienen un costo de 18 Bs por carrete, y una de 200 m cuyo costo es de 42 Bs (Cuadro 14). El objetivo de pesca esta direccionado a dos especies comerciales que son el paiche y el surubí.

Zagalla

El arte de pesca menos usado fue la zagalla, las zagallas son hechas de fierro, tienen 2 m de longitud y son empleadas para la captura de tucunaré.

Embarcaciones

Las embarcaciones que se emplean para la pesca comercial en Rosario del Yata (Figura 18), son principalmente chalupas y saltarén cuyas dimensiones, especificaciones técnicas y costos se pueden observar en el Cuadro 15. El tipo de madera empleada para la construcción de estas embarcaciones es en general itahuba. En general la embarcación de tipo chalupa es la más empleada en una relación tres a uno con la embarcación de tipo saltarén que presenta además di-

mensiones y costos mayores a la chalupa, ya que alcanza los 11 m de largo por 1.8 m de ancho.

En cuanto a los remos empleados para la movilización de las embarcaciones tipo chalupa se determinaron en función a sus dimensiones, de manera que embarcaciones con dimensiones de 4.5 m de largo por 0.8 m de ancho requieren de al menos tres remos y chalupas de 6 m de largo por 1 m de ancho requieren de al menos dos remos. Los remos fueron trabajados en madera de cedro a una razón de 50 Bs por unidad y con una vida útil de dos años.

De la misma manera se registraron las características de los motores empleados en las embarcaciones, tal como se presenta en el Cuadro 16. Se distinguen cuatro marcas de motores empleados para adaptar a la embarcación, los motores con mayor potencia son: uno de marca china no identificada de 13 HP de potencia, empleado en embarcaciones tipo saltarén, le sigue la marca Tobata de 11 HP de potencia, empleado en embarcaciones tipo chalupa. Los que presentan menor potencia son los motores Lutian (6 HP) y Suzuki (5 HP).

Ítems utilizados para conservar el pescado

Una vez concluida exitosamente la pesca se procede a conservar el pescado en frío, para ello los pescadores emplearon diferentes ítems, entre los que se destacan principal-

Cuadro 15. Tipos de embarcaciones utilizadas durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. El símbolo (-) indica datos no obtenidos y las negrillas indican los valores máximos y mínimos.

Tipo de embarcación	Largo (m)	Ancho (m)	Tipo de madera	Estado de compra	Vida útil mínima (años)	Vida útil máxima (años)	Costo (Bs)
Saltarén	11	1.8	-	-	-	12	6 000
Chalupa	4.0	0.7	-	Nuevo	-	-	-
Chalupa	4.5	0.8	-	Nuevo	-	-	1 100
Chalupa	6	1	Itahuba	Nuevo	-	-	700

Cuadro 16. Tipos de motor “fuera de borda” utilizados durante el monitoreo en la comunidad de Rosario del Yata en el departamento del Beni, entre el 3 y 19 de noviembre de 2015. El símbolo (-) indica datos no obtenidos y las negrillas indican los valores máximos y mínimos.

Tipo de embarcación	Marca	Potencia (HP)	Vida útil (años)	Costo (Bs)
Chalupa	Tobata	11	-	14 000
Salтарén	Chino	13	-	3 500
-	Lutian	6	-	1 500
Chalupa	Suzuki	5	3	3 000



Figura 18. Embarcaciones utilizadas para la pesca comercial en la comunidad de Rosario del Yata, noviembre del 2015.

mente: congeladoras “freezers” y en menor medida cajas térmicas con cubos de hielo. Se registraron dos refrigeradores “freezer” durante el monitoreo, ambos de marca desconocida y con capacidades de 200 y 150 kg, respectivamente.

En cuanto a las cajas de almacenamiento empleadas, se registró una capacidad de 1 300 kg, en donde pueden caber hasta 300 bolas de hielo con costos de hasta 6 Bs/bola.

DISCUSIÓN

Pesca comercial

Las pesquerías en las tierras bajas de la CAB son caracterizadas tradicionalmente como artesanales, pesca de subsistencia y pesca comercial a pequeña escala (Van Damme *et al.* 2011a). Esta caracterización está condicionada por la cercanía de los puertos a la frontera con Brasil (Van Damme *et al.* 2011a), de manera que la comunidad de Cachueta Esperanza practica la pesca comercial por sobre

la pesca de subsistencia, en contraste con la comunidad de Rosario del Yata, donde la actividad comercial es menor.

El volumen obtenido de las capturas en Rosario del Yata durante el monitoreo fue de 1 790 kg. Las especies con mayor aporte al volumen total capturado fueron: paiche, tucunaré y bentón, mientras que en Cachuela Esperanza el volumen total capturado fue de 4 582 kg, y las especies de mayor importancia respecto al volumen total capturado fueron: pacupeba, yatorana y tambaquí blanco. Van Damme & Carvajal-Vallejos (2013) determinaron que las especies más comunes en los desembarques de la CAB fueron (en orden de importancia): paiche, yatorana y tambaquí blanco, las cuales constituyen cuatro de las siete especies más capturadas en la pesca comercial en las tierras bajas. Estos valores se deben interpretar con cautela debido a que no se distingue claramente entre volúmenes de captura y desembarques, considerando que el peso de captura puede ser igual al peso de desembarque, que generalmente es de individuos descabezados y eviscerados (sin vísceras) (Van Damme *et al.* 2011a).

Por otro lado, el paiche advierte una determinada regionalización de la producción pesquera hacia el norte amazónico de Bolivia (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme & Carvajal-Vallejos 2013), donde justamente se encuentran las comunidades estudiadas. Esta especie ocupa el primer lugar en las pesquerías regionales del norte, representando aproximadamente el 42.6% de los desembarques (Van Damme & Carvajal-Vallejos 2013), como se observó en la comunidad de Rosario del Yata. En esta comunidad el paiche fue la especie más importante y de mayor aporte al volumen total capturado. Sin embargo, en Cachuela Esperanza el paiche llega a tener menor representatividad frente a otras especies como la pacupeba y la yatorana, porque las pesquerías operan principalmente en el río.

Potencialidad de la actividad pesquera

Es de conocimiento general que durante los últimos años el consumo de productos pesqueros y acuícolas ha aumentado paulatinamente (Ustate 2002), incluso la FAO (2005) estimó que para el año 2015 la tasa de cre-

cimiento anual del consumo de pescado alcanzaría el 2.1% a nivel nacional. Aun así, se observa que las comunidades de Cachuela Esperanza y Rosario del Yata, que tienen grandes potenciales para el comercio del pescado, no explotan este recurso con mayor intensidad, el cual está reducido a una pesca de subsistencia y de comercio a baja escala. Las principales deficiencias de la actividad son: la mala organización de las asociaciones pesqueras, el poco apoyo gubernamental sobre la actividad y además el poco conocimiento de la población en general sobre los productos pesqueros y el potencial que pueden brindar y ofertar las comunidades pesqueras como Cachuela Esperanza y Rosario del Yata.

Por otra parte, Ustate (2002) indica que este incremento en el consumo del pescado se debe a cambios en los hábitos del consumidor, quien reconoce altas cualidades nutricionales del pescado, así como al incremento y diversidad de la oferta. Un ejemplo particular del incremento de la oferta, se debe a la introducción del paiche en la CAB (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme *et al.* 2011a), que brinda una variedad más de fuente proteica de pescado, además que por sus características de gran porte es una especie con buen potencial para la comercialización y consumo. Además, existen otras especies migratorias de gran porte como pacú, yaú, y surubí; otras de mediano porte como yatorana, pacupeba, piraña roja y palometa, que son comúnmente capturadas en varias comunidades de la CAB (Van Damme *et al.* 2011b); incluyendo las comunidades de Cachuela Esperanza y Rosario del Yata. Estas especies tienen un potencial para ser comercializadas y aprovechadas en los siguientes años, y representan una alternativa económica para las comunidades ribereñas. Al existir una gran variedad de especies, muchas de ellas pueden contener mayores beneficios nutricionales que todavía no están descubiertos y que solo se aprovechan a nivel local. Por lo tanto, la conjunción de intereses locales, para generar mejores ingresos a las comunidades locales, y regionales, y ofertar productos de alta calidad a los consumidores en los mercados mayores de consumo, puede ser una fórmula que proyecte el fortalecimiento, fomento y desarrollo del sector pesquero en Bolivia bajo una perspectiva prioritaria de seguridad y soberanía alimentaria para todos.

RECOMENDACIONES

En el desarrollo del presente trabajo, se confirmó la importancia de la actividad pesquera en ambas comunidades (Cachuela Esperanza y Rosario del Yata). Sin embargo, es un sector que no presenta mucho apoyo. Además, se desarrolla con herramientas e infraestructuras básicas las cuales podrían ser mejoradas. Los requerimientos del sector son variados, como el mejoramiento de los caminos, infraestructura, materiales, entre otros. Si se llega a mejorar estos requerimientos la actividad pesquera podría mejorar, y por lo tanto también el impacto social y económico para la población que depende de los recursos pesqueros.

AGRADECIMIENTOS

A los investigadores y el equipo técnico conjunto conformado por miembros del CI-RA-UABJB y Faunagua que dieron soporte a la realización del presente trabajo. Un agradecimiento especial a todas las personas de las comunidades de Cachuela Esperanza y Rosario del Yata que nos brindaron información durante el monitoreo de la pesca. Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF), a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". Este trabajo fue co-financiado con la ayuda de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre - IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, proveído a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development - DFATD).

REFERENCIAS

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Coutts RR (1981) Estadísticas de la comercialización de pescado en La Paz, Bolivia, período febrero 1980 - enero 1981. Misión Británica (Pesquerías), La Paz, Bolivia.

Coutts RR, Rojas Portillo M (1982) Estadística de la comercialización de la pesca en La Paz, Bolivia. Periodo febrero 1981 - enero 1982. Misión Británica (Pesquerías), La Paz, Bolivia.

Doria CRC, Torrente-Vilara G, Santos GM (1998) Diagnóstico sócioeconômico-ecológico de Rondônia e assistência técnica pra formulação da segunda aproximação do ZSEE-fauna, Ictiofauna. Relatório Técnico. Consórcio Tecnoso/DHV/Epitsa, Planaflo/RO, Porto Velho, Brasil.

FAO (2005) Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura. Examen de la Situación de los Recursos Pesqueros Marinos Mundiales. Roma.

FAO (2009) Diagnóstico del sector pesca y acuicultura en Bolivia. Informe no publicado. La Paz, Bolivia.

FAO (2010) Fishery Country Profile: Bolivia.

MACA (2005) Diagnóstico Nacional Pesquero. Informe no publicado.

Maldonado (2002) Hidroecorrección de las Llanuras aluviales de Tierras Bajas. pp. 619-663. En: Navarro G, Maldonado M (Eds.). Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos (No. 581.984 N322g). Cochabamba, Bolivia. Centro de Ecología Simón I. Patiño.

Rojas Portillo M (1983) Estadística de la comercialización de pescado en La Paz, Bolivia -1982-. Misión británica (Pesquerías), La Paz, Bolivia. 47 p.

Salas R, Coutts RR (1983) Estadística de la comercialización de pescado en Cochabamba, Bolivia: periodo marzo-octubre 1982. Misión británica (pesquerías), La Paz, Bolivia.

Ustate EZ (2002) Diagnóstico de la cadena productiva pesquera en la república de Colombia. Estudio de prospectiva para la cadena productiva de la industria pesquera en la región de la costa del Pacífico en América del sur. Bogotá: Ministerio de Comercio Industria y Turismo, Bogotá, Colombia.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rúa A, Córdova L, Becerra P (2011a) Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 247-291. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Camacho J, Muñoz H, Coronel J (2011b) Peces Migratorios de la Amazonía boliviana. pp. 149-200. En Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM (2013) Los recursos pesqueros de la Amazonía boliviana: explotación actual, potencialidades y amenazas. pp. 19-30. En: Collado L, Castro E, Hidalgo M (Eds.). Hacia el manejo de las pesquerías en la Cuenca Amazónica. Perspectivas fronterizas. Editorial Instituto del Bien Común, Lima, Perú.

Vergara NE (1980) Aspectos principales de la comercialización y el consumo de productos pesqueros en Bolivia. Informe TCP-Bol-8904, FAO, Roma.

Wiefels R (2006) El Mercado de pescado en las grandes ciudades de Bolivia. Trinidad, Santa Cruz de la Sierra, Cochabamba, La Paz y El Alto.

PARTE VI

CADENA DE VALOR DEL PAICHE

Estructura y economía de la pesca indígena y comercial en el norte de la Cuenca Amazónica boliviana

Gabriela Rico López^{1,2}, Claudia Coca Méndez¹, Oriana T. Almeida³, Paul A. Van Damme^{1,2}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

²Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

³ Universidad Federal do Pará, NAEA, Brasil.

INTRODUCCIÓN

La pesca es una de las principales actividades económicas para la población que habita las tierras bajas de la cuenca amazónica (Van Damme *et al.* 2011; Coca Méndez *et al.* 2012; Da Silva Batista *et al.* 2012). En Bolivia, el norte de la Amazonía contribuye a la producción pesquera de la cuenca amazónica en aproximadamente un 30% (Van Damme *et al.* 2011). Estos autores estimaron la presencia de por lo menos 400 pescadores a tiempo completo en la región, la mayoría de ellos afiliados a asociaciones de pescadores. Los principales puntos de desembarque en esta zona son Riberalta, Guayaramerín, Cachuela Esperanza, Villa Bella, Puerto Rico, Rosario del Yata y Porvenir). Dentro esta zona, la ciudad de Riberalta representa el punto de comercialización más importante (MACA 2005; Van Damme *et al.* 2011). Coca Méndez *et al.* (2012) estimaron que en la época seca del año 2011, en los meses de agosto y septiembre, operaron al menos 209 pescadores comerciales en Riberalta y 106 pescadores campesinos e indígenas, estos últimos en su mayoría del Territorio Indígena Originario Campesino (TIOC) TIM II, ubicado en la zona de confluencia de los ríos Beni y Madre de Dios (Figura 1).

Estudios recientes muestran que el paiche (*Arapaima gigas*) constituye más del 50% de los desembarques en esta región. Coca Méndez *et al.* (2012) demuestran que el volumen de paiche desembarcado por la flota pesquera comercial de Riberalta en dos meses de época seca alcanzó el 77% frente al desembarque de peces de especies nativas, que alcanzó el restante 23%. En la misma época, las comunidades indígenas y campesinas de los TIOCs Multiétnico II, Cavineño y Chácobo-Pacahuara, desembarcaron 27% de paiche y 73% de peces nativos.

En los mercados urbanos de Riberalta, en época seca se ofertan más de 70 especies de peces, con ventas diarias de por lo menos 450 kg (Coca Méndez *et al.* 2012). Mientras que a nivel nacional el consumo de pescado es menor a 4.5 kg/persona/año (Bombin *et al.* 2009; FAO 2014), muy por debajo del promedio a nivel mundial estimado por la FAO de 16.4 kg/persona/año y del nivel de consumo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 12 kg/persona/año, en Riberalta es igual o mayor a 15 kg/persona/año (Pérez *et al.* 2014).

En el pasado, la pesca comercial en el norte amazónico estaba destinada en su mayoría a la exportación al país vecino Brasil (Van Damme *et al.* 2011) y la pesca indígena estaba destinada a la subsistencia. Sin embargo, en los últimos años, principalmente por la llegada del paiche, la pesca en esta región se ha convertido en una actividad importante y generadora de ingresos, empleo y alimento en territorio boliviano, a nivel local, regional y nacional. Sin embargo, según informaciones preliminares de Coca Méndez *et al.* (2012), la cadena de valor del pescado sufre de varios cuellos de botella, además existe un potencial no aprovechado a nivel de producción y comercialización.

La cadena de valor del pescado en el norte de la cuenca amazónica boliviana, conformada por pescadores comerciales, pescadores indígenas, comerciantes minoristas (abastecimiento local) y comerciantes mayoristas (abastecimiento al interior del país), incluye una fracción importante de la población local y genera importantes ingresos económicos. Por otro lado, la contribución a la seguridad alimentaria que estas poblaciones realizan es poco valorada. Para llenar este vacío, el presente trabajo caracteriza la pesca comercial y la pesca indígena, evalúa la rentabilidad de la pesca y estima los aportes generados en cuanto a empleo, alimento y Producto Interno Bruto Regional.

El análisis presta especial atención a la venta de *Arapaima gigas* (nombre local paiche), especie que ha invadido territorio boliviano en los años 70 o 80 desde la cuenca del río Madre de Dios, y que en muy poco tiempo ha adquirido un rol sobresaliente en la oferta pesquera del norte amazónico. Se trata de uno de los peces de escama más grande de aguas continentales del mundo, alcanzando entre tres y cuatro metros de largo y más de 200 kg (Castello 2007; Carvajal-Vallejos *et al.* 2011).

Antiguamente, los mercados de Riberalta se abastecían únicamente por los pescadores comerciales que realizaban las faenas de pesca en los canales principales de los ríos Madre de Dios, Beni y Orthon, y que pescaban especies de alto valor comercial como el surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*), pacú (*Colossoma macropomum*), pirahiba (*Brachyplatystoma rousseauxii*) y otras. En los últimos 20

años, la pesca comercial ha incursionado en las lagunas, hábitat preferido del paiche, la mayoría ubicadas dentro los TIOCs, debiendo los pescadores adaptar y especializar su material y sus técnicas de captura.

Por su parte, la pesca indígena, tradicionalmente en función al autoconsumo, empezó a incursionar en la venta de pescado, al inicio principalmente enfocándose en especies nativas y recientemente también en paiche, a partir de contar con puertos de río cercanos al acceso carretero a Riberalta, debiendo algunos trasladarse por vía fluvial y carretera para trasladar sus cajas de pescado. Se incrementó esta actividad significativamente en los últimos cinco años.

El presente estudio fue realizado en base a un monitoreo intensivo en la cuenca baja de

los ríos Madre de Dios y Beni, por la duración de un año (agosto 2011 – julio 2012). Se espera que el análisis de estos datos contribuya a un debate entre los diversos actores de la cadena del pescado de la Amazonía boliviana, basado en argumentos sólidos, para una futura concertación de acuerdos pesqueros. Así mismo, se espera aportar a la valorización de la actividad pesquera y brindar herramientas para la incidencia en políticas públicas que favorezcan al sector pesquero.

MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La zona de estudio se sitúa en el norte amazónico, en la cuenca alta del Río Madera,

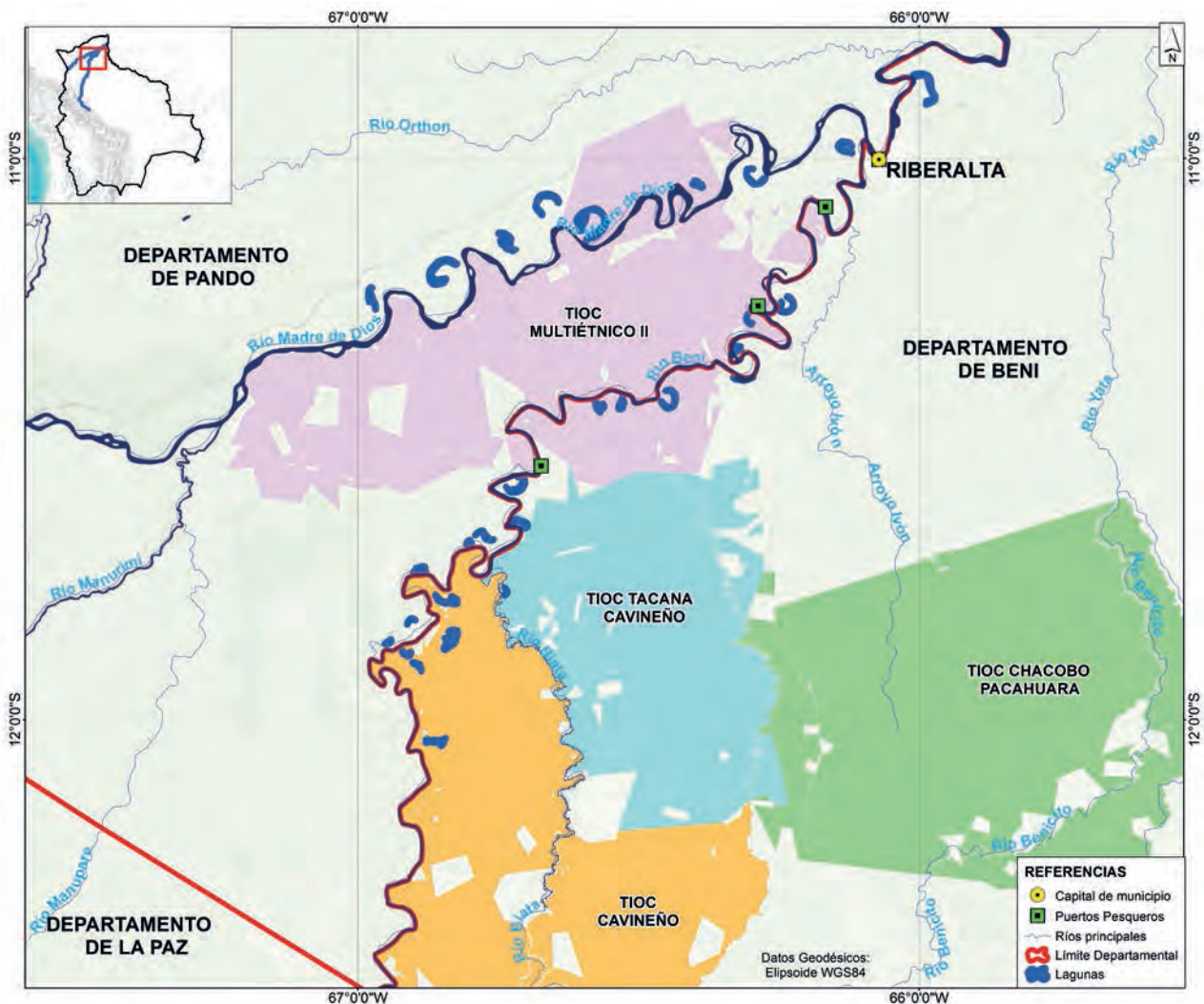


Figura 1. Zona de estudio en las cuencas bajas de los ríos Beni, Madre de Dios y Orthon. El mapa indica los TIOCs dentro de la zona de estudio.

río arriba de las confluencias de los ríos Orthon-Madre de Dios y Beni, y río arriba de las cachuelas en la zona fronteriza entre Bolivia y Brasil (Figura 1). Esta zona incluye ríos, arroyos y lagunas en la planicie de inundación.

Muestreo

Varias metodologías con diferentes abordajes fueron utilizadas para alcanzar los objetivos planteados. Primero, se encuestaron a los dueños de unidades de pesca comercial e indígena, a objeto de inventariar los activos fijos, caracterizar la flota pesquera y estimar la inversión. Segundo, se realizó un monitoreo diario de los desembarques de los pescadores comerciales en los puertos de Riberalta y un registro diario de los envíos de pescado por parte de los pescadores indígenas desde sus comunidades hasta Riberalta, a objeto de cuantificar la pesca y estimar su rentabilidad. Por último, fue estimado el empleo generado por la actividad pesquera, la contribución a la seguridad alimentaria (volúmenes de pescado vendido) y el aporte al Producto Interno Bruto regional.

Flota pesquera

El inventario de activos fijos de unidades de pesca (UDP) fue obtenido a través de encuestas a los dueños de las embarcaciones, durante visitas diarias a los puertos pesqueros de Riberalta y durante visitas a las comunidades del TIOC Multiétnico II, en hora pico de desembarques (por la mañana y la noche). La información fue triangulada con la lista de unidades de pesca otorgada por la Capitanía de Puerto Mayor de Riberalta y entrevistas a las asociaciones de pescadores y comercializadores de pescado de Riberalta, que son ASOPESAR¹, ASOPRYC² y MANANTIAL³. Las entrevistas abordaron preguntas referentes a los activos fijos (embarcación principal, embarcaciones anexas, motores, cajas de almacenamiento de hielo, artes de pesca, etc.). Así mismo, se abordaron preguntas sobre el valor económico de los activos fijos, los años de vida útil, el estado de los activos fijos y los costos anuales de mantenimiento.

Se entrevistó aproximadamente al 90% de las unidades de pesca comercial y al 26% de las unidades de pesca indígena (unidades de pesca dispersas a lo largo del TIOC).

Para el análisis e interpretación de datos se procedió a la clasificación de las unidades de pesca (UDP). En el caso de la pesca comercial, la clasificación se realizó según la capacidad de almacenamiento de hielo, en cuatro categorías: mayor a 1 000 kg (muy grande COM_MG), entre 500 y 1 000 kg (grande COM_G), entre 200 y 500 kg (mediana COM_M) y menor a 200 kg (pequeña COM_P). En el caso de la pesca indígena la clasificación se realizó según la periodicidad de envío de pescado al año por unidades de pesca, en cuatro categorías: envíos regulares mayor o igual a ocho meses al año (muy frecuente IND_MF), envíos regulares entre cuatro a siete meses al año (frecuente IND_F), envíos regulares menos o igual a tres meses al año (mediana IND_M) y envíos esporádicos (IND_NF).

Perfil de pesca y análisis económico

Los datos de desembarque y envíos de pescado fueron colectados diariamente desde agosto 2011 hasta julio 2012. Los datos del monitoreo fueron levantados por los autores con la cooperación de las asociaciones de pescadores y comercializadores de Riberalta, ASOPESAR, ASOPRYC y MANANTIAL.

Las planillas de monitoreo abordaron preguntas sobre la faena de pesca, el volumen de pescado por especie, destino del producto, precio de pescado por especie y costos por faena de pesca (hielo, combustible, aceite, pago a la tripulación, alimentación, mantenimiento etc.). Cabe mencionar que en el caso de pescado de gran porte (paiche y surubí) el volumen de desembarque corresponde al peso del pescado sin cabeza, por tanto, difiere del volumen de captura.

El monitoreo de las unidades de pesca comercial fue realizado en el momento del desembarque, en los principales puertos de Riberalta, alcanzándose un registro que corresponde

¹ Asociación de Pescadores Amazónicos de Riberalta (ASOPESAR)

² Asociación de Pescadores, Piscicultores y Comercializadores de Beni y Pando (ASOPRYC)

³ Asociación Mixta de Comerciantes, Pescadores Manantial Campesino

al 100% de los permisos de zarpe otorgados por la Capitanía del Puerto Mayor de Riberalta durante el año de estudio. El monitoreo tuvo dificultad en el registro de los desembarques de las unidades de pesca con capacidad de almacenamiento de hielo menor a 200 kg (COM_P), porque dichas unidades no desembarcan en los puertos, sino en las orillas cercanas a sus domicilios y no tramitan permiso de zarpe.

El monitoreo de las unidades de pesca indígena, que envían cajas de pescado por vía fluvial y carretera desde sus comunidades hasta Riberalta, se realizó diariamente en el domicilio de los comerciantes de pescado del mercado Abasto de Riberalta, quienes reciben el pescado del sector indígena campesino. El monitoreo se realizó en el momento de apertura de cajas, clasificación y pesaje de pescado. Durante el año de estudio, se estima que fueron monitoreados cerca del 70% de los envíos. El estudio no considera ventas ocasionales que realizan los propios pescadores indígenas en Riberalta.

La utilidad por faena de pesca fue calculada a partir del ingreso por venta de pescado, menos los costos en que se incurre por faena de pesca (combustible, hielo, mano de obra, alimentación, mantenimiento, depreciación, etc.). La rentabilidad por unidad de pesca fue calculada en base a la relación entre los costos e ingresos por faena, y en base a la relación entre la ganancia anual obtenida y la inversión. De esta manera, se obtuvo la rentabilidad promedio por categoría de unidad de pesca.

Contribución a la economía regional, generación de empleo y alimento

El estudio estima el aporte al Producto Interno Bruto regional con el método de valor añadido, restando del valor de las ventas de pescado, el costo de los insumos intermedios (combustible, aceite, alimentos, transporte terrestre, permiso de zarpe y mantenimiento). De esta manera, se contabiliza el valor que las unidades de pesca añaden al pescado antes de venderlo a los comerciantes.

La generación de empleo fue calculada a través de la cantidad de jornales empleados por categoría de unidades de pesca, en base a los datos del monitoreo anual (cantidad de tripu-

lantes, duración por faena de pesca y cantidad de faenas de pesca al año).

La contribución a la seguridad alimentaria fue estimada en base a las ventas de pescado, diferenciando las ventas a nivel nacional (volúmenes de pescado vendidos a mayoristas para su posterior envío al interior del país) y a nivel local (volúmenes de pescado vendidos a los minoristas para su venta en Riberalta).

RESULTADOS

Caracterización de la flota pesquera y estructura de la pesca

La flota pesquera de Riberalta está conformada por unidades de pesca comercial, pertenecientes a pobladores peri-urbanos de Riberalta, y unidades de pesca indígena, pertenecientes a pobladores de comunidades indígenas y (ocasionalmente) campesinas que radican en los TIOCs en los alrededores de Riberalta.

La flota pesquera comercial de Riberalta está conformada por aproximadamente 55 unidades de pesca (UDPs), categorizadas en cuatro grupos según su capacidad de almacenamiento de hielo (Cuadro 1): 8 UDPs presentan capacidad de almacenamiento de hielo mayor a 1 000 kg, 19 UDPs presentan capacidad entre 500 y 1 000 kg, 15 UDPs con capacidad entre 200 y 500 kg y 13 UDPs con capacidad menor a 200 kg.

Las unidades de pesca comercial de Riberalta varían en cuanto al tipo, tamaño y cantidad de embarcaciones anexas, motores, cajas de almacenamiento de hielo y artes de pesca. Existen embarcaciones tipo saltarén (capacidad promedio de la embarcación principal igual a 7.8 toneladas) con una o dos chalupas anexas, un motor (capacidad entre 16 y 18 HP), una caja de hielo de madera y aluminio (con capacidad de almacenamiento de hielo entre 1 y 2 toneladas), un promedio de seis mallas para la captura de paiche y un promedio de 15 mallas para captura de especies nativas. Se registraron también embarcaciones pequeñas tipo chalupa (capacidad promedio de la embarcación principal igual a 0.9 toneladas) con un congelador usado (con capacidad de almacenamiento de

Cuadro 1. Características de las unidades de pesca comercial en Riberalta

Categorías		COM_P	COM_M	COM_G	COM_MG
Capacidad de almacenamiento de hielo		≤ 200 kg	201 - 500 kg	501 – 1 000 kg	≥ 1 000 kg
Embarcación principal	Largo (m)	7.69	8.91	10.93	12.33
	Tipo de Embarcación	Chalupa	Zapato	Zapato	Saltarén
	Material	Cedro	Cedro	Cedro	Itahuba
	Capacidad de carga (t)	0.90	3.21	3.84	7.88
Embarcaciones anexas	Cantidad	-	1	1	2
	Embarcación	-	Chalupa	Chalupa	Chalupa
Cajas de hielo	Cantidad	1	1	2	1
	Tipo	Freezer usado	Freezer usado	Freezer usado	Aluminio
Motor	Potencia (HP)	5.5 – 6.5	6 – 13	9 – 12	16 – 18
Artes de pesca	Pacuceras ¹	2	4	10	13
	Sabaleras ¹	1	1	0	2
	Surubicera ¹	0	1	0	0
	Paichera ¹	0	0	3	6
	Tarrafa	1	1	1	1
	Espiñel	3	3	4	3
	Anzuelos	21	13	11	10
Lineadas	1	0	0	0	

¹Mallas agalleras con rombos de diferentes tamaños

hielo de 200 kg) y un promedio de tres artes de pesca únicamente para especies nativas de pescado.

Así mismo, se aprecian diferencias significativas en cuanto a la estructura de la pesca comercial. Las unidades de pesca grandes (COM_MG en el Cuadro 1) en promedio realizan 6.6 faenas de pesca al año, cada faena de pesca con una duración promedio de 13 días con cuatro tripulantes, incluido el capitán. Las unidades de pesca grandes (COM_G) en promedio realizan 7.7 faenas de pesca al año, cada faena con una duración promedio de 13 días con cuatro tripulantes. Por otro lado, las unidades de pesca medianas (COM_M) realizan faenas de pesca en promedio de nueve días con una tripulación promedio de dos pescadores. Por último, las unidades de pesca pequeñas (COM_P) realizan faenas en promedio de tres días con un promedio de dos pescadores. El estudio tuvo dificultades para estimar la cantidad de faenas de pesca al año realizadas por las unidades de pesca pequeñas, en vista que estas no desembarcan en los puertos principales de Riberalta sino en

las orillas cercanas a sus domicilios y no tramitan permiso de zarpe, lo cual dificultó el registro del total de sus desembarques.

Por otro lado, la pesca indígena está conformada por 56 unidades de pesca, categorizadas en cuatro grupos, según la periodicidad de envío de pescado al año: 25 UDPs presentan envíos constantes igual o más de ocho meses) (IND_MF en el Cuadro 2), 22 UDPs con envíos frecuentes (IND_F) y 9 UDPs tiene envíos medianamente frecuentes (IND_M). Adicionalmente, se estima que hay 188 unidades de pesca que enviaron pescado esporádicamente a lo largo del año (IND_NF).

Las unidades de pesca indígena están compuestas por lo general de embarcaciones tipo chalupa o casco (con capacidad menor a una tonelada) de madera cedro, palo maría, ochoo u otras (Cuadro 2), una caja de madera para almacenar los pescados, dos remos, un espiñel, una lineada, un promedio de ocho mallas para pesca de especies nativas, machete, cuchillo, plomos, pitas, anzuelos y linterna. Presentan una o dos cajas de hielo

Cuadro 2. Características de las unidades de pesca indígena.

Categoría		IND_MF	IND_F	IND_M
Frecuencia de envíos (meses por año)		≥ 8 meses	4 – 7 meses	≤ 3 meses
Embarcación	Embarcación	Chalupa	Chalupa y casco	Chalupa y casco
	Material	Cedro, palo maría, ochoo	Cedro, palo maría	Cedro, palo maría
	Remos	2	4	2
Cajas de hielo (plastoformo)	Cantidad	2	2	1
	Capacidad de carga (kg)	50	50	100
Caja de hielo (freezer usado)	Cantidad	-	-	1
Motor	Potencia (HP)	5.5 – 6.5	5.5 – 6.5	5.5 – 6.5
Artes de pesca	Mallas para especies nativas	8	8	8
	Mallones para paiche	1	1	2
	Espiñeles	1	1	2
	Plomos y pitas	varios	varios	varios
	Lineadas	1	1	2
Otros	Machetes y cuchillos	1	1	2
	Cajas de madera	1	1	2
	Linternas	1	1	2

de plastoformo para guardar el hielo, almacenar el pescado y enviarlo a Riberalta (con capacidad de almacenamiento de hielo entre 50 y 200 kg). Pocas unidades de pesca cuentan con motor (entre 5.5 y 6.5 HP), una a dos mallas para la captura de paiche y una caja de congelador usado (para conservar el hielo y el pescado en su casa).

La estructura de pesca indígena es compleja debido a la distancia entre las comunidades y Riberalta, debiendo los pescadores transportar el pescado por vía fluvial y/o carretera. Por lo general, la pesca inicia con el viaje del pescador (dueño de la embarcación) por vía fluvial, hasta el puerto carretero más cercano a su comunidad, donde espera al camión para recibir la caja de plastoformo con hielo enviada por el comerciante (entre 50 y 200 kg de hielo). Así mismo, recibe otros insumos solicitados por el pescador, como ser víveres para la familia. A partir de este momento, el pescador tiene tres días para el llenado de la caja de pescado (duración del hielo sin refrigeración).

Las faenas de pesca de los pescadores indígenas inician con el colocado de las mallas, realizado al final de la tarde (17:00 a 22:00) y la revisión de mallas por la mañana (6:00), posteriormente se realiza la limpieza y enhielado del pescado (de 7:00 a 9:00). Por lo general, para el envío de una caja de pescado de 50 kg, el pescador y su ayudante requieren de dos noches y dos días, tiempo después del cual el pescador transporta por vía fluvial la caja de pescado hasta el puerto carretero más cercano, donde la caja de pescado es entregada al camionero, para su transporte al domicilio del comerciante en Riberalta.

Se estima que las unidades de pesca indígena que envían pescado mayor o igual a ocho meses al año (IND_MF) realizan en promedio 50.6 envíos al año, mientras que las unidades de pesca indígena que realizan envíos entre cuatro y siete (IND_F) meses al año realizan en promedio 16 envíos al año.

Cuadro 3. Inversión por unidades de pesca comercial e indígena de Riberalta

	Unidades de pesca comercial de Riberalta					Unidades de pesca indígena				
	COM_MG	COM_G	COM_M	COM_P	Total	IND_MF	IND_F	IND_M	IND_NF	Total
Cantidad de UDPs	8	19	15	13	55	25	22	*9	*188	56 ²
Inversión promedio por unidad de pesca (\$US)	9 490	5 481	1 793	889		1 105	1 200	2 445 ¹	1 105 ¹	

¹ Valor estimado: debido a la dispersión de las unidades de pesca en el TIOG, no se alcanzó a entrevistar a los dueños de las UDPs del sector indígena que realizan envíos ocasionales (menor a tres meses al año)

² No se consideró UDPs esporádicas para el cálculo del total

Se estima que la inversión promedio por unidad de pesca comercial oscila entre los 9 490 \$US (COM_MG) y los 890 \$US (COM_P) (Cuadro 3). Por otro lado, las unidades de pesca indígena son poco especializadas y son utilizadas para varias actividades además de la pesca, como el transporte de personas y productos. La inversión promedio por este tipo de unidad de pesca oscila entre 1 105 \$US y 2 445 \$US (Cuadro 3).

La pesca en la cuenca baja de los ríos Madre de Dios y Beni

A partir de los datos obtenidos durante el año de estudio, se estima que la pesca de Riberalta (comercial e indígena) abasteció al mercado nacional y local con un volumen de pescado igual a 304.1 toneladas/año (Cua-

dro 4), de los cuales el 67.5% fue obtenido por los pescadores comerciales (205.3 t) y el 32.5% fue obtenido por los pescadores indígenas (98.8 t).

Se observa que los mayores volúmenes mensuales desembarcados corresponden a los meses de época seca y que los meses que presentan mayores volúmenes corresponden a los meses de transición en el nivel de los ríos (cuando los ríos empiezan a bajar o a subir de nivel) (Figura 2).

Cabe resaltar que del volumen anual obtenido, el 62.6% corresponde a las unidades de pesca comercial con capacidad de almacenamiento de hielo mayor a 500 kg (COM_MG y COM_G) (Figura 3).

Las unidades de pesca presentan faenas de pesca con características notablemente diferenciadas. Mientras que las UDP comerciales

Cuadro 4. Número de desembarques y volúmenes desembarcados al año

	Unidades de pesca comercial					Unidades de pesca indígena				
	COM_MG	COM_G	COM_M	COM_P	Total	IND_MG	IND_G	IND_M	IND_P	Total
Número de desembarques o envíos registrados al año	75	246	71	51	443	1 167	373	349	74	1 963
Volumen desembarcado o enviado (toneladas/año)	58.2	132.2	12.4	2.6	205.3	49.1	18.3	18.4	12.9	98.7
Aporte por categoría de UDP (% del volumen)	19.1	43.5	4.1	0.9	67.5	16.2	6.0	6.1	4.2	32.5

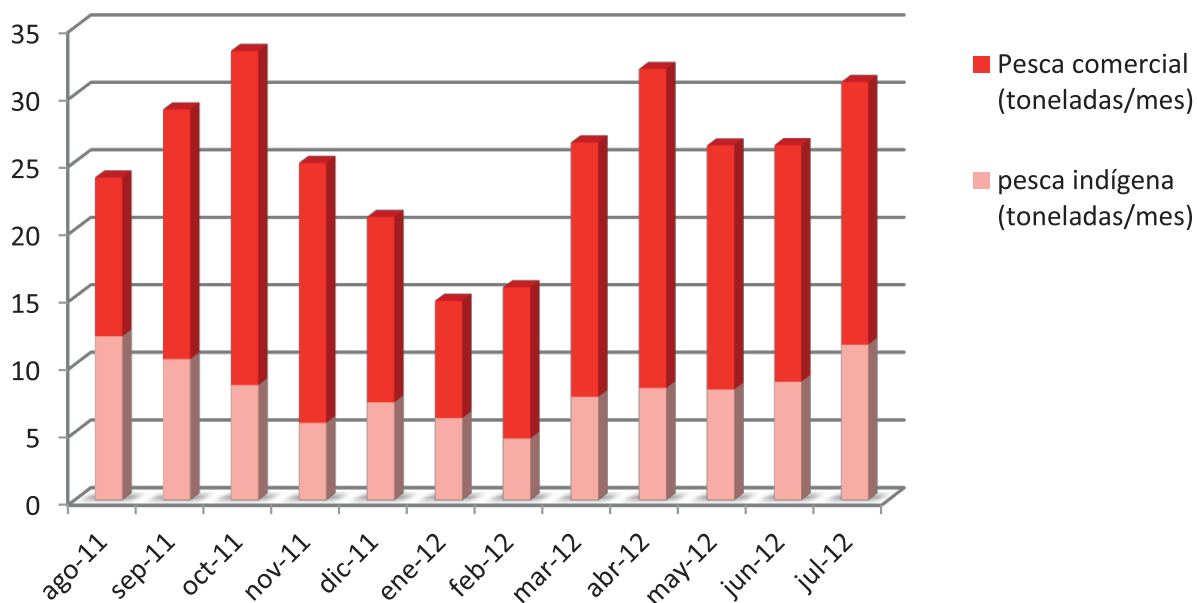


Figura 2. Volúmenes de pescado (toneladas) desembarcados por pescadores comerciales e indígenas entre agosto 2011 y julio 2012

realizan faenas, por lo general, entre tres y 13 días de duración con desembarques promedio entre 51 y 776 kg, las UDP indígenas realizan faenas de una duración de, por lo general, dos días, con envíos promedio entre 41 y 190 kg (Cuadro 5).

Las unidades de pesca comercial de mayor

porte cuentan con embarcaciones más grandes con mayor capacidad de almacenamiento de hielo y realizan faenas de pesca de mayor número de días, lo que les permite llegar a lagunas y puntos de río más distantes, incrementando de esta manera la posibilidad de obtener mayores volúmenes de captura y obtener, por lo general, mayores índices de

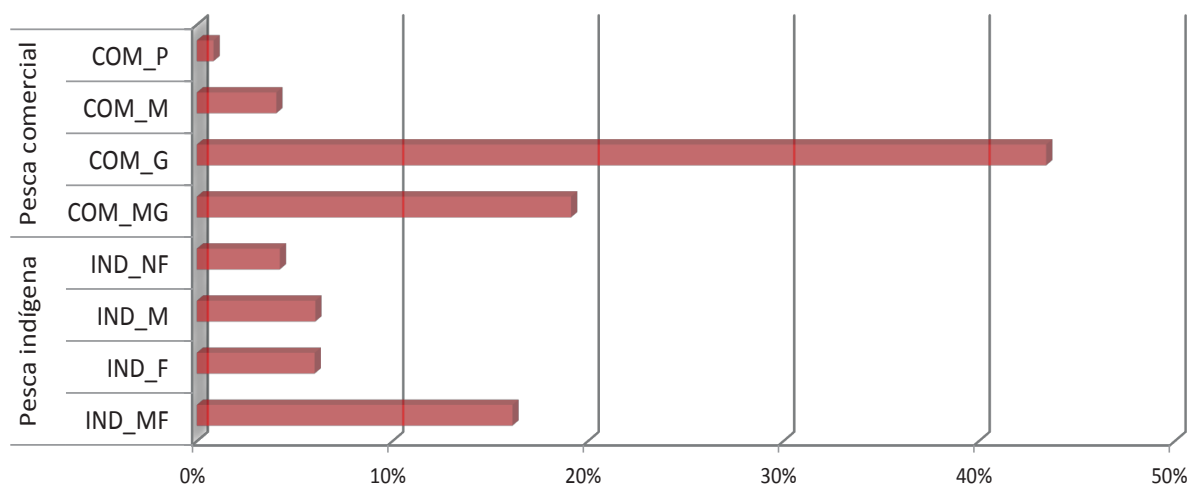


Figura 3. Porcentaje de volúmenes anuales de pescado aportados por las diferentes categorías de unidades de pesca. Las definiciones de las categorías de pesca comercial (COM) y pesca indígena (IND) se presentan en los Cuadros 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 5. Características de los desembarques y envíos de pescado

	Unidades de pesca comercial				Unidades de pesca indígena			
	COM_MG	COM_G	COM_M	COM_P	IND_MF	IND_F	IND_M	IND_NF
Duración promedio por faena de pesca o envío (días)	13	13	9	3	2 ¹	2 ¹	2 ¹	n.d. ²
Número de desembarques o envíos promedio al año	6.6	7.7	n.d. ²	n.d. ²	50.6	16	n.d. ²	n.d. ²
Volumen promedio por desembarque o envío (kg)	776	537	174	51	41	44	53	190
Volumen anual promedio desembarcado o enviado (toneladas)	7.3	6.3	n.d. ²	n.d. ²	2.0	0.8	n.d. ²	n.d. ²
Desembarque por unidad de esfuerzo promedio (kg/día/pescador)	17	13	13	10	13 ¹	14 ¹	n.d. ²	n.d. ²

¹ Valor estimado en base a entrevista a los dueños de unidades de pesca (duración de viaje y tripulantes por faena de pesca)

² Sin datos

capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) en las faenas de pesca a lo largo del año, a excepción de la temporada de invierno, en la cual las UDPs más pequeñas presentan mayores índices de productividad que las UDPs grandes (Figura 4).

Las UDPs de mayor porte presentan en promedio un CPUE (volumen desembarcado por cada pescador por día de pesca) mayor que

las UDPs pequeñas. Las UDPs comerciales con capacidad de hielo mayor a 1 000 kg presentan una CPUE de 17 kg/día/pescador, las UDPs comerciales con capacidad de hielo entre 200 y 1 000 kg (COM_G y COM_M) presentan una productividad promedio de 13 kg/día/pescador, y las UDP comerciales pequeñas (COM-P) presentan una CPUE promedio de 10 kg/día/pescador.

Desembarque por unidad de esfuerzo (kg/día/pescador)

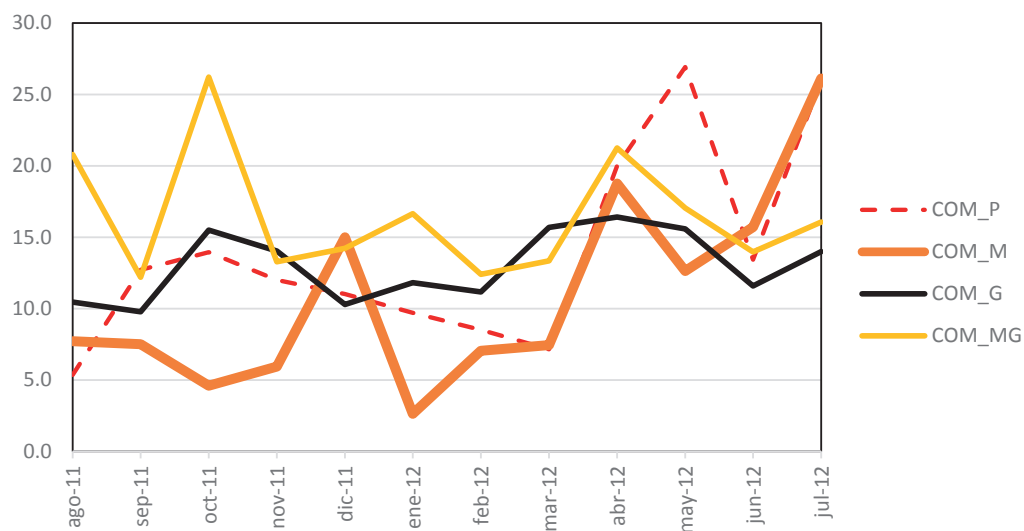


Figura 4. Desembarque por unidad de esfuerzo (CPUE) para pesca comercial (kg/día/pescador). Las definiciones de las categorías se presentan en el Cuadro 1.

Durante el año de estudio (Figura 5), los pescadores indígenas enviaron a Riberalta 98.8 toneladas de pescado, compuesto por 23.3% de paiche y 76.7% de especies nativas de pescado, mientras que los pescadores comerciales desembarcaron 205.3 toneladas de pescado, compuesto por 78.3% de paiche y 21.7% de especies nativas de pescado. Del total de volumen desembarcado durante el año de estudio, el paiche contribuyó con el 60%. El desembarque de paiche tuvo dos máximos, en octubre y en abril, mientras que el desembarque de especies nativas fue más

constante (Figura 6).

Cabe mencionar que en el caso de pescado de gran porte (paiche y surubí) el volumen de desembarque corresponde al peso del pescado sin cabeza, por tanto, difiere del volumen de captura.

Del volumen anual desembarcado por la flota comercial de Riberalta, el 96% de paiche corresponde a las unidades de pesca con capacidad de almacenamiento de hielo mayor a 500 kg (COM_MG y COM_G) (27 UDP).

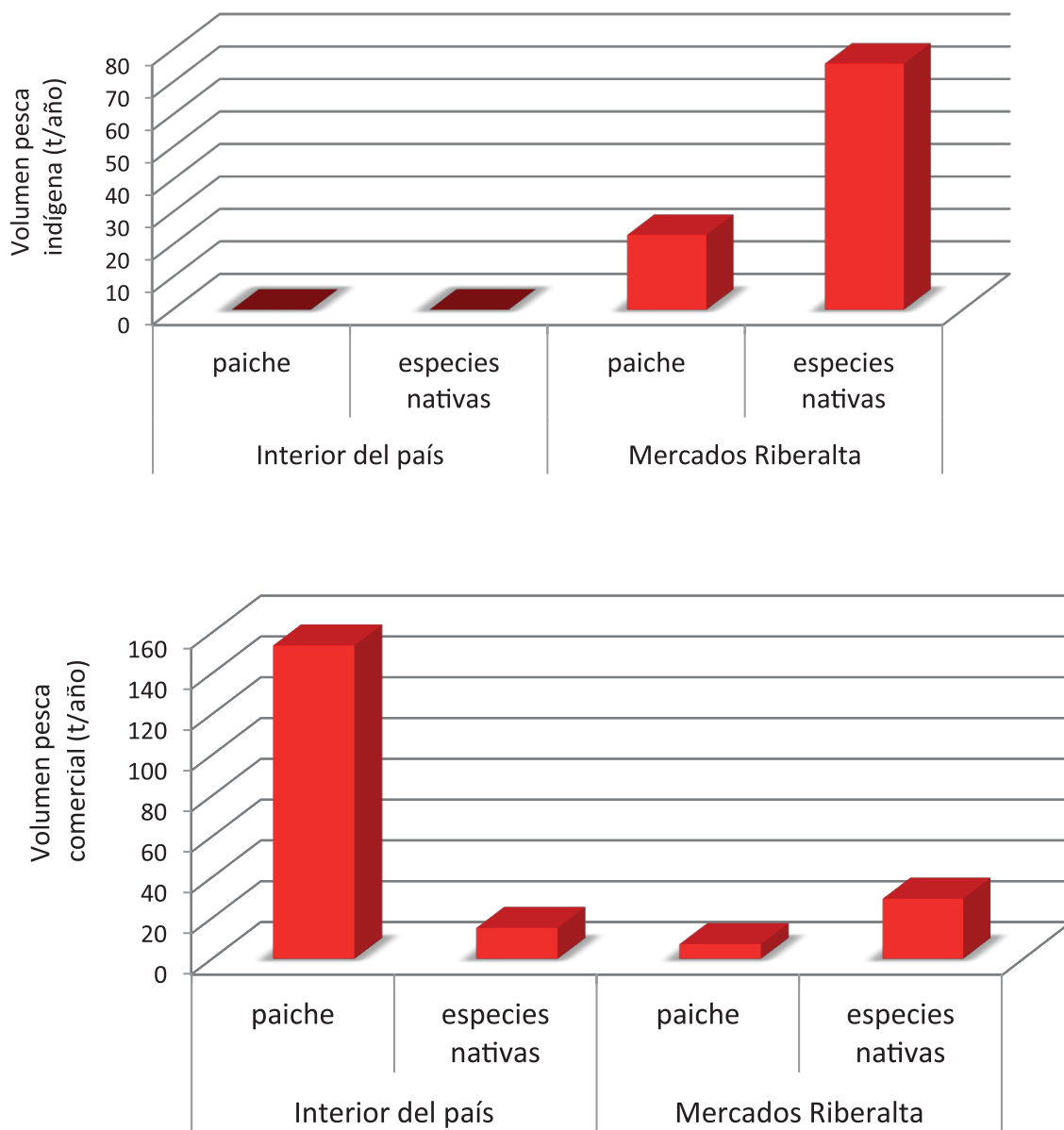


Figura 5. Destino final de los volúmenes de pescado proveniente de la pesca indígena (arriba) y de la pesca comercial (toneladas/año)

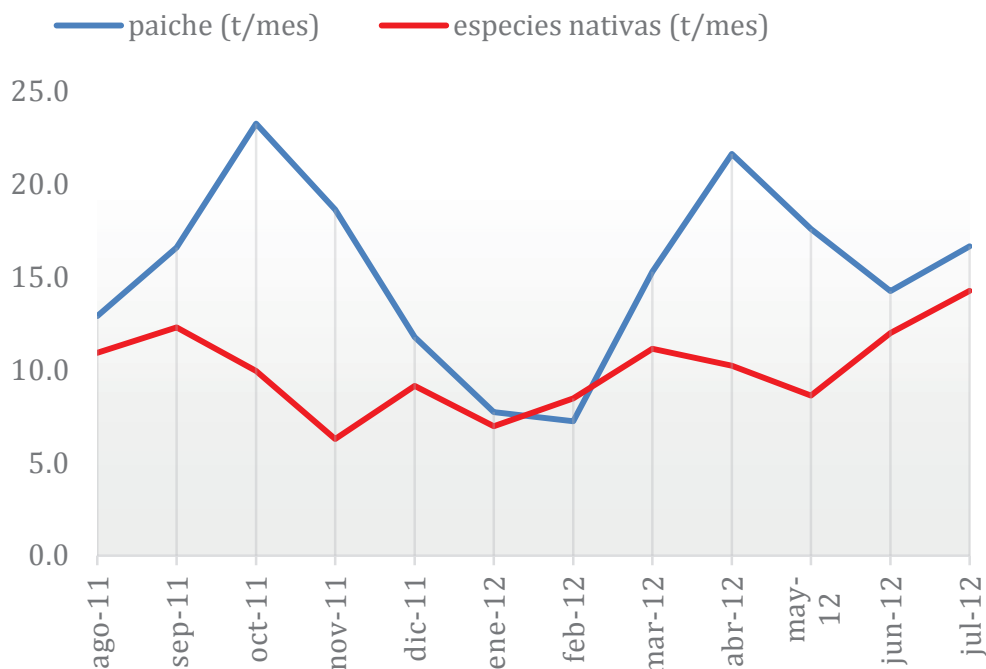


Figura 6. Desembarque mensual (t/mes) de paiche y de especies nativas.

Análisis económico

Ingresos

Las unidades de pesca comercial presentan un ingreso promedio por viaje de pesca desde los 112 \$US (COM_P) hasta los 1 586 \$US (COM_MG). El ingreso proviene principalmente de la venta de paiche, a excepción de las unidades de pesca pequeñas, cuyos ingresos provienen de la venta de especies nativas de pescado.

Las unidades de pesca indígena presentan un ingreso promedio por envío de pescado desde los \$US 75 (COM_MF) hasta los 359 \$US (COM_M). El ingreso para estas unidades proviene principalmente de la venta de especies nativas de pescado (Cuadro 6).

El precio de pescado presenta gran variabilidad a lo largo del año, de acuerdo a la oferta y la demanda, con precios más altos en el periodo comprendido entre los meses de marzo y abril (semana santa), época en la cual el nivel de los ríos empieza a bajar, y

Cuadro 6. Ingreso promedio por desembarque o envío de pescado. (Véase los Cuadros 1 y 2 para una descripción de las categorías).

Categoría	Ingreso (\$US) por desembarque o envío de pescado	% paiche	% especies nativas	
Unidades de pesca comercial	COM_MG	1 586	73	27
	COM_G	1 092	78	22
	COM_M	364	43	57
	COM_P	112	15	87
Unidades de pesca indígena	IND_MF	75	17	83
	IND_F	91	13	87
	IND_M	359	30	70
	IND_NF	93	31	69

presentándose precios más bajos en el periodo comprendido entre los meses de agosto y septiembre, época en que el agua de los ríos está baja.

Para la venta, el pescado es clasificado en cuatro categorías, con precios diferenciados. La primera categoría es denominada "paiche"; la siguiente categoría es denominada "pescado de primera" y está conformada por especies como pacú (*Colossoma macropomum*), surubí/pintado (*Pseudoplatystoma* spp.), yatorana (*Brycon amazonicus*), dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) y tujuno (*Leiarius marmoratus*), seguida por la categoría "pescado de segunda" conformada por especies como seferino (*Ageneiosus* spp.), palometa (*Pygocentrus nattereri*), chanana (*Zungaro zungaro*), pirahiba (*Brachyplatystoma filamentosum*), entre otras. La última categoría denominada "pescado de tercera" está conformada por especies como general (*Phractocephalus hemiliopterus*), blanquillo (*Pirinampus pirinampus*), cachorro (*Raphiodon* spp.) y otras (Cuadro 7).

La pesca comercial oferta, por lo general, un precio mayor (Bs/kg) que la pesca indígena, probablemente por la mayor capacidad de negociación de los pescadores comerciales frente a los pescadores indígenas.

El ingreso total generado por la flota pesquera comercial de Riberalta durante el año de estudio asciende a 412 990.6 \$US, de los cuales el 74% proviene de la venta de paiche y el 26% de la venta de especies nativas. El ingreso total generado por los pescadores indígenas durante el año de estudio asciende a 178 214.1 \$US, de los cuales el 21% proviene de la venta de paiche y el 79% de la venta de especies nativas.

Estructura de costos

En la pesca comercial, el principal costo de producción está dado por la mano de obra, el cual equivale entre el 33 y 48% del costo total. El segundo costo más importante está dado por la alimentación de la tripulación, que equivale entre el 13 y 16% del costo total, seguido por la depreciación de los activos fijos entre 10 y 16%, la compra de hielo entre 8 y 13% y el combustible entre 8 y 12%. Los otros costos son de menor importancia.

En cuanto a la pesca indígena, el principal costo de producción está dado por la mano de obra, el cual equivale entre el 47 y 50% del costo total, seguido por la depreciación entre 11 y 19% del costo total, la compra de hielo entre 10 y 13% y el transporte terrestre entre 8 y 13%. Los otros costos son de menor importancia, como la alimentación de la tripulación, la compra de combustible, el aceite para el motor y el mantenimiento.

Eficiencia económica

Si se analiza el índice de eficiencia económica (ingreso versus costos) se concluye que las unidades de pesca comercial de menor porte son más eficientes que las unidades de pesca de mayor porte. Suponemos que ello se deba al método utilizado para el pago de la mano de obra, de riesgo compartido entre el dueño de la unidad de pesca y la tripulación, pagándose, por lo general, a cada pescador 2 Bs por kg de pescado desembarcado. Las UDP de mayor porte presentan mayor número de tripulantes y mayores volúmenes de desembarque, por tanto, incurren en mayores costos por mano de obra en relación porcentual al costo total, que las unidades de menor porte,

Cuadro 7. Precios de pescado en los mercados de Riberalta

Categoría de pescado	Rango de precio promedio (\$US/kg)
Paiche (carne con hueso sin cabeza)	1.02 – 3.20
Pescado de primera	1.75 – 2.91
Pescado de segunda	0.87 – 2.91
Pescado de tercera	0.73 – 2.19

lo cual impacta directamente en la relación ingreso/costo, presentando las UDP comerciales de mayor porte un índice de eficiencia económica menor que las UDP de menor porte. Las UDP comerciales de menor porte (COM_P) presentan un índice de ingreso versus costo por faena de 2.1 \$US (Cuadro 8), lo que significa que, en promedio, por cada \$US que gastan en una faena de pesca generan un ingreso bruto de 2.1 \$US. Por su parte, las UDP de mayor porte (COM_MG) presentan un índice de ingreso versus costo de 1.4 \$US. Por su parte, si se analiza el índice de rentabilidad (utilidad anual versus inversión) se concluye que las UDP comerciales de porte mediano (COM_G) presentan una utilidad anual del 95% en relación a la inversión, mientras que las UDP comerciales de mayor porte (COM_MG) presentan una utilidad anual del 48% en relación a la inversión. El estudio no cuenta con información suficiente para determinar la rentabilidad de las UDP de porte pequeño (COM_P), puesto que estos desembarques no se realizan en los puertos principales de Riberalta, ni tampoco son registrados por la Capitanía de Puerto Mayor.

En cuanto a la pesca indígena, si se analiza el índice de eficiencia económica, se estima que por cada dólar gastado en la faena de pesca se genera un ingreso bruto de 1.5 \$US, índice parecido al generado por la UDP comercial

de mayor porte. En cuanto al índice de rentabilidad generado por la pesca indígena, se concluye que las UDP constantes (IND_MF) presentan una utilidad anual del 119% en relación a la inversión, mientras que las UDP con envíos realizados entre cuatro y siete meses por año (IND_F) presentan una utilidad anual del 41% en relación a la inversión.

Contribución a la economía, generación de empleo y alimento

Durante el año de estudio, la pesca en el norte amazónico de Bolivia generó empleo para alrededor de 326 pescadores (sin considerar pescadores de envío esporádico IND_NF), empleando más de 24 746 jornales, alcanzando un pago total por concepto de mano de obra de 192 115 \$US/año.

Las unidades de pesca comercial medianas (COM_G y COM_M) generaron un mayor número de jornales al año (día/pescador) que el resto de las categorías de unidades de pesca (Cuadro 9). Se estima que las UDP comerciales con capacidad de almacenamiento de hielo entre 500 y 1 000 kg (COM_G) emplearon 11 194 jornales de pesca/año (45.2% del total). El pago a la tripulación representa el principal costo para las unidades de pesca,

Cuadro 8. Indicadores de eficiencia económica por unidad de pesca. n.d.: datos insuficientes para el cálculo del indicador. Véase los Cuadros 1 y 2 para una descripción de las categorías.

Categoría	Unidades de pesca comercial				Unidades de pesca rural			
	COM_MG	COM_G	COM_M	COM_P	IND_MF	IND_F	IND_M	IND_NF
Ingreso promedio por unidad de venta (\$US/kg)	2.0	2.0	2.1	2.2	1.8	2.1	1.9	1.7
Utilidad promedio por unidad de venta (\$US/kg)	0.6	0.7	0.8	1.2	0.6	0.7	0.6	0.5
Utilidad promedio por faena de pesca o envío de pescado (\$US)	484.7	363.8	141.8	59.5	26.4	29.0	122.3	24.6
Ingreso/costos, promedio	1.4	1.5	1.6	2.1	1.5	1.5	1.5	1.4
Utilidad anual promedio por embarcación UDP (\$US)	4 544	5 205	n.d.	n.d.	1 314	489	819	n.d.
Rentabilidad anual en relación a la inversión promedio	48%	95%	n.d.	n.d.	119%	41%	34%	n.d.

debido a que la mayoría de los dueños de unidades de pesca utilizan el método de riesgo compartido para el pago de su tripulación. Las unidades de pesca comercial de mayor y mediano porte (COM_MG y COM_G) alcanzan a pagar, en promedio mensual, a cada pescador entre 1.3 y 1.4 veces el salario mínimo nacional, durante seis a siete meses al año, mientras que en las unidades de pesca comercial de porte pequeño (capacidad de hielo menor a 500 kg COM_M y COM_P) alcanzan a pagar, en promedio mensual, por pescador entre 0.4 y 0.7 veces el salario mínimo nacional durante algunos meses del año.

En las unidades de pesca indígena de envíos constantes o temporales la ganancia mensual por pescador no sobrepasa las 0.4 veces el salario mínimo nacional durante cinco a 10 meses al año.

La pesca en el norte amazónico de Bolivia aporta anualmente 472 854 \$US al Producto Interno Bruto regional (P.I.B.), aporte generado principalmente por la pesca comercial (71%) frente a la pesca indígena (29%).

Resaltando el aporte al PIB realizado por las unidades de pesca comerciales de mayor porte, con capacidad de hielo mayor a 500 kg (COM_MG y COM_G), las cuales aportan el 66% del total.

Sin embargo, el aporte más significativo de la pesca amazónica de Bolivia está dado por su contribución a la seguridad alimentaria nacional. Durante el año de estudio, el volumen de pescado alcanzó las 304.1 toneladas, los cuales abastecieron al interior del país con 169 toneladas (55.6%) y a los mercados locales de Riberalta con 135 toneladas (44.4%).

DISCUSIÓN

La pesca en la cuenca amazónica boliviana tiene similares características que la pesca en otras regiones de la Amazonía. Se caracteriza por la presencia de pescadores temporales, que pescan cuando el nivel de los ríos y lagunas está bajo y los peces están más concentrados, lo que facilita su captura. Sin embargo, algunas características distinguen a las pesquerías bolivianas de las pesquerías que operan en la Amazonía brasileña y peruana, entre otras, el tamaño de la flota pesquera, el tamaño de las embarcaciones que la componen y la composición de las capturas.

La flota pesquera de Riberalta, constituida por unidades de pesca comercial, con capacidad de almacenamiento de hielo entre 2 000 y 100 kg, desembarcó en el periodo de un año 304.1 toneladas de pescado, responsables del

Cuadro 9. Generación de empleo y aporte al P.I.B. n.d.: datos insuficientes.

Categoría	Unidades de pesca comercial				Unidades de pesca indígena				Total
	COM_MG	COM_G	COM_M	COM_P	IND_MF	IND_F	IND_M	IND_NF	
Cantidad pescadores	43	92	47	30	50	44	18	368	692
Jornales/año	3 963	11 194	1 307	282	4 668	1 492	444 ¹	1 396 ¹	24 746
\$US/jornal	11.7	10.3	4.9	3.3	4.8 ¹	7.3 ¹	n.d.	n.d.	
Pago anual a la tripulación del total de la flota pesquera (\$US/año)	39 723	85 046	5 148	1 008	28 627	10 684	11 133	10 746	192 115
P.I.B \$US (a precios de mercado)	93 040	215 463	19 282	4 900	71 962	25 771	20 542	21 892	
Aporte al P.I.B. (%)	20	46	4	1	15	5	4	5	100
P.I.B \$US (a precios de mercado)		332 686				140 167			472 854

¹ Aproximado, no se cuenta con dato de número de tripulantes por envío.

67.5% del volumen anual, y por unidades de pesca indígena con capacidad de almacenamiento de hielo entre 50 y 200 kg, responsables del 32.5% del volumen anual.

El paiche, especie introducida en Bolivia, se ha convertido en la principal especie ofertada, aportando con el 60% del volumen total. Esta especie es aprovechada principalmente por la pesca comercial, que desembarcó 160.6 toneladas/año, frente a la pesca indígena que desembarcó 23.0 toneladas/año. En cuanto a las especies nativas de pescado, estas son aprovechadas principalmente por la pesca indígena, quienes desembarcaron 75.7 toneladas, mientras que la pesca comercial desembarcó 44.6 toneladas.

La flota pesquera de Riberalta es de tamaño medio. Las embarcaciones comerciales más grandes desembarcan aproximadamente siete toneladas al año, muy por debajo de otras flotas pesqueras de la Amazonía en la cuenca baja, especialmente de grandes ciudades como Manaus (Batista & Petreire 2007) y Belén (Barthem 1995). Así mismo, su tamaño se encuentra por debajo de flotas de menor porte de ciudades situadas a lo largo del eje Amazonas-Solimoes como Iquitos (Fernandez-Baca 1998), Tefé (Barthem 1999) y Santarém (Almeida *et al.* 2001), donde los barcos mayores presentan capturas aproximadas de 300 toneladas/año.

Las unidades de pesca de mayor porte en el presente estudio presentan en promedio un desembarque por unidad de esfuerzo (CPUE) mayor que las pequeñas. Las unidades de pesca comercial con capacidad de almacenamiento de hielo mayor a 1 000 kg (COM_MG) en promedio logran una CPUE de 17 kg/día/pescador, mientras que las unidades de pesca comercial pequeñas (COM_P) presentan una CPUE de 10 kg/día/pescador.

La estructura de costos es similar a la encontrada en otras regiones de la Amazonía, donde el principal gasto es la mano de obra, seguido por el costo de alimentación y hielo (Almeida *et al.* 2001). Tal vez, porque las distancias son más largas en la Amazonía brasileña el costo de combustible sea el segundo más importante, mientras que para la flota de Riberalta representa el quinto en importancia.

Las unidades de pesca comercial de Riberalta generan un ingreso bruto por venta de pescado entre 1.44 y 2.13 \$US por cada dólar gastado en la faena de pesca, mientras que las unidades de pesca indígena generan un ingreso entre 1.36 y 1.47 \$US por cada dólar gastado en la faena de pesca y envío de pescado. Las unidades de pesca de menor porte son más eficientes en cuanto a la relación ingreso/costo que las de mayor porte, principalmente porque ambas utilizan el método de riesgo compartido para el pago a la tripulación (pago por pescador entre 1 a 2 Bs por kg desembarcado).

En términos de rentabilidad, cada dueño de unidad de pesca comercial de mediano porte percibe anualmente una utilidad aproximada entre 4 544 y 5 205 \$US (de 48 a 95% en relación a la inversión), lo cual representa una ganancia mensual aproximada de 750 \$US (de seis a siete meses por año). Mientras tanto, cada dueño de unidad de pesca indígena de envíos muy frecuentes (IND_MF) percibe una utilidad anual aproximada de 1 314 \$US (119% de la inversión), lo cual representa una ganancia mensual aproximada entre 100 y 130 \$US por ocho o más meses al año.

Sin embargo, los dueños de las unidades de pesca tanto comercial como indígena atraviesan por constante falta de capital, debido a que utilizan las ganancias generadas por la pesca en el sustento familiar y no así en la reinversión del capital. Esto deriva en prácticas antiguas con los comerciantes de pescado de continuos préstamos para la adquisición de activos y adelantos para la compra de insumos para realizar las faenas de pesca, generando relaciones de dependencia y precios bajos por kg de pescado.

En términos de remuneración de la tripulación, cada pescador de las unidades de pesca comercial percibe en promedio 180 \$US/mes por seis a siete meses al año (aproximadamente 1.4 del salario mínimo nacional), similar a lo que ocurre en otras zonas de la Amazonía como Santarém. Mientras que cada pescador indígena que envía constantemente pescado (IND_MF) solo percibe en promedio 50 \$US/mes por 10 meses al año (aprox. 0.7 del salario mínimo nacional), muy por debajo de lo que ocurre en otras zonas.

En la región de Santarém, los barcos comerciales más grandes no son mucho más productivos que los pequeños, porque el sistema de pesca es basado en la captura a partir de la pesca activa en canoas (Almeida *et al.* 2001), así el barco (por lo general tipo zapato) sirve como área de almacenamiento y no participa en la pesca activa. Eso también es bastante similar en la región de Riberalta.

Una segunda gran diferencia con las pesquerías en la Amazonía peruana y brasileña es la composición de los desembarques. Mientras que en Brasil el paiche (arapaima) sólo contribuye en un porcentaje mínimo a las capturas, habiendo sido sobre-pescado en las últimas décadas (Ruffino & Roubach 2009; Castello *et al.* 2011), en la Amazonía boliviana, donde ha sido introducida desde Perú, esta especie es actualmente predominante en las capturas.

El paiche, observado por primera vez en Bolivia a principios de los años 80, ha llegado a ser una importante fuente de ganancias, representando el 60% del volumen desembarcado en Riberalta durante el año de estudio. Estudios de su medio natural sugieren que el paiche tiene preferencias carnívoras, lo cual, en algunas zonas de la cuenca, podría tener efectos negativos sobre otras especies de peces.

Fuertemente capturado en la Amazonía brasileña, el paiche ha sufrido un colapso y se ha convertido en una de las especies más amenazadas (ver Rosa & Lima 2008). El Estado de Amazonas tiene prohibida la pesca de paiche a partir de 1996 hasta el presente (Portaria n. 8 de 2 de febrero de 1996), siendo permitida su captura apenas en áreas que son manejadas o que provengan de cultivos (Amaral & De Almeida 2013; Arantes *et al.* 2013). Sin embargo, el manejo de pesca no ha traído como consecuencia mejores precios para el paiche que proviene de planes de manejo, más por el contrario, se ha creado la oportunidad para la comercialización ilegal del paiche en el Estado de Amazonas, donde la pesca sin manejo está prohibida (Cavole *et al.* 2015).

En Bolivia, para los pescadores comerciales de Riberalta, residentes de la región urbana, el paiche se ha tornado en la principal especie de captura. Actualmente esta especie está sujeta a una presión pesquera considerable y posiblemente se llegará a sobreexplotar en

algún momento, por lo cual, se torna necesario un sistema de manejo para no afectar el estado poblacional de la especie. Urge la elaboración de planes de manejo que equilibren entre los beneficios económicos generados por una explotación sustentable y la mitigación de impactos de esta especie introducida sobre la ictiofauna nativa. Sin embargo, el paiche habita en un gran número de lagunas situadas en los TIOCs, con comunidades dispersas y aisladas, situación que dificulta la gestión pesquera comunal.

En los últimos años se han presentado conflictos entre los pescadores indígenas y los pescadores comerciales, conflictos que suelen girar alrededor del acceso al recurso pesquero en las lagunas ubicadas dentro los TIOCs. Actualmente se ha dificultado el acceso de los pescadores comerciales a las lagunas ubicadas dentro los Territorios Indígenas Originarios Campesinos, en perjuicio de la pesca y consecuentemente en perjuicio del abastecimiento de pescado. La Constitución Política del Estado Boliviano (2009) reconoce que las autonomías indígenas-originarias-campesinas pueden ejercer la competencia exclusiva de gestión y administración de los recursos naturales renovables en su territorio, artículo que ha sido interpretado por los pescadores indígenas como aprovechamiento exclusivo de los recursos, lo que ha dado lugar a que los comunarios impidan el ingreso de los barcos comerciales a las lagunas de los TIOCs, o que las comunidades indígenas y campesinas realicen cobros por kg de pescado a los pescadores comerciales, sin ningún tipo de regulación. Otros interpretadores de la legislación señalan que los peces y otros seres acuáticos pertenecen al dominio del Estado y que el acceso a los recursos hidro-biológicos está permitido a todos los ciudadanos bolivianos. Este contexto, en suma, refleja la necesidad de promulgar una nueva legislación pesquera a nivel nacional que incorpore los nuevos mandatos constitucionales.

Así mismo, se presentan conflictos entre pescadores y comerciantes de pescado. Por lo general, los conflictos se deben al bajo precio pagado a los pescadores por kg de pescado y el grado de dependencia económica entre ambos actores, debido a la falta de capital de los pescadores y los constantes préstamos y adelantos realizados por los comerciantes.

Se espera que el presente estudio brinde insumos que permitan un debate con argumentos sólidos entre los diversos actores de la cadena de valor del pescado de la Amazonía boliviana, y para la concertación de acuerdos entre las partes. Así mismo, se espera aportar a la valorización de la actividad pesquera y a la incidencia en políticas públicas que favorezcan al sector pesquero.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Jeffery Bentley por la lectura y comentarios a una versión anterior del texto. Se agradece a Sebastián De la Fuente por el procesamiento de datos y a Adalid Argote, Federico Machicao, Alfredo Arteaga, Selin Trujillo (ASOPESAR) y Lesdy Antezana (ASOPRYC) por el levantamiento de datos del monitoreo y las entrevistas. El monitoreo, entrevistas, procesamiento de datos y análisis fueron realizados en el marco del proyecto "Seguridad alimentaria, pesca y piscicultura en la Amazonía boliviana" (Peces para la Vida I) implementado por la Asociación Faunagua, Agua Sustentable y World Fisheries Trust (Canadá) y financiado por IDRC (CIFSRF). Agradecimiento a Blanca Vega por la ayuda en la elaboración del mapa.

REFERENCIAS

Almeida OT, McGrath DG, Ruffino ML (2001) The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. *Fisheries Management and Ecology*, 8: 253-269.

Amaral E, De Almeida O (2013) Produtividade e eficiência econômica da pesca de pirarucu (*Arapaima gigas*) nas áreas de manejo das Reservas Amanã e Mamirauá. pp. 151-162. Em: Ellen Amaral. (Ed.). *Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan-Amazônia*. 1ed. Tefe: IDSM, v. 1.

Arantes CC, Castello L, Cetra M, Schilling A (2013) Environmental factors affecting the distribution of arapaima in floodplains of the Amazon. *Environmental Biology of Fishes*, 96: 1257-1267.

Barthem R (1995) Development of commercial fisheries in the Amazon basin and consequences for fish stocks and subsistence fishing. In: Clusener-Godt, Sachs E (Eds.). *Brazilian perspective on sustainable development of the Amazon region*. Paris: Unesco and Parthenon Publishing, 311 p.

Barthem R (1999) A pesca Comercial no Médio Solimões e sua interação com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. pp. 72-107. Em: Queiroz H., Crampton W. (Eds.). *Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*, Brasília: Sociedade Civil do Mamirauá-CNPq.

Batista VS, Petrere Jr M (2007) Spatial and temporal distribution of fishing resources exploited by the Manaus fishing fleet, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67 (4): 53-66.

Bombin L, Mena A, Salas R, Salinas F, Lino F, Van Damme PA, Bravo N (2009). Diagnóstico de pesca continental y acuicultura en Bolivia. Anexo 1. En: Proyecto Mejoramiento de la legislación para la pesca y acuicultura en Bolivia (TCP/BOL/3101). Informe.

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.

Castello L (2007) A socio-ecological synthesis on the conservation of the pirarucu (*Arapaima*) in floodplains of the Amazon. PhD thesis, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse.

Castello L, Stewart DJ, Arantes CC (2011) Modeling population dynamics and conservation of arapaima in the Amazon. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21: 623-640.

Cavole LM, Arantes CC, Castello L (2015) How illegal are tropical small-scale fisheries? Data on arapaima from the Amazon. *Fisheries Research*, 168:1-5.

Coca Méndez C, Rico López G, Carvajal Vallejos FM, Salas Peredo R, Wojchiechowski JM, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte Amazónico de Bolivia: contribución de especies nativas y de una especie introducida (paiche *Arapaima gigas*). Editorial PIEB, La Paz, Bolivia. 106 p.

Da Silva Batista V, Isaac VJ, Fabrè NN, Alonso Gonzalez JC, Almeida OT de, Rivero S, De Oliveira Júnior JN, Ruffino ML, Da Silva CO, Saint-Paul U (2012) Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avaliação integrada. Brasília: Ibama/ProVárzea. 276 p.

FAO (2014) El estado mundial de la pesca y acuicultura; oportunidades y desafíos. FAO, Roma, Italia. 274 p.

Fernandez-Baca J (1998) Amazonian Fisheries: socio economic issues and management implications. London, IIED, Discussion Paper 98-02. 46 p.

MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios) (2005) Encuesta nacional de seguridad alimentaria en hogares rurales de municipios vulnerables: Departamento de Beni. Viceministerio de Asuntos Agropecuarios y Riego. Dirección General de Agropecuaria y Seguridad Alimentaria. Programa Mundial de Alimentos. Bolivia. La Paz. 47 p.

Pérez T, Zambrana V, Van Damme PA, Carolsfeld JA (2014) pp. 357-402. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de base de ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia. 470 p.

Rosa RS, Lima FTC (2008) Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. pp. 9-275. Em: Monteiro Machdo AB, Moreira Drummond G, Pereira Paglia A (Eds.). Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Vol. II, Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.

Ruffino ML, Roubach R (2009) A pesca e aquicultura na Amazônia brasileira. pp. 249-258. Em: Zamudo HB, Sierra Hernando CH, Onaindia Olalde M, Tarancón MA (Eds.). Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible en el siglo XXI. Editorial Unesco Etxea. 526 p.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rua A, Córdova L, Becerra P (2011) Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 249-292. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J. (Eds.). Los peces de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia. 490 p.

Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima* cf. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. Management of Biological Invasions, 6 (4): 375-383.

La cadena productiva del pescado en el norte de la Cuenca Amazónica de Bolivia

Julio Navia^{1,2}, Roxana Salas^{1,2}, Selva V. Montellano^{1,2}, Paul A. Van Damme^{1,2}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

²Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá.

INTRODUCCIÓN

La pesca es una de las principales actividades productivas en las tierras bajas de la Cuenca Amazónica boliviana. En Bolivia, el norte amazónico representa una de las regiones más importantes para la pesca, contribuyendo aproximadamente con 30% a la producción total en la cuenca amazónica (Van Damme *et al.* 2011). Dentro esta zona, la ciudad de Riberalta es uno de los puntos de desembarque más importantes (Coca Méndez *et al.* 2012; Rico López *et al.* 2014).

Carvajal-Vallejos *et al.* (2014) registraron en la cuenca amazónica de Bolivia 802 especies, de las cuales solo aproximadamente 80 especies tienen importancia en la pesca artesanal y de subsistencia (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011) y 30 tienen importancia en la pesca comercial, entre las cuales destacan el pacú (*Colossoma macropomum*), el surubí/pintado (*Pseudoplatystoma spp.*) y la yatorana (*Brycon amazonicus*), además la especie introducida paiche (*Arapaima gigas*).

Van Damme *et al.* (2011), basándose en datos colectados el año 2007, muestran que los volúmenes de paiche constituyen más del 50% de los desembarques en esta región norte. Por otro lado, estudios realizados en dos meses de época seca del año 2011 (Coca Méndez *et al.* 2012) demuestran que el volumen de paiche desembarcado por la flota pesquera comercial de Riberalta alcanzó el 77%, frente al desembarque de peces de especies nativas que alcanzó el restante 23%. En la misma época, pescado proveniente de los Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs) Cavineño y TIM II, fue desembarcado y estuvo constituido por 27% de paiche y 73% de especies nativas respectivamente. Estos datos demuestran la predominancia actual del paiche en los mercados.

El aprovechamiento de los recursos pesqueros, desde su captura hasta su destino final de consumo, abarca un conjunto de procesos que se realizan en cadena involucrando una importante fracción de pobladores de la cuenca amazónica boliviana, que incrementan sus ingresos trabajando como proveedores de bienes y servicios, como pescadores comerciales o indígenas, como procesadores de productos de pescado con valor agregado, o como comerciantes minoristas y mayoristas.

El presente estudio tiene por objetivo describir la cadena productiva del pescado en el norte de Bolivia mediante una estructura segmentada, con datos estandarizados que pueden ser actualizados periódicamente. El objetivo específico es generar una herramienta sencilla de análisis, que muestre los flujos de materiales e insumos, productos y capital, así como las interrelaciones que suceden entre los eslabones de la cadena, desde la extracción pesquera hasta el consumidor final. Esta herramienta facilitará el futuro monitoreo y análisis de cada uno de los eslabones que componen la cadena, las actividades económicas que se realizan en su interior y los actores que se involucran directa e indirectamente. Además permitirá dar seguimiento a los cambios en las utilidades económicas que generan las actividades de aprovechamiento del pescado a nivel de los diferentes eslabones de la cadena. Por esta razón, el análisis económico ha sido enfocado en los costos e ingresos unitarios de extracción, procesamiento y comercialización por kilogramo de pescado.

MÉTODOS

Marco conceptual

El marco conceptual fue adoptado íntegramente de Chávez Martínez (2012). Según este autor, la cadena productiva puede conceptualizarse como un sistema constituido por varios actores que desarrollan actividades y relaciones entre ellos para llevar un producto o conjunto de productos hasta los consumidores, pasando por una sucesión de operaciones de producción y comercialización en un entorno determinado. Algunos actores intervienen directamente en la producción, transformación y venta del producto, y otros se dedican a brindar servicios. Este conjunto de actores está sometido a la influencia del entorno, representado por varios elementos como las condiciones ambientales o las políticas. La estructura y dinámica de todo este conjunto de actores, acciones, relaciones, procesamientos y productos es lo que se conoce como cadena productiva, y cada grupo de actores con sus actividades y vinculaciones (proveedores, productores, procesadores, mayoristas, minoristas y consumidores) constituye lo que se conceptualiza como un eslabón de la cadena productiva. Bajo este

concepto, una cadena productiva estaría compuesta por eslabones, que reúnen a los proveedores de insumos básicos y servicios para la producción con sus procesos productivos, las unidades de comercialización mayorista y minorista, y los consumidores finales, todos conectados por los flujos de capital, materiales y de información. Es decir, los actores se vinculan entre sí para llevar el producto de un estado a otro, desde la producción hasta el consumo. La gran diversidad de actores que puede existir dentro de cada eslabón de una cadena productiva necesita incluir una segmentación (o estratificación) a través de la aplicación de varios criterios, para identificar los diferentes segmentos que los constituyen y se relacionan en la forma de flujos de determinados recursos. Desde el eslabón de los proveedores hasta el eslabón de los consumidores fluyen principalmente energía, materia prima e información. En la dirección contraria, desde el eslabón del consumidor hacia el eslabón de los proveedores, fluyen principalmente los recursos financieros e información, por lo que se puede deducir que los consumidores financian toda la cadena.

Cabe añadir que el contexto en que se desarrollan las cadenas productivas generalmente cuenta con una matriz de organizaciones (públicas, privadas y no-gubernamentales) que aportan diferentes tipos de productos y servicios a más de una cadena productiva, así como un conjunto de políticas, planes, programas, leyes y reglas que regulan su funcionamiento.

Dentro este marco conceptual y descriptivo, se identificaron en la cadena productiva del pescado del norte amazónico de Bolivia los eslabones de provisión de bienes y servicios, de consumo y mercados, de producción pesquera, y de procesamiento del pescado y de comercialización de carne fresca y productos de transformación, los cuales han sido segmentados según las actividades económicas que se realizan en su interior.

El eslabón de provisión de bienes, materiales e insumos y de servicios ha sido considerado transversal a los demás eslabones de la cadena. El desarrollo de las actividades para la producción y venta de carne fresca y productos de pescado en todos y cada uno de ellos, en mayor o menor grado, depende de las provisiones.

El eslabón de producción pesquera aglutina las actividades de extracción, eviscerado y lavado de diferentes especies de peces de los ríos, lagunas y arroyos, para obtener pescado con fines comerciales o de subsistencia. De acuerdo a las especies extraídas, estas actividades pueden variar en cuanto al eviscerado y limpieza del producto. En este eslabón no se considera la producción piscícola en virtud a que es aún incipiente en la zona norte de la cuenca amazónica boliviana.

Dentro el eslabón de procesamiento del pescado, se han identificado tres segmentos de actividad económica productiva. El primero tiene como principales actividades el pelado, deshuesado y fileteado para la obtención de filetes y trozos de carne fresca, que son los productos de pescado con mayor demanda en el mercado local y nacional. El segundo segmento agrupa por una parte la producción de hamburguesas, milanesas y chorizos de carne cruda que se comercializan en los centros urbanos de la región y, por otra parte, la elaboración y venta de comidas en base a carne de pescado, que son de consumo mayor.

El eslabón de comercialización y distribución de carne fresca y productos de pescado está conformado por dos segmentos: uno de ventas al por menor en el mercado local y otro de ventas al por mayor, que en gran parte se realizan hacia ciudades en el interior del país.

Colecta de datos

El estudio de la cadena productiva del pescado en el norte amazónico se ha basado en la recopilación, selección, procesamiento y análisis de información primaria, obtenida a través de una serie de actividades de investigación realizadas en los TIOCs Chácobo-Pacahuara, Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II. Los territorios se sobreponen con los municipios de Riberalta, Reyes, Guayaramerín y Exaltación de las provincias José Ballivian, Vaca Diez y Yacuma del departamento del Beni, y con el municipio San Lorenzo, provincia Madre de Dios del departamento de Pando (TIM II).

Se ha utilizado información generada durante tres talleres realizados en la ciudad de Riberalta, que es considerada como el puerto de desembarque pesquero más importante del norte de la cuenca amazónica boliviana,

con los principales actores directos e indirectos del sector pesquero, representantes de la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CIRABO), Federación Única de Pescadores y Comercializadores del Norte Amazónico de Bolivia (FEUPECOPINAB), Gobierno Municipal de Riberalta, Servicio Departamental Agropecuario del Beni (SEDAG), Universidad Autónoma del Beni (UAB), Escuela Militar de Ingeniería (EMI), organizaciones de comercializadores mayoristas y minoristas, mercado Abasto, asociaciones de pescadores, transportistas y proveedores. El primer taller contó con 46 participantes (24 hombres y 22 mujeres) y el segundo con 106 personas (72 hombres y 34 mujeres). El tercer taller de construcción de la cadena productiva del pescado, desde la visión indígena, se realizó con la participación de técnicos y representantes de la CIRABO y 45 representantes indígenas (31 hombres y 14 mujeres) de comunidades pesqueras de los TIOCs Cavineño, Chácobo-Pacahuara, Tacana-Cavineño y TIM II (Figura 1).

Asimismo, se han extraído y procesado datos primarios generados durante 10 talleres comunales, llevados a cabo en los cuatro TIOCs con 252 participantes (152 hombres y 100 mujeres). De igual forma, se ha seleccionado y utilizado información primaria proveniente de 127 entrevistas sobre la percepción de la pesca, aplicadas a pescadores indígenas comerciales y de subsistencia: 37 del TIOC Cavineño, 36 del TIOC Chácobo-Pacahuara, 33 del TIOC Tacana-Cavineño y 21 del TIOC Multiétnico II (TIM II).

Para la determinación de la cadena productiva del pescado, también se ha utilizado datos secundarios existentes en literatura especializada, publicaciones e informes de investigaciones y estudios de campo en la cuenca amazónica y sus zonas de influencia, generados por expertos profesionales y técnicos nacionales e internacionales. Entre las fuentes de datos secundarios de mayor riqueza, de las que se ha extraído y recopilado información técnica y conceptual sobre la cadena del pescado, citamos principalmente el estudio de Rico López *et al.* (2014). Este trabajo describe la tecnología y medios de captura que se utilizan para la producción pesquera en la región amazónica de Bolivia.

RESULTADOS

Análisis del eslabón de la producción pesquera

Descripción general

La extracción pesquera se conceptualiza como el esfuerzo organizado para la captura de peces empleando diversos materiales y aparejos, y utilizando diferentes métodos y artes de pesca según la zona o área donde se realiza. En función a sus características y la finalidad de la actividad extractiva, se la clasifica en comercial y no comercial.

En la extracción comercial, el pescado capturado no solamente se destina para el comercio propiamente dicho, sino también para el procesamiento o la transformación en productos específicos. En el norte amazónico de Bolivia, la pesca comercial es realizada a nivel artesanal por pescadores urbanos en mayor escala, y por pescadores indígenas y campesinos en menor escala.

La extracción no comercial principalmente se realiza con fines de consumo doméstico o de subsistencia y es practicada mayormente por pescadores indígenas con técnicas que han permanecido casi inalteradas en las últimas décadas y son una expresión de cultura y tradiciones de sus comunidades originarias.

La producción pesquera en el norte de la cuenca amazónica boliviana está determinada por el conjunto de actividades económicas que se realizan en dos segmentos productivos consecutivos: la extracción de las diferentes especies de peces comerciales existentes en los ríos, lagunas y arroyos y el eviscerado y lavado del pescado capturado. Este producto extraído constituye la base sobre la cual se desarrollan los otros eslabones de la cadena productiva del pescado.

Áreas de pesca y principales lugares de desembarque

La pesca en el norte de la cuenca amazónica boliviana se realiza en los ríos Madre de Dios, Beni y afluentes, así como en los arroyos y lagunas que se encuentran en sus planicies de inundación (Figura 1). El río Madre de Dios y las lagunas Tres Islas, El Carmen, Venecia, El Mentiroso y San Luis se destacan como prin-

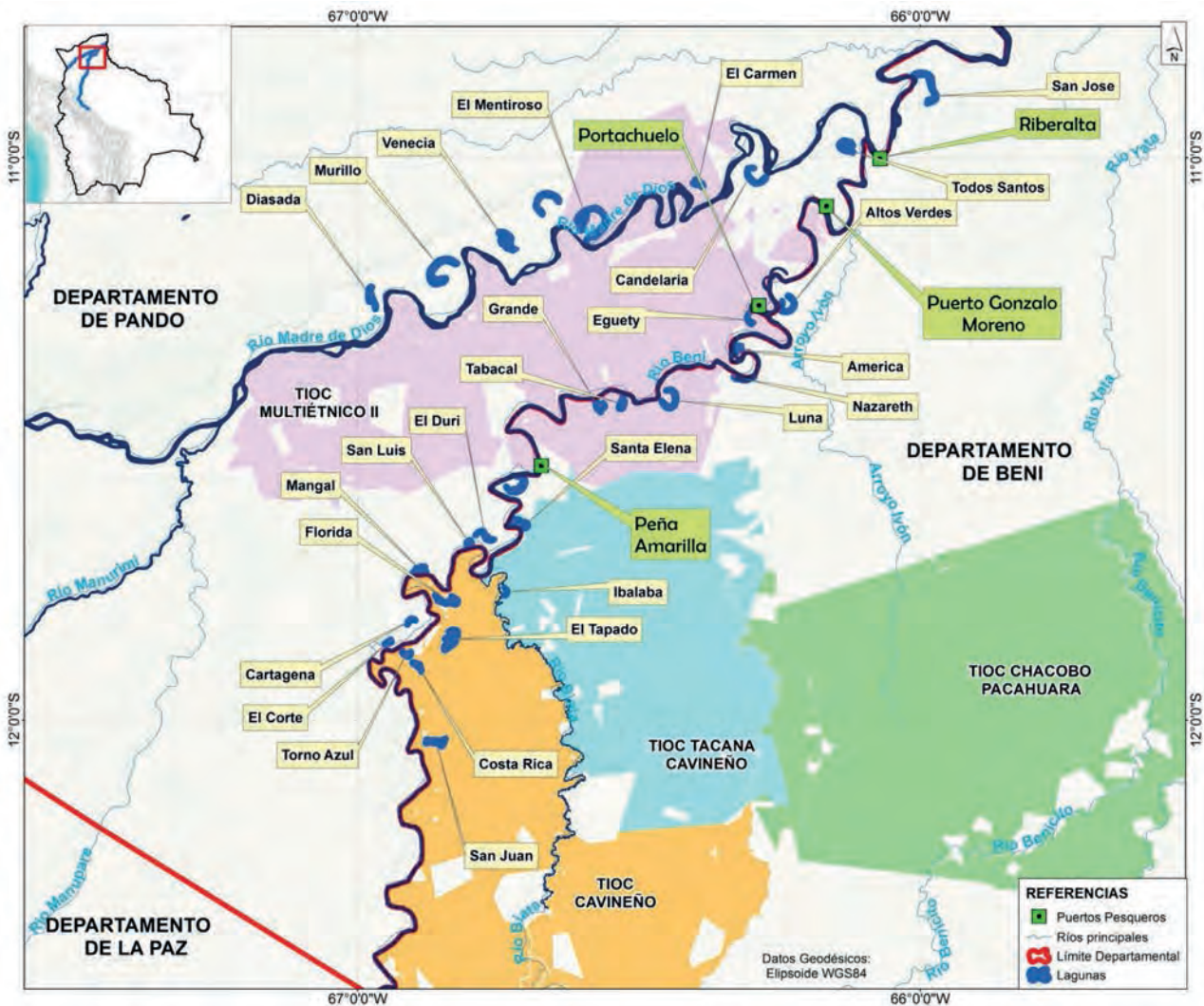


Figura 1. TIOCs, áreas de pesca y principales puertos de desembarque en el norte amazónico

principales fuentes naturales para la pesca realizada por parte de los habitantes del TIOC TIM II. Las comunidades pesqueras que constituyen los puertos de desembarque de mayor importancia en la subcuenca son Chorrillos, Sena, Conquista, Maravilla, El Carmen, Candelaria, San Luis y Trinidadito.

El río Beni y sus afluentes Biata y Geneshuaya, el arroyo Ivón y las lagunas Verde, Flor de Octubre, 27 de Mayo, Candelaria, El Carmen y Nazaret, son cuerpos de agua dentro los TIOCs Cavineño, Tacana-Cavineño y TIM II donde pescadores urbanos e indígenas realizan la pesca comercial y de subsistencia. En la subcuenca del río Beni, la ciudad de Riberalta se constituye como el principal puerto pesquero y se consideran puntos importantes de desembarque las comunidades Puerto Gonzalo Moreno, Portachuelo, Chorro, Florida

y Peña Amarilla, entre otras (Figura 1).

Los ríos Yata y Benicito de la cuenca del río Mamoré, son las principales fuentes de pesca para pobladores indígenas del TIOC Chacobo-Pacahuara.

Actores directos

Los actores que intervienen de forma directa en la producción pesquera, por una parte, están relacionados a la provisión de bienes y servicios para la pesca, y por otra, a la extracción y preparación de pescado para la venta. Se ha considerado a la intermediación comercial del producto pesquero como actividad de provisión de materia prima en los eslabones de procesamiento y/o comercialización de la cadena productiva.

Cuadro 1. Proveedores de bienes, materiales e insumos para la pesca por estratos en Riberalta (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios de talleres participativos).

Estrato	Bienes, materiales e insumos que proveen	Cantidad
Proveedores de embarcaciones	Embarcaciones tipo pontón, casco, canoa y chalupa, cajas de madera y remos	5
Proveedores de artes de pesca	Mallas de cerco, arrastre y agallera, espinel, lancera, trampera, tarrafa, arpón, anzuelo y lineada	4
Proveedores de equipos y herramientas	Motores fuera de borda y estacionarios, cocina a gas, repuestos y accesorios, garrafa GLP, herramientas mecánicas y eléctricas	7
Proveedores de útiles y enseres	Soga, paños de malla, hilo perlón en carrete, plomo, bogas, bañadores, baldes y bidones de plástico, salvavidas, ponchos de agua, carpa, hule, linterna, pilas, machete, cuchillo, afilador, ollas, caldera y menaje de cocina, termos de plastroformo	11
	Hielo en barras	3
Proveedores de materiales e insumos	Gasolina, diésel, aceites, lubricantes y gas (GLP)	9
	Alimentos y víveres, coca y lejía, bolsas plásticas, agua, refrescos y alcohol (embotellados), hielo en bolas	15

Los proveedores de bienes desarrollan sus actividades económicas en la provisión de bienes para la producción como embarcaciones, equipos, herramientas, accesorios, útiles y artes de pesca, así como en el surtido de materiales e insumos para la pesca (Cuadro 1).

La estimación cuantitativa de 54 unidades comerciales de proveedores que muestra el Cuadro 1 corresponde a una somera apreciación expresada por pescadores urbanos e indígenas en los talleres participativos. Esta información primaria referencial permite asumir que la provisión de bienes, materiales e insumos para la pesca involucra a más de 150 personas del norte del departamento del Beni.

Los proveedores de servicios trabajan en el

rubro de transporte utilizando motocicletas y vehículos livianos, en la reparación y mantenimiento de bienes de producción pesquera, en la provisión de mano de obra y servicios personales y en la prestación de servicios financieros para capital de inversión y operación a nivel público y privado. El Cuadro 2 detalla los proveedores y tipos de servicios que se dan por estratos.

Considerando las opiniones de actores locales como una base referencial para estratificación y estimación cuantitativa, se puede asumir que la prestación de servicios para la producción pesquera involucra a más de 300 personas del norte amazónico. De esta cifra 90% trabajan en forma individual y el restante 10% pertenece a unidades económicas, que en notable mayoría realizan servicios financieros.

Cuadro 2. Proveedores de servicios por estratos en el norte de la cuenca amazónica boliviana (Fuente: Elaboración propia en base a información primaria obtenida en talleres participativos).

Estrato	Servicios que prestan
Servicios de transporte	Transportistas independientes o asociados que realizan transporte de personas y cargas menores en motocicleta, y transporte de bienes de producción, equipos, hielo, combustibles y otras cargas medianas en vehículos livianos
Servicios de mantenimiento y reparaciones	Constructores y carpinteros que realizan mantenimiento y reparación de embarcaciones de todo tipo y cajas de madera, artesanos que manufacturan y reparan mallas y artes de pesca, y técnicos que reparan y hacen mantenimiento de motores, equipos, accesorios y herramientas mecánicas y eléctricas
Servicios personales y mano de obra	Pescadores, motoristas, estibadores, cocineros y ayudantes
Servicios financieros	Bancos, cooperativas y entidades de crédito, prestamistas particulares y casas comerciales

Los productores pesqueros, que son actores directos de la extracción pesquera y el eviscerado y lavado del pescado capturado para fines comerciales, son pescadores, que se caracterizan por tener un profundo conocimiento de la actividad, las zonas potenciales de pesca y las principales especies de explotación comercial y autoconsumo. Su conocimiento fue adquirido a partir de saberes y experiencias transmitidas y aplicadas generacionalmente por tradición familiar.

Generalmente, los mismos pescadores planifican, organizan y desarrollan las faenas de pesca, tomando a su cargo la preparación de la embarcación y materiales, que constituye la unidad de pesca (UDP). También, se ocupan de la provisión de materiales e insumos para las capturas y la contratación de servicios y de personal. Cada UDP tiene un responsable, que administra y lidera las operaciones de captura, eviscerado y lavado del pescado participando activamente durante toda la faena. Se encarga además de la entrega o venta del producto pesquero y la cobranza.

A través de entrevistas con actores clave del sector pesquero urbano, periurbano e indígena, se conoce que actualmente 772 pobladores tienen como actividad principal la pesca comercial, de los cuales 393 son pescadores que radican en las ciudades y pueblos de los municipios de Riberalta y Guayaramerín y 379 son pescadores indígenas que viven en comunidades de los TIOCs. El Cuadro 3 detalla la cuantificación de los pescadores y las fuentes de información utilizadas para la identificación.

Los pescadores urbanos y periurbanos operan principalmente en el canal principal de los ríos Madre de Dios y Beni, con marcada tendencia a incursionar en lagunas sobre sus cuencas. Su material y su técnica está especializada en la captura de paiche como objetivo principal, sin dejar de extraer otras especies nativas ocasionalmente.

Los pescadores indígenas realizan la actividad extractiva en los cuerpos de agua cercanos a sus comunidades. Emplean unidades de pesca que normalmente no cuentan con motor de cola o fuera de borda y se limitan al uso de remos. Generalmente, estos productores pesqueros efectúan faenas con duración menor a dos días, enfocadas principalmente en la captura de especies nativas de tamaño mediano y pequeño.

Actores indirectos

Las autoridades públicas departamentales, municipales y las organizaciones sociales, como actores indirectos de la producción pesquera, principalmente cumplen un rol de fiscalización y control de la actividad pesquera, para su desarrollo de acuerdo a leyes, reglamentos y normativas emitidas por los gobiernos nacional, departamental y municipal.

El Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), en representación de la autoridad departamental, ejerce el control y fiscalización de la pesca mediante el registro y carnetización de pescadores y la otorgación de autorizaciones para la extracción de peces. Esta actividad la realiza en coordinación con

Cuadro 3. Cantidad estimada de pescadores del norte amazónico de Bolivia (situación en el año 2015) (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios extractados de entrevistas).

Lugar	Cantidad	Fuentes de información
Guayaramerín	137	Entrevistas a pescadores de Cachuela Esperanza y Guayaramerín
Riberalta	256	Entrevistas a representantes de asociaciones de pescadores comerciales de Riberalta
TIOC Chácobo-Pacahuara	89	Entrevistas a pescadores de las comunidades indígenas Firmeza, Siete Almendros y Las Petas
TIOC Multiétnico II (TIM II)	171	Entrevistas a pescadores de las comunidades indígenas Santuario, Flor de Octubre, 27 de Mayo, Lago el Carmen y Trinidadico
TIOC Tacana-Cavineño	64	Entrevistas a pescadores de las comunidades indígenas Alta Gracia, Tablero, Santa Elena del Lago y Carmen Alto
TIOC Cavineño	55	Entrevistas a pescadores de las comunidades indígenas Candelaria, Baketi, Lago Buena Vista, Triunfo, Buen Destino y Santa Rosa de Florida

la Federación Única de Pescadores, Comercializadores y Piscicultores del Norte Amazónico de Bolivia (FEUPECOPINAB) que es la principal organización social del sector pesquero que representa a la mayoría de las asociaciones de productores y comercializadores de carne de pescado del norte amazónico del país. También, está incluida la Central Indígena de la Región Amazónica de Bolivia (CI-RABO), que es la mayor y más importante organización de los pueblos indígenas del territorio amazónico, y aglutina a todas las capitanías y comunidades de los TIOCs Cavinéño, Tacana-Cavinéño, Chácobo-Pacahuara y TIM II.

La oficina de sustancias controladas, dependiente del Viceministerio de Defensa Social del Estado, es la instancia pública que emite la autorización para la compra y traslado de combustible que los pescadores deben obtener para cada faena pesquera.

Las capitanías de puerto, como instancias operativas nacionales de control de navegación dependientes de la Fuerza Naval de Bolivia, emiten las autorizaciones de zarpe y atraco de embarcaciones pesqueras a nivel local, en coordinación con las subgubernaciones provinciales y los gobiernos municipales de la región norte de la cuenca amazónica boliviana.

Los presidentes y directivos de las comunidades indígenas en cuyas jurisdicciones están ubicados los cuerpos de agua donde pescadores urbanos y periurbanos realizan la pesca comercial, son las instancias de fiscalización y control local que registran y administran las retribuciones económicas por las cantidades de pescado que se extrae de sus territorios.

Especies en la pesca comercial y estimación de volúmenes de captura

El volumen de producción pesquera en el norte del departamento del Beni ha sido estimado durante talleres con informantes clave realizados en Riberalta en el año 2015 (Cuadro 4). Como datos de línea base para el análisis participativo, se han seleccionado los volúmenes de captura provenientes de pescadores urbanos e indígenas según los registros de descarga de las unidades pesqueras en los puertos de Riberalta y comunidades rurales (Rico López *et al.* 2014), con el propósito de identificar las especies de mayor interés comercial de producción pesquera y las cantidades de extracción en el área de estudio. El Cuadro 4 refleja los mencionados datos estimados de pesca y proveniencia.

Según el Cuadro 4, el 92.1% (857.77 t/año) del volumen total de extracción anual de pescado con alto interés comercial (931.87 t/año) proviene de la captura realizada por pescadores urbanos y el 8.0% restante (74.10 t/año) proviene de pescadores indígenas.

Asimismo, el mismo Cuadro indica que el paiche es la especie con mayor contribución a la producción pesquera en virtud de que, de 931.87 toneladas de captura anual estimada para el comercio, el paiche representa 742 t/año (79.62%). La contribución de esta especie introducida es notablemente mayor a los volúmenes de pacú y surubí que alcanzan a 115.82 y 74.05 toneladas por año (12.43 y 7.95% respectivamente). Cabe mencionar que el Cuadro no incluye especies de menor interés comercial. Los volúmenes estimados de captura que se muestran en el Cuadro 4 por especies y estratos de pesca pueden te-

Cuadro 4. Principales especies de pesca comercial y volúmenes estimados de captura para la flota pesquera en Riberalta en el año 2015 (Fuente: Elaboración propia de acuerdo a insumos obtenidos durante talleres con actores clave). Los datos presentados son estimaciones basadas en insumos de talleres y no son validadas por estadísticas pesqueras.

Principales especies de peces del norte amazónico		Volumen estimado de captura (t/año)		
Nombre común	Nombre científico	Pesca	Pesca	Volumen
		comercial	Indígena	Total
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>	695.84	46.16	742.00
Pacú/tambaquí	<i>Colossoma macropomum/Piaractus brachypomus</i>	99.75	16.07	115.82
Surubí	<i>Pseudoplatystoma spp.</i>	62.18	11.87	74.05
TOTAL		857.77	74.10	931.87

Cuadro 5. Tipos de unidades de pesca (UDP) en Riberalta (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios de taller con la FEUPECOPINAB).

Denominación para análisis de la inversión	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Número promedio de tripulantes en unidad de pesca	2	3	5
Tiempo aproximado de duración de la faena (días)	5	10	15
Volumen aproximado de captura (kg)	300	600	1 200

ner un amplio margen de error, debido a que corresponden a opiniones y apreciaciones espontáneas de 197 actores locales del sector pesquero. Sin embargo, constituyen un importante dato referencial para fines de evaluación de tendencias.

Análisis económico por faena de pesca

Las actividades de producción pesquera tienen como punto de partida la provisión de bienes, materiales e insumos para la pesca y la contratación de servicios y de personal. Estos constituyen el capital de inversión y operación sobre cuya base se calculan los costos de extracción de pescado con fines comerciales.

Primero realizamos una estimación de la inversión en bienes para la pesca. Constituyen el capital de inversión las adquisiciones de embarcaciones, chalanas, canoas y chalupas como medios de transporte fluvial, así como los equipos, herramientas mecánicas, artes de pesca, accesorios, útiles y enseres que se utilizan como instrumentos de captura en las zonas pesqueras.

El análisis del valor promedio de las inversiones para la producción pesquera considera tres tipos de unidades de pesca comercial, tomando como variables estándar la capacidad de transporte fluvial de la embarcación

en función a las dimensiones y equipamiento necesarias para la obtención de 300, 600 y 1 200 kilogramos de pescado (Cuadro 5). El número de tripulantes que se requieren en cada caso es de dos, tres y cinco pescadores. El tiempo de duración por faena es de aproximadamente cinco, 10 y 15 días para lograr los mencionados volúmenes de captura.

La clasificación hipotética estandarizada o tomada como promedio referencial de los tres tipos de unidades de pesca según su capacidad ha sido asumida en base a información primaria obtenida de actores clave del sector pesquero y corroborada por Coca Méndez *et al.* (2012) y Rico López *et al.* (2014). Estos autores indican que los registros de desembarque pesquero corresponden a la operación de 42 unidades de pesca comercial, de las cuales ocho tienen capacidad de almacenamiento y transporte mayor a 1 000 kilogramos de pescado, 23 están dentro una amplitud que va de 500 a 1 000 kg de capacidad y 11 UDP tienen capacidad entre 200 y 500 kg.

Considerando que cada UDP debe estar equipada con motores (central o fijo y de cola o fuera de borda), remos, cajas para transporte de hielo y pescado, y debe contar con las herramientas, accesorios, útiles y enseres indispensables para la extracción pesquera y el eviscerado, se detallan, en el Cuadro 6, los valores de inversión estimados para desarrollar

Cuadro 6. Montos y porcentajes de inversión estimada por tipo de Unidad de Pesca (UDP) en Riberalta, con base en datos colectados en 2015 (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios y secundarios del sector pesquero).

Ítem de Inversión	UDP Tipo A		UDP Tipo B		UDP Tipo C	
	Bs	%	Bs	%	Bs	%
Embarcación Equipamiento	6 800	53.59%	17 200	59.62%	42 700	67.41%
Aparejos y Artes de Pesca	2 400	18.91%	6 800	23.57%	13 000	20.52%
Herramientas y Accesorios	2 250	17.73%	2 550	8.84%	2 950	4.66%
Útiles y Enseres	1 240	9.77%	2 300	7.97%	4 690	7.40%
Total inversión por UDP en Bs	12 690		28 850		63 340	

Cuadro 7. Valores estimados de depreciación o reposición por tipo de UDP por faena (Elaboración propia basada en insumos colectados durante talleres).

Reservas por depreciación / reposición	Tipo A (Bs)	Tipo B (Bs)	Tipo C (Bs)
Depreciación embarcación y equipamiento	30	140	512
Depreciación aparejos y artes de pesca	19	104	308
Depreciación herramientas y accesorios	10	27	38
Reposición útiles y enseres	17	63	193
Total reservas depreciación/reposición	76	334	1 051

las mencionadas actividades, tomando como base el detalle de los ítems de inversión del Cuadro 1, que detalla los proveedores de bienes, materiales e insumos para la pesca por estratos.

En resumen, el capital de inversión en bienes de producción pesquera, estimado a partir de una clasificación de las unidades de pesca comercial (UDP) según la capacidad promedio de almacenamiento y transporte de hielo y pescado capturado que tienen, alcanza los siguientes valores:

- i) Capacidad 1 000 kg de hielo – 1 200 kg de pescado, inversión 63 340 Bs
- ii) Capacidad 450 kg de hielo – 600 kg de pescado, inversión 28 850 Bs
- iii) Capacidad 150 kg de hielo – 300 kg de pescado, inversión 12 960 Bs

Procedemos ahora a una estimación del costo

de producción pesquera. El capital de operación para la producción pesquera corresponde a la sumatoria de los costos directos por conceptos de pago a los pescadores y ayudantes, compra de hielo, combustible, alimentos, gastos de transporte de materiales, mantenimiento de embarcación, equipos y artes de pesca, pago de derecho de zarpe, retribución económica a las comunidades de 1 Bs/kg de pescado extraído, y otros gastos operativos que se deben realizar en cada una de las faenas de captura.

El costo indirecto que generan las inversiones por depreciación y reposición de los activos adquiridos ha sido calculado considerando los años de vida útil del bien y el valor residual y/o de reposición a la conclusión de su tiempo contable de uso. Estos montos estimados por día han sido multiplicados por los días de faena establecidos para cada tipo de UDP y son los datos promedio que se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 8. Estimación de costos por kilogramo de pescado capturado por pescadores urbanos y periurbanos de Riberalta, por faena y por tipo de unidad de pesca (UDP) en 2015 (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios obtenidos en talleres participativos con pescadores urbanos y periurbanos que pertenecen a 13 asociaciones de la región).

Ítem de costo	UDP Tipo A		UDP Tipo B		UDP Tipo C	
	Bs	%	Bs	%	Bs	%
Alimentos y víveres	150	8.82%	300	6.84%	600	5.94%
Hielo	100	5.88%	300	6.84%	700	6.93%
Combustibles y lubricantes	270	15.87%	650	14.81%	1 310	12.96%
Otros materiales e insumos	90	5.29%	180	4.10%	320	3.17%
Gastos de personal	600	35.27%	1 800	41.01%	4 500	44.53%
Costos mantenimiento de activos	50	2.94%	100	2.28%	200	1.98%
Pago derecho de pesca a comunidades	300	17.64%	600	13.67%	1 200	11.87%
Gastos de transporte	40	2.35%	100	2.28%	200	1.98%
Derecho de zarpe en puerto	25	1.47%	25	0.57%	25	0.25%
Reserva depreciación/reposición activos	76	4.47%	334	7.61%	1 051	10.40%
Costo operativo total por faena	1 701		4 389		10 106	
Costo por kg de pescado extraído	5.6		7.3		8.4	

Cuadro 9. Estimación del costo promedio ponderado de captura de pescado por kilogramo (Fuente: Elaboración propia en base a datos secundarios de UDP que operan en la región amazónica (Coca Méndez *et al.* 2012; Van Damme *et al.* 2013) y cálculo de costos unitarios de producción pesquera por tipo de unidad de pesca).

Tipo de UDP según capacidad de almacenamiento y transporte	Cantidad estimada de UDP	Costo unitario de captura por UDP (Bs/kg)
Tipo C: 1 200 kg de pescado	8	8.4
Tipo B: 600 kg de pescado	23	7.3
Tipo A: 300 kg de pescado	11	5.6
PROMEDIO PONDERADO		7.1

Considerando las características de las unidades de pesca determinadas para el análisis, el Cuadro 8 detalla los costos de operación estimados por faena, en forma global y por kilogramo de pescado extraído.

El costo unitario de producción pesquera, calculado a partir del capital de operación por faena de pesca, según la capacidad de almacenamiento y transporte de pescado capturado, tiene los siguientes valores en Bs/kg de pescado extraído:

- i) Capacidad 1 200 kg, costo operativo 10 106 Bs; costo kg de pescado 8.4 Bs
- ii) Capacidad 600 kg, costo operativo 4 389 Bs; costo kg de pescado 7.3 Bs
- iii) Capacidad 300 kg, costo operativo 1 701 Bs; costo kg de pescado 5.6 Bs

La estimación del costo promedio por kilogramo de pescado capturado por pescadores urbanos y periurbanos de la región ha sido

realizada en base a los costos unitarios de producción pesquera calculados por tipo de UDP y considerando la cantidad de unidades de pesca que operan en la región según datos estadísticos de desembarque (Cuadro 9).

En base al cálculo estimativo anterior, se asume que la extracción de peces realizada por pescadores comerciales urbanos y periurbanos en el norte amazónico del departamento del Beni tiene un costo promedio de 7.1 Bs/kg de pescado capturado. En el Cuadro 10 se presenta la distribución de costos.

Bajo el mismo enfoque metodológico, se ha estimado el costo promedio por kilogramo de producción para las pesquerías indígenas. Se consideró que estos pescadores utilizan canoas y chalupas a remo o con motores de cola de baja potencia, que les permite extraer volúmenes de pescado en una amplitud que va desde 40 hasta 200 kg, en faenas que duran de uno a dos días y son realizadas por dos personas como máximo

Cuadro 10. Estimación del costo promedio unitario de captura de pescado (Elaboración propia)

Ítem de Costo	Costo Unitario	
	Bs/kg	%
Alimentos, materiales e insumos	0.74	10.51%
Hielo	0.48	6.78%
Combustibles y lubricantes	1.01	14.16%
Gastos de personal	2.97	41.89%
Costos mantenimiento de activos	0.16	2.22%
Pago derecho de pesca a comunidades	0.95	13.32%
Gastos de transporte	0.15	2.16%
Derecho de zarpe en puerto	0.04	0.52%
Reserva depreciación/reposición activos	0.60	8.44%
Costo unitario de pescado extraído	7.10	

Cuadro 11. Estimación de costos por kilogramo de pescado capturado por pescadores indígenas, por faena de dos días, en canoas o chalupas con dos tripulantes (Fuente: Elaboración propia en base a información primaria obtenida en talleres participativos realizados con pescadores indígenas de los TIOCs Cavineño, Tacana-Cavineño, Chácobo-Pacahuara y TIM II).

Ítem	Costo (Bs)	%	Costo Unitario
Alimentos e insumos	115	22.82%	0.95
Hielo	20	3.97%	0.17
Gasolina	30	5.95%	0.25
Gastos de personal	240	47.62%	2.00
Costos mantenimiento de activos	18	3.57%	0.15
Gastos de transporte	45	8.93%	0.38
Reserva por reposición activos	36	7.14%	0.30
Costo operativo total por faena	504		
Costo por kilo de pescado extraído	4.20		

(Cuadro 11). El costo promedio de producción pesquera indígena tiene un valor promedio de 4.20 Bs/kg de pescado capturado.

Si bien los productores pesqueros comerciales urbanos son propietarios de las embarcaciones y conexos, de los equipos, de las herramientas y artes de pesca, e incluso proveen o financian los materiales y contratan al personal, durante la faena realizan las mismas actividades que los pescadores o ayudantes que únicamente prestan el servicio y reciben igual remuneración, ya sea por jornal de trabajo diario de pesca o por kilogramo de pescado capturado.

Los ingresos que perciben los propietarios de bienes como retorno de sus inversiones en activos y/o capital de operación se obtienen de las utilidades que genera la venta de la producción pesquera o, alternativamente, con un porcentaje del volumen de pescado capturado. Ambas opciones de pago en dinero o producto generalmente son concertadas entre el responsable de la UDP y los tripulantes antes de iniciar la faena. Por otra parte, es importante considerar que los valores consignados por depreciación y reposición de activos, que se cargan como gastos fijos en los costos operativos por faena, se constituyen en las reservas que garantizan el mantenimiento de la inversión para sostenibilidad de la actividad pesquera.

Los anteriores datos permiten conocer el flujo de materiales y capital de la extracción pesquera. Los productos comerciales de la explotación pesquera son resultado de la ex-

tracción y tratamiento inicial que los pescadores urbanos e indígenas dan al pescado inmediatamente después de las capturas para evitar su deterioro. Este proceso consiste en un lavado con agua de río, arroyo o laguna y la preservación con hielo a bordo de la UDP hasta la descarga en los puntos de desembarque. Por el carácter artesanal de la propia pesquería en el norte amazónico, no existen condiciones de transporte con tratamiento en refrigeración, ni siquiera en las embarcaciones que tienen capacidad mayor a 1 000 kilogramos de volumen de captura.

Actualmente, puede considerarse al paiche como el producto pesquero de mayor interés comercial. Por el gran tamaño y peso que tiene es entregado a procesadores y comercializadores mayoristas como piezas, evisceradas, sin cabeza, cola, ni aletas, e incluso sin escamas. Cabe recordar que el paiche es una especie de escamas, cuyas dimensiones oscilan entre dos y tres metros de largo y puede pesar alrededor de 200 kg (Castello 2007; Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Por otro lado, el pacú y surubí, que son productos de la pesca de menor tamaño, son entregados por los pescadores a comercializadores minoristas principalmente, en piezas enteras con cabeza y piel, lavadas y evisceradas o en trozos medianos.

Las Figuras 2 y 3, que muestran los flujos de materiales y capital, ilustran la distribución de los costos unitarios de la producción pesquera en los segmentos de pesca comercial e indígena.

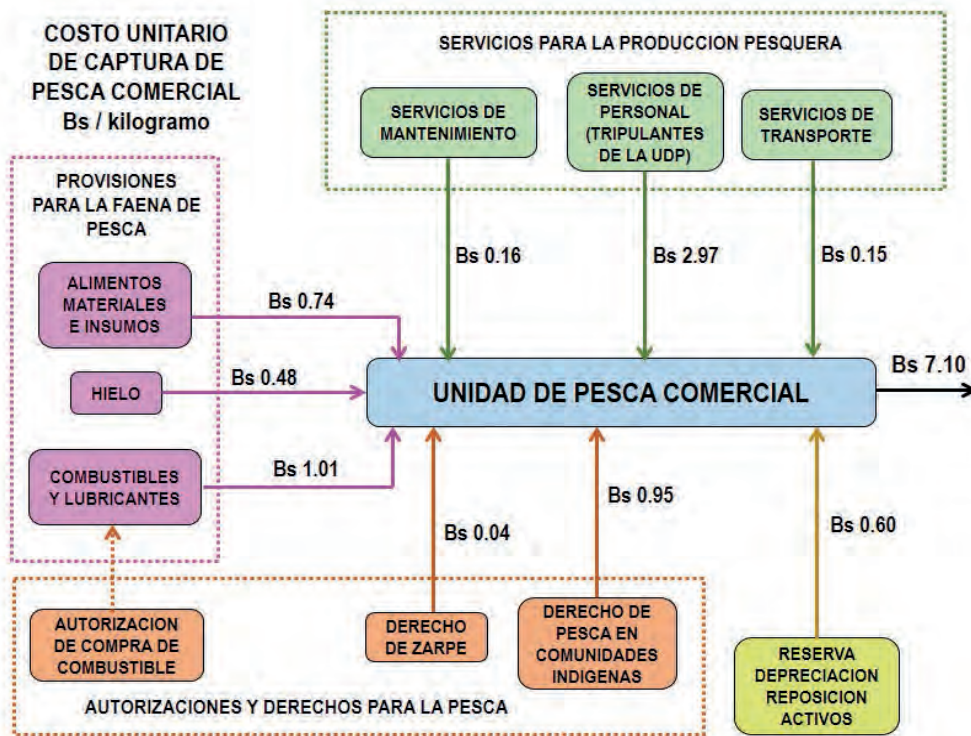


Figura 2. Flujo de materiales y capital operativo para la pesca comercial.

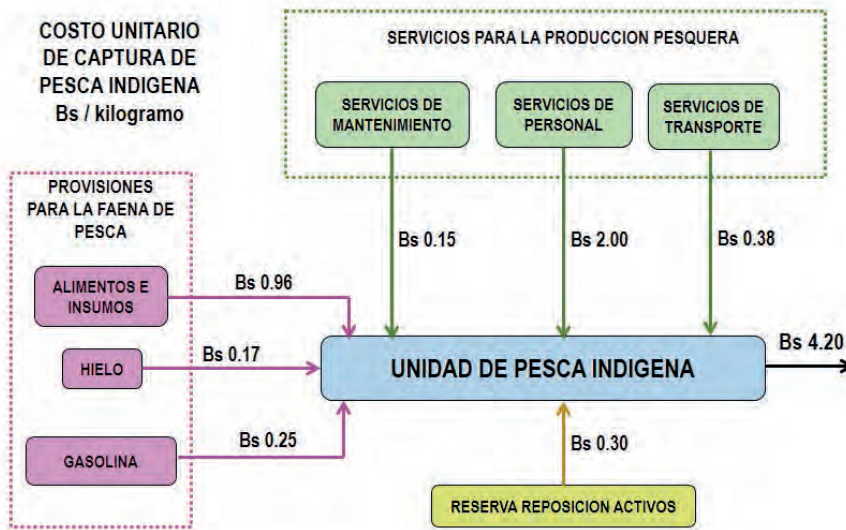


Figura 3. Flujo de materiales y capital operativo para la pesca indígena.

Síntesis del eslabón de producción pesquera

En base a los resultados de análisis de información primaria y secundaria sobre la pesca comercial en el norte amazónico del depar-

tamento del Beni, obtenidos bajo el enfoque establecido en la sección de métodos, el eslabón de producción pesquera tiene la estructura segmentada descrita en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Resumen del eslabón de producción pesquera (Fuente: Elaboración propia)

Eslabón	Producción pesquera	
Segmentos	Extracción, eviscerado y lavado de pescado	
Bienes de producción (equipos, accesorios, herramientas, útiles y enseres)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Embarcación principal con motor fijo y mobiliario (pontón o casco) 2. Embarcación auxiliar con motor de cola y/o remos (canao o chalupa) 3. Cajas de almacenamiento y transporte de hielo y pescado 4. Artes de pesca (mallas, espinel, tarrafa, arpón, anzuelo y lineada) 5. Cocina a gas, garrafa GLP, herramientas, repuestos y accesorios 6. Soga, paños de malla, hilo perlón en carrete, plomo, bogas 7. Recipientes y bidones de plástico, salvavidas, ponchos de agua 8. Linterna, carpa, hule, termos de plastoformo 9. Machete, cuchillo, afilador, menaje de cocina, útiles de limpieza 	
Materiales e insumos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hielo en barras y en bolas 2. Gasolina, aceites, lubricantes y gas (GLP) 3. Alimentos y víveres, coca y lejía, agua, refrescos y alcohol 4. Bolsas plásticas, pilas, insumos de higiene 	
Servicios y personal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autorización de pesca (SEDAG) 2. Autorización de zarpe (Capitanía de Puerto) 3. Autorización de compra de gasolina (Oficina Sustancias Controladas) 4. Transporte y estibadores 5. Reparaciones y mantenimiento 6. Pescadores, motoristas, ayudantes 	
Actores directos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pescadores comerciales (urbanos y periurbanos) 2. Pescadores Indígenas 3. Proveedores de bienes y servicios 	
Lugar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ríos Beni, Madre de Dios, Biata, Geneshuaya, Yata y Benicito 2. Arroyo Ivón 3. Lagunas Tres Islas, Carmen, Venecia, Mentiroso, Verde, Flor de Octubre, 27 de Mayo, San Luis, Candelaria, El Carmen y Nazaret 	
Productos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Piezas de pescado eviscerado y lavado (por kilogramo o unidad según tamaño) de las especies paiche, pacú y surubí 	
Actores indirectos	Público	<ol style="list-style-type: none"> 1. SEDAG 2. Oficina de Sustancias Controladas 3. Capitanía de Puerto
	Social	<ol style="list-style-type: none"> 1. FEUPECOPINAB 2. CIRABO 3. Comunidades Indígenas

Análisis del eslabón de procesamiento de pescado

Descripción general

El eslabón de procesamiento y elaboración de productos de pescado constituye la principal etapa de aprovechamiento integral del recurso dentro la cadena productiva, en virtud a que mediante el conjunto de actividades económicas que aglutina, se consigue incrementar

el valor agregado del pescado.

Actualmente, pese al potencial pesquero existente en el norte amazónico del departamento del Beni, el procesamiento de pescado se realiza a pequeña escala. Se utiliza métodos artesanales y semi-artesanales, y la actividad está sujeta a la limitada disponibilidad de energía eléctrica y agua potable en la región y a la falta de vías de acceso para provisión de materia prima y comercialización de productos.

Cuadro 14. Proveedores de bienes, materiales e insumos para la producción (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios de talleres participativos)

Estrato	Bienes, materiales e insumos que proveen	Cantidad
Proveedores de maquinaria, equipos y herramientas	Máquinas, equipos, congeladoras horizontales, refrigeradores, electrodomésticos, repuestos y accesorios eléctricos para instalaciones e iluminación, carretillas, herramientas mecánicas	7
Proveedores de muebles, útiles y enseres	Mesas, estantes, bancos, sillas, turriles, recipientes de plástico, carpa, hule, cuchillo, afilador, menaje de cocina, termos de plastroformo, mangueras, útiles de limpieza	12
Proveedores de materiales e insumos	Hielo en barras Bolsas plásticas, cajas de cartón, cinta de embalaje, detergentes e insumos de higiene	3 14

El eslabón de procesamiento de pescado integra dos segmentos productivos de agregación de valor: el pelado, deshuesado y fileteado y la elaboración de comidas y productos de pescado crudo.

Actores directos

Los actores directos del eslabón de procesamiento del pescado, por una parte, son proveedores de materia prima, bienes y servicios para la producción, y por otra, son actores que realizan los procesos de elaboración de productos de pescado destinados al mercado local y nacional, que llegan a los consumidores finales por dos canales de distribución: la venta directa del productor (pescador) al consumidor o a través de comercializadores minoristas y mayoristas, que generalmente son quienes obtienen mayores beneficios económicos. Se ha considerado que los vendedores y distribuidores de los productos de pescado forman parte del eslabón de comercialización.

Los proveedores de materia prima para procesamiento y elaboración de productos son pescadores comerciales urbanos e indígenas

de la región, que producen piezas de pescado entero eviscerado y lavado.

Los proveedores de bienes desarrollan sus actividades económicas en los estratos que se indican en el Cuadro 14.

Los proveedores de servicios trabajan en el rubro de transporte utilizando motocicletas y vehículos livianos, en la reparación y mantenimiento de bienes de producción, en la provisión de mano de obra y servicios personales y en la prestación de servicios financieros para capital de inversión y operación a nivel público y privado. El Cuadro 15 detalla los proveedores y tipos de servicios que prestan por estratos.

Considerando las opiniones personales vertidas por actores locales en talleres participativos, como una base para la estratificación y estimación cuantitativa referencial por rubros económicos, se puede asumir que en las 36 unidades económicas que proveen bienes y servicios para la producción, intervienen directamente alrededor de 100 hombres y mujeres de los principales centros poblados urbanos y periurbanos del norte beniano. La

Cuadro 15. Proveedores de servicios para la producción por estratos (Fuente: Elaboración propia en base a información primaria obtenida en talleres participativos)

Estrato	Servicios que prestan
Servicios de transporte	Transportistas independientes o asociados que realizan transporte de personas y cargas menores en motocicleta, y transporte de bienes de producción, equipos, materiales en vehículos livianos
Servicios de mantenimiento y reparaciones	Técnicos que reparan y hacen mantenimiento de obras civiles, instalaciones mecánicas y eléctricas, mobiliario, máquinas, equipos y herramientas
Servicios básicos	Energía eléctrica, red de agua, comunicaciones, recojo de basura
Personal y mano de obra	Personal técnico de producción, administración y finanzas, fileteadores, estibadores, cocineros, serenos y ayudantes

Cuadro 16. Procesadores de productos de pescado por segmento y estratos (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios obtenidos en talleres participativos)

Segmentos	Personal y actividades
Producción de filetes de pescado crudo	Fileteadores y ayudantes (lavado, pelado, deshuesado y fileteado, control de calidad, empaque, embalaje y limpieza)
Elaboración de productos crudos de pescado	Operadores y ayudantes (cortado, molido, preparado, embutido -chorizos-, moldeado -hamburguesas y milanesas-, almacenamiento en frío, control de calidad, limpieza)
Elaboración de comidas	Cocineros y ayudantes (selección y preparación de carnes, guarniciones de acompañamiento e ingredientes, preparado y cocción, limpieza, servicio y despacho, manipulación de alimentos, atención al cliente)
Administración y ventas	Administrador (compra y recepción de pescado, materiales e insumos, manejo de inventarios, contratación de servicios, entrega de productos, cobranzas, pagos)

prestación de servicios involucra a otras 100 personas, de las cuales un 90% trabaja de forma individual y 10% presta servicios personales en entidades públicas que generan y mantienen la provisión de servicios básicos para la producción.

En este sentido, se puede asumir que alrededor de 200 personas de la zona norte de la cuenca amazónica realizan actividades económicas generadoras de empleo e ingresos en la provisión de bienes y servicios para el procesamiento de carne y productos de pescado.

La estimación cuantitativa de los procesadores de productos de pescado, que son los actores directos del procesamiento de pescado, que intervienen en los tres segmentos productivos identificados en el eslabón, tiene la distribución por estratos que se indica en el Cuadro 16.

En el rubro de producción de filetes de carne de pescado, principalmente de paiche, se han identificado 12 unidades productivas unipersonales, lideradas por comercializadores mayoristas que envían sus productos al interior del país por vía aérea. Estas microempresas contratan a cuatro personas en promedio para realizar las diferentes actividades de producción y administración.

En la elaboración de productos crudos de pescado, existen tres microempresas familiares en las que trabajan regularmente 12 mujeres.

La elaboración de comidas es el rubro con mayor intervención de actores directos, que actualmente reporta la existencia de aproximadamente 40 unidades económicas en centros urbanos (entre pensiones, restaurantes y

puestos de venta) en las que trabajan más de 160 hombres y mujeres de la región.

Si bien estos datos corresponden a información primaria proporcionada por actores clave en talleres participativos, referencialmente alrededor de 220 pobladores de los principales centros urbanos del norte beniano trabajan directamente en el procesamiento de carne de pescado.

Actores indirectos

Las autoridades públicas nacionales y municipales son actores indirectos del procesamiento y elaboración de productos de pescado. Monitorean y ejercen control en el desarrollo de las actividades productivas del eslabón dentro el marco de las leyes, reglamentos y normativas vigentes.

El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), a través de sus oficinas departamentales, ejerce el control y fiscalización del procesamiento del pescado mediante la otorgación de autorizaciones para la instalación y operación de las unidades productivas que elaboran alimentos para consumo humano.

Los Gobiernos Municipales, a través de sus unidades de Desarrollo Productivo, Empadronamiento e Intendencia, otorgan el padrón de registro y autorización para realizar las actividades económicas del eslabón de procesamiento de pescado y ejercen control de funcionamiento de las unidades productivas haciendo cumplir las normativas de higiene, sanidad y calidad en los procesos de producción.

Cuadro 17. Estimación de las inversiones para procesamiento de pescado por segmentos (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios de actores clave en talleres).

Ítem de inversión	Inversiones pelado, deshuesado y fileteado (Bs)	Inversiones elaboración de productos de pescado (Bs)
1. Infraestructura e instalaciones	14 000	14 000
2. Equipo y herramienta	42 000	37 000
3. Muebles y enseres	3 000	6 000
4. Útiles y accesorios	4 000	5 000
Inversión Total por segmento (Bs)	63 000	72 000

Análisis económico del procesamiento de pescado

Dentro del análisis económico del procesamiento de pescado se describen primero las inversiones en activos fijos para el procesamiento de pescado. Actualmente, las inversiones en infraestructura e instalaciones para el procesamiento del pescado en la región amazónica son casi inexistentes. La elaboración de alimentos procesados como chorizos, hamburguesas, milanesas y otros productos de pescado crudo es artesanal y se encuentra en una etapa inicial de desarrollo.

Los segmentos de mayor actividad económica dentro el eslabón de procesamiento de pescado son la producción de filetes de carne cruda y la elaboración de comidas, que generan alrededor de 200 fuentes permanentes de empleo e ingresos para pobladores de la región. Sin embargo, el fileteado de pescado se realiza en ambientes improvisados de inmuebles urbanos de vivienda, con mínimas condiciones de inocuidad y sanidad. De igual forma, muy pocos restaurantes y locales de elaboración y expendio de comidas de pescado cuentan con

infraestructura e instalaciones apropiadas para el desarrollo de la actividad.

En este contexto, el valor de la infraestructura e instalaciones se considera como mejoras o costos de adecuación de ambientes y la estimación del capital de inversiones fijas para el procesamiento de pescado se basa fundamentalmente en los equipos, mobiliario, herramientas y útiles de producción que utilizan (Cuadro 17).

Para poder realizar una estimación de los costos de producción por segmentos, se presenta, en el Cuadro 18, la estructura de distribución del capital de operaciones para la producción de filetes y elaboración de productos crudos de pescado.

La gran diversidad de tipos de preparado y presentación de comidas elaboradas en base a carne de pescado hace complejo realizar un cálculo de costos de forma estandarizada. Sin embargo, a través de información primaria proveniente de una considerable cantidad de personas dedicadas a esta actividad, ha sido posible asumir que el negocio de la comida tiene rentabilidad aceptable.

Cuadro 18. Estimación de costos unitarios de procesamiento de pescado crudo (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios obtenidos en talleres participativos).

Ítem de costo	Costo de producción de filete de pescado (Bs/kilo)	Costo de elaboración de productos de pescado (Bs/kilo)
1. Materia prima (pescado)	11.00	11.00
2. Personal de producción	0.85	1.45
3. Personal de operación	0.40	0.65
4. Servicios de electricidad y agua	0.25	0.55
5. Materiales e insumos	0.10	0.86
6. Gastos operativos y administrativos	0.40	0.64
Total costo unitario de producción	13.00	15.15

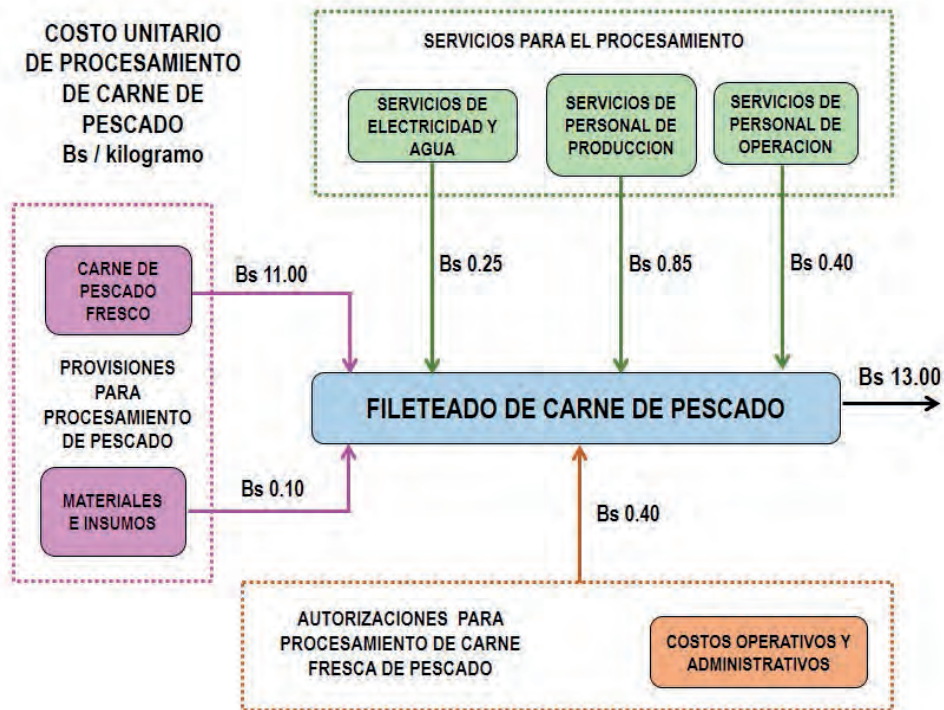


Figura 4. Flujo de materiales y capital operativo para fileteado de pescado.

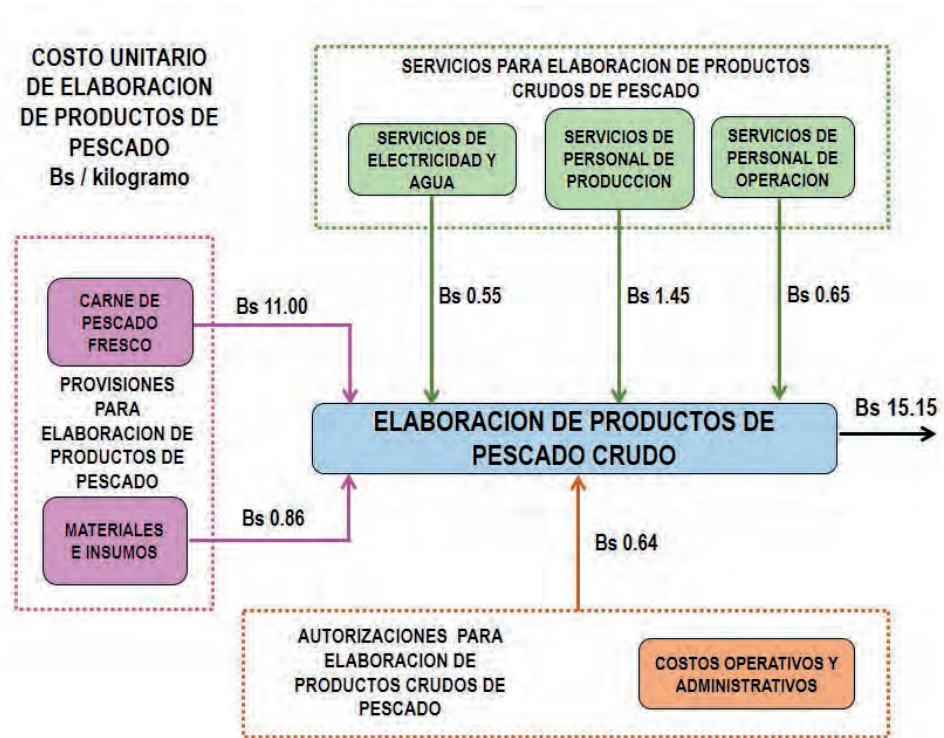


Figura 5. Flujo de materiales y capital operativo para la elaboración de productos de pescado crudo.

Los anteriores datos permiten conocer el flujo de materiales y capital para el procesamiento de pescado. Las Figuras 4 y 5 ilustran gráficamente los costos unitarios de procesamiento de carne de pescado

para la obtención de productos crudos en los segmentos de fileteado y elaboración de chorizos, hamburguesas y milanasas, que se realizan artesanalmente y en pequeña escala.

Cuadro 19. Resumen del eslabón procesamiento de pescado (Fuente: Elaboración propia)

Eslabón	Procesamiento de pescado	
Segmentos	Pelado, deshuesado y fileteado	Elaboración de comida y productos de pescado
Bienes de producción (equipos, accesorios, herramientas, útiles y enseres)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Galpón o ambiente cubierto 2. Espacio con piso de concreto 3. Red de agua y electricidad 4. Congeladoras y conservadoras 5. Mesas de madera o metal 6. Cuchillos y herramientas 7. Materiales y útiles de limpieza 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Local o ambiente adecuado 2. Máquinas y equipos 3. Herramientas y útiles 4. Mobiliario y despensa 5. Congeladora y conservadora 6. Materiales y útiles de limpieza 7. Red de agua y electricidad
Materiales e insumos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pescado eviscerado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Carne de pescado 2. Materiales e insumos de producción y ventas
Servicios y personal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrón municipal 2. Autorización SENASAG 3. Suministro de agua 4. Suministro de electricidad 5. Transporte de pescado 6. Fileteadores, empacadores ayudantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrón municipal 2. Autorización SENASAG 3. Suministro de agua 4. Suministro de electricidad 5. Transporte de materias primas materiales, insumos, productos 6. Personal técnico y de apoyo
Actores directos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comercializadores mayoristas 2. Comercializadores minoristas 3. Proveedores de bienes y servicios 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emprendedores individuales 2. Asociaciones productivas 3. Restaurantes y pensiones 4. Proveedores bienes y servicios
Productos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trozos y filetes de pescado 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hamburguesa de pescado 2. Chorizos de pescado 3. Comidas de pescado
Actores indirectos	<ol style="list-style-type: none"> 1. SENASAG 2. Gobiernos Municipales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SENASAG 2. Gobiernos Municipales

Síntesis

A partir de la sistematización de información primaria y secundaria provista por actores locales clave en el norte amazónico del departamento del Beni, el eslabón de procesamiento de pescado tiene la estructura segmentada resumida en el Cuadro 19.

Análisis del eslabón de comercialización y distribución

Descripción general del eslabón

La comercialización y distribución de carne y productos de pescado crudo se realiza utilizando medios improvisados o adecuados temporalmente para la actividad. La región del norte

amazónico no cuenta con una cadena de frío para comercio de pescado fresco en las condiciones de seguridad e inocuidad que requiere la manipulación y transporte de alimentos.

El pescado es trasladado desde los puertos y puntos de desembarque hacia los centros urbanos en el interior del país utilizando transporte público y privado. El producto es entregado a intermediarios y comercializadores minoristas y mayoristas, que reciben las diferentes especies de pescado en bolsas de plástico y polipropileno, termos o cajas de plastoformo o madera, con o sin hielo dependiendo de las cantidades y lugar de proveniencia. En el eslabón de comercialización y distribución de pescado se distinguen dos estratos: las ventas al por mayor y las ventas al por menor.

Cuadro 20. Comercializadores de carne y productos de pescado por estratos (Fuente: Elaboración propia en base a información primaria y secundaria del sector).

Estrato	Cantidad
Comercializadores mayoristas	12
Comerciantes minoristas de mercados centrales	16
Comerciantes minoristas de mercados campesinos y de abasto	26
Intermediarios minoristas	12

En la región existen pescadores propietarios de embarcaciones equipadas para la pesca que venden el pescado directamente a los agentes comerciales, y también hay comerciantes que proveen a pescadores con insumos (generalmente alimentos, hielo y combustible) en calidad de préstamo o anticipo de pago por el producto. A través de este acuerdo denominado "habilito", el pescador entrega obligatoriamente el pescado extraído en la faena al comerciante mayorista, y generalmente se dividen el valor de la venta en partes iguales.

Los agentes comerciales y distribuidores mayoristas son quienes acopian la mayor parte de la producción pesquera de la región. Reciben y almacenan el pescado fresco en sus domicilios, filetean y seleccionan la carne y la despachan por vía terrestre y aérea a los mercados de Santa Cruz, Cochabamba y La Paz.

El estrato minorista tiene mayor informalidad en la distribución y comercialización. Desarrolla la actividad en forma aislada, poco organizada y sin equipamiento de conservación. Generalmente, el minorista concentra la venta de pescado en mercados locales y centros urbanos de la región.

Actores directos

La comercialización y distribución de carne fresca y productos de pescado, por una parte, se realiza con intervención directa de proveedores de bienes y servicios. Son básicamente los mismos actores que trabajan con las provisiones para las actividades del eslabón de procesamiento de pescado (Cuadro 20), pero en menor escala y con la diferencia de una mayor intervención de los servicios de transporte terrestre. A este se suma la participación de las líneas aéreas y las empresas de transporte interdepartamental.

Por otra parte, son actores directos del eslabón los intermediarios o rescatadores y agentes de ventas al por mayor y minoristas, que comercializan y distribuyen los productos pesqueros a nivel local y nacional (Cuadro 20).

Los mayoristas comercializan hacia el interior del país grandes volúmenes de pescado, principalmente de paiche y, en menor cantidad, especies nativas de alto valor comercial como el pacú y surubí.

Los comercializadores minoristas de los mercados centrales, campesinos y de abasto se caracterizan por tener un fuerte vínculo con pescadores suburbanos e indígenas. Estos les entregan pescado fresco de todas las especies que capturan, para la venta al consumidor final en trozos por kilos como en pieza entera por unidad.

Los minoristas intermediarios son comerciantes que centran su actividad en acopiar paiche en bruto (con piel y hueso) y entregar carne fileteada a los comerciantes mayoristas. Los pescadores indígenas y en menor frecuencia los pescadores urbanos, suelen entregar parte de su producción pesquera a estos agentes comerciales.

La venta de productos crudos y cocidos de pescado es realizada directamente por los procesadores a los consumidores finales.

Actores indirectos

El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), a través de sus oficinas departamentales, ejerce el control y fiscalización del manipuleo y comercialización de la carne y productos de pescado en las condiciones de higiene e inocuidad reglamentadas y según las normativas vigentes para el desarrollo de la actividad.

Los Gobiernos Municipales, a través de sus unidades de Empadronamiento e Intendencia, otorgan el padrón de registro y autorización para realizar la comercialización de carne fresca y productos de pescado, tanto a nivel minorista como mayorista.

En el caso de comercialización a nivel nacional, es el Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG) la entidad que autoriza el traslado de la carne fresca y productos crudos de pescado a través de hojas de ruta de carga que establecen su origen y destino.

Análisis económico de la comercialización y distribución del pescado

Los costos de venta de carne fresca de pescado en mercados minoristas locales, tienen la distribución presentada en el Cuadro 21.

El costo de personal de ventas se basa en el valor que corresponde a media jornada de trabajo pagada con el sueldo mínimo nacional. El sentaje se refiere al pago de 2 Bs/día que el comercializador debe cancelar por utilizar un puesto de venta del mercado municipal. El hielo, bolsas plásticas y detergentes

son los principales ítems de costo agrupados como materiales e insumos.

Los gastos de transporte engloban los servicios de traslado de pescado y materiales e insumos hasta el puesto de ventas. La reserva por depreciación y reposición de los activos del comerciante (congeladoras, mobiliario, balanzas y otros útiles de trabajo) es el costo fijo que garantiza el mantenimiento de la inversión productiva.

Se considera que el precio por kilogramo de carne cruda de pescado que los comercializadores minoristas pagan a los intermediarios o directamente a los pescadores urbanos e indígenas puede variar de 8 a 10 Bs/kg dependiendo de la especie capturada y consecuentemente, generar mayor o menor ganancia en las ventas al menudeo según los precios establecidos al consumidor. Es decir, se asume que el costo de venta por kilogramo de pescado crudo puesto en mercado minorista oscila entre 10.88 y 12.88 Bs.

Los precios de las especies con mayores volúmenes de captura en el mercado minorista de Riberalta han sido extractados de la lista referencial de valores comerciales emitida por la Oficina de Defensa del Consumidor (ODECO),

Cuadro 21. Estimación de costos de venta por kilogramo de pescado crudo (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios obtenidos en talleres participativos).

Ítem de costo	Bs/kg
Personal de ventas	1.00
Sentaje (derecho a puesto de venta)	0.07
Servicios de electricidad y agua	0.26
Materiales e insumos	1.10
Gastos transporte	0.15
Reserva depreciación reposición activos	0.30
Costo unitario de venta (Bs/kilo)	2.88

Cuadro 22. Precios del pescado en mercados minoristas urbanos de Riberalta (Fuente: Lista referencial de precios ODECO – GAM Riberalta, 2016).

Especie	Bs/kg
Pacú	18
Surubí	18
Yatorana	18
Paiche	15

Cuadro 23. Estimación de costos de venta por kilogramo de pescado al por mayor (Fuente: Elaboración propia en base a datos primarios obtenidos en entrevistas directas a comercializadores mayoristas de Riberalta).

Ítem de costo	Bs/kg
Personal de producción	1.05
Personal de operación	0.40
Servicios de electricidad y agua	0.48
Materiales e insumos	0.34
Gastos transporte local	0.25
Transporte aéreo interdepartamental	6.00
Gastos operativos y administrativos	0.60
Reserva depreciación reposición activos	0.96
Costo unitario de venta al por mayor	10.08

dependiente de la Dirección de Administración de Servicios y Seguridad Ciudadana del Gobierno Autónomo Municipal de Riberalta (Cuadro 22). Estos precios pueden considerarse regionales en virtud a la gran similitud que tienen con los de Guayaramerín y otros municipios de la zona norte del departamento del Beni.

La producción de filetes de carne de pescado destinados al mercado nacional es realizada por los comercializadores mayoristas y el costo unitario de procesamiento y envío de estos productos al interior del país, principalmente de paiche, tiene la distribución presentada en el Cuadro 23.

El costo unitario de 10.08 Bs/kg de pescado crudo para venta al por mayor es el valor que debe adicionarse al monto que paga el comerciante mayorista a los pescadores, que referido al paiche, pacú y surubí, oscila entre 9 y 11 Bs/kg. La ganancia de la actividad estará determinada por la diferencia de valor entre 19.08 y 21.08 Bs que son la

variación de costos y los precios del kilogramo de filete de pescado en los mercados destino.

En el Cuadro 24 se presentan los precios de venta de las especies de mayor interés comercial en las ciudades de Trinidad, Cobija, Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, correspondientes a datos secundarios de estudio de mercado de la carne de pescado, realizado por la Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD PACU) a fines de la gestión 2015.

Los anteriores datos permiten visualizar el flujo de materiales y capital para las ventas minoristas y al por mayor. Las Figuras 6 y 7 muestran los diagramas de flujo de distribución de costos unitarios de comercialización de carne fresca y productos de pescado, principalmente de carne de paiche, tanto en el segmento de ventas al por menor en mercados locales, como en el de ventas mayoristas hacia los mercados del interior del país.

Cuadro 24. Precios del pescado en mercados minoristas del interior de Bolivia (Fuente: Elaboración propia en base a datos de mercado (IPD PACU 2015)).

Especie	Trinidad	Cobija	Cochabamba	La Paz	Santa Cruz
	Bs/kg	Bs/kg	Bs/kg	Bs/kg	Bs/kg
Pacú	24	26	36	40	40
Paiche	25	28	43	42	47
Surubí	26	32	35	39	42

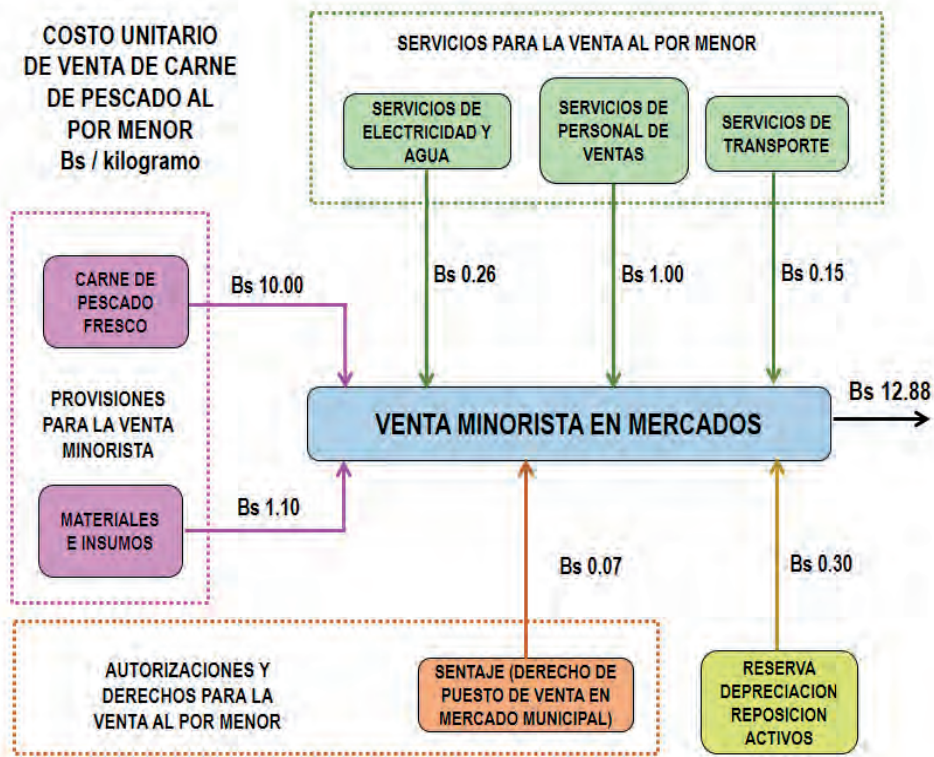


Figura 6. Flujo de materiales y capital operativo para comercialización al por menor.

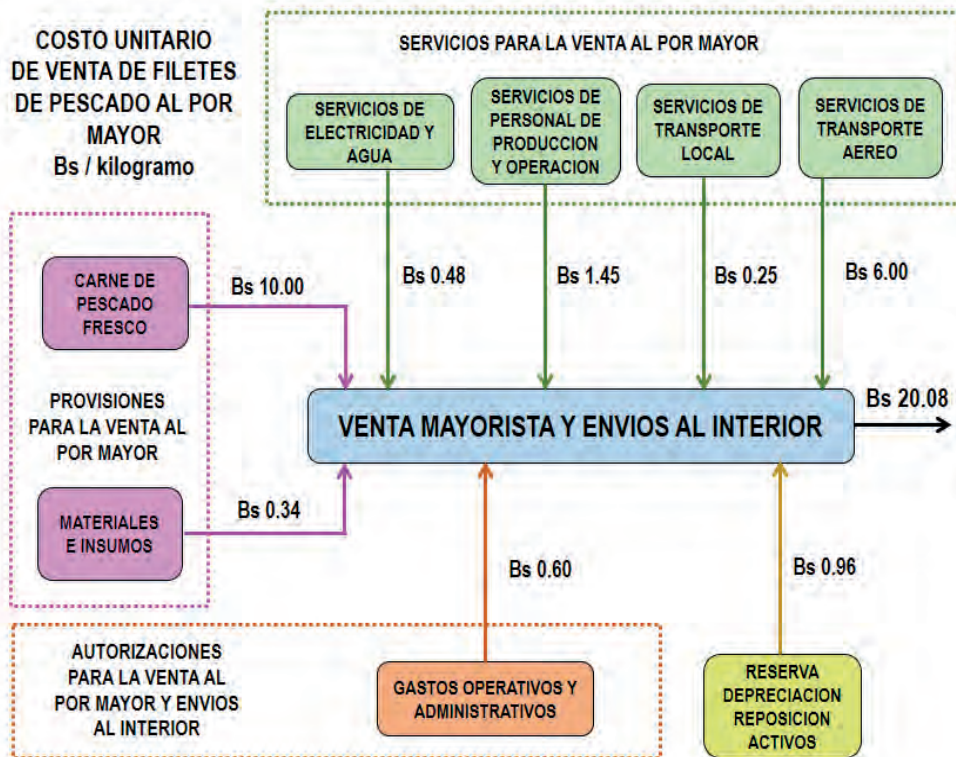


Figura 7. Flujo de materiales y capital operativo para comercialización al por mayor de filetes de carne de paiche.

Cuadro 25. Resumen del eslabón de comercialización (Fuente: Elaboración propia).

Eslabón	Comercialización y distribución	
Segmentos	Ventas al por menor	Ventas al por mayor
Bienes de producción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Red de agua y electricidad 2. Mesas de madera 3. Refrigerador o conservadora 4. Termos y cajas 5. Balanzas, útiles y accesorios 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Congeladoras y conservadoras 2. Mesas de madera 3. Termos y cajas 4. Balanzas, útiles y accesorios 5. Red de agua y electricidad
Materiales e insumos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hielo 2. Detergentes 3. Bolsas plásticas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cajas de cartón y plásticos 2. Cinta e insumos de embalaje
Servicios y personal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrón municipal 2. Autorización SENASAG 3. Carnet de comercializador 4. Personal de ventas 5. Transporte y estibadores 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Padrón municipal 2. Autorización SENASAG 3. Fileteadores, administrador 4. Autorización SEDAG 5. Transporte aéreo y/o terrestre
Actores Directos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comerciantes minoristas 2. Intermediarios urbanos y rurales 3. Proveedores (bienes y servicios) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comerciantes mayoristas 2. Intermediarios del interior 3. Proveedores (bienes y servicios)
Lugar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mercado central 2. Mercado abasto 3. Mercado campesino 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ciudad de Riberalta 2. Ciudad de Guayaramerín
Productos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filete de pescado 2. Pescado entero 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filetes de pescado
Actores indirectos	<ol style="list-style-type: none"> 1. SENASAG 2. Gobiernos Municipales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. SENASAG 2. Gobiernos Municipales 3. SEDAG

Síntesis

En el Cuadro 25 se presenta la estructura segmentada del eslabón de comercialización y distribución.

Resultados de estudio de la cadena

El presente estudio de la cadena productiva del pescado en el norte amazónico de Bolivia muestra que entre los eslabones de provisión de bienes, servicios y de consumidores finales de carne, se encuentran los eslabones de producción pesquera, procesamiento de pescado y comercialización en mercados locales y nacional. Las actividades económicas desarrolladas por actores directos e indirectos se agrupan en diferentes segmentos y generan

importantes flujos de materiales, productos y capital en todo un proceso de aprovechamiento del recurso pescado, desde la extracción de diferentes especies de peces comerciales hasta la venta y distribución de carne fresca y productos de pescado con notable incremento de valor agregado y generación de ingresos.

En la Figura 8, se ilustra esquemáticamente la estructura y flujo de funcionamiento de la cadena del pescado en el norte de la cuenca amazónica boliviana.

Resultados del estudio muestran que en la cadena del pescado interactúan 1 633 pobladores de la región, de los cuales 1 588 son actores directos y 45 son actores indirectos. En actividades productivas, intervienen directamente 938

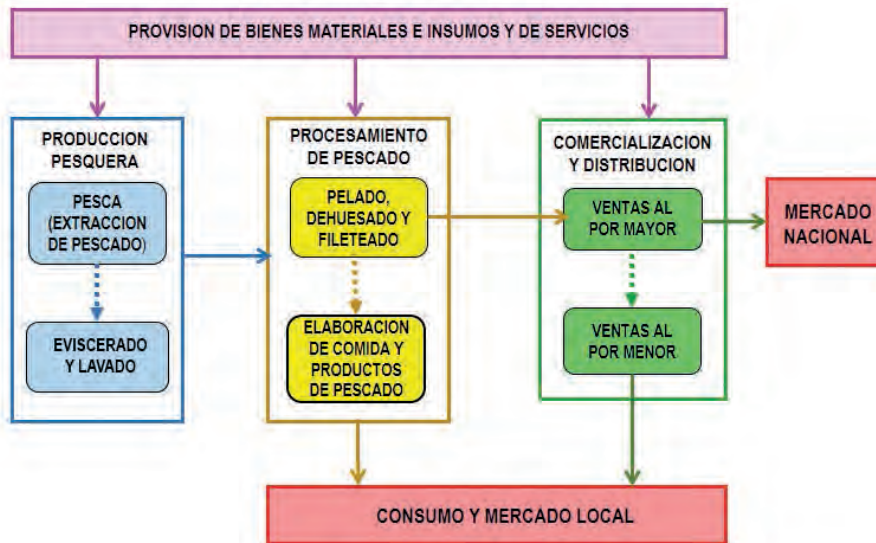


Figura 8. Estructuración de la cadena productiva del pescado en el norte amazónico de Bolivia.

personas, en la prestación de servicios trabajan aproximadamente 400 personas. El rubro de provisiones de bienes, materiales e insumos genera empleo e ingresos para más de 250 pobladores locales. El detalle de distribución y relacionamiento de actores directos e indirectos

de la cadena se muestra en la Figura 9.

A partir de los análisis económicos de los costos unitarios de producción y los ingresos de las ventas por kilogramo de carne y productos de pescado, realizados para cada uno y todos

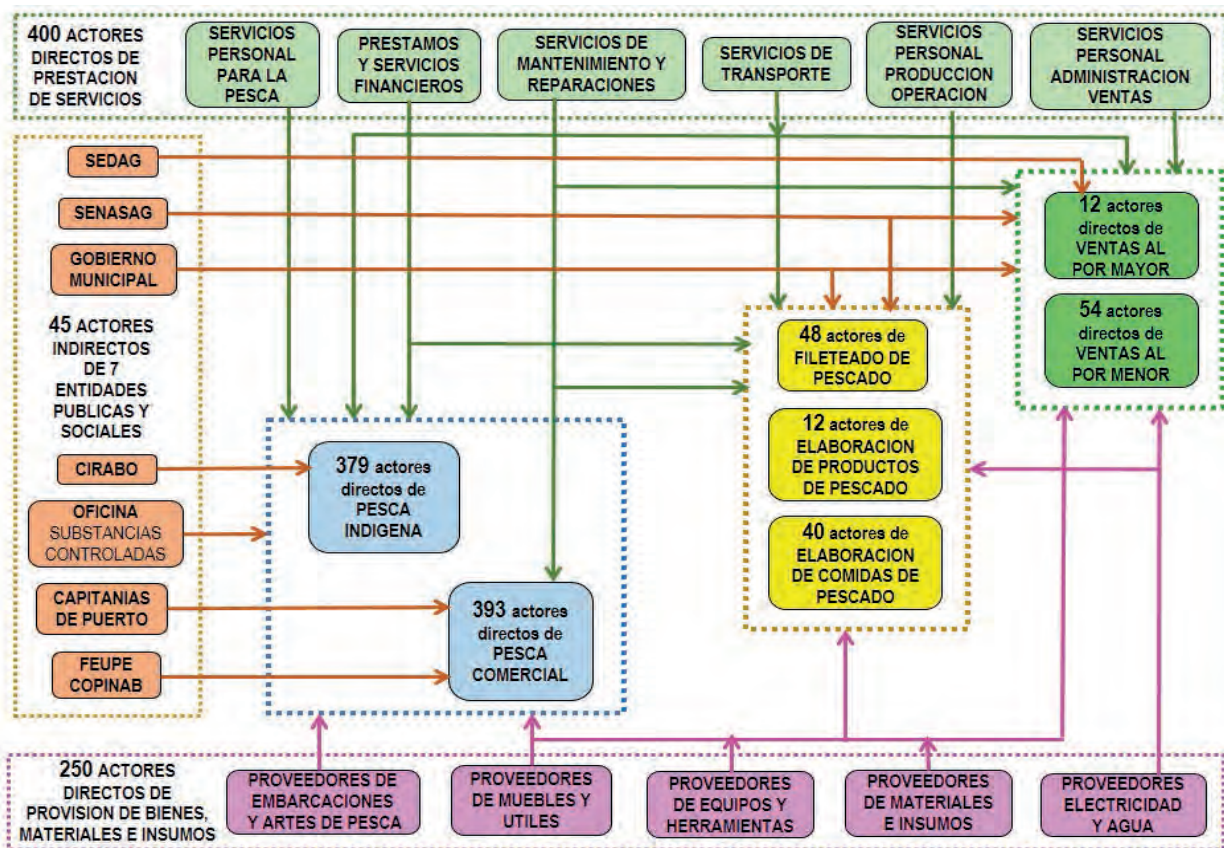


Figura 9. Mapeo de actores directos e indirectos de la cadena del pescado en el norte amazónico de Bolivia

los eslabones de la cadena, ha sido posible estimar los márgenes de utilidad con que se benefician los actores en las actividades económicas de los diferentes segmentos en que intervienen.

Los diagramas de flujo de productos y capital que muestran las Figuras 10 y 11 visualizan los cambios económicos incrementales del aprovechamiento del pescado, que se reflejan en las utilidades que generan las diferencias entre costos de producción e ingresos por ventas en los segmentos de pesca comercial e indígena del eslabón producción pesquera y fileteado de carne y elaboración de productos de pescado crudo del eslabón procesamiento.

El flujo de productos y capital entre los eslabones de producción pesquera comercial y procesamiento muestra que el kilogramo de filete de carne fresca y el de productos crudos de pescado que llegan hasta el consumidor final local, incrementan su valor de 7.10 Bs a 18.00 y a 20.00 Bs, generando utilidades del 27.78% y 24.5% para los procesadores respectivamente y del 35.45% para los pescadores que radican en centros urbanos de la región de estudio.

Asimismo, los resultados de estudio respecto a la pesca indígena reflejan un incremento de valor de 4.20 a 18.00 y 20.00 Bs que generan utilidades del 44.44 y 39.25% para los pro-

FLUJO DE PRODUCTOS Y CAPITAL EN LA LINEA DE LOS ESLABONES PRODUCCION PESQUERA COMERCIAL – PROCESAMIENTO DE PESCADO – CONSUMO LOCAL (C = COSTO, I = INGRESO, B = BENEFICIO (I - C), U = MARGEN DE UTILIDAD (B / I))

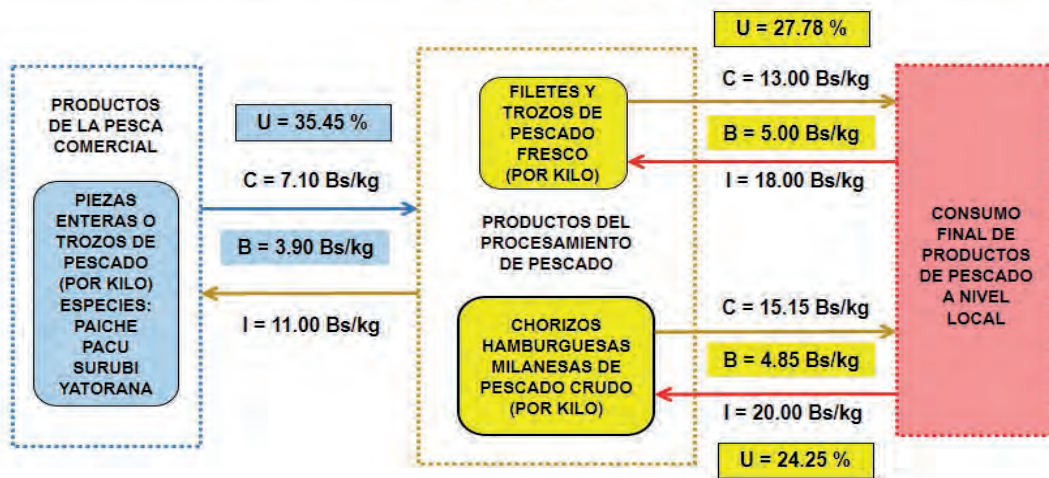


Figura 10. Estimación de las utilidades en la pesca comercial y procesamiento de pescado (paiche).

FLUJO DE PRODUCTOS Y CAPITAL EN LA LINEA DE LOS ESLABONES PRODUCCION PESQUERA INDIGENA – PROCESAMIENTO DE PESCADO – CONSUMO LOCAL (C = COSTO, I = INGRESO, B = BENEFICIO (I - C), U = MARGEN DE UTILIDAD (B / I))

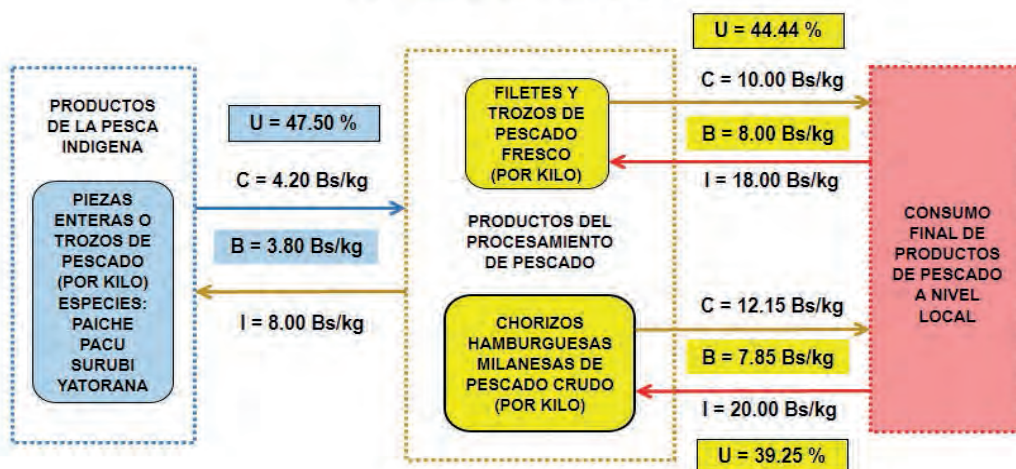


Figura 11. Estimación de las utilidades en la pesca indígena y procesamiento de pescado (paiche).

cesadores de pescado respectivamente y del 47.25% para los pescadores.

Esta diferencia se debe a que los procesadores pagan a los pescadores indígenas alrededor de 8.00 Bs/kg de pescado, aduciendo que el manipuleo y transporte del pescado sin hielo (a diferencia de las embarcaciones) les obliga a desechar mayor cantidad de carne junto a la piel ocasionándoles pérdidas económicas.

Análogamente, las Figuras 12 y 13 muestran

las utilidades que se generan entre los segmentos de pesca comercial e indígena y las ventas minoristas al consumidor local y al por mayor y menor hacia el mercado nacional. Los diagramas de flujo representan los productos y capital entre los eslabones de producción pesquera y comercialización de carne fresca de pescado.

Los resultados de flujo unitario de productos y capital en la cadena del pescado en el norte amazónico del departamento Beni reflejan que los mayores porcentajes de utilidad se

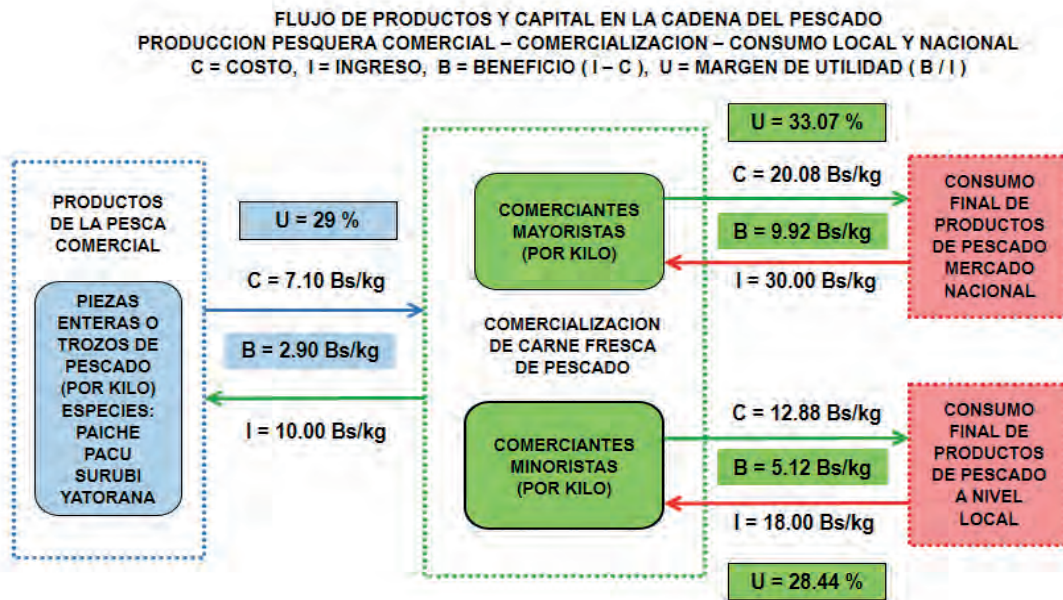


Figura 12. Estimación de las utilidades en la pesca comercial y las ventas de pescado.

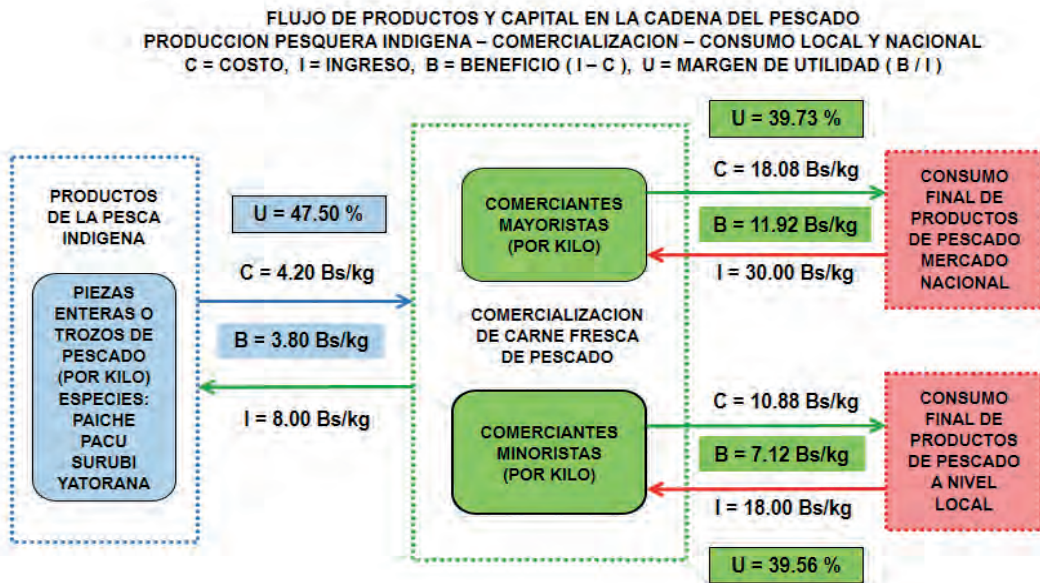


Figura 13. Estimación de las utilidades en la pesca indígena y la comercialización de pescado.

encuentran en los segmentos de ventas al por menor para consumo local y de ventas al por mayor. Se muestra que la comercialización de carne fresca de pescado tiene definitivamente mejor retorno económico que las actividades de procesamiento. La producción pesquera comercial e indígena, en su interacción con los otros eslabones mantiene sus beneficios dentro los mismos márgenes o con un mínimo incremento en el caso de los pescadores comerciales, siendo que estas actividades demandan mayor esfuerzo y riesgo para su realización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de la cadena productiva del pescado en el norte amazónico del Beni muestra que, en los eslabones de provisión de bienes y servicios, producción pesquera, procesamiento de pescado y comercialización en mercados locales y nacionales intervienen 1 633 pobladores de la región, de los cuales 1 588 son actores directos y 45 son actores indirectos. En actividades productivas trabajan 938 personas y en la provisión de bienes y servicios aproximadamente 650. La cadena del pescado añade valor agregado a 931.87 toneladas de captura anual estimada para el comercio, de las cuales el volumen de paiche es de 742 t/año (79.62%) y los volúmenes de pacú y surubí de 115.82 y 74.05 t/año (12.43 y 7.95%) respectivamente.

En el eslabón de provisión de bienes, materiales e insumos y de servicios, que es transversal a los demás eslabones de la cadena, generan ingresos 400 actores directos locales, y 250 prestando servicios personales y de transporte.

El estudio estima que en el eslabón de producción pesquera trabajan 393 pescadores urbanos y 379 pescadores indígenas, y que el 92.05% (857.77 t/año) del volumen total de extracción anual de pescado corresponde a la captura comercial, y el 7.95% (74.10 t/año) a la pesca indígena.

La captura comercial tiene un costo unitario promedio de 7.10 Bs/kg de pescado y las ganancias que se reportan para los pescadores urbanos son de 3.90 y 2.90 Bs/kg cuando entregan a procesadores del pescado y a los comercializadores mayoristas respectiva-

mente. En situación análoga, los pescadores indígenas reciben un beneficio de 3.80 Bs/kg, siendo que su costo de captura es de 4.20 Bs/kg.

La producción pesquera presenta una brecha asociada a la falta de infraestructura para desempeñar la actividad en mejores condiciones, así como la concentración de comercializadores del producto capturado. A su vez, existen diferencias importantes en el relacionamiento entre pescadores urbanos e indígenas y procesadores y comercializadores, lo cual influye en el precio de compra al pescador. En este sentido, se plantea por parte de los pescadores la necesidad de una concertación mediante las pautas que regulan la construcción del precio en los dos estratos de captura, así como la fijación de un precio mínimo para el producto pesquero.

Se observa que los procesadores tienen interés en agregar valor al producto y comercializarlo (restaurantes) y pagan al pescador un precio diferencial superior al precio ofrecido por los comercializadores, para asegurar la materia prima. Por tanto, los pescadores deben fortalecerse para vender el producto tanto a restaurantes y comercios locales, como al consumidor final.

Dentro el eslabón de procesamiento del pescado, trabajan aproximadamente 60 personas. El kilogramo de filete de carne fresca y el de productos crudos que elaboran con materia prima de la pesca comercial les genera utilidades de 24.5 y 27.78%. Sus ganancias aumentan al 44.44% y 39.25% cuando utilizan pescado proveniente de captura indígena.

En este sentido, es muy importante la gestión de los gobiernos departamentales y municipales para implementar programas y proyectos con enfoque cultural – gastronómico, para promover la venta de productos de pescado con mayor valor agregado. Sobre todo para el público consumidor, y un nuevo público que puede ser captado con una mayor información sobre las propiedades nutricionales del pescado, y una capacitación sobre nuevas formas de preparar y consumir pescado.

El eslabón de comercialización y distribución de carne fresca y productos de pescado aglutina a 54 actores directos en ventas al por menor en el mercado local y a 12 comercializadores

mayoristas, que envían filetes de pescado hacia el mercado nacional y son los que obtienen las mejores ganancias en la cadena. Las utilidades que perciben los comerciantes mayoristas alcanzan el 33.07% cuando compran a pescadores urbanos y el 39.73% cuando sus proveedores son pescadores indígenas. Los comerciantes minoristas obtienen utilidades del 28.34% y 39.56% en similares casos.

Es recomendable trabajar con todos los actores de la cadena para contribuir a la optimización de la comercialización y buscar las condiciones más equitativas en la redistribución de los márgenes de ganancia a lo largo de la misma. Además de instaurar el tema de precios mínimos a nivel interinstitucional, es recomendable manejar la oferta por parte de los productores (pescadores) para lograr una optimización de los beneficios (mejores precios de compra), pero generar mejores ganancias también para otros eslabones de la cadena.

En otro ámbito, el estudio permite advertir que la piel de paiche es un recurso desaprovechado y desperdiciado por pescadores, procesadores y comercializadores debido a que sus posibilidades de explotación son poco conocidas. La piel de pescado desechada, por su propia naturaleza y debido a la acción micro bacteriana, sufre una degradación en muy poco tiempo, que la hace inservible y la convierte en un elemento de contaminación ambiental.

Sin embargo, realizando una adecuada extracción, descarnado y conservación, la piel de paiche puede procesarse a través de la curtiembre y adquirir las características físicas y químicas de cuero curtido con muy buena calidad, transformándose en materia prima para la fabricación de diversos productos de marroquinería y manufactura artesanal o industrial.

La piel de paiche puede obtenerse en grandes cantidades en el marco del aprovechamiento de su carne, tomando en cuenta el volumen anual de captura de esta especie y que un individuo adulto de paiche puede alcanzar dimensiones mayores a tres metros de largo y pesar alrededor de 200 kilogramos.

En este sentido, se recomienda promover el aprovechamiento de la piel de paiche en la región amazónica a través de la implementa-

ción de microempresas de curtido, que además de generar oportunidades de empleo e ingresos para la población, e incrementar el valor agregado al recurso pesquero, contribuirán a la preservación del medio ambiente.

Se recomienda que la forma en que fue presentada la cadena de valor del pescado (paiche) sea una herramienta para monitorear de forma permanente el sector pesquero, y se realice seguimiento a los cambios incrementales en las utilidades económicas que generan las actividades de agregación de valor al recurso pescado en cada uno de los eslabones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a la FEUPECO-PINAB y CIRABO por la cooperación en la convocatoria a sus líderes y representantes afiliados. Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni" y co-financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre - IDRC), Ottawa, Canadá, con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development - DFATD).

REFERENCIAS

- Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos FM, Bigorne R, Zeballos Fernández AJ, Sarmiento J, Barrera S, Yunoki T, Pouilly M, Zubieta J, De La Barra E, Jegú M, Maldonado M, Van Damme PA, Céspedes R, Oberdorff T (2014) Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. Hydrobiologia. Doi 10.1007/s10750-014-1841-5

Castello L (2007) A socio-ecological synthesis on the conservation of the pirarucu (*Arapaima*) in floodplains of the Amazon. PhD thesis, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse.

Chávez Martínez J (2012) Cadena de valor, estrategias genéricas y competitividad: el caso de los productores de café orgánico del Municipio de Tanetze de Zaragoza, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en desarrollo regional y tecnológico. Oaxaca, México.

Coca Méndez C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (paiche *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.

Rico López G, Coca Méndez C, Almeida O, Van Damme PA (2014) Estructura y economía de la pesca comercial y pesca indígena en la Amazonía boliviana. Informe no publicado. 26 p.

Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Rúa A, Córdova L, Becerra P (2011) Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 247-292. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.

El mercado del paiche (*Arapaima gigas*) en Bolivia

Julio Navia^{1,2}, Luis Villarroel³, Paul A. Van Damme^{1,2}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Máx Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

²Plataforma Peces para la Vida (PPV), Bolivia-Canadá

³QUATRIM S.R.L. y Consultores Asociados, calle Lanza entre Ramón Rivero y Oruro, Edificio SHACHELLY, Piso 3B, ciudad de Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*) invadió Bolivia desde la cuenca alta del río Madre de Dios en los años 60 o 70. La especie se ha consolidado en las cuencas bajas de los ríos Madre de Dios y Beni en Bolivia después de los años 80 (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Van Damme *et al.* 2015) y desde allí ha iniciado recientemente una espectacular expansión en el resto de la Amazonía boliviana (Van Damme *et al.* 2015), aunque no se puede excluir nuevas introducciones desde Brasil en la cuenca del río Iténez (Carvajal-Vallejos *et al.* 2016).

En el norte amazónico, el paiche, más de 35 años después de su llegada, ha llegado a ocupar una posición privilegiada en los mercados. Rico López *et al.* (2014) demostraron que esta especie ocupaba 77% de los desembarques de pescadores comerciales en el año 2011, y que representaba en este mismo año el 23% de los desembarques de pescadores indígenas. En los últimos años, las cadenas productivas de esta especie, que tienen como último eslabón mayormente a consumidores en los grandes centros urbanos de Bolivia, han reemplazado en gran medida a las cadenas de especies nativas que predominaban hasta los años 90, y que tenían como principal destino mercados locales y en el país vecino Brasil.

El presente estudio de mercado de la carne de pescado en Bolivia ha sido realizado con el objetivo de conocer las características y valores de demanda de paiche en particular, y de otras carnes de pescado en general, a nivel nacional, así como los precios de venta del paiche al consumidor. Se ha enfatizado la estimación de demanda de la carne de paiche, con el propósito de contribuir en la planificación del aprovechamiento integral de esta especie.

MÉTODOS

El presente estudio de mercado de la carne de paiche en Bolivia ha sido realizado en las capitales de los departamentos Cobija, Trinidad, Cochabamba, Santa Cruz, La Paz / El Alto, Oruro, Potosí, Sucre y Tarija, además en Riberalta. Forma parte de un estudio mayor sobre demanda y consumo de pescado a nivel nacional.

La investigación se ha desarrollado metodológicamente en dos etapas: i) levantamiento de información primaria, y ii) análisis de datos basado en estimaciones estocásticas, que permiten generalizar los resultados obtenidos de una muestra a nivel poblacional sobre la base de distribuciones de probabilidad teórica. Este método permite disponer de valores asociados a probabilidades, a diferencia de las estimaciones convencionales en las que se conoce un solo valor.

Para el levantamiento de la información primaria, se han diseñado formularios de encuestas denominados TOOLS, que fueron aplicados mediante entrevistas directas estructuradas. Para el presente estudio se aplicó solo el formulario TOOL 1, dirigido a comercializadores minoristas.

Los comercializadores minoristas, que en su mayoría venden carne de pescado al consumidor final en los principales mercados urbanos del país, han sido encuestados mediante entrevistas directas, estructuradas para el registro de especies, cantidades y precios mínimos, máximos y más probables, así como el número de agentes comerciales que realizan la actividad. En base a esta información primaria actual, se ha estimado la demanda de pescado en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta.

La segunda etapa de sistematización y análisis de la información comprende tres fases: i) control de calidad de la información registrada en la base de datos; ii) procesamiento de la información; iii) interpretación de resultados. Los datos recolectados mediante el TOOL 1 pasaron por una primera etapa de control de calidad, en la que se verificaron las unidades utilizadas y se identificaron eventualmente algunos datos "anormales" que deban ser rechazados o reemplazados. Los datos del TOOL 1 han sido digitados en bases de datos en SPSS.

El procesamiento y análisis de los datos primarios almacenados en el servidor se realizó a partir de su exportación a archivos en formato EXCEL mediante el software *E-Views*, aplicando el modelo de simulación Montecarlo en base a distribuciones de probabilidad, que utiliza el software *Crystal Ball* para obtener estimaciones que se denominan estocásticas.

Este modelo de estimación permitirá en el futuro hacer actualizaciones de manera totalmente automática.

La estimación de demanda de paiche a nivel nacional ha sido realizada a través del procesamiento de información primaria con herramientas estadísticas, considerando como base de cálculo los datos obtenidos mediante encuestas aplicadas a comerciantes minoristas¹ de carne de pescado, escogidos de manera sistemática en los mercados y puntos de venta objetivo, que fueron seleccionadas por su importancia respecto al flujo de consumidores verificado por observación directa, en las ciudades capitales de los nueve departamentos de Bolivia, además de Riberalta.

El Cuadro 1 muestra la relación de observaciones realizadas para la obtención de información primaria a través de entrevistas directas en las 10 ciudades del universo de estudio. Mediante el TOOL 1 se han realizado 104 entrevistas a comercializadores minoristas en los principales mercados de las nueve capitales de departamentos y en Riberalta.

Entre los principales datos de consulta, se han considerado: a) número de comerciantes

que ofrecen pescado en el mercado; b) especies que se comercializan (paiche y otras especies); c) cantidades mínima, más probable y máxima que se comercializan por día, expresadas en kilogramos; y d) precios de venta mínimo, más probable y máximo. A partir de estos datos se han calculado los promedios para cantidades y precios mínimos, más probables y máximos, y aplicando el modelo de estimación estocástica mediante simulación Montecarlo disponible en el paquete informático *Crystal Ball*. De esta forma se ha obtenido la distribución de probabilidad de la cantidad de paiche y de "otras especies" que se comercializan en cada mercado. Los valores producidos corresponden al promedio de estimación estocástica que considera el error estándar medio de la distribución y el valor de la mediana corresponde a la Esperanza Matemática² de la distribución. El estudio ha considerado la media de estimación estocástica como volumen comercializado, debido a que este valor considera los valores mínimos y máximos asociados a la cantidad de comerciantes y el volumen comercializado por día y por tanto tiene mejor precisión que la estimación determinística.

Cuadro 1. Observaciones por ciudad y por población objetivo

Ciudad	Puntos de Comercialización TOOL 1
Cochabamba	15
Oruro	7
Potosí	5
Tarija	8
Sucre	11
Santa Cruz	15
La Paz	24
Trinidad	4
Riberalta	11
Cobija	4
TOTALES	104

¹ Comerciante Minorista es aquella persona que comercializa pescado fresco mayoritariamente al consumidor final. En casos excepcionales vende a otros comercializadores que llevan generalmente a mercados de Municipios más pequeños de un Departamento.

² Promedio de una Variable aleatoria.

RESULTADOS

A través de la aplicación de la metodología de estimaciones estocásticas por especie y mercado se ha obtenido el volumen de ventas de carne de pescado por ciudades, en toneladas por año. Los resultados de estimación obtenidos con este modelo de sistematización y procesamiento de datos, se detallan en el Cuadro 2.

En este marco, se estima que la demanda de carne de pescado en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta es de 27 762.1 toneladas por año, de las cuales 9 035.4 t/año son demanda de las ciudades de La Paz y El Alto que representa el 32.50% de la demanda urbana nacional. Santa Cruz, que alcanza a 5 992.5 t/año (21.60%) es la segunda ciudad con mayor demanda de pescado en el país. Cochabamba ocupa el tercer lugar con 3 117.2 t/año (11.20%) con muy poca diferencia a Tarija, que tiene la demanda de 3 104 t/año (11.20%) que corresponde al cuarto lugar. En orden decreciente según los volúmenes estimados de demanda de pescado que tienen, del quinto al décimo lugar están

Riberalta con 1 942 t/año (7.00%), Potosí con 1 754.3 t/año (6.30%), Sucre con 1 516.2 t/año (5.50%), Oruro con 608.7 t/año (2.20%), Trinidad con 513.2 t/año (1.80%) y Cobija con 178.6 t/año (0.60%). El Cuadro 2 y la Figura 1 muestran estos resultados en forma resumida.

De la demanda total estimada, 951.70 toneladas (3.43%) corresponden a la demanda anual de carne de paiche y 26 810.4 t/año (96.57%) son demanda nacional de otras especies de pescado (Cuadro 2).

La carne de paiche tiene demanda en seis de las diez ciudades de Bolivia donde se realizó el estudio, y está concentrada en los principales mercados de Riberalta, Santa Cruz y Cochabamba con 411.7, 318.3 y 162 t/año respectivamente, que representan 93.80% de su demanda total estimada en 951.7 t/año.

Los precios promedio o más probables de venta de un kilogramo de carne de paiche, estimados en base a los valores mínimo y máximo indicados por los comercializadores minoristas encuestados con el TOOL 1, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Demanda nacional de carne de paiche y de otras especies que se comercializan al por menor en los mercados de 10 ciudades de Bolivia (t/año).

Ciudad	Paiche (t/año)	Otras especies (t/año)	Total t/año	% paiche
La Paz / El Alto	15.50	9 019.90	9 035.40	0.17
Santa Cruz	318.30	5 674.20	5 992.50	5.31
Cochabamba	162.00	2 955.20	3 117.20	5.20
Tarija	17.10	3 086.90	3 104.00	0.55
Riberalta	411.70	1 530.30	1 942.00	21.20
Potosí	0.00	1 754.30	1 754.30	0.00
Sucre	0.00	1 516.20	1 516.20	0.00
Oruro	0.00	608.70	608.70	0.00
Trinidad	0.00	513.20	513.20	0.00
Cobija	27.10	151.50	178.60	15.17
Total	951.70	26 810.40	27 762.10	3.43

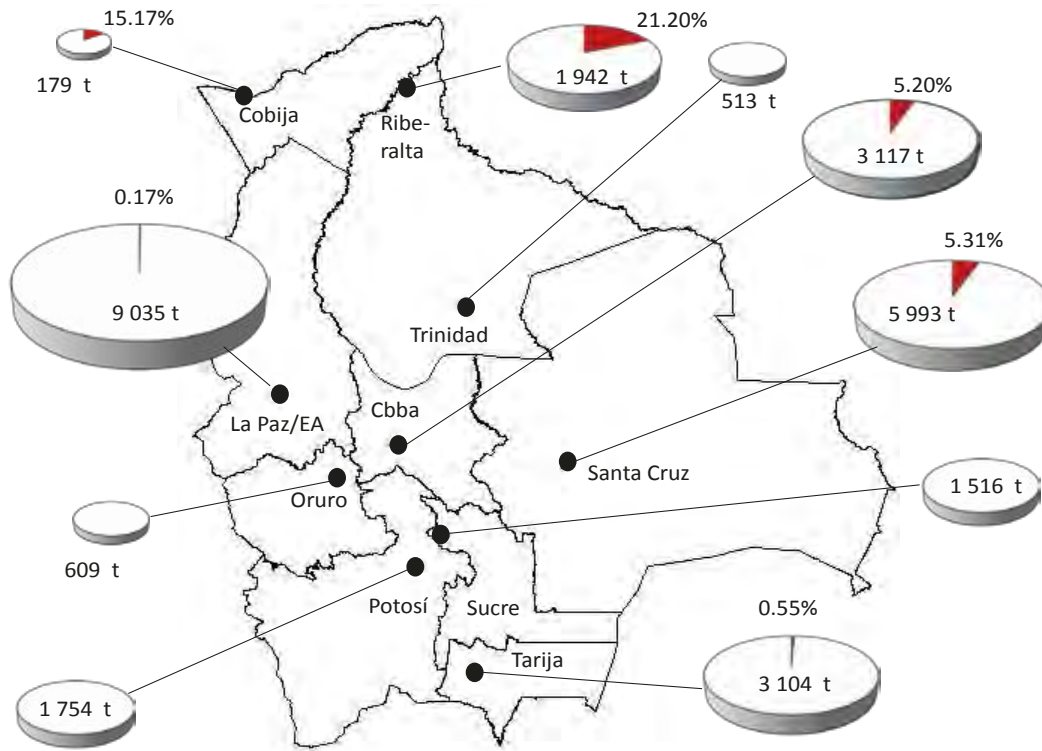


Figura 1. Mercados de paiche y de otras especies en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta. Los porcentajes y segmentos en rojo reflejan la participación del paiche en los respectivos mercados.

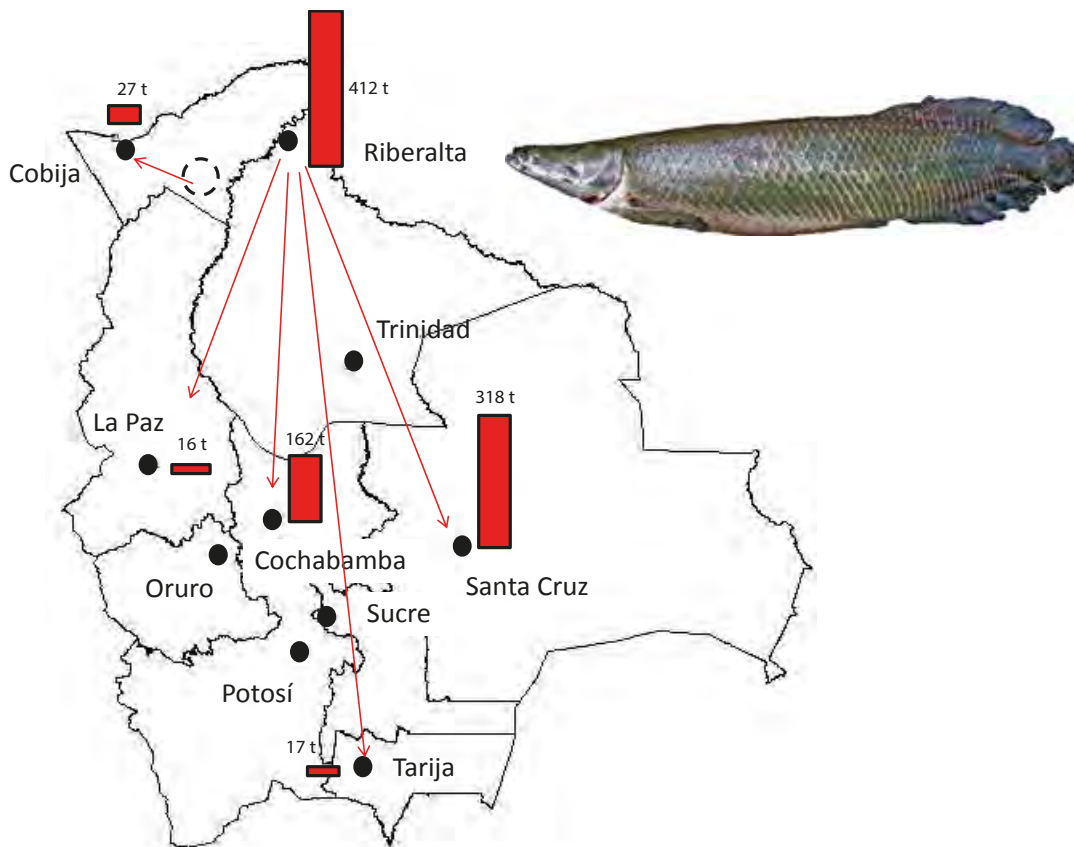


Figura 2. Mercados de paiche en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta. Se indica el tonelaje de paiche desembarcado en 2015. Las flechas indican flujos de pescado. Los mercados de Cobija son abastecidos por paiche proveniente de puntos de desembarque en el departamento de Pando.

Cuadro 3. Precios de venta de carne de pescado por especie por ciudad (mi: mínimo; N: normal; mx: máximo) en Bs/kg.

Especie	CBBA			Santa Cruz			Cobija			Tarija			La Paz		
	mi	N	mx	mi	N	mx	mi	N	mx	mi	N	mx	mi	N	mx
Paiche	38	43	48	44	47	53	22	25	29	30	30	35	41	42	47

Considerando que el presente estudio ha dirigido especial atención al comportamiento de los precios del paiche en el mercado nacional, se verifica que la carne de esta especie introducida que se distribuye al mercado nacional desde el norte amazónico de Bolivia, tiene un precio promedio de 37.4 Bs/kg³ con valores normales de 47 y 43 Bs/kg en las ciudades de Santa Cruz y Cochabamba respectivamente, que concentran la mayor demanda de carne de paiche a nivel nacional. El precio alcanza los 25 Bs/kg en la ciudad de Cobija.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La demanda de carne de pescado en las nueve capitales de Bolivia y en Riberalta alcanza a 27 762.10 toneladas por año y está concentrada en las ciudades de La Paz/El Alto, Santa Cruz, Cochabamba y Tarija que suman 21 249.1 t/año, equivalentes al 76.5% de la demanda nacional. El restante 23.5% corresponde a la demanda de Riberalta, Potosí, Sucre, Oruro, Trinidad y Cobija, totalizando 6 513 t/año.

De la demanda total estimada, 951.70 toneladas (3.43%) corresponden a la demanda anual de carne de paiche y está concentrada en los principales mercados de Riberalta, Santa Cruz y Cochabamba con 411.7, 318.3 y 162 t/año respectivamente. La demanda nacional de otras especies de pescado es de 26 810.4 t/año (96.57%). El paiche se comercializa en cinco de las nueve ciudades capitales de Bolivia, además en Riberalta.

La demanda total en Riberalta es sorprendentemente alta, lo que coincidiría con altas tasas de consumo de pescado en esta localidad en comparación con otros centros urbanos, lo cual fue confirmado por Pérez *et al.* (2014).

Sin embargo, cabe mencionar que una fracción del paiche reportado en los mercados de Riberalta posiblemente esté canalizado a mercados “ilegales” en Brasil.

Al mismo tiempo, es llamativa la baja o ausente demanda de paiche en ciudades amazónicas como Cobija y Trinidad. Este patrón tiene relación con factores culturales (preferencia por especies nativas), pero también con el relativamente bajo precio que alcanza esta especie en estos mercados amazónicos, razón por lo cual una gran parte de este pescado es transportado directamente desde Riberalta a Cochabamba y La Paz, donde el producto se ha consolidado en mercados exigentes.

La introducción del paiche al norte amazónico de Bolivia y el incremento de las capturas de esta especie ha resultado en una reactivación de la pesca comercial en Riberalta y la apertura de nuevos mercados en el interior. Sin embargo, la explotación de esta especie tiene todas las características de un “boom”, con el riesgo de insostenibilidad, ya que se trata de una especie que fácilmente es sobre-explotada (Castello *et al.* 2014).

El precio de la carne de paiche en el mercado nacional tiene valores considerablemente altos en comparación con otras especies, particularmente en las ciudades de Santa Cruz y Cochabamba, que son las que mayor demanda registran para esta especie. Asimismo, el precio del paiche en La Paz y El Alto es el tercero más alto de 17 especies que se comercializan en ese potencial mercado nacional.

Estos datos han sido determinados mediante estimaciones de los volúmenes de carne de pescado por especies, que comercializadores minoristas venden en los principales merca-

³ 7 Bs ~ US\$

dos urbanos de las nueve ciudades capitales de departamento y en Riberalta, es decir, el valor estimado de la demanda nacional de pescado es resultado de la sistematización y procesamiento de información primaria proveniente de encuestas estructuradas y almacenada en bases de datos, a través de la aplicación de herramientas estadísticas de programas y paquetes informáticos.

En este sentido, es recomendable que las bases de datos, metodologías y modelo de innovación tecnológica generadas en el presente estudio, sean consideradas por los actores públicos a nivel municipal y departamental para su complementación, actualización posterior y aplicación permanente, y puedan constituirse en herramientas de apoyo a la toma de decisiones, tomando en cuenta que los precios y valores actuales y proyectados de consumo y demanda de carne de pescado a nivel nacional por especies, son indicadores clave para la planificación estratégica de la acuicultura y la pesca en el país.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a la FEUPECO-PINAB y los minoristas del sector pesquero que han contribuido a la generación de información primaria durante entrevistas. Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAF) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni" y co-financiado a través de una subvención del Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre - IDRC), Ottawa, Canadá, con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través del Departamento de Asuntos Externos, Comercio y Desarrollo (Department of Foreign Affairs, Trade and Development - DFATD).

REFERENCIAS

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-

395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los peces y delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia.

Castello L, Arantes CC, McGrath DG, Stewart DJ, Sarmiento de Sousa F (2014) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, doi: 10.1002/aqc.2491.

Pérez T, Zambrana V, Van Damme PA, Carolsfeld J (2014) El consumo de pescado en la Amazonía boliviana. pp.357-403. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Sistema de monitoreo de los impactos de las represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en territorio boliviano: Línea de base sobre ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia. 470 p.

Rico López G, Coca Méndez C, Almeida O, Van Damme PA (2014) Estructura y economía de la pesca comercial y pesca indígena en la Amazonía boliviana. Informe no publicado. 26 p.

Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. Management of Biological Invasions, 6 (4): 375-383.

PARTE VII

RECOMENDACIONES

Desafíos y recomendaciones para el manejo del paiche (*Arapaima gigas*) y la conservación de la diversidad acuática en Bolivia

Fernando M. Carvajal-Vallejos^{1,2,3,5}, Paul A. Van Damme^{1,5}, Julio Navia^{1,5}, Roxana Salas^{1,5}, Federico Moreno Aulo⁶, Tiffanie Rainville^{4,5}, Alison E. Macnaughton^{7,4,5}, Rodrigo Daza^{1,5}, Joachim Carolsfeld^{4,5}



¹Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas de Recursos del Agua), final Av. Max Fernández s/n, zona Arocagua Norte, Municipio de Sacaba, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

²Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), calle Sucre frente al parque La Torre s/n, zona Las Cuadras, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), calle Carlos Müller 211, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴World Fisheries Trust (WFT), 434 Russell Street, Victoria, BC, V9A 3X3, Canada.

⁵Plataforma Peces para la Vida (PPV II), Bolivia-Canadá

⁶Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB). Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁷University of Victoria, Department of Geography. 3800 Finnerty Road Victoria BC Canada V8P 5C2

INTRODUCCIÓN

Como se describe a lo largo del presente libro, a raíz de la introducción del paiche (*Arapaima gigas*) en Bolivia se han desencadenado varios cambios en el sector pesquero, lo cual ha incidido en las diversas percepciones de la gente local sobre los beneficios o perjuicios que está produciendo (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Coca Méndez *et al.* 2012). Por un lado, la explotación del paiche parece una alternativa económica para un sector que ha aprendido a aprovechar el recurso y forma parte de una cadena de valor de carne del pescado; por otro, algunos de los pobladores locales perciben que, en las zonas invadidas por el paiche, las poblaciones de especies de peces medianas a pequeñas, habituales en la dieta familiar, son cada vez más escasas. Esta situación está motivando al Estado nacional a crear prácticas productivas o ambientales para el uso, aprovechamiento o conservación de los recursos acuáticos, que en el futuro podrían plasmarse en políticas o estrategias de seguridad alimentaria bajo un ordenamiento pesquero.

En la actualidad el paiche se ha convertido en una de las principales especies de peces explotada por las pesquerías comerciales al norte de Bolivia (Van Damme *et al.* 2014; Argote *et al.* 2014), y sus capturas han estado incrementando desde su colonización del norte de la Cuenca Amazónica Boliviana (CAB) (Carvajal-Vallejos *et al.* 2011). Además, se está expandiendo rápidamente en las tierras bajas de la CAB, habiéndose consolidada en la cuenca del río Iténez y en proceso de colonización del río Mamoré. Por sus rasgos de vida ("equilibrado" según Winemiller & Taphorn 1989) la invasión del paiche muestra características de un 'invasor nativo' (Carey *et al.* 2011) colonizando un nicho vacante (Olden *et al.* 2006). Habita ambientes léntricos (p.ej. lagunas) o de poco movimiento (p.e. arroyos) de profundidad variable; ambos ambientes son abundantes en las cuencas de los ríos Beni, Madre de Dios, Mamoré e Iténez, las cuales en conjunto conforman la CAB. Por tanto, está ocupando hábitats que hasta ahora carecieron de paiche, similares a aquellos que se encuentran en su área natural en otros países amazónicos.

La principal amenaza a la que está sujeto el mismo paiche en la CAB es la pesca comercial

(Carvajal-Vallejos *et al.* 2011; Coca Méndez *et al.* 2012). En su medio natural en los países vecinos, las pesquerías intensivas la han tornado vulnerable a la extinción (Hrbek *et al.* 2005); la experiencia en países vecinos sugiere que las capturas permanentes y descontroladas pueden disminuir drásticamente sus poblaciones y abundancia (Arantes *et al.* 2010).

En el presente libro se expone una síntesis del estado de conocimiento del paiche en Bolivia, con la expectativa de que se constituya en una línea de base técnica en mejora y construcción progresiva para el manejo y aprovechamiento de la especie. A continuación, se presentan algunas recomendaciones dirigidas a los tomadores de decisiones locales, regionales o nacionales sobre intervenciones que pueden ser realizadas para optimizar el desarrollo de las cadenas productivas basadas en el aprovechamiento del paiche, y acciones que protejan la fauna nativa en los ambientes acuáticos colonizados por la especie o que serán alcanzados por la misma en los próximos años. Se formulan preguntas y respuestas a escenarios actuales sucedidos a raíz de la llegada del paiche a Bolivia, además se proponen recomendaciones para comenzar a planificar el aprovechamiento y control de la especie en Bolivia en base a experiencias adquiridas y lecciones aprendidas en el norte de Bolivia y en los países amazónicos vecinos.

DESAFÍOS Y RECOMENDACIONES

¿Es posible detener la expansión del paiche en Bolivia?

Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) y Van Damme *et al.* (2015) propusieron a las cachuelas del río Mamoré en su porción baja como barreras potenciales geográficas para el desplazamiento del paiche hacia aguas arriba en las cuencas del mismo Mamoré y del río Iténez. Sin embargo, en el presente libro Carvajal-Vallejos *et al.* (Capítulo 3) y Lizarro *et al.* (Capítulo 5) han mostrado que la especie ya se encuentra aguas arriba de las cachuelas del Mamoré, particularmente en la cuenca del río Iténez. La presencia de la especie posiblemente se debe al resultado de nuevas introducciones desde Bolivia o Brasil. Estos resultados muestran que el paiche se está expandiendo más

rápido de lo previsto, como consecuencia de una serie de introducciones nuevas y la invasión hacia nuevas áreas. No parece haber una manera evidente de detener la expansión del paiche hacia las partes altas de la CAB.

Sobre este punto surge la pregunta si los pescadores de la CAB pueden controlar la expansión y abundancia de la especie al grado de diezmar sus poblaciones. En los países vecinos, donde la especie ha sido utilizada por cientos de años, se ha demostrado que ahora es vulnerable a la sobrepesca (Castello *et al.* 2015; Campos-Silva & Peres 2016), debido a su gran tamaño, además su alto valor y demanda en los mercados, y que es relativamente fácil de visualizarlo y capturarlo. Sin embargo, se podría suponer que en Bolivia no existe aun una presión pesquera suficientemente alta para reducir las poblaciones de paiche. No hay las costumbres ni habilidades para pescarlo, y tampoco existe acceso fácil a lugares remotos que podrían funcionar como "fuentes" de peces que son reclutados en las poblaciones en lagunas o arroyos que son aprovechados anualmente.

Estos dos argumentos nos hacen concluir que sería difícil parar la expansión de la especie o eliminarla de zonas ya colonizadas. Por lo tanto, las acciones para el futuro deberían focalizarse en el seguimiento del proceso de expansión y en la toma de decisiones que afectarán el aprovechamiento del paiche y la conservación de las especies nativas.

¿Los factores climáticos y las barreras geográficas pueden detener o retardar la expansión e invasión del paiche?

Por otro lado, un factor que no depende de la intervención humana y podría limitar la expansión del paiche en la CAB es el clima de la región. El paiche es una especie poco tolerante a bajas temperaturas, y éstas, en el sureste de la Cuenca Amazónica durante la llegada de los frentes fríos (surazos) en época de invierno, podrían afectar la presencia y abundancia de la especie, como sugieren Van Damme *et al.* (2015) y Oberdorff *et al.* (2015). Lawson *et al.* (2015) demostraron que el paiche no sobrevive a temperaturas del agua por debajo de los 16 °C. Esta especie, entonces, es sensible al clima característico del invierno en la CAB. Van Damme *et al.* (2015) sugieren que tempera-

turas bajas durante cuatro días consecutivos pueden causar mortandad de especies nativas en ríos y lagunas de la CAB, incluyendo especies utilizadas en la acuicultura, como el pacú/tambaquí. Mediante un mapa que se adjuntó a su artículo, se sugiere que períodos de cuatro días con temperaturas del aire de aproximadamente 12 °C podrían causar mortandad de varias especies. Este tipo de mortandad masiva fue registrada en agosto de 2010, cuando durante cuatro días consecutivos el promedio de temperatura fue de 12.35 °C (Petherick 2010). No es muy claro cómo la temperatura del aire se relaciona con la temperatura del agua, ya que no existen mediciones de la temperatura del agua durante un ciclo anual. Sin embargo, es probable que durante los frentes fríos provenientes del sur del continente, la temperatura del agua baje hasta 16 °C o menos. Evidentemente, las zonas sujetas a menores temperaturas son aquellas donde se da el descenso con más intensidad, es decir, en el sureste de la CAB.

La conclusión de Van Damme *et al.* (2015) es que la futura expansión del paiche hacia el sureste podría ser restringida o limitada principalmente por los frentes fríos provenientes del sur, y por factores geomorfológicos locales que condicionan la disponibilidad de hábitat para la especie (p.ej. lagunas)

Es importante que el Estado y los actores técnicos públicos y privados tomen en cuenta el cambio y la variabilidad climática en la gestión de los recursos pesqueros, más aún porque los impactos de los cambios climáticos en los sistemas acuáticos se combinan negativamente con otras intervenciones del hombre.

¿Existe un impacto negativo del paiche sobre la ictiofauna nativa?

Miranda-Chumacero *et al.* (2012) sugieren que el paiche tiene un impacto negativo sobre las comunidades de peces nativos en Bolivia, pero estos impactos no han sido demostrados. Esto puede deberse a la dificultad para llevar a cabo este tipo de estudios y la elevada diversidad de especies presente en los hábitats invadidos, y/o porque la influencia del paiche es más sutil.

El paiche ha sido descrito como un carnívoro especializado en consumo de pescado

(Queiroz 2000). En FishBase (Froese & Pauly 2016) la especie está categorizada como carnívora, con base en un nivel trófico (NT ó TROPH) de 2.5. Este valor quiere decir que principalmente se alimenta de carne. No obstante, datos recientes presentados en el Capítulo 7 (Villafan *et al.*) demuestran que el paiche no es un carnívoro estricto, y casi siempre ingiere plantas. Estos autores demostraron la presencia de especies vegetales en el tracto intestinal de paiche capturado en la CAB (ríos Madre de Dios y Beni), pero sin confirmar si la especie digiere y asimila este material. Estos datos están comprobados por otros autores que estudiaron la dieta del paiche en Guyana (Watson *et al.* 2013) y Brasil (Carvalho 2015).

Basados en estudios de dieta (Villafan 2014) y pesca (Argote *et al.* 2014) en el norte de Bolivia, se ha observado que existen varias especies consumidas por el paiche que son aprovechadas por la pesca (20 de 50), pero su frecuencia de ocurrencia (%FO) en los estómagos examinados en general es baja. La especie más importante para el paiche, en términos de %FO, es la detritívora *Potamorhina altamazonica* (Ilorona); especie abundante en lagunas del río Madre de Dios (datos no publicados de Takayuki Yunoki, CIRA-UABJB), y es muy significativa para la pesca de subsistencia de comunidades indígenas y el comercio en mercados locales de Riberalta (Coca Méndez *et al.* 2012). Sin embargo, tomando en cuenta los resultados parciales disponibles hasta la fecha, se puede sugerir que no existe una sobreposición notable entre la dieta del paiche y las capturas de pescadores indígenas en comunidades del TIOC TIM II (p.ej. Trinidadcito).

Sin embargo, el impacto puede darse de diferentes formas, y la depredación directa no sería el único efecto que esta especie puede producir a nivel ambiental. Por ejemplo, puede haber un efecto del paiche sobre la presencia o abundancia de las especies nativas, relacionado al comportamiento territorial que posee. Además, es probable que el paiche tenga un mayor impacto sobre las especies nativas raras y/o sensibles, cuya presencia es difícil de demostrar. Estas posibilidades son suficientes para tener cautela en las conclusiones y recomendaciones que se pueden dar sobre los efectos del paiche sobre la fauna nativa. Más aún porque el pescador indígena, y muchos

otros no indígenas, explotan y consumen el pescado nativo para su sobrevivencia (Pérez *et al.* 2014; Argote *et al.* 2014). Cabe mencionar que el paiche todavía no forma parte de la dieta de una gran mayoría de personas ribereñas (indígenas y no indígenas).

Es urgente que el Estado y los actores técnicos públicos y privados realicen estudios ecológicos y socioeconómicos concluyentes sobre el impacto de paiche en los ambientes acuáticos y en los sistemas de vida en las tierras bajas de Bolivia.

¿Es posible que las poblaciones de paiche colapsen en un futuro próximo o lejano por la pesca?

Existe evidencia en países vecinos de que el paiche es vulnerable a la extinción local por sobrepesca (Castello *et al.* 2015). En Brasil, la especie ha estado al borde de la extinción y ha sido recuperada en algunas partes de la Cuenca Amazónica debido a la intervención pública, donde se han realizado esfuerzos para su recuperación a través de programas comunales de manejo sostenible (Castello *et al.* 2015; Campos-Silva & Péres 2016). Si esta situación de sobreexplotación o aprovechamiento insostenible se daría en Bolivia, es posible que poblaciones locales o enteras de paiche colapsen, con consecuencias desastrosas para las cadenas de valor en pleno desarrollo y/o consolidación. Sin embargo, la situación actual de las pesquerías de paiche en la CAB indica que las poblaciones no están colapsando todavía, y puede haber algunos factores a considerarse al respecto.

A diferencia de la situación brasileña, donde la concentración principal de paiche está siendo directamente sujeta a pesca, hay un número substancial de lagunas con paiche no sujetas a pesca en la CAB. Estas áreas con lagunas no intervenidas pueden estar actuando como "reservas reproductivas", proveyendo peces (maduros e inmaduros) a las áreas con pesca activa, similar a un modelo de "fuente-sumidero" (Hanski & Guilpin 1991; Diaz 1996). Las zonas protegidas son áreas inaccesibles por falta de infraestructura vial, cambios periódicos en los niveles hidrológicos, y por tanto cambio en el tamaño del paisaje acuático-terrestre, y limitado derecho de acceso/uso debido a que se encuentran dentro

de áreas protegidas y/o en Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOCs). Estas zonas remotas, con condiciones y hábitats idóneos para el desarrollo y multiplicación del paiche, pueden permitir un aprovechamiento a mediano o largo plazo de la especie en las áreas de pesca actuales. Evidentemente, el aprovechamiento controlado por parte de las comunidades que tienen derecho prioritario de su custodia frente a otros usuarios (p.e. pescadores no indígenas o comunidades campesinas fuera del territorio), podría contribuir a la permanencia de este recurso pesquero.

Bajo esta situación y el modelo de aprovechamiento que se da actualmente, las políticas que planifiquen el aprovechamiento de la especie deben desarrollarse, en primera instancia, a un nivel regional (dimensionado por los rasgos biológicos y ecológicos) más que puramente local. Sin embargo, estas políticas deben enfocarse progresivamente a regular el manejo de la especie a escalas geográficas más pequeñas (p.e. lagunas), considerando los diferentes aspectos ecológicos y socioeconómicos bajo los cuales se aprovecha o potencialmente se podría aprovechar la especie en nuevas áreas.

¿El paiche representa un recurso que contribuye a la seguridad alimentaria y las economías locales?

En la CAB el paiche es actualmente una de las especies de pez con mayor valor e interés comercial, debido a que un individuo adulto de paiche puede alcanzar dimensiones mayores a dos metros de largo y pesar más de 100 kg. Aunque las comunidades ribereñas casi no consumen paiche, su contribución a la seguridad alimentaria a nivel local se da a través de la comercialización en mercados minoristas que ofrecen el producto para el consumo familiar y en restaurantes. Los consumidores finales urbanos lo adquieren como filetes con o sin piel en cantidades que representan pocos kilogramos. Es evidente que el paiche es más atractivo para el comercio, y eventualmente para el consumo, que otras especies nativas por el rendimiento (filete de carne vs. descartes) elevado que posee (67%). En Carvajal-Vallejos *et al.* (2011) se presentan otras características que tiene el paiche y la tornan una especie más atractiva para las pesquerías urbanas y/o indígenas frente a las espe-

cies nativas y tradicionales que hasta hace 30 años atrás predominaron en los desembarques en el norte de la CAB.

En el Capítulo 14 del presente libro se sugiere que la pesca de paiche puede generar beneficios socioeconómicos significativos para las comunidades indígenas de los cuatro TIOCs estudiados. Esta pesca especializada puede ser útil como una fuente secundaria de ingresos, en particular para acumular bienes, o como un activo que se puede liquidar para resolver problemas inmediatos de las necesidades básicas. Esto sería especialmente útil si la captura de paiche se organiza para tener lugar durante la estación seca, cuando los ingresos anuales de la cosecha de castaña se hayan agotado y cualquier ingreso adicional sería de mucha utilidad. Puede ser una actividad que proporcione algún beneficio como fuente secundaria y estacional de ingresos, si se la gestiona adecuadamente. Hasta ahora, muchas comunidades tienen una experiencia limitada en la pesca comercial, la mayoría todavía no está haciendo uso del paiche, a pesar de su presencia local. Las normas relativas a la pesca de subsistencia y/o comercial frente a los beneficios individuales y/o comunitarios varían según el TIOC. En algunas comunidades, la pesca en general se prioriza como actividad de subsistencia solamente, en otras, la pesca de paiche es con fines comerciales. En otros casos, algunas especies nativas son pescadas y vendidas ocasionalmente a mercados regionales junto con otros productos del bosque. Sin embargo, incluso en estos casos, la pesca del paiche está limitada por el acceso al mercado y la tecnología, dado que requiere de artes y habilidades especializadas, y un mercado atractivo permanente donde el pescado se pueda vender. Algunas comunidades consideran que los retornos potenciales son demasiado bajos en comparación con otras actividades extractivas. Para fortalecer la cadena de valor de paiche se debe considerar aspectos más amplios y una visión holística de los contextos y necesidades locales, desde infraestructura caminera, acceso a mercados con precio justo, acceso a créditos y/o tecnología, entre otros.

Con base en la información presentada en el capítulo 17 se debe afirmar que las cadenas de valor del paiche generan beneficios económicos significativos para los actores locales y regionales, y contribuyen a la seguridad

alimentaria en los sistemas de vida rurales y urbanos. Considerando que toda la carne de paiche (filete) que se comercializa proviene del norte de la CAB, se estima que anualmente genera un flujo de por lo menos cuatro millones de dólares americanos.

Citando el mismo capítulo se advierte que no hay uso de subproductos del paiche, como la piel y las escamas. Sin embargo, realizando una adecuada extracción y conservación, la piel de paiche puede procesarse y se puede obtener un cuero curtido de buena calidad, que sería materia prima para la fabricación de diversos productos de marroquinería y manufactura artesanal o industrial. Al respecto, Bolivia –considerando los datos de producción de la especie– podría posicionarse en el mercado nacional e internacional como productor de cueros curtidos artesanalmente y/o industrialmente.

En este sentido y considerando los pilares fundamentales de la Agenda Patriótica 2025, se recomienda que el Estado promueva el uso de todos los subproductos del paiche en el marco de un programa nacional de aprovechamiento sostenible de la especie en la CAB. Esta iniciativa puede incrementar los ingresos económicos a los diferentes eslabones en la cadena de valor, generar oportunidades de empleo y diversificar la economía plural.

¿Es el paiche una especie prometedora para la piscicultura en Bolivia?

El paiche ha despertado un gran interés en la piscicultura de Brasil, Perú, (Imbiriba 2001; Valladão *et al.* 2016) y la CAB, pero se sabe poco sobre las características tecnológicas óptimas para su cultivo en las condiciones que se dispone en Bolivia. Según condiciones específicas de producción estudiadas en Brasil su producción parece económicamente viable (Oliveira *et al.* 2012), pero requiere una inversión substancial en alevinos de costo elevado y alimento de alto contenido proteico. En Bolivia, ha sido introducida ocasionalmente en estanques de la zona del Chapare, Trinidad y Santa Cruz pero se desconoce el grado de éxito que pudieron tener (ver Capítulo 5). El mayor problema observado fue a nivel de la alimentación de los alevinos y mortandad causada por frentes fríos. De manera general, el cultivo de esta especie es una actividad

relativamente reciente, y varios aspectos que limitan la producción deben ser estudiados a mayor profundidad antes de promover su cultivo a diferentes escalas (Valladão *et al.* 2016).

En 2015, a partir del interés del desarrollo de la piscicultura con paiche, la Autoridad Nacional de Medio Ambiente y Agua en Bolivia mostró preocupación y prohibió la introducción en sistemas naturales de la especie (*Arapaima gigas*) procedente de captura y cría de alevines.

Considerando el alto riesgo que juveniles o adultos de paiche escapen desde los sistemas acuícolas a las lagunas y ríos naturales, su cultivo no debe ser fomentado hasta que se realicen evaluaciones del grado de amenaza que representa para los ambientes acuáticos circundantes. Para ello, el Estado debería elaborar e implementar un protocolo de evaluación del riesgo de introducción de especies de peces no nativas a través de acuicultura.

¿Existe un riesgo de introducir el paiche en la cuenca del río Mamoré?

En los Capítulos 3 y 5 se muestra que el paiche continúa en proceso de expansión y que ha invadido exitosamente la cuenca del río Iténez. Hasta ahora no se ha reportado la especie en los ríos y planicie de inundación de la cuenca media y alta del río Mamoré, aunque se sabe que ha sido introducida en sistemas acuícolas en Trinidad y la región del Chapare (Van Damme *et al.* 2015).

El Mamoré y sus afluentes tienen una vasta zona de inundación que podría albergar poblaciones enormes de paiche. Van Damme *et al.* (2015) calcularon que existe un potencial de por lo menos 1 000 t/año de producción pesquera. Este hecho podría motivar a personas o instituciones de introducir el paiche a esta cuenca, y de esta manera acelerar el proceso de expansión de la especie hacia las partes altas y sus afluentes.

Sin embargo, la aplicación de un procedimiento de análisis de riesgo, como el que ha sido aplicado a la introducción de paiche en Florida (Estados Unidos) mostraría el riesgo de introducir el paiche en el Mamoré. El riesgo de introducción de paiche en Florida fue evaluado utilizando el "risk screening proce-

ture” (procedimiento para análisis de riesgos) (Hill & Lawson 2015) que fue propuesto como método estándar para la evaluación del riesgo de introducciones de peces en los Estados Unidos (Copp 2013) y otras zonas climáticas (Lawson *et al.* 2013). El resultado indicó un riesgo medio de introducción en Florida, principalmente debido a que el clima en gran parte del estado es demasiado frío para su sobrevivencia en condiciones naturales. Una aplicación preliminar de este procedimiento (Van Damme, en prep.) muestra un riesgo elevado de introducción del paiche en la cuenca del río Mamoré.

Este riesgo implica la necesidad de establecer y concertar políticas y normativas a los diferentes niveles del Estado, regular las actividades acuícolas y realizar acciones de prevención y educación ambiental.

¿Es necesario y/o posible elaborar un plan de manejo del paiche en Bolivia?

Miranda-Chumacero *et al.* (2012) propusieron un manejo que sugiere un balance entre los beneficios obtenidos por el aprovechamiento de paiche y la pérdida o amenazas generadas sobre la fauna de peces nativos. Este modelo es sencillo en su concepción, pero es limitado respecto a las acciones que se deben llevar a cabo para alcanzar el mencionado balance. No obstante, esta propuesta es una de las pocas disponibles y en líneas generales refleja las perspectivas que poseen tanto actores públicos como privados sobre la oportunidad para obtener beneficios de una nueva especie que aparentemente está causando pérdidas en la diversidad local.

Las percepciones iniciales que se conocen sobre el paiche indican que es una especie altamente voraz y que está diezmando los peces nativos que han servido de sustento a las comunidades locales que los aprovechan (Cervajal-Vallejos *et al.* 2011). Sin embargo, las poblaciones humanas que poseen acceso al recurso paiche e identifican una oportunidad para captar recursos económicos a través de sus pesquerías, tienen una percepción diferente sobre la especie y plantean aprovechar y cuidar tanto el nuevo recurso introducido como los recursos nativos tradicionales. En el Capítulo 13 (Montellano *et al.*), se puede notar que las percepciones y opiniones sobre el

paiche están divididas. Por un lado, existen percepciones de que el paiche es una especie que ha contribuido a la economía de las familias que logran aprovecharlo como recurso pesquero y su captura les ha proporcionado ingresos durante periodos de escasez o a lo largo del año, y por otro, se dice que su presencia ha generado que las pesquerías sean más difíciles y las especies preferidas para el consumo se tornen escasas o desaparezcan temporalmente, y por lo tanto ha incrementado el tiempo o fuerza de captura de las mismas.

En este punto, surge la pregunta sobre la mejor decisión para controlar y aprovechar el paiche en Bolivia: ¿cuáles serán las prioridades y decisiones del gobierno nacional frente a las posibles amenazas que representa esta especie para los recursos pesqueros nativos versus los beneficios económicos que se pueden obtener a través de su explotación en algunas comunidades que poseen acceso y el recurso introducido en abundancia? La respuesta más lógica aparente es que el paiche debe formar parte de cadenas productivas en las comunidades que poseen el recurso en abundancia, y su aprovechamiento debe controlar el tamaño de sus poblaciones para disminuir la presión que ejercen sobre poblaciones nativas de peces, ya sea por depredación o comportamiento territorial, u otro. Una vez que las comunidades incluyen a las pesquerías de paiche como una actividad nueva o alternativa a sus actividades productivas (y medios de vida), este recurso es considerado valioso y su aprovechamiento puede comenzar a ser proyectado con visión de sostenibilidad, con un monitoreo comunal del estado de sus poblaciones y la implementación de normas comunitarias que regulen el uso y acceso. Esto implica que la eliminación de la especie deja de ser una opción deseable porque representa potencialmente pérdida de ingresos para familias de escasos recursos que están permanentemente en búsqueda de mejores condiciones de vida y mayores ingresos.

Bajo este escenario diferenciado, resalta que las pesquerías de paiche requieren de una planificación y manejo inmediato en zonas que sean identificadas como las más aptas para su aprovechamiento comercial. A través de esta planificación se espera manejar las poblaciones de la especie con el fin de garantizar ingresos económicos periódicos (pesca

regular) o estacionales, y al mismo tiempo proteger y garantizar la permanencia de poblaciones de peces nativos que representan alimento fresco y de alta calidad a familias indígenas y no indígenas que prefieren su consumo. También, es importante considerar que las especies nativas deben ser protegidas porque adquieren potencial como recurso de subsistencia y/o comercial en mercados locales o nacionales, cuando las oportunidades de comercialización se hacen disponibles.

¿Cuáles son las recomendaciones para la legislación boliviana?

En los últimos tres años se aprobaron dos normativas de carácter nacional que son consideradas como una base legal inicial para dirigir la planificación y aprovechamiento del paiche en la CAB, en ausencia de una Ley de Pesca y/o de reglamento específico sobre especies introducidas. En particular, un análisis exhaustivo de los artículos que contiene la Resolución Administrativa VMABCCGDE N° 13/2015 del 08 de junio del 2015, del Estado Plurinacional de Bolivia, permite formular algunas recomendaciones y orientaciones.

El segundo artículo de la mencionada resolución indica "Autorizar la pesca de control de paiche *Arapaima gigas* como una medida ambiental para la protección y conservación de la ictiofauna nativa nacional en las cuencas donde se encuentra esta especie exótica invasiva, mediante mecanismos regulados por instancia competente". Este artículo hace referencia a la necesidad de seguir un principio precautorio para proteger la diversidad de peces en la CAB que podrían tener algún grado de amenaza por la presencia de paiche. Para determinar con mayor precisión la dimensión de esta amenaza es necesario realizar y/o valorar resultados de estudios sociales, económicos y ecológicos, los cuales muestren indicios de una reducción en la diversidad o abundancia de algunas especies que potencialmente pueden ser afectadas directa o indirectamente por el paiche y que incide en la seguridad alimentaria de las poblaciones ribereñas principalmente.

El inciso a) del segundo artículo dice que "el aprovechamiento del paiche (*Arapaima gigas*) en áreas protegidas se sujetará a la planificación establecida por la Dirección del Área Prote-

gida, la cual se sustentará en base a aplicación de métodos selectivos de pesca, investigación biológica y monitoreo de la ictiofauna en general". Aquí se indica que el aprovechamiento del paiche debe incluir áreas protegidas donde normalmente no es posible realizar extracciones con fines comerciales de las especies que contienen. Evidentemente, la extracción debe seguir procedimientos que consideran la normativa vigente de las áreas protegidas y una planificación guiada por los administradores de la misma. La iniciativa de abrir el aprovechamiento comercial de esta especie en áreas protegidas es importante por los motivos mencionados en el artículo de líneas arriba, y porque estas áreas en la actualidad juegan un rol importante en la multiplicación y expansión de esta especie invasora. Si no se realiza el aprovechamiento en áreas protegidas, la fauna de peces que se pretende proteger puede verse amenazada por el paiche, y los hábitats disponibles dentro la zona de reserva facilitarían la multiplicación de la misma. Por lo tanto, una manera de controlar la expansión de la especie dentro las áreas protegidas será la elaboración e implementación de un plan de aprovechamiento que genere el menor impacto posible sobre las comunidades y/o poblaciones de otras especies nativas presentes y las zonas sensibles de ésta, además de un instrumento normativo que permita el acceso de aprovechamiento del paiche con restricciones ambientales.

El inciso b) del segundo artículo "prohíbe la introducción y repoblamiento en sistemas naturales de la especie *Arapaima gigas* (paiche), procedente de captura y cría de alevines". Este artículo sugiere limitar actividades de translocación que pueden diseminar y acelerar el proceso de invasión del paiche en la CAB, y específicamente en la cuenca del río Mamoré, incrementando su área de distribución y por lo tanto tornando más difícil la planificación del control de la especie. Como se sabe, las condiciones en las tierras bajas de la CAB son favorables para el establecimiento del paiche. La liberación o escape de algunas decenas o centenas de individuos donde no se encuentra la especie puede ser suficiente para establecer nuevas poblaciones en lugares donde todavía no está presente. El control del comercio o transporte de ejemplares vivos inmaduros es una medida que debe ser realizada sobre todo para iniciativas incipientes de piscicultura de la especie, las cuales no cuentan con una

planificación apropiada por el actor, y menos aún con sistemas de control provenientes de las autoridades competentes. Esto implica que las autoridades en su conjunto, por lo general, desconocen la especie y los posibles impactos que puede generar en los sistemas acuáticos naturales.

El inciso c) del citado artículo se refiere a que “La organización para el control de la especie *Arapaima gigas* (paiche) en Tierras Comunitarias de Origen, se desarrollará en base a normas y procedimientos propios de las comunidades y organizaciones de las naciones y pueblos indígena originario campesinos, para beneficio colectivo”. Este punto es similar al sugerido para las áreas protegidas. Evidentemente, no todas las comunidades indígenas tienen acceso al recurso para ser explotado de manera comercial. Sin embargo, los principios bajo los cuales se propone seguir esta regulación apuntan a conservar la diversidad de peces nativos que poseen los territorios indígenas y evitar la multiplicación de la especie en posible detrimento de las especies nativas locales. En época seca el aprovechamiento del paiche en territorios indígenas puede contribuir a los ingresos económicos de algunas comunidades y por lo tanto su explotación puede ser permanente y periódica. Esto también implica que algunas comunidades que poseen acceso a una población grande de paiche pretenden conservar un tamaño poblacional mínimo de la especie introducida para garantizar sus ingresos económicos anuales que se pueden captar a través de su captura. Tres de las cuatro TIOCs estudiadas desde la gestión 2012 han incorporado en sus normas internas, artículos aislados autorizando el aprovechamiento del paiche con fines comerciales para satisfacer sus necesidades básicas, asignando una tasa mínima de aporte comunitario. Esto demuestra que las organizaciones indígenas en el marco de la gestión territorial y de los recursos naturales, y antes de que el Estado inicie procesos de regulación, identificaron al paiche como una alternativa económica dentro sus medios de vida.

El quinto inciso del citado artículo dice que “el comercio internacional de productos y subproductos de paiche (*Arapaima gigas*) se enmarca con lo establecido por la Convención CITES y la normativa nacional vigente”. Este artículo es importante porque abre nuevas

oportunidades a los productores u otros actores de la cadena productiva del paiche en mercados internacionales (p.e. Brasil), debido a que la especie se encuentra protegida en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Esta oportunidad se fortaleció con la aprobación del Decreto Supremo N° 3048 del Estado Plurinacional de Bolivia, de fecha 7 de enero de 2017, en el cual se definen los requisitos mínimos para contar con la autorización para la comercialización y exportación de derivados del paiche (carne, escamas y cueros, entre otros). Esta coyuntura legal abre ventanas para que Bolivia acceda a los mercados internacionales y hará que al mismo tiempo la presión de pesca sea mayor y permita controlar mejor las poblaciones de paiche, haciendo hincapié en el principio precautorio analizado párrafos arriba. Paralelo a ello, y desde el concepto socioeconómico, se podrían generar mejores ingresos para los eslabones de la cadena de valor o incluso abrir nuevas cadenas que generen trabajo y oportunidades laborales para personas locales o en otras regiones del país.

En ambas normativas, la autoridad administrativa competente es el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, en coordinación con los gobiernos autónomos territoriales donde se encuentra la especie, y la perspectiva es ambiental. Sin embargo, las normativas no reflejan visiones o políticas de otros ministerios encargados de planificar el desarrollo productivo en la CAB. Es claro que estas normativas comenzarán a ser efectivas desde una acción-visión desde arriba (gobierno nacional) hacia abajo (gubernaciones, municipios) y no desde un proceso inverso. Es el gobierno de Bolivia que debe definir -en primera instancia- cuál es la prioridad a nivel nacional y/o regional de las acciones que se deben tomar frente a la problemática del paiche y las especies introducidas en Bolivia, y después trabajar de manera conjunta con autoridades y actores locales en las tierras bajas de la CAB. Para lograr la mayor efectividad de las acciones o normas regulatorias que se propongan, es necesario considerar resultados de investigaciones realizadas en Bolivia y que estén dirigidas a responder demandas regionales o locales del go-

bierno y los actores locales para optimizar la planificación y aprovechamiento del recurso.

Es importante puntualizar que en el próximo ordenamiento pesquero nacional se consideren propuestas o iniciativas que incluyan aspectos de género, gobernanza y gestión territorial indígena, y la problemática de especies invasoras y/o introducidas, entre otras, que desde nuestra perspectiva son relevantes para tener mayor eficiencia en las acciones que intenten controlar y generar mayores beneficios a los actores a lo largo de las cadenas de valor.

¿Se debe considerar las relaciones de género en los procesos de fortalecimiento de la cadena de valor del paiche en Bolivia?

El tema de género no es sinónimo de mujer y debe ser entendido como un sistema dinámico positivo que ordena e influye en las identidades, los roles, relaciones, instituciones, manejo de producción, y uso de los recursos naturales por parte de mujeres y hombres. Esta intrínsecamente relacionada y influenciada por diversos factores que van más allá de las diferencias entre hombres y mujeres, entre las cuales vulnerabilidad ambiental y social, elementos de etnicidad y histórica, lo que se reconoce como el concepto de interseccionalidad (Cho *et al.* 2013). Debido a las desigualdades estructurales y relacionales que enfrentan las mujeres, y en especial las mujeres indígenas, tienen mayores limitaciones cuando sus derechos son genéricos, están sobreentendidos o simplemente no están escritos. La igualdad de género, entonces, estipula que mujeres y hombres son iguales ante la ley, con los mismos derechos y deberes frente al Estado y la sociedad, y por ende, en la administración y toma de decisiones de los recursos naturales, entre ellos el paiche.

Desde su concepción la cadena de pescado del paiche es compleja, más aún cuando identificamos que las relaciones de género e interseccionalidad en cualquier eslabón son dinámicas y que generalmente profundizan la inequidad entre hombres y mujeres (Macnaughton *et al.* 2016). Los reglamentos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en los cuatro territorios indígenas promueven tácitamente los derechos y obligaciones de hombres y mu-

jes. De todos ellos, el TIOC Tacana-Cavineño es el único que otorga específicamente el derecho de aprovechamiento doméstico o de autoconsumo de cualquier especie de pescado tanto a hombres como a mujeres en cualquier cuerpo de agua que se encuentra al interior del territorio. En lo que respecta al paiche, asigna una tasa comunitaria cuando la faena de pesca es mayor a los 100 kg, otorgando esta responsabilidad a ambos.

A esto se debe añadir, que la pesca comercial de paiche en todos los TIOCs se realiza casi exclusivamente por los hombres (Argote *et al.* 2014), mientras que la pesca de subsistencia (peces menores) por todos los miembros de la familia (Soto *et al.* datos no publicados, Macnaughton *et al.* 2016).

La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha propuesto las directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala o "Directrices PPE" (FAO 2015), como un instrumento internacional de apoyo para la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. El capítulo 8 del referido documento indica que todas las partes deberían reconocer la igualdad de género como esfuerzos concertados de todos, e incorporar las cuestiones de género a todas las estrategias de desarrollo de la pesca en pequeña escala. Si bien la mujer no participa directamente en la pesca de paiche, ella está presente en todos los otros eslabones de la cadena (Coca *et al.* 2012) y, por ende, es determinante reconocer su participación y su aporte al desarrollo socioeconómico de las familias. Un abordaje transformativo de género (Kantor 2013, Macnaughton *et al.* 2016) es necesario para asegurar la participación y protagonismo de la mujer en los procesos de toma de decisiones, en la distribución de beneficios familiares, organización productiva y/o comunitaria, y en propuestas de políticas dirigidas a la pesca artesanal que fortalezcan la cadena de valor del pescado.

Acciones prioritarias para la gobernanza de los recursos pesqueros

Los anteriores párrafos han demostrado que la introducción del paiche ha resultado en un cambio drástico en los desembarques, en las cadenas del pescado y en las relaciones de poder de los actores involucrados en su apro-

vechamiento. Estos cambios observados podrían bien representar la primera parte de un ciclo "de auge y de caída" ("boom and bust cycle" en inglés) que se caracteriza por un inicial aumento significativo en los beneficios, seguido por una caída en los desembarques y/o los ingresos económicos, como consecuencia de agotamiento del recurso o de factores económicos o de mercado. Similares ciclos de auge y de caída han ocurrido en el pasado con la quinina, la goma y el palmito, entre otros recursos naturales.

Para evitar la caída en los beneficios generados por la comercialización de paiche se recomienda acciones coordinadas dentro de una planificación estratégica del sector a través de la investigación aplicada (investigación-acción), generando los insumos para un manejo y gestión pesquera que toma en cuenta las lecciones aprendidas, y una planificación de acciones prioritarias dentro de un entorno de gobernanza con participación de todos los actores.

Este mismo entorno debería crear también los escenarios propicios para a) la conservación de las especies nativas como patrimonio natural, b) la gestión y protección de la pesca de subsistencia que depende de este patrimonio, c) de forma general, garantizar la seguridad alimentaria con soberanía para el vivir bien. Al mismo tiempo, se deben establecer políticas y estrategias para evitar nuevas introducciones de especies de peces no nativas que generen impactos impredecibles y/o negativos en los ambientes acuáticos y sistema de vida.

De alguna manera, todas estas acciones demandan la participación activa del Estado en todos sus niveles y de todos los actores involucrados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue llevado a cabo con la ayuda de una subvención del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Forestal (INIAP) a través del apoyo financiero del Estado Plurinacional de Bolivia y el Banco Mundial, en el marco del subproyecto "Bases Técnicas para el Aprovechamiento Integral del Paiche (*Arapaima gigas*) en el Norte del Departamento del Beni". El trabajo fue cofinanciado por el Centro In-

ternacional de Investigación para el Desarrollo (International Development Research Centre – IDRC), Ottawa, Canadá, y con el soporte financiero del gobierno de Canadá, a través de Asuntos Externos (Global Affairs, Canada - GAC). Agradecimientos a Julio Alem (CIDRE) y Luis Bedani (IMG Consulting) por la revisión de una primera versión de este capítulo.

REFERENCIAS

Arantes CC, Castello L, Stewart DJ, Cetra M, Queiroz HL (2010) Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, 19: 455-465.

Argote A, Van Damme PA, Macnaughton A, Villafán S, Carvajal-Vallejos FM (2014) Pesca artesanal en la cuenca amazónica boliviana: un estudio de caso en la tierra comunitaria de origen Multiétnico II. pp. 297-338. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de Base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA. Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

Campos-Silva JV, Peres CA (2016) Community-based management induces rapid recovery of a high-value tropical freshwater fisheries. *Scientific Reports*, 6, article number 34745, doi: 10.1083/srep34745.

Carey MP, Sanderson BL, Barnas KA, Olden JD (2012) Native invaders – challenges for science, management, policy, and society. *Front Ecol Environ* 10 (7): 373–381.

Carvajal-Vallejos FM, Van Damme PA, Córdova L, Coca C (2011) La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. pp. 367-395. En: Van Damme PA, Carvajal-Vallejos FM, Molina Carpio J (Eds.). Los Peces y Delfines de la Amazonía Boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas. Editorial INIA, Cochabamba, Bolivia.

Carvalho F (2015) Ecologia trófica do pirarucu (*Arapaima* sp.) em ecossistemas de lagos de ria e de várzea na bacia Amazônica Central. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. Manaus, AM, Brasil. 43 p.

Castello L, Arantes C, McGrath D, Stewart D, De Sousa F (2015) Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. *Aquatic Conservation*:

- Marine and Freshwater Ecosystems, 25: 587-598.
- Cho S, Crenshaw KW, McCall L (2013) Toward a Field of Intersectionality Studies: Theory, Applications and Praxis. *Signs* 38(4): 785-810.
- Coca Méndez C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, Van Damme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (el paiche - *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- Coca C, Rico G, Carvajal-Vallejos FM, Salas R, Wojchiechowski J, VanDamme PA (2012) La cadena de valor del pescado en el norte amazónico de Bolivia: la contribución de especies nativas y de una especie introducida (el paiche - *Arapaima gigas*). Embajada Real de Dinamarca, IDRC, Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- Copp GH (2013) The Fish Invasiveness Screening Kit (FISK) for non-native freshwater fishes – a summary of current applications. *Risk Analysis*, 33: 1394-1396
- Diaz P (1996) Sources and sinks in population dynamics. *Trends in Ecology and Evolution*, 11(8): 326-330.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2015. Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala, en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/a-i4356s.pdf>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO (2015) Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Froese R, Pauly D (Eds.) (2016) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version oct/2016.
- Hanski I, Guilpin M (1991) Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of Linnean Society*, 42: 3-16.
- Hill JE, Lawson KM (2015) Risk screening of *Arapaima*, a new species proposed for aquaculture in Florida. *North American Journal of Fisheries Management*, 35 (5): 885-894.
- Hrbek T, Farias IP, Crossa M, Sampaio I, Porto JIR, Meyer A (2005) Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation*, 8: 297-308.
- Imbiriba EP (2001) Production potential of pirarucu, *Arapaima gigas*, in captivity. *Acta Amazonica*, 31: 299-316.
- Kantor P (2013) Transforming Gender Relations: A Key to Lasting Positive Agricultural Development Outcomes. Brief AAS-2013-12 CGIAR Research Program on Aquatic Agricultural Systems. Penang, Malaysia: CGIAR.
- Lawson LL, Hill JE, Vilizzi L, Hardin S, Copp GH (2013). Revisions of the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK) for its application in warmer climatic zones, with particular reference to peninsular Florida. *Risk Analysis*, 33 (8): 1414-1431
- Lawson LL, Tuckett QM, Lawson KM, Watson CA, Hill JE (2015) Lower Lethal Temperature for *Arapaima gigas*: Potential Implications for Culture and Establishment in Florida. *North American Journal of Aquaculture*, 77 (4): 497-502.
- Macnaughton AE, Rainville, TK, Coca CI, Ward EM, Wojciechowski MJ, Carolsfeld J (2016) Gender transformative approaches with socially and environmentally vulnerable groups: indigenous fishers of the Bolivian Amazon. pp. 217-240. En: Njuki J, Parkins JR, Kaler A (Eds.). *Transforming gender and food Security in the Global South*. Oxon, UK and Ottawa, Canada: Routledge and International Development Research Council.
- Miranda-Chumacero G, Wallace R, Calderón H, Calderón G, Willink P, Guerrero M, Siles T, Lara K, Chuqui D (2012) Distribution of *arapaima* (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimatidae) in Bolivia: implications for the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1 (2): 129-138.
- Oberdorff T, Jézéquel C, Campero M, Carvajal-Vallejos FM, Cornu JF, Dias MS, Duponchelle F, Maldonado-Ocampo JA, Ortega H, Renno JF, Tedesco PA (2015) How vulnerable are Amazonian freshwater fishes to ongoing climate change? *Journal of Applied Ichthyology*, 31(Suppl 4): 4-9.
- Olden JD, LeRoy Poff N, Bestgen KR (2006) Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River Basin. *Ecological Monographs*, 76(1): 25-40.
- Oliveira EG, Pinheiro AB, Oliveira VQ, Silva ARM, Moraes MG, Rocha IRCB *et al.* (2012) Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. *Aquaculture*, 370: 96-101.
- Perez T, Zambrana V, Van Damme PA, Carolsfeld J (2014) Consumo de pescado en la Amazonía boliviana. pp. 359-404. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio

Ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de Base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA. Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

Petherick A (2010) Antarctic cold snap kills millions of aquatic animals in the Amazon. *Nature*, doi:10.1038/news.2010.437.

Queiroz H (2000) Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the amazonian varzea: red giants in muddy waters. PhD Thesis, Fife-Scotland.

Valladão G, Gallani S, Pilarski F (2016) South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, doi: 10.1111/raq.12164.

Van Damme PA, Coca C, Carvajal-Vallejos FM (2014) Composición de los desembarques de la pesca comercial en la Amazonía boliviana. pp. 341-356. En: Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Eds.). Sistema de Monitoreo de los Impactos de las Represas Hidroeléctricas Jirau y Santo Antonio en Territorio Boliviano: Línea de Base sobre los ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana. Editorial INIA, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.

Van Damme PA, Coca C, Zapata M, Carvajal-Vallejos FM, Carolsfeld J, Olden J (2015) The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6 (4): 375-383.

Villafán S (2014) Dieta del paiche – *Arapaima aff. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) en el lago El Mentiroso, río Madre de Dios (Bolivia), Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Simón.

Watson C, Stewart D, Teece M (2013) Trophic ecology of *Arapaima* in Guyana: giant omnivores in Neotropical floodplains. *Neotropical Ichthyology*, 11 (2): 341-349.

Winemiller KO, Taphorn DC (1989) La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania*, 6: 77-100.

ANEXO I

Lista de especies de peces presentes en cada una de las 13 unidades hidrológicas definidas para la Cuenca Amazónica boliviana (CAB), y que conforman la base de datos Fish-AMAZBOL

La clasificación taxonómica de las especies de peces (órdenes y familias) se elaboró siguiendo el criterio propuesto por Reis et al. (2003); los géneros y especies dentro de cada familia están presentados en orden alfabético. (I): introducida; (D): dudosa; (*): material tipo de Bolivia (145 especies válidas y sinónimos). Max: elevación máxima, en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), de ocurrencia de cada especie listada en la base de datos de Fish-AMAZBOL. Min: elevación mínima (m.s.n.m.) de ocurrencia de cada especie listada en la base de datos de Fish-AMAZBOL. Las unidades hidrográficas definidas de la CAB son: ACR: Acre; ABU: Abuná; MAD: Madera; ORT: Orthon; MDD: Madre de Dios; MAM: Mamoré; GRA: Grande; ITE: Iténez; PAR: Parapetí; B-MD-O: Beni-Madre de Dios-Orthon; MIM-i: Mamoré-Iténez.

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
Atheriniformes																			
Atherinopsidae																			
		Odontesthes	bonariensis (I)	(Valenciennes, 1835)	3 427	2 579									1				
Beloniformes																			
Belontiidae																			
		Belonion	apodion (*)	Collette, 1966	141	132										1			
		Potamorhaphis	eigenmanni	Miranda Ribeiro, 1915	330	124				1	1	1	1	1		1		1	1
		Pseudotylorus	angusticeps	(Günther, 1866)	174	140					1			1		1			
Characiformes																			
Acestrorhynchidae																			
		Acestrorhynchus	abbreviatus	(Cope, 1878)	150	95		1	1							1			
			altus	Menezes, 1969	507	117				1	1	1	1	1		1		1	1
			falcatus	(Bloch, 1794)	352	104			1	1	1	1	1	1		1		1	1
			falcirostris	(Cuvier, 1819)	507	95		1	1					1		1			1
			heterolepis	(Cope, 1878)	507	95		1	1	1	1	1	1	1		1			
			lacustris	(Lütken, 1875)	182	139				1	1	1	1	1		1			
			microlepis	(Jardine, 1841)	507	95		1	1					1	1	1			
			minimus	Menezes, 1969	177	136										1			
			pananeiro	Menezes, 1992	258	118								1	1	1		1	1
Anostomidae																			
		Abramites	hypselonotus	(Günther, 1868)	239	124				1	1	1	1	1		1		1	1
		Anostomoides	laticeps	(Eigenmann, 1912)															1
		Anostomus	ternetzi	Fernández-Yépez, 1949	133	133													1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
Atheriniformes																			
		Laemolyta	fasciata (*)	Pearson, 1924	173	170								1					
			proxima	(Garman, 1890)	507	95		1									1		
			taeniata	(Kner, 1858)	507	95		1	1				1	1					
		Leporellus	pictus	(Kner, 1858)	619	619												1	
			vittatus	(Valenciennes, 1850)										1					
		Leporinus	agassizii	Steindachner, 1876	150	150								1					
			amazonicus	Santos & Zuanon, 2008	146	146								1					
			bleheri (*)	Géry, 1999	487	487													
			cylindriciformis	Borodin, 1929	154	139													
			desmotes	Fowler, 1914	207	140								1					
			fasciatus	(Bloch, 1794)	571	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
			friderici	(Bloch, 1794)	1 047	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
			maculatus	Müller & Troschel, 1844	154	133						1		1					
			nattereri	Steindachner, 1876	226	146				1	1								
			obtusidens	(Valenciennes, 1837)											1				
			pearsoni (*)	Fowler, 1940	414	137					1	1		1					
			striatus	Kner, 1858	1 047	146						1		1	1	1			
			trifasciatus	Steindachner, 1876	250	95		1			1	1	1	1					1
			y-o-phorus (D)	Eigenmann, 1922	122	122						1		1					
	Petulanos		plicatus (D)	(Eigenmann, 1912)	507	146								1					
	Pseudanos		gracilis	(Kner, 1858)	507	155													
			trimaculatus	(Kner, 1858)	179	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
			argenteofuscus	Kner, 1858	507	97			1		1			1					
	Rhytiodus		elongatus	(Steindachner, 1908)	140	140													

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
			lauzannei (*)	Géry, 1987	178	141								1						
			microlepis	Kner, 1858	507	95		1			1	1		1				1		
		Schizodon	dissimilis (D)	(Garman, 1890)	121	117						1								1
			fasciatus	Spix & Agassiz, 1829	250	95	1	1	1	1	1	1		1				1		1
	Characidae																			
		Acrobrycon	ipanquianus	(Cope, 1877)	2 549	597						1			1					
			tarijae	Fowler, 1940	1 164	808							1							1
		Agoniates	anchovia (*)	Eigenmann, 1914	209	96			1			1		1	1					
		Aphyocharacidium	bolivianum (*)	Géry, 1973	215	143					1				1					
		Aphyocharax	alburnus	(Günther, 1869)	1 047	121				1	1	1		1	1					1
			anisitsi	Eigenmann & Kennedy, 1903	201	140						1								1
			dentatus	Eigenmann & Kennedy, 1903	1 047	132				1	1	1		1						1
			nattereri	(Steindachner, 1882)	155	135						1		1						1
			pusillus	Günther, 1868	442	146				1	1	1		1						1
			rathbuni	Eigenmann, 1907	183	142								1						1
		Aphyodite	grammica (D)	Eigenmann, 1912	230	126					1	1		1						
		Astyanacinus	moorii (D)	(Boulenger, 1892)	1 047	174						1		1						
			multidens (*)	Pearson, 1924	743	146					1	1		1						
		Astyanax	abramis	(Jenyns, 1842)	2 167	131	1			1	1	1		1	1					1
			anterior	Eigenmann, 1908	95	95		1												
			bimaculatus	(Linnaeus, 1758)	1 047	96			1			1		1	1					1
			chaparae (*)	Fowler, 1943	227	215								1						
			fasciatus	(Cuvier, 1819)	146	141					1	1		1						1
			guaporensis	Eigenmann, 1911	185	133						1		1						1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			lineatus	(Perugia, 1891)	4 084	140						1		1	1	1	1		
			villwocki (*)	Zarske & Géry, 1999	243	243								1					
			bounites	Vari & Ortega, 2000	146	146					1	1							
		Bario	steindachneri (D)	(Eigenmann, 1893)								1							
		Brachychalcinus	copei	(Steindachner, 1882)	629	146	1			1	1	1		1	1	1			1
			nummus (D)	Böhlke, 1958	194	194								1					
		Brycon	amazonicus	(Spix & Agassiz, 1829)	231	95		1	1	1	1								1
			cephalus	(Günther, 1869)	507	131				1	1	1		1	1	1			
			falcatus	Müller & Troschel, 1844	172	139													1
			hilarii	(Valenciennes, 1850)										1					
			melanopterus	(Cope, 1872)	341	95		1				1			1				
			pesu	Müller & Troschel, 1845	507	141													1
		Bryconacidnus	ellisi (*)	(Pearson, 1924)	1 520	136						1		1	1	1			
			hemigrammus (*)	(Pearson, 1924)	631	430						1							
		Bryconamericus	alfredae	Eigenmann, 1927	1 047	328						1							
			bolivianus (*)	Pearson, 1924	837	189						1		1					
			diaphanus	(Cope, 1878)								1							
			iheringii	(Boulenger, 1887)	1 164	751													1
			pachacuti	Eigenmann, 1927	226	146				1	1								
		Bryconella	sp. (D)	Géry, 1965															1
		Bryconops	affinis (D)	(Günther, 1864)	442	442						1		1	1	1			
			alburnoides	Kner, 1858	507	137								1	1	1			
			caudomaculatus	(Günther, 1864)	414	129													1
			melanurus	(Bloch, 1794)	330	124					1	1	1	1	1	1	1	1	1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Ceratobranchia	sp.	Eigenmann, 1914	1 205	1 205								1			1		
		Chalceus	guaporensis (*)	Zanata & Toledo-Piza, 2004	189	95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1
			macrolepidotus	Cuvier, 1818	507	96		1				1		1	1	1			1
		Charax	caudimaculatus	Lucena, 1987	146	95	1				1	1		1	1	1			1
			gibbosus	(Linnaeus, 1758)	347	97		1	1	1	1	1	1	1	1	1			
			macrolepis	(Kner, 1858)	162	133					1	1		1	1	1			1
			pauciradiatus (D)	(Günther, 1864)	201	171					1	1		1	1	1			
		Cheirodon	stenodon (D)	Eigenmann, 1915	146	126					1	1		1					
		Chrysobrycon	sp.	Weitzman & Menezes, 1998	247	146				1	1								
		Clupeocharax	anchoveoides (*)	Pearson, 1924	244	117				1	1	1		1				1	1
		Creagrutus	beni (*)	Eigenmann, 1911	2 167	96		1				1		1	1	1			1
			maxillaris	(Myers, 1927)	145	141						1				1			
			pearsoni (*)	Mahnert & Gery, 1988	891	96		1			1	1		1	1				
		Ctenobrycon	hauxwellianus	(Cope, 1870)	1 047	117					1	1		1	1	1			1
			spilurus	(Valenciennes, 1850)	345	134				1	1	1		1	1	1			
		Cynopotamus	amazonum	(Günther, 1868)	231	97		1			1	1		1	1	1			
			argenteus (D)	(Valenciennes, 1836)	1 047	210						1							
			gouldingi	Menezes, 1987	247	146				1	1								
		Deuterodon	sp. (D)	Eigenmann, 1907	136	136													1
		Engraulisoma	taeniatum	Castro, 1981	244	146				1	1	1		1					
		Galeocharax	goeldii	(Fowler, 1913)	134	134				1									
			gulo	(Cope, 1870)	481	125	1			1	1	1		1	1	1			1
			humeralis (D)	(Valenciennes, 1834)	194	194						1							1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Gephyrocharax	chaparae (*)	Fowler, 1940	270	189						1		1					
			major (*)	Myers, 1929	1 047	259						1							
		Gnathocharax	steindachneri	Fowler, 1913	194	135					1	1		1		1			1
		Gymnocorymbus	ternetzi	(Boulenger, 1895)	507	131					1	1		1		1			1
			thayeri	Eigenmann, 1908	168	117					1	1		1		1			1
		Hasemanina	sp. (D)	Ellis, 1911										1					
		Hemibrycon	beni (*)	Pearson, 1924	1 574	146					1	1		1					
			huambonicus	(Steindachner, 1882)	631	442						1							
			jelskii	(Steindachner, 1876)	1 490	237					1	1		1					
		Hemigrammus	bellottii	(Steindachner, 1882)	260	136								1		1			1
			lunatus	Durbin, 1918	601	126				1	1	1		1		1			
			marginatus	Ellis, 1911	146	136								1		1			
			neptunus (*)	Zarske & Géry, 2002	270	146					1			1					
			ocellifer	(Steindachner, 1882)	248	134				1	1	1		1		1			1
			stictus	(Durbin, 1909)	154	133								1		1			1
			tridens	Eigenmann, 1907	166	166										1			
			unilineatus	(Gill, 1858)	251	133				1	1	1		1		1			1
			vorderwinkleri (D)	Géry, 1963	194	161										1			
		Hyphessobrycon	agulha	Fowler, 1913	247	146				1	1								
			bentosi	Durbin, 1908	180	144								1		1			
			copelandi	Durbin, 1908	238	146				1	1								
			elachys	Weitzman, 1984	145	143								1					
			eques	(Steindachner, 1882)	341	126				1	1	1		1		1			
			gracillor	Géry, 1964	226	146				1	1								
			hasemani	Fowler, 1913	146	137						1		1		1			

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			herbertaxel- rodi	Géry, 1961	236	171								1		1			
			heterorhabdus	(Ulrey, 1894)	248	162								1		1			1
			megalopterus (*)	(Eigenmann, 1915)	213	139				1	1	1		1		1			
			pando (*)	Hein, 2009	174	174				1		1							
			tukunai	Géry, 1965	414	146				1	1					1			
		Hysteronotus	sp. (D)	Eigenmann, 1911	271	146				1	1			1	1	1			
		Iguanodectes	purusii	(Steindadner, 1908)	144	144										1			
			spilurus	(Günther, 1864)	330	124				1	1		1		1	1			1
		Jupiaba	acanthogaster	(Eigenmann, 1911)	177	171										1			
			zonata	(Eigenmann, 1908)	95	95	1												
		Knodus	breviceps	(Eigenmann, 1908)	1 520	96		1			1	1		1		1		1	1
			chapadae	(Fowler, 1906)	171	171											1		
			gamma	Géry, 1972	281	146				1	1								
			heteresthes	(Eigenmann, 1908)	1 457	146				1	1	1							
			hypopterus	(Fowler, 1943)	146	146				1	1								
			longus (*)	Zarske & Géry, 2006								1							
			mizquae (*)	(Fowler, 1943)	4 084	211								1	1		1		
			moenkhausii	(Eigenmann & Kennedy, 1903)	2 167	190						1		1		1			
			shinahota (*)	Ferreira & Car- vajal, 2007	266	266								1					
		Leptagomiates	smithi	(Fowler, 1913)								1							
			pi (*)	Vari, 1978	151	145						1		1					
		Macropsobrycon	sp. (D)	Eigenmann, 1915	178	146					1			1					
		Markiana	nigripinnis	(Perugia, 1891)	507	131						1		1					1
		Microschemo- brycon	geisleri	Géry, 1973	247	146				1	1								

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			guaporensis	Eigenmann, 1915	330	136								1		1			1
			ceros	Eigenmann, 1908								1							
		Moenkhausia	chrysargyrea	(Günther, 1864)	167	146				1	1			1					
			colletii	(Steindachner, 1882)	414	144				1	1	1		1		1			
			comma	Eigenmann, 1908	197	146				1	1			1					
			colinho	Eigenmann, 1908	507	96			1	1	1	1		1		1		1	1
			dichrourea	(Kner, 1858)	631	96			1	1	1	1		1	1	1		1	1
			dorsinuda (*)	Zarske & Géry, 2002	147	147										1			
			grandisquamis	(Müller & Troschel, 1845)	507	133										1			
			intermedia	Eigenmann, 1908	330	122						1		1		1			
			jamesi	Eigenmann, 1908	507	125				1	1	1		1		1			1
			lepidura	(Kner, 1858)	341	125				1	1	1		1	1	1			1
			megalops	(Eigenmann, 1907)	167	129				1	1	1				1			
			oligolepis	(Günther, 1864)	347	96			1					1	1	1			
			sanctaeofilomenae	(Steindachner, 1907)	365	134				1	1	1		1		1			1
		Monotocheirodon	pearsoni (*)	Eigenmann, 1924	1 520	351						1							
			dierythrura (*)	Fowler, 1940	2 167	131				1	1	1		1	1	1			1
		Odontostilbe	fugitiva	Cope, 1870	442	125				1	1	1		1		1			1
			microcephala	Eigenmann, 1907	677	571											1		
			nareuda (*)	Bührnheim & Malabarba, 2006	249	146			1	1	1	1		1					
			paraguayensis	Eigenmann & Kennedy, 1903	1 047	146				1	1	1							

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			parecis	Bührnheim & Malabarba, 2006	258	258									1	1			
		Oligosarcus	bolivianus	(Fowler, 1940)	2 206	920									1		1		
			schindleri (*)	Menezes & Géry, 1983	3 427	211								1	1				
		Othonocheirodon	sp.	Myers, 1927	564	202						1		1					
		Paracheirodon	sp. (D)	Géry, 1960	174	174								1					
		Paragoniates	alburnus	Steindachner, 1876	281	96		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
		Parecbasis	cyclolepis	Eigenmann, 1914	507	129					1	1	1	1	1	1			
		Phenacogaster	beni (*)	Eigenmann, 1911	120	96		1				1		1					
			pectinatus	(Cope, 1870)	365	146				1	1			1		1			1
		Piabucus	caudomaculatus (*)	Vari, 1977	365	136								1		1			
			melanostoma	Holmberg, 1891	507	143				1	1	1	1	1	1	1			
		Planaltina	sp.	Böhlke, 1954								1		1					
		Poptella	compressa	(Günther, 1864)	365	95		1		1	1	1	1	1	1	1		1	1
		Prionobrama	filigera	(Cope, 1870)	570	96		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
		Prodontocharax	alleni	Böhlke, 1953	188	135								1					
			howesi (*)	(Fowler, 1940)	202	180								1		1			
			melanotus (*)	Pearson, 1924	926	141						1		1	1	1			
		Roeboides	affinis	(Günther, 1868)	631	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
			biseriatis	(Garman, 1890)	231	127				1	1	1	1	1	1	1			
			descalva-densis	Fowler, 1932	442	143					1	1	1	1	1				
			dispar	Lucena, 2001	222	222								1					
			myersii	Gill, 1870	570	104		1	1	1	1	1	1	1	1	1			1
		Salminus	brasiliensis	(Cuvier, 1816)	189	146					1	1	1	1	1	1			
			hilarii	Valenciennes, 1850	259	141						1				1			
		Serrapinnus	microdon (D)	(Eigenmann, 1915)	231	146				1	1								

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			micropterus (*)	(Eigenmann, 1907)	152	139					1	1		1		1			
		Stethaprion	crenatum (*)	Eigenmann, 1916	1 263	104			1	1	1	1		1		1		1	
		Tetragonopterus	argenteus	Cuvier, 1816	507	97			1	1	1	1		1		1		1	1
			chalceus	Spix & Agassiz, 1829	507	133								1		1			
		Thayeria	boehlkei	Weitzman, 1957	180	134										1			
			obliqua	Eigenmann, 1908	163	136								1		1			1
		Triportheus	albus	Cope, 1872	1 263	96			1	1	1	1		1		1		1	
			angulatus	(Spix & Agassiz, 1829)	1 263	95	1	1	1	1	1	1		1		1		1	1
			auritus	(Valenciennes, 1850)	143	97			1					1		1		1	1
			culter	(Cope, 1872)	507	136					1	1		1		1			
			rotundatus	(Jardine, 1841)	183	171								1					
		Tyttobrycon	dorsimaculatus (*)	Géry, 1973	222	143								1					
			spinosus (*)	Géry, 1973	215	143								1					
		Tyttocharax	madeirae	Fowler, 1913	337	146				1	1			1		1			
			tambopatensis	Weitzman & Ortega, 1995	247	146				1	1	1							
		Xenobrycon	polyancistrus (*)	Weitzman, 1987	165	146					1			1		1			
		Caenotropus	labyrinthicus	(Kner, 1858)	172	95				1						1			
		Chilodus	punctatus	Müller & Trochel, 1844	330	130								1		1			1
		Ammocryptocharax	elegans	Weitzman & Kanazawa, 1976	162	153								1		1			1
		Characidium	bolivianum (*)	Pearson, 1924	1 378	144						1		1		1		1	1
			fasciatum	Reinhardt, 1867	1 164	117					1	1		1		1		1	1
			heinianum (*)	Zarske & Géry, 2001	147	147								1		1			1

Chilodontidae**Crenuchidae**

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
			microlepis	Eigenmann & Eigenmann, 1889	121	121						1		1				1		
		Cyphocharax	gillii	(Eigenmann & Kennedy, 1903)	393	393									1					
			leucostictus	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	147	141										1				
			notatus	(Steindachner, 1908)	228	95		1	1				1			1		1	1	
			plumbeus	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	507	132				1	1			1						
			spiluroopsis (*)	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	414	117	1			1	1	1	1	1	1	1		1	1	
			spilurus (D)	(Günther, 1864)	365	136					1	1		1		1				
		Potamorhina	altamazonica	(Cope, 1878)	507	97			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			laticor	(Spix & Agassiz, 1829)	507	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			squamoralevis	(Braga & Azpeli-cueta, 1983)	178	178								1						
		Psectrogaster	amazonica	Eigenmann & Eigenmann, 1889	146	95		1	1					1						
			curviventris (*)	Eigenmann & Kennedy, 1903	507	104			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			essequibensis	(Günther, 1864)	507	132								1		1				
			rutloides (*)	(Kner, 1858)	570	96			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Steindachnerina	bimaculata	(Steindachner, 1876)	570	95		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			binotata (*)	(Pearson, 1924)	442	146					1	1	1	1						
			dobula	(Günther, 1868)	2 167	137			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			guentheri	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	2 167	141				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			hypostoma	(Boulenger, 1887)	157	126						1	1							
			leucisca (*)	(Günther, 1868)	256	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
	Cynodontidae																			
			planiventris	Vari & Williams Vari, 1989	134	134								1						
		Cynodon	gibbus	(Agassiz, 1829)	507	95		1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
		Hydrolycus	armatus	(Jardine, 1841)	146	95		1	1		1	1		1	1	1		1		1
			scomberoides	(Cuvier, 1819)	507	95		1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
		Rhaphiodon	vulpinus	Spix & Agassiz, 1829	247	95	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
		Roestes	molossus	(Kner, 1858)	507	95		1	1	1	1	1		1	1	1				
	Erythrinidae																			
		Erythrinus	erythrinus	(Bloch & Schneider, 1801)	341	96		1	1		1	1		1	1	1				
		Hoplerythrinus	unitaeniatus	(Spix & Agassiz, 1829)	365	96	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
		Hoplias	malabaricus	(Bloch, 1794)	1 047	95	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
	Gasteropelecidae																			
		Carnegiella	marthae	Myers, 1927	414	124							1							
			myersi	Fernández-Yépez, 1950	570	146		1	1	1	1	1		1	1	1				
			strigata	(Günther, 1864)	194	124		1	1	1	1	1		1	1	1				1
		Gasteropelecus	sternicia	(Linnaeus, 1758)	255	136		1	1	1	1	1		1	1	1				1
		Thoracocharax	securis	(De Filippi, 1853)	150	141								1	1	1				
			stellatus	(Kner, 1858)	328	95	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1		1
	Hemiodontidae																			
		Anodus	elongatus (*)	Agassiz, 1829	507	124				1	1	1		1	1	1		1		1
		Hemiodus	amazonum	(Humboldt, 1821)	97	95		1	1											
			argenteus	Pellegrin, 1909	146	146					1	1		1	1	1				
			gracilis	Günther, 1864	179	179														1
			immaculatus	Kner, 1858	118	118														1
			microlepis	Kner, 1858	507	127								1	1	1				1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			guaporensis	Eigenmann, 1915	160	139					1					1			
			hypsauchen	(Müller & Troschel, 1844)	507	96		1	1			1		1		1			
			lippincottianus	(Cope, 1870)	201	122					1	1		1		1			
			luna	Cope, 1878	169	97		1	1	1	1	1		1		1			
			maculatus	(Kner, 1858)	205	129					1	1		1		1			
		Myleus	setiger (D)	Müller & Troschel, 1844	147	96		1	1			1		1		1			
			tiete	(Eigenmann & Norris, 1900)	507	146					1			1		1			
			torquatus	(Kner, 1858)	97	95		1	1										
		Mylopius	asterias	(Müller & Troschel, 1844)	145	133										1			
			rubripinnis	(Müller & Troschel, 1844)	146	137					1			1		1			
		Mylossoma	aureum	(Spix & Agassiz, 1829)	169	96			1			1		1		1		1	
			duriventre	(Cuvier, 1818)	507	95		1	1	1	1	1		1		1		1	1
		Piaractus	brachypomus	(Cuvier, 1818)	189	96			1		1	1		1		1		1	
		Pygocentrus	nattereri	Kner, 1858	507	96		1	1	1	1	1		1		1		1	1
		Pygopristis	denticulata	(Cuvier, 1819)	135	135										1			
		Serrasalmus	compressus (*)	Jégu, Leão & Santos, 1991	507	95		1	1	1	1	1	1	1		1		1	
			eigenmanni	Norman, 1929	507	95		1	1		1	1		1		1			
			elongatus	Kner, 1858	507	133						1		1		1		1	1
			hollandi	Eigenmann, 1915	507	122				1	1	1	1	1		1		1	
			maculatus	Kner, 1858	327	124				1	1	1		1		1			1
			marginatus	Valenciennes, 1837	172	125				1	1	1		1		1			1
			odysseyi (*)	Hubert & Renno, 2010	431	130				1		1	1	1		1			
			rhombeus	(Linnaeus, 1766)	507	96		1	1	1	1	1	1	1		1		1	1
			spilopleura	Kner, 1858	1 047	122				1	1	1		1		1			1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
Clupeiformes	Engraulidae	Anchoviella	carrikeri (*)	Fowler, 1940 (Boulenger, 1898)	215	127				1	1	1		1						
		Jurengraulis	juuensis	Günther, 1868											1					
		Lycengraulis	sp.										1							
	Pristigasteridae																			
		Pellona	castelnaeana	Valenciennes, 1847	507	95		1	1	1	1	1		1	1	1				
			flavipinnis	(Valenciennes, 1837)	507	97		1	1	1	1	1		1	1	1				
	Cyprinodontiformes																			
	Anablepidae																			
		Jenynsia	alternimaculata	(Fowler, 1940)	1 428	405								1	1	1				
	Cyprinodontidae																			
		Orestias	agassizii	Valenciennes, 1846	4 982	2 082						1								
	Poeciliidae																			
		Gambusia	affinis (I)	(Baird & Girard, 1853)	2 741	2 693									1					
		Gambusia	holbrooki (I)	Girard, 1859	2 555	2 555									1					
		Poecilia	reticulata (I)	Peters, 1859	146	146					1			1						
	Rivulidae																			
		Anablepsoides	beniensis (*)	(Myers, 1927)	190	122						1		1						
		Aphyolebias	claudiae (*)	Costa, 2003	199	199											1			
			obliquus (*)	(Costa, Sarmento & Bairra, 1996)	260	178								1						
		Austrolebias	monstrosus	(Huber, 1995)	295	285														1
			vandenbergi	(Huber, 1995)	377	377														1
		Cynolebias	sp.	Steindachner, 1876	601	146					1			1						
		Melanorivulus	punctatus	(Boulenger, 1895)											1					
		Moema	pepotei	Costa, 1993	200	145								1	1	1				

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Platyurosternarchus	macrostomus	(Günther, 1870)	178	133								1		1			
		Porotergus	gimbeli (D)	Ellis, 1912	160	146								1		1			
			gymnotus (D)	Ellis, 1912	146	146								1		1			
		Sternarchella	orthos	Mago-Leccia, 1994	96	96		1											
			schotti	(Steindachner, 1868)	135	96		1						1					1
		Sternarchogiton	nattereri	(Steindachner, 1868)	134	96		1	1	1	1	1							
			porcinum	Eigenmann & Allen, 1942	149	149										1			
		Sternarchorhynchus	curvirostris	(Boulenger, 1887)	96	96		1											
			oxyrhynchus (D)	(Müller & Troschel, 1849)	189	161						1		1					
			electricus	(Linnaeus, 1766)	169	144				1	1	1		1		1			
		Electrophorus	anguillaris	Hoedeman, 1962	250	226				1		1		1					
		Gymnotus	carapo	Linnaeus, 1758	633	119				1	1	1		1	1	1			1
			coatesi	La Monte, 1935	226	127				1	1		1	1					1
			coropinae	Hoedeman, 1962	150	145													1
			curupira	Crampton, Thorsen & Albert, 2005	133	133						1							
			inaequilabiatulus	(Valenciennes, 1839)	133	133										1			
			pantanal	Fernandes, Albert, Daniel-Silva, Lopes, Crampton & Almeida-Toledo, 2005	133	120								1		1			
		Brachyhypopomus	beebei	(Schultz, 1944)	172	146					1	1		1		1			

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			bennetti	Sullivan, Zuanon & Cox Fernandes, 2013	184	184						1							
			brevirostris	(Steindachner, 1868)	259	142				1	1	1		1				1	
			pinnicaudatus	(Hopkins, 1991)	190	120				1	1	1		1				1	
		Hypopomus	artedi	(Kaup, 1856)	146	144								1					
		Hypopygus	lepturus	Hoedeman, 1962	194	134				1	1	1		1					1
			neblinae	Mago-Leccia, 1994	155	155								1					
		Steatogenys	sp.	Boulenger, 1898	220	182				1									1
		Rhamphichthyidae																	
		Gymnorhamphichthys	hypostomus (*)	Ellis, 1912	155	137						1		1					
			rondoni	(Miranda Ribeiro, 1920)	133	132													1
		Rhamphichthys	marmoratus	Castelnau, 1855	140	95		1				1							1
			rostratus	(Linnaeus, 1766)	194	129					1	1		1					
		Sternopygidae																	
		Distocyclus	contirostris	(Eigenmann & Allen, 1942)	179	96			1	1	1	1		1				1	1
		Eigenmannia	limbata	(Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	97	95		1	1										
			macrops	(Boulenger, 1897)	247	146					1	1		1					
			trilineata	López & Castello, 1966	226	146				1	1			1					
			virescens	(Valenciennes, 1836)	365	96		1	1	1	1	1		1	1			1	1
		Rhabdolichops	caviceps	(Fernández-Yépez, 1968)	169	146					1	1		1					
			eastwardi	Lundberg & Mago-Leccia, 1986	160	124						1		1					1
			troschelli	(Kaup, 1856)	160	139								1					1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
Lepidosireniformes																			
	Lepidosirenidae																		
		Sternopygus	macrurus	(Bloch & Schneider, 1801)	1 047	96			1	1	1	1		1	1	1		1	1
		Lepidosiren	paradoxa	Fitzinger, 1837	194	130					1	1		1		1			1
Myliobatiformes																			
	Potamotrygonidae																		
		Paratrygon	aiereba	(Müller & Henle, 1841)	153	134										1			
		Potamotrygon	falkneri	Castex & Maciel, 1963	145	143										1			
			hystrix	(Müller & Henle, 1841)									1						
			motoro	(Müller & Henle, 1841)	327	135				1	1	1		1		1			
			orbignyí	(Castelnau, 1855)												1			
Osteoglosiformes																			
	Arapaimatidae																		
		Arapaima	<i>aff. gigas</i> (1)	(Schinz, 1822)	201	107		1		1	1	1	1			1			1
Perciformes																			
	Cichlidae																		
		Acaronia	nassa	(Heckel, 1840)	201	126						1		1		1			1
		Aequidens	tetramerus	(Heckel, 1840)	241	95		1		1	1	1		1		1			1
			viridis	(Heckel, 1840)	171	132								1		1			1
		Apistogramma	acrensis	Staeck, 2003	233	233		1											
			agassizii	(Steindadner, 1875)	155	140								1		1			
			amoena (D)	(Cope, 1872)	511	122					1			1		1			
			combrae	(Regan, 1906)	340	340								1		1			
			erythrura (*)	Staeck & Schindler, 2008	145	142													1
			inconspicua (*)	Kullander, 1983	507	130					1	1		1		1			
			linkei (*)	Koslowski, 1985	295	109				1	1	1	1	1	1	1			1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			luellingi (*)	Kullander, 1976	296	146					1	1		1	1				
			pertensis	(Haseman, 1911)	170	122						1		1					
			resticulosa	Kullander, 1980	127	127						1				1			
			rubrolineata (*)	Hein, Zarske & Zapata, 2002	233	146	1			1	1								
			similis (*)	Staeck, 2003	150	141							1	1					
			staecki (*)	Koslowski, 1985	365	126								1		1		1	
			taeniata	(Günther 1862)	330	122						1		1		1			1
			trifasciata	(Eigenmann & Kennedy, 1903)	330	109							1	1		1			1
			urteagai	Kullander, 1986	146	146				1									
		Astronotus	crassipinnis	(Heckel, 1840)	365	118				1	1	1		1		1			1
		Biotodoma	cupido (*)	(Heckel, 1840)	330	95		1	1			1		1		1			1
		Bujurquina	cordemadi	Kullander, 1986								1							
			eurhinus	Kullander, 1986	238	238	1												
			vittata	(Heckel, 1840)	511	139				1	1	1		1	1	1			1
		Chaetobran-	australis	Eigenmann & Ward, 1907	157	132								1		1			
		chopsis	orbicularis	(Steindachner, 1875)	507	118	1			1	1	1		1	1	1			1
		Chaetobranchus	flavescens	Heckel, 1840	201	95		1			1	1		1	1	1			
			pleiozona	Kullander & Ferreira, 2006	365	95		1	1	1	1	1		1	1	1			
		Cichlasoma	amazonarum	Kullander, 1983	451	136								1		1			
			bimaculatum	(Linnaeus, 1758)	172	117						1		1	1	1		1	1
			boliviense (*)	Kullander, 1983	580	117						1		1	1	1		1	1
			portalegrense	(Hensel, 1870)	341	117						1		1	1	1		1	1
		Crenicara	latruncularium	Kullander & Staeck, 1990	179	136				1				1		1			
			punctulatum	(Günther, 1863)	330	124			1	1	1	1		1	1	1			1
		Crenicichla	adpersa	Heckel, 1840	146	95		1	1		1	1				1			1
			cyanonotus	Cope, 1870	210	127						1				1			1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			heckeli (D)	Ploeg, 1989	247	146				1	1	1		1		1			
			inpa	Ploeg, 1991	95	95	1												
			johanna (*)	Heckel, 1840	507	127								1		1			
			lepidoita	Heckel, 1840	507	126			1	1	1	1		1	1	1		1	
			lugubris	Heckel, 1840	143	143										1			
			macrophthalma	Heckel, 1840	164	96			1			1		1		1			1
			proteus	Cope, 1872	230	230					1	1		1					
			regani	Ploeg, 1989	127	127								1					
			reticulata	(Heckel, 1840)	163	96			1			1		1		1			1
			santosi	Ploeg, 1991	337	97			1					1		1			
			semicincta (*)	Steindachner, 1892	2 167	117					1	1		1	1	1		1	1
			semifasciata	(Heckel, 1840)	482	117					1	1		1				1	
			vittata	Heckel, 1840	127	127								1					
		Geophagus	megasema (*)	Heckel, 1840	507	137						1				1			
			proximus	(Castelnau, 1855)	143	95										1			
		Heros	efasciatus	Heckel, 1840	330	95					1			1		1			
			severus	Heckel, 1840	201	122				1	1	1		1		1			1
			spurius (*)	Heckel, 1840	166	129					1					1			
		Laetacara	dorsigera	(Heckel, 1840)	201	135						1		1		1			1
			flavilabris	(Cope, 1870)	155	155								1					
		Mesonauta	festivus (*)	(Heckel, 1840)	365	95			1	1	1	1		1		1		1	1
			insignis	(Heckel, 1840)	330	167				1						1			
		Mikrogeophagus	altispinosus (*)	(Haseman, 1911)	507	127				1	1	1		1		1			1
		Oreochromis	niloticus (I)	(Linnaeus, 1758)	410	410									1				
		Satanoperca	acuticeps	(Heckel, 1840)	238	146				1	1	1							
			jurupari	(Heckel, 1840)	365	96			1	1	1	1		1		1			1
			pappaterra (*)	(Heckel, 1840)	507	133					1			1		1			

Eleotridae

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Microphilypnus	sp.	Myers, 1927												1			
	Polycentridae																		
		Monocirrhus	polyacanthus	Heckel, 1840	171	96		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Sciaenidae																		
		Pachypops	trifilis	(Müller & Troschel, 1849)	170	137			1					1		1			
		Pachyurus	schomburgkii	Günther, 1860	171	125			1	1	1			1		1			1
		Plagioscion	squamosissimus	(Heckel, 1840)	507	95		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pleuronectiformes																		
	Achiridae																		
		Apionichthys	nattereri	(Steindachner, 1876)	145	141						1		1		1			
		Hypoclinemus	mentalis	(Günther, 1862)	145	132								1		1			
	Salmoniformes																		
	Salmonidae																		
		Oncorhynchus	mykiss (f)	(Walbaum, 1792)	3 900	3 900						1							
		Salvelinus	fontinalis (f)	(Mitchill, 1814)	3 918	3 918						1							
	Siluriformes																		
	Aspredinidae																		
		Amaralia	hypsiura	(Kner, 1855)	140	140								1		1			
		Bunocephalus	aleuropsis	Cope, 1870	255	146				1	1	1	1	1					
		Pseudobunocephalus	coracoides	(Cope, 1874)	172	126				1	1	1	1	1		1		1	
			amazonicus (*)	(Mees, 1989)	281	134				1	1			1		1			1
			bifidus	(Eigenmann, 1942)	234	136				1	1	1	1	1		1			
			iheringii	(Boulenger, 1891)	144	144										1			
		Pterobunocephalus	depressus (*)	(Haseman, 1911)	255	140				1	1	1	1	1		1			
		Xylophilus	melanopterus	Orcés V., 1962	170	146				1	1								
	Astroblepidae																		

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Astroblepus	longiceps (*)	Pearson, 1924	2 602	189						1		1					
	Auchenipteridae																		
		Ageneiosus	atronasus	Eigenmann & Eigenmann, 1888	172	134								1		1			
			brevis (*)	Steindachner, 1881	507	96		1				1		1		1			
			inermis	(Linnaeus, 1766)	365	95		1			1	1		1	1	1		1	
			ucayalensis	Castelnau, 1855	202	95		1			1	1		1	1	1		1	
			valenciennesi (D)	Bleeker, 1864	194	194								1					
			vittatus	Steindachner, 1908	197	95		1	1			1		1		1			
		Auchenipterichthys	longimanus	(Günther, 1864)	97	95		1											
			thoracatus (*)	(Kner, 1858)	507	129			1	1	1			1	1	1			
		Auchenipterus	ambyiacus	Fowler, 1915	1 047	97		1			1	1		1	1	1			
			brachyurus	(Cope, 1878)	197	137					1			1		1			
			britskii	Ferraris & Vari, 1999	134	134			1										
			nigripinnis	(Boulenger, 1895)	507	137					1	1		1		1			
			nuchalis	(Spix & Agassiz, 1829)	615	127		1		1	1	1		1	1	1			
		Centromochlus	heckelii	(De Filippi, 1853)	237	96			1	1	1			1		1			
			perugiae	Steindachner, 1882	226	146			1	1	1								
		Entomocorus	benjamini (*)	Eigenmann, 1917	507	132			1	1	1	1		1		1			
		Epapterus	dispilurus	Cope, 1878	507	136								1		1			
		Pseudotatia	sp.(D)	Mees, 1974	170	166										1			
		Tatia	aulopygia	(Kner, 1858)	194	97			1	1	1	1		1		1			
			intermedia	(Steindachner, 1877)	601	171										1			
		Tetranematichthys	quadriffis	(Kner, 1858)															1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
			haraldschultzi	Knaack, 1962	171	171										1			
			hastatus	Eigenmann & Eigenmann, 1888	194	139				1	1	1		1		1			
			isbrueckeri (*)	Knaack, 2004	376	376										1			
			latus (*)	Pearson, 1924	172	146								1		1			
			leopardus	Myers, 1933	241	146				1	1								
			leucomelas	Eigenmann & Allen, 1942	144	132										1			
			mamore (*)	Knaack, 2002									1						
			multiradiatus	(Orcés V., 1960)	146	146								1		1			
			napoensis	Nijssen & Isbrücker, 1986	251	146				1	1	1		1					
			nattereri	Steindachner, 1876	140	139										1			
			negro (*)	Knaack, 2004	206	141								1		1			
			noelkempffi (*)	Knaack, 2004	238	238								1		1			
			paleatus	(Jenyns, 1842)										1	1				
			pantanalensis	Knaack, 2001										1					
			paragua (*)	Knaack, 2004	163	163										1			
			paucerna (*)	Knaack, 2004	376	376										1			
			polystictus	Regan, 1912	330	134										1			
			sararensis	Dinkelmeier, 1995												1			
			seussi	Dinkelmeier, 1996										1					
			spectabilis	Knaack, 1999												1			
			splendens	(Castelnau, 1855)	234	130				1	1	1		1		1		1	
			stenocephalus	Eigenmann & Allen, 1942	265	146					1	1		1					
			sterbai	Knaack, 1962	177	171										1			
			trilineatus	Cope, 1872	247	146				1	1					1			
		Dianema	longibarbis	Cope, 1872	507	124				1	1	1		1		1		1	1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Hoplosternum	littorale	(Hancock, 1828)	345	95		1			1	1	1	1	1	1		1	1
		Lepthoplosternum	beni	Reis, 1997	298	96			1			1		1					
		Megalechis	thoracata	(Valenciennes, 1840)	2 572	133				1	1	1	1	1	1	1		1	1
	Cetopsidae																		
		Cetopsis	candiru	Spix & Agassiz, 1829	328	96		1		1	1	1		1		1		1	1
			coecutiens	(Lichtenstein, 1819)	191	96		1	1	1	1	1		1		1		1	1
			oliveirai	(Lundberg & Rapp Py-Daniel, 1994)	146	96		1		1									1
			pearsoni	Vari, Ferraris & de Pinna, 2005	146	146				1	1	1		1					
			plumbea	Steindachner, 1882	451	146				1	1	1		1					
			starnesi	Vari, Ferraris & de Pinna, 2005	1 130	1 130											1		
		Helogenes	marmoratus	Günther, 1863	171	146				1	1	1				1			
	Doradidae																		
		Acanthodoras	cataphractus	(Linnaeus, 1758)	194	146				1	1	1							
			spinosissimus	(Eigenmann & Eigenmann, 1888)	194	179								1		1			
		Agamyxis	pectinifrons	(Cope, 1870)	178	129				1	1	1		1		1			
		Amblyodoras	affinis (*)	(Kner, 1855)	188	138						1		1		1			
		Anadoras	grypus	(Cope, 1872)	174	146				1	1			1					
			weddellii	(Castelnau, 1855)	298	129								1		1			
		Astroodoras	asterifrons	(Kner, 1853)	181	129				1	1	1		1		1			1
		Hemidoras	stenopeltis	(Kner, 1855)	139	121										1			1
		Leptodoras	acipenserinus	(Günther, 1868)	137	96		1								1			1
			linnelli	Eigenmann, 1912														1	
			myersi	Böhlke, 1970	96	96													1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
		Megalodoras	uranoscopus	(Eigenmann & Eigenmann, 1888)	207	96			1			1		1						
		Nemadoras	humeralis	(Kner, 1855)	207	96			1	1	1			1						
		Opsodoras	boulengeri	(Steindachner, 1915)	147	96			1					1						
			morei	(Steindachner, 1881)	140	140														
			stuebelii	(Steindachner, 1882)	172	140				1	1	1		1						
		Ossancora	asterophysa	Birindelli & Sabaj Pérez, 2011	178	147									1					
			eigenmanni	(Boulenger, 1895)	174	96			1	1	1	1		1						1
			fimbriata	(Kner, 1855)	160	96			1			1		1						1
			punctata	(Kner, 1855)	507	125						1		1						1
		Oxyodoras	niger	(Valenciennes, 1821)	507	96			1	1	1	1		1						1
		Physopyxis	lyra	Cope, 1872	184	139														
		Platyodoras	armatulus	(Valenciennes, 1840)	220	161				1				1						
			costatus	(Linnaeus, 1758)	507	131				1	1	1		1						
			hancockii	(Valenciennes, 1840)	201	146				1	1	1		1						1
		Pterodoras	granulosus	(Valenciennes, 1821)	201	95			1	1	1	1		1						1
		Rhinodoras	boehlkei	Glodek, Whitmire & Orcés V., 1976	96	96														
			dorbignyi	(Kner, 1855)	194	194								1						
		Scorpiodoras	sp.	Eigenmann, 1925	161	161														1
		Trachydoras	brevis	(Kner, 1853)	134	134					1									
			microstomus	(Eigenmann, 1912)	174	125				1	1	1		1						1
			nattereri	(Steindachner, 1881)	139	95														1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
			paraguayensis	(Eigenmann & Ward, 1907)	203	129				1	1	1		1						
			steindachneri (*)	(Perugia, 1897)	3 612	96		1		1	1	1		1						
		Wertheimeria	sp.(D)	Steindachner, 1877	144	144														1
	Heptapteridae																			
		Brachyglanis	sp.(D)	Eigenmann, 1912	234	146				1	1									
		Brachyrhamdia	marthae	Sands & Black, 1985	244	146				1	1	1		1						
		Cetopsorhamdia	phantasia	Stewart, 1985	223	146				1	1									
		Chasmocranus	longior (D)	Eigenmann, 1912	247	146				1	1									
		Heptapterus	mustelinus	(Valenciennes, 1835)	1 428	405												1		
		<i>Imparfinis</i>	cohababambae (*)	(Fowler, 1940)	585	180								1	1					
			guttatus (*)	(Pearson, 1924)	1 029	127						1		1						
			stictonotus (*)	(Fowler, 1940)	282	141				1	1	1		1						
		Phenacorhamdia	boliviana (*)	(Pearson, 1924)	1 047	143						1		1	1					
			sanguijuela (*)	Fernández, Saucedo, Carvajal-Vallejos & Schaefer, 2007	172	172														
		Phreatobius	altipinnis	(Steindachner, 1864)	235	139				1	1	1		1						
		Pimelodella	boliviana (*)	Eigenmann, 1917	426	134				1	1	1		1	1					
			buckleyi	(Boulenger, 1887)	259	259						1								
			cheparae (*)	Fowler, 1940	194	180								1						
			cristata	(Müller & Troscchel, 1849)	2 167	96				1	1	1		1	1					
			gracilis	(Valenciennes, 1835)	1 047	96				1	1	1		1	1					
			<i>griffini</i> (D)	Eigenmann, 1917	590	464						1								
			hasemani	Eigenmann, 1917	244	146				1	1	1		1						

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I		
		Crossoloricaria	bahuaja	Chang & Castro, 1999	1 113	146				1	1	1		1	1						
		Crossoloricaria	rhami	Isbrücker & Nijssen, 1983	106	106						1							1		
		Farlowella	altocorpus (*)	Retzer, 2006	612	612						1									
			nattereri (*)	Steindachner, 1910	365	160						1		1							
			oxyryncha	(Kner, 1853)	570	127	1			1	1	1		1							
			smithi	Fowler, 1913	230	96		1				1		1							
		Harttia	sp. (D)	Steindachner, 1877	235	146				1	1										
		Hemiancistrus	sp.	Bleeker, 1862	238	134	1							1							
		Hemiodontichthys	acipenserinus	(Kner, 1853)	570	96	1	1	1	1	1	1		1							
		Hypoptopoma	baileyi (*)	Aquino & Schaefer, 2010	239	130								1							
			gulare	Cope, 1878	244	95	1			1	1	1		1	1	1				1	
			incognitum (*)	Aquino & Schaefer, 2010								1		1							
			inexpectatum	(Holmberg, 1893)	239	117				1				1							1
			sternoptychum	(Schaefer, 1996)	231	146				1	1	1		1							
			thoracatum	Günther, 1868	231	138				1	1	1		1							
		Hypostomus	bolivianus (*)	(Pearson, 1924)	2 167	143				1	1	1		1							1
			carinatus	(Steindachner, 1881)	146	146					1										
			cochlodon	Kner, 1854	284	140				1	1	1		1							
			hoplonites	Rapp Py-Daniel, 1988																	
			latirostris	(Regan, 1904)	145	130															
			levisi (*)	(Pearson, 1924)	2 167	160						1		1							
			pantherinus	Kner, 1854	147	130								1							
			plecostomus	(Linnaeus, 1758)	1 268	135				1	1	1		1	1	1	1				
			pyrineusi	(Miranda Ribeiro, 1920)	248	125				1	1			1							1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Lamontichthys	<i>filamentosus</i>	(La Monte, 1935)	245	146				1	1	1		1					
			sp.	Isbrücker & Nijssen, 1979	238	238	1												
	Loricaria		cataphracta	Linnaeus, 1758	231	95		1	1			1		1		1			
			simillima	Regan, 1904	365	137						1		1		1			
	Loricariichthys		maculatus	(Bloch, 1794)	507	124					1	1		1		1			1
			platymetopon	Isbrücker & Nijssen, 1979	95	95		1											
	Otocinclus		caxarari (*)	Schaefer, 1997	146	141				1	1					1			
			mariae (*)	Fowler, 1940	365	144				1	1	1		1		1			
			vestitus	Cope, 1872	258	166						1		1		1			
			vittatus	Regan, 1904	455	141					1	1		1		1			
	Oxyropsis		carinata	(Steindachner, 1879)	145	130													
			sp.	Eigenmann & Eigenmann, 1889	239	146				1	1			1		1			
	Paraloricaria		sp.	Isbrücker, 1979	178	146					1			1					
			sp.	Eigenmann & Eigenmann, 1889	244	146				1	1	1		1		1			
	Peckoltia		bachi	(Boulenger, 1898)	239	138				1	1			1		1			
			brevis	(La Monte, 1935)	155	155								1					
	Planiloricaria		cryptodon	(Isbrücker, 1971)	223	96				1	1			1		1			
	Pseudohemiodon		lamina	(Günther, 1868)	231	146				1	1								
			thorectes (*)	Isbrücker, 1975	403	120					1	1		1		1			
	Pterosturisoma		microps	(Eigenmann & Allen, 1942)	146	146								1		1			
			ambrosettii	(Holmberg, 1893)	147	143						1		1					
	Pterygoplichthys		disjunctivus	(Weber, 1991)	244	96			1	1	1	1	1	1		1			1
			glibiceps	(Kner, 1854)	179	179								1		1			
			litoratus (*)	(Kner, 1854)	507	95				1	1	1	1	1		1			1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Calophysus	macropterus	(Lichtenstein, 1819)	507	96	1		1		1	1		1		1		1	1
		Cheirocerus	equus (*)	Eigenmann, 1917	244	96			1	1	1	1	1	1		1		1	1
		Duopalatinus	sp.	Eigenmann & Eigenmann, 1888	146	141					1	1							
		Exallodontus	aguanai	Lundberg, Mago-Lecchia & Nass, 1991	106	96		1	1										1
		Hemisorubim	platyrhynchus	(Valenciennes, 1840)	507	96			1	1	1	1		1		1			1
		Hypophthalmus	edentatus	Spix & Agassiz, 1829	237	96	1		1		1	1		1		1			
			fimbriatus	Kner, 1858	207	187								1					
			marginatus	Valenciennes, 1840	207	96			1					1		1			
		Leiarius	longibarbis	(Castelnau, 1855)	146	146				1									
			marmoratus	(Gill, 1870)	244	96		1	1	1	1	1		1		1		1	1
			pictus	(Müller & Troschel, 1849)	146	146					1								
		Luciopimelodus	sp.	Eigenmann & Eigenmann, 1888										1					
		Megalonema	amaxanthum (*)	Lundberg & Dahdul, 2008	239	146				1	1	1							
			pauciradiatum (D)	Eigenmann, 1919	106	106													1
			platanum	(Günther, 1880)	248	146			1					1		1			
			platycephalum	Eigenmann, 1912	238	146	1				1	1				1			
		Phractocephalus	hemiliop- terus	(Bloch & Schneider, 1801)	507	96			1	1	1	1		1		1			
		Pimelodina	flavipinnis	Steindachner, 1876	187	133					1			1		1		1	
		Pimelodus	albicans	(Valenciennes, 1840)	619	619										1	1		
			altissimus	Eigenmann & Pearson, 1942	223	96	1	1	1	1	1	1		1				1	1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I	
			argenteus (D)	Perugia, 1891	194	194								1						
			blochii	Valenciennes, 1840	442	96	1		1	1	1	1		1	1	1		1	1	1
			maculatus	Lacépède, 1803	481	96			1	1	1	1		1	1	1				
			ornatus	Kner, 1858	365	133				1	1	1		1						
			pictus	Steindachner, 1876	146	146					1	1								
		Pinirampus	pirinampu	(Spix & Agassiz, 1829)	507	96	1		1	1	1	1		1		1		1	1	1
		Platynemathichthys	notatus	(Jardine, 1841)	146	96			1		1	1		1						
		Platysilurus	mucosus (*)	(Vaillant, 1880)	223	96	1		1	1	1	1		1		1		1	1	1
		Platystomatichthys	sturio	(Kner, 1858)	204	105			1		1	1		1						
		Propimelodus	sp.	Lundberg & Paris, 2002	96	96			1											
		Pseudoplatystoma	fasciatum	(Linnaeus, 1766)	365	96			1	1	1	1		1		1		1	1	1
			tigrinum	(Valenciennes, 1840)	507	96			1		1	1		1		1		1	1	1
		Sorubim	elongatus	Littmann, Burr, Schmidt & Isern, 2001	193	136				1	1	1		1		1				
			lima (*)	(Bloch & Schneider, 1801)	507	96			1	1	1	1		1	1	1		1	1	1
			maniradii	Littmann, Burr & Buitrago-Suarez, 2001	150	140					1			1		1				
		Sorubimichthys	planiceps (*)	(Spix & Agassiz, 1829)	222	96			1		1	1		1		1		1	1	1
		Zungaro	zungaro	(Humboldt, 1821)	1 047	95			1	1	1	1		1		1		1	1	1
		Pseudopimelodidae																		
		Batrochoglanis	rahinus	(Valenciennes, 1840)	585	127						1		1	1	1		1	1	1
		Microglanis	poecilus (D)	Eigenmann, 1912	243	134				1				1						
			zonatus	Eigenmann & Allen, 1942										1						1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Pseudopimelodus	mangurus	(Valenciennes, 1835)	689	619											1		
	Scoloplacidae																		
		Scoloplax	dicra (*)	Bailey & Baskin, 1976	167	130				1	1			1		1			
			empousa	Schaefer, Weitzman & Britski, 1989	172	171										1			
	Trichomycteridae																		
		Acanthopoma	annectens	Lütken, 1892	160	160								1					1
		Apomatoceros	sp.	Eigenmann, 1922	146	140					1			1		1			
		Henonemus	punctatus	(Boulenger, 1887)								1							
		Homodiaetus	sp.	Eigenmann & Ward, 1907	281	131				1	1	1		1		1			1
		Ituglanis	amazonicus	(Steindachner, 1882)	342	155				1				1					
			eichorniarum	(Miranda Ribeiro, 1912)	172	170								1		1			
		Megalocentor	echthrus	de Pinna & Britski, 1991										1					
		Miuroglanis	platycephalus	Eigenmann & Eigenmann, 1889	146	146					1								
		Ochmacanthus	alternus (D)	Myers, 1927	244	146				1	1								
			batrachostomus	(Miranda Ribeiro, 1912)	203	146					1			1		1			
			reinhardtii	(Steindachner, 1882)	177	127						1		1		1			1
		Paracanthopoma	parva	Giltay, 1935	146	146					1					1			
		Parastegophilus	maculatus	(Steindachner, 1879)	178	146								1		1			
		Paravandellia	sp.	Miranda Ribeiro, 1912	278	96			1		1	1		1		1			
		Plectrochilus	machadoi (*)	Miranda Ribeiro, 1917	188	146								1		1			
		Pseudostegophilus	nemurus	(Günther, 1869)	244	96			1	1	1	1		1		1		1	1

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Stenolicmus	sarmientoi (*)	de Pinna & Starnes, 1990	403	155						1		1					
		Trichomycterus	aguarague	Fernández & Osinaga, 2006	3 991	273								1	1	1	1		
			alterus	(Marini, Nichols & La Monte, 1933)	2 371	2 371									1				
			barbouri (*)	(Eigenmann, 1911)	2 602	104			1					1	1	1	1		
			boylei	(Nichols, 1956)	2 371	2 371									1				
			chaberti (*)	Durand, 1968	2 872	2 697									1				
			corduensis (D)	Weyenbergh, 1877	185	185						1							
			fassli (*)	(Steindachner, 1915)	2 509	260						1		1	1	1	1		
			hasemani	(Eigenmann, 1914)	140	140						1		1		1			
			heterodontus	(Eigenmann, 1917)	2 920	1 565						1			1				
			megantoni	Fernández & Chuquihuamani, 2007	2 016	447						1							
			pseudosilvichthys	Fernández & Vari, 2004	1 565	812						1							
			rivulatus (*)	Valenciennes, 1846	3 604	160						1		1	1				
			roigi	Arratia & Meru-Marque, 1984	3 430	2 688									1				
			spagazzinii	(Berg, 1897)	1 266	514									1		1		
			tiraquae (*)	(Fowler, 1940)	4 084	307								1	1	1	1		
			vittatus	Regan, 1903	1 565	602						1		1					
		Tridens	melanops	Eigenmann & Eigenmann, 1889	155	155									1				
		Tridensimilis	brevis	(Eigenmann & Eigenmann, 1889)	192	170						1							
		Tridentopsis	pearsoni (*)	Myers, 1925	173	146						1		1	1	1	1		

Orden	Familia	Género	Especie	Autor	Max	Min	ACR	ABU	MAD	ORT	MDD	BEN	YAT	MAM	GRA	ITE	PAR	B-MD-O	MM-I
		Vandellia	cirrhuosa (*)	Valenciennes, 1846	633	133	1		1	1	1	1		1		1			
			sanguinea	Eigenmann, 1917	96	96		1						1					
Synbranchiiformes																			
Synbranchidae																			
		Synbranchus	madeiraae (*)	Rosen & Rum- ney, 1972	190	139					1	1		1		1			
			marmoratus	Bloch, 1795	649	130			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	50	326	802				38	72	149	245	353	419	32	556	133	520	30	141	143

ANEXO II

LISTA DE AUTORES

Nombre	Afiliación	Correo electrónico
Fátima Aguilar Escobar	Asociación FAUNAGUA, Bolivia	fatima.aguilar@hotmail.com
Oriana Trindade de Almeida	Universidad Federal do Pará - NAEA, Brasil.	orianaalmeida@yahoo.com
Soraya Barrera	Museo Nacional de Historia Natural - Instituto de Ecología, Colección Boliviana de Fauna (CBF), Bolivia	sorayabarrera@gmail.com
Daniel Barroso Costa	Asociación FAUNAGUA, Bolivia	danycostas22@gmail.com
Lieven Bervoets	Department of Biology, Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology Group, University of Antwerp, Belgium.	lieven.bervoets@uantwerpen.be
Rémy Bigorne	UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.	bigorne@mnhn.fr
Hailín Calderón Vaca	Carrera de Biología. Universidad Amazónica de Pando (UAP). Bolivia	hailinictio@hotmail.com
Joachim Carolsfeld	World Fisheries Trust (WFT), Canada.	yogi@worldfish.org
Fernando Marcelo Carvajal-Vallejos	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Estado Plurinacional de Bolivia. Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia. ECOSINTEGRALES SRL (Estudios y Servicios Ecológicos para el Desarrollo Integral y Conservación Ambiental), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	fmcvalle@yahoo.com
Ricardo Céspedes	Museo Alcides D'Orbigny, Cochabamba, Estado plurinacional de Bolivia.	ricardojcespedes@gmail.com
Claudia Coca Méndez	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	claudinacoca@gmail.com
Leslie Córdova Clavijo	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	leslie.cordova@gmail.com
Evans De La Barra Saavedra	UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.	cyprinodon@gmail.com
Daniel Nino Flores Méndez	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	d_n_f_m@hotmail.com
Marco Antonio Jaldín Quiroga	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	majq90@hotmail.com
Michel Jegú	UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Paris, Francia.	michel.jegu@gmail.com
Laura Kravac	World Fisheries Trust (WFT), Victoria, Canada.	lkravac@gmail.com
Dennis Lizarro Zapata	Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA), Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (UAB-JB), Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.	dennis_frk@hotmail.com
Alison Elisabeth Macnaughton	World Fisheries Trust (WFT), Victoria, Canada.	alimacna@gmail.com
Mabel Maldonado Maldonado	Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	mabelmaldonado.m@fcyt.umss.edu.bo
Selva Valeria Montellano Abasto	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	selvimont@hotmail.com

Nombre	Afiliación	Correo electrónico
Federico Moreno-Aulo	Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB). Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.	ciramedioacuatico@gmail.com
Julio Navia Morato	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	julionaviam@gmail.com
John Nelson	Centre for Biomedical Research, University of Victoria, Victoria, Canada.	seastarbiotech@gmail.com
Thierry Oberdorff	UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.	thierry.oberdorff@ird.fr
Marc Pouilly	UMR 'BOREA', IRD 207/CNRS 7208/MNHN/UPCM, DMPA, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.	pouilly@ird.fr
Tiffany Rainville	World Fisheries Trust (WFT), 434 Russel St, Victoria, Canada.	tiffanie@worldfish.org
Rocío Fabiana Reynaga Loredó	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	rocio_reyna_ga@hotmail.com
Gabriela Rico López	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	gricoeccsrl@hotmail.com
Pedro Rodal Vaca	Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián" (CIRA-UABJB). Campus "Dr. Hernán Melgar Justiniano", Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.	dr_rodal09@hotmail.com
Inti E. Rodríguez Levy	Department of Biology, Ecophysiology, Biochemistry and Toxicology Group, University of Antwerp, Belgium.	rodriguezlevy@gmail.com
Roxana Salas Peredo	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	roxanasalasp@gmail.com
Jaime Sarmiento	Museo Nacional de Historia Natural - Instituto de Ecología, Colección Boliviana de Fauna (CBF), Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Estado plurinacional de Bolivia.	jsarmientotavel@gmail.com
Karen Stephanie Ustariz Zabalaga	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	karenstephanieustariz@gmail.com
Paul André Van Damme	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	paul.vandamme@faunagua.org faunagua@yahoo.com
Sergio José Villafán Coca	Asociación FAUNAGUA (Instituto de Investigaciones Aplicadas sobre Recursos del Agua), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	sergiovillafancoca@gmail.com
Luis Villarroel	QUATRIM, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia	l_villarro@yahoo.es
Takayuki Yunoki	Centro de Investigaciones de Recursos Acuáticos (CIRA), Universidad Autónoma del Beni José Ballivián (UABJB), Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.	takayukiyunoki@yahoo.com
América Jazmín Zeballos Fernández	ECOSINTEGRALES SRL (Estudios Ecológicos y Servicios Integrales para el Desarrollo Sostenible y la Conservación Ambiental), Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia.	america_jazmin@yahoo.com
José Zubieta	FAUNAGUA, Instituto de investigaciones aplicadas a recursos acuáticos, Cochabamba, Estado plurinacional de Bolivia.	pp_zubiet@yahoo.com



La Paz: Calle Batallón Colorados N° 24
Edif. El Condor, piso 16
Telf.: (591-2) 2441608 - 2441608
Fax: 2113629
Casilla Postal 3798 - La Paz



Global Affairs
Canada

Affaires mondiales
Canada



IDRC | CRDI

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international

Canada