



GRUPO PARA LOS
**LLANOS
DE MOXOS**

Pesca y Seguridad Alimentaria en los Llanos de Moxos y sus Áreas de Influencia

CONTRIBUCIÓN A POLÍTICAS PÚBLICAS



GRUPO PARA LOS
**LLANOS
DE MOXOS**

CONTRIBUCIÓN A POLÍTICAS PÚBLICAS

Pesca y Seguridad Alimentaria en los Llanos de Moxos y sus Áreas de Influencia



Pesca y Seguridad Alimentaria en los Llanos de Moxos y sus Áreas de Influencia

Título: Pesca y Seguridad Alimentaria en los Llanos de Moxos y sus Áreas de Influencia

Este documento fue compilado y modificado a partir del artículo “Review of the societal importance of Amazon fisheries in the Moxos Lowlands and its headwaters”, publicado en la revista Neotropical Hydrobiology and Aquatic Conservation.

Colaboradores:

Paul A. Van Damme, FAUNAGUA, Bolivia

Joachim Carolsfeld, World Fisheries Trust, Canadá

Fernando M. Carvajal-Vallejos, FAUNAGUA, Bolivia / Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos, Universidad Mayor de San Simón (Bolivia)

Claudia Coca Méndez, FAUNAGUA, Bolivia

Leslie Córdova Clavijo, FAUNAGUA, Bolivia

Carla Jaimes Betancourt (Departamento de Antropología de las Américas, Universidad de Bonn, Alemania)

Heinz Arno Drawert, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Bolivia

Alison Macnaughton, University of Victoria, Canadá

Guido Miranda-Chumacero, Wildlife Conservation Society, Bolivia

Selva Montellano, Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia

Federico Moreno Aulo, Centro de Investigación sobre Recursos Acuáticos [CIRA], UAB, Bolivia

Gabriela Prestes-Carneiro, Universidad Federal del Oeste de Pará, Brasil

Julio Navia Morato, FAUNAGUA, Bolivia

Tamara Pérez Rivera, FAUNAGUA, Bolivia

Gabriela Rico López, FAUNAGUA, Bolivia

Blanca Vega, FAUNAGUA, Bolivia

Fotografía de tapa: Christian Gutierrez / WCS

Cuidado de edición: Gonzalo Jordán / WCS

Diagramación: Adriana Herbas

Editor: FAUNAGUA y Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos

Cita: FAUNAGUA-WCS (2022). *Pesca y seguridad alimentaria en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia*. Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos. Cochabamba-La Paz, Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

Este documento es una contribución del Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos (GTLM). El trabajo fue financiado por la Fundación Gordon y Betty Moore a través del proyecto SADJ010/2021 (Llanos de Moxos), liderado por Wildlife Conservation Society (WCS). Reconocemos el apoyo de pescadores, comunidades, organizaciones locales, minoristas, vendedores y otras personas que directa o indirectamente han contribuido a llenar los vacíos de conocimiento sobre las pesquerías amazónicas. El documento es dedicado a la memoria de los amigos y colegas Sergio Villafán, quien falleció en Cochabamba el 28 de junio de 2021, y Dennis Lizarro, quien falleció en Trinidad el 15 de diciembre de 2021.



Copyright: ©Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Contenidos

Introducción	7
Los Llanos de Moxos y sus Áreas de Influencia	9
Riqueza de Especies y Biología de Peces	13
Pesca Precolombina	16
Producción Comercial de Pescado y Composición de las Capturas	18
Pesca de Subsistencia	20
Pesca Deportiva	23
Mercados Urbanos de Pescado	24
Cadenas de Valor del Pescado	27
Consumo de Pescado	30
Contribución de la Pesca a los Medios de Vida Rurales	33
Pescado y Seguridad Alimentaria en Comunidades Rurales	34
Valor Económico del Pescado	36
Ordenamiento Pesquero y Legislación	36
Amenazas	38
Conclusiones	41
Referencias Bibliográficas	45

Lista de Mapas

MAPA 1. Los Llanos de Moxos (área núcleo) y sus áreas de influencia	10
MAPA 2. Superposición del área núcleo de las tierras bajas de los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia con sitios Ramsar (a), áreas protegidas [nacional, regional, municipal] (b) y territorios indígenas (c)	12
MAPA 3. Composición de capturas, desembarques comerciales o de subsistencia de peces en los llanos de moxos y áreas de influencia	18
MAPA 4. Composición de las ventas de pescado en los mercados urbanos de Bolivia	25
MAPA 5. Localidades en los Llanos de Moxos donde se han realizado estudios sobre el consumo de pescado	31
MAPA 6. Amenazas biológicas para los recursos pesqueros en los Llanos de Moxos	39

Lista de Figuras

FIGURA 1A. Volúmenes (t/año) de carne de pescado fresco de diferentes especies amazónicas comercializadas en las ciudades capitales de Bolivia	26
FIGURA 1B. Volúmenes (t/año) de pescado vendido en mercados locales de 11 ciudades intermedias en los llanos de moxos y sus áreas de influencia	26
FIGURA 2. Principales rutas de transporte de pescado amazónico entre los Llanos de Moxos y los mercados urbanos en sus áreas de influencia	29
FIGURA 3. Cadena de valor del pescado proveniente de Santa Ana de Yacuma y de Trinidad	29

Sabanas inundables en la Reserva Natural Barba Azul - Tjalle Boorsma / Asociación Armonía



INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, los humedales brindan importantes servicios ecosistémicos a la sociedad. Se caracterizan por su alta biodiversidad, juegan un papel importante en el ciclo hidrológico y la regulación del clima, y sustentan un gran número de actividades humanas sostenibles. El cauce principal del río Amazonas, sus afluentes y su área de la planicie de inundación constituyen uno de los humedales de agua dulce más grandes del mundo (Fleischmann et al., 2022), y se caracterizan por su alta biodiversidad acuática y productividad de peces (Junk et al., 2013).

Sin embargo, existen otros humedales importantes en la parte superior de la cuenca, cuyas contribuciones a la biodiversidad y la sociedad aún son poco conocidas. Una de las áreas más importantes, en términos de superficie y valor ecosistémico, son los Llanos de Moxos, un vasto humedal en el centro y norte de Bolivia, aguas arriba de 19 rápidos (cachuelas) en el río Madera (Langstroth, 2011; Larrea-Alcázar et al., 2011). Esta área representa gran parte de la cuenca amazónica boliviana por debajo de los 300 m s. n. m. Tres cuencas fluviales (Yata, Blanco, Matos) que drenan y se superponen con los Llanos de Moxos fueron reconocidas recientemente por la Convención Ramsar como sitios de importancia internacional para la conservación de los ecosistemas acuáticos. El área también comprende varios territorios indígenas y áreas protegidas.

La producción pesquera es uno de los principales servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales. En el caso de los Llanos de Moxos, los humedales albergan una gran diversidad de peces, que ha sido una de las principales fuentes de proteínas para las comunidades rurales de esta región durante milenios (Erickson, 2010; Prestes-Carneiro et al., 2019), y en tiempos más recientes también para los grandes centros urbanos. Sin embargo, en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia es difícil de evaluar el estado de las pesquerías comerciales y de subsistencia, debido a la falta de datos y el escaso registro de las capturas de peces, lo que resulta en una subvaloración de su contribución a la sociedad. Un segundo gran vacío de información es la escasa comprensión de los patrones de migración de los peces y del papel de esta área en el ciclo de vida de las especies migratorias, algunas de las cuales utilizan las cabeceras de los tributarios para reproducirse y/o las partes bajas para alimentarse (Duponchelle et al., 2021).

La escasez de estadísticas pesqueras y la información desactualizada ha tornado invisible la contribución de la pesca a la seguridad alimentaria, y las escasas estimaciones de su importancia socioeconómica son aproximadas y meramente ilustrativas o anecdóticas. La contribución múltiple de la pesca en pequeña escala a los medios de vida locales en los Llanos de Moxos se reconoció recientemente (p. ej. Macnaughton et al., 2017; Montellano et al., 2017), pero falta una apreciación más detallada. La falta de conocimiento sobre las pesquerías en esta vasta área pone en peligro la toma informada de decisiones para la planificación sobre la base de ecosistemas y el desarrollo socioeconómico sostenible. Con la presente publicación queremos llenar parcialmente este vacío en nuestro conocimiento.

Inundación en los Llanos de Moxos (cuenca Iténez) - Fabian Brugmann / FAUNAGUA



Los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia

Los Llanos de Moxos en la Amazonía boliviana se conforman por un área plana de entre 120.000 y 150.000 km², inundada estacionalmente por lluvias y el desborde de ríos. Las llanuras están bordeadas por el Piedemonte andino al suroeste, y el Escudo brasileño al este y noreste (Lombardo, 2012). La parte occidental de los Llanos se aproxima al canal principal del río Beni; mientras que el río Iténez, conocido como Guaporé en Brasil, se aproxima al límite este. Tanto el río Beni como el Iténez desembocan en el río Mamoré, que drena y controla la dinámica hidrológica en el centro de los Llanos de Moxos. Estos tres ríos convergen y forman el río Madera, el principal afluente del sur del río Amazonas, el cual aporta cerca del 50% de sus sedimentos. Los Llanos de Moxos están cubiertos en su mayoría por vastas planicies y sabanas, seccionadas por franjas y parches de bosque de formaciones aluviales (Mayle et al., 2007; Navarro y Ferreira, 2007), que en su mayoría siguen la red fluvial. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 1.200 mm y los 3.500 mm, concentradas de noviembre a abril.

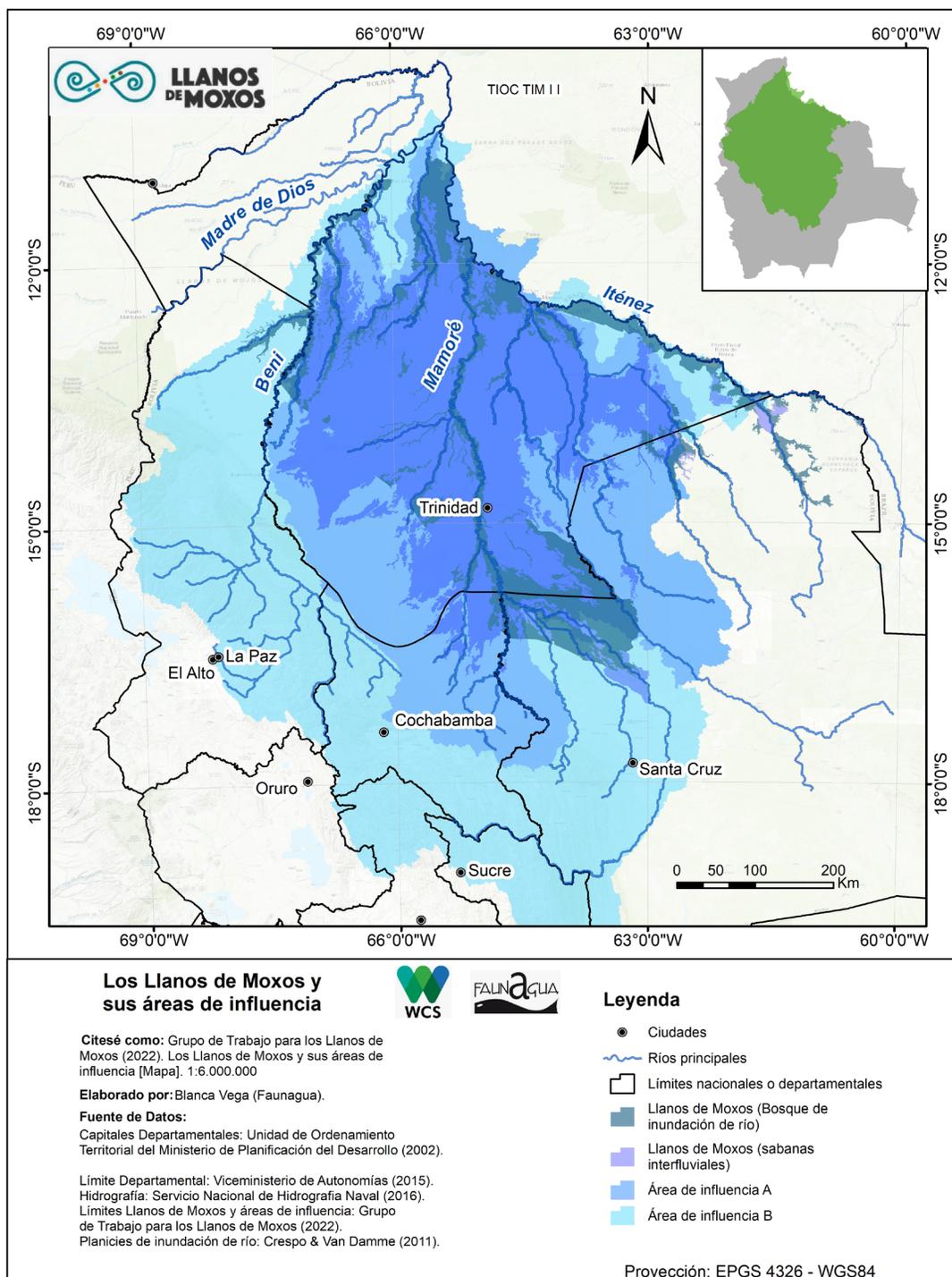
Los Llanos de Moxos representan un mosaico de dos tipos de humedales interconectados (Fleischmann et al., 2022). Uno de ellos, la planicie de inundación de los ríos, está sujeta a inundaciones estacionales por desborde de los ríos, referidas en la literatura como “pulso de inundación” (Junk et al., 1989). Se caracteriza por la presencia de bosques inundables y pastizales de menor superficie. La planicie inundada por aguas turbias (o “aguas blancas”) de afluentes como el río Mamoré o el río Beni se denomina humedal de várzea. La planicie de inundación que recibe aguas transparentes (aguas “claras”), como del río Iténez, se denomina humedal de “igapó” (Junk et al., 2013).

El segundo tipo consiste en vastos humedales interfluviales de planicies, mayormente de sabanas, periódicamente inundadas, que dependen principalmente de las lluvias y escorrentías locales, y se caracterizan por la presencia de aguas poco profundas y transparentes a negruzcas por el alto contenido de materia orgánica disuelta (Bourrel et al., 2009) (Mapa 1).

Cabecera de los Llanos de Moxos: el río Ichilo, cerca de su confluencia con el río Sajta - Aldo Echeverría / FAUNAGUA.



MAPA 1. Los Llanos de Moxos (área núcleo) y sus áreas de influencia



Conexión entre las planicies de inundación de los ríos y las sabanas interfluviales

La conexión temporal de los dos tipos de humedales de los Llanos de Moxos (los bosques de inundación de los ríos y las sabanas interfluviales, respectivamente) está determinada por dos factores que operan con una periodicidad estacional diferente: el caudal del río (exógeno o desde fuera de los Llanos) y las precipitaciones locales (endógeno o de adentro de los Llanos) (Bourrel y Pouilly, 2004; Bourrel et al., 2009). La dinámica hidrológica de los Llanos de Moxos es el resultado de dos procesos: por un lado, el pulso de crecida del Mamoré y sus afluentes superiores, generado por las lluvias sobre la cordillera

de los Andes y la zona del Piedemonte; y, por otro lado, por las lluvias que inundan y saturan los suelos de las sabanas. En algunos años solo ocurre la inundación de los bosques en las riberas; en otros, predomina la inundación de las sabanas. Y a veces se presenta una combinación de ambos, dando lugar a enormes inundaciones, como la que ocurrió en 2014 (Ovando et al., 2015). Las fuentes de agua y los patrones de inundación interactúan para determinar la estructura y productividad de los ecosistemas acuáticos de los Llanos de Moxos (Orellana et al., 2004; Bourrel y Pouilly, 2004).

Dependiendo del método utilizado, las estimaciones de la superficie de inundación de los Llanos de Moxos pueden variar mucho (Fleischmann et al., 2022). La zona interfluvial de sabanas ocupa una superficie aproximada de 129.830 km². Además de las sabanas, las planicies de inundación de los ríos que intersectan el paisaje de sabana y que son cubiertas por bosques amazónicos inundables ocupan una superficie aproximada de 49.689 km². Las sabanas interfluviales y la planicie de inundación del río, tal como se definió anteriormente, ocupan el 72% y el 28% de la superficie total de los Llanos de Moxos, respectivamente (Mapa 1).

Los Llanos de Moxos tienen dos áreas de influencia. La primera (Área A en la Mapa 1) incluye las cuencas que forman parte de las tierras bajas, y tiene una superficie de 157.181 km². Esta área incluye los ríos de aguas claras que drenan las partes bajas de los Llanos de Moxos, así como los tramos medios (<500 m de elevación) de los ríos de aguas blancas, los cuales son de gran importancia para la reproducción de peces migratorios (Careaga y Carvajal-Vallejos, 2016).

Una segunda área de influencia (Área B, Mapa 1) comprende a las cuencas andinas (cabecera) de los ríos de aguas blancas, que drenan una superficie de 239.685 km². En la zona andina o su borde, la población humana se concentra en regiones metropolitanas con más de 1 millón de habitantes (Santa Cruz, Cochabamba y La Paz). Es importante considerar a esta segunda área de influencia por dos razones. Desde una perspectiva hidrológica, es la fuente principal de agua su-

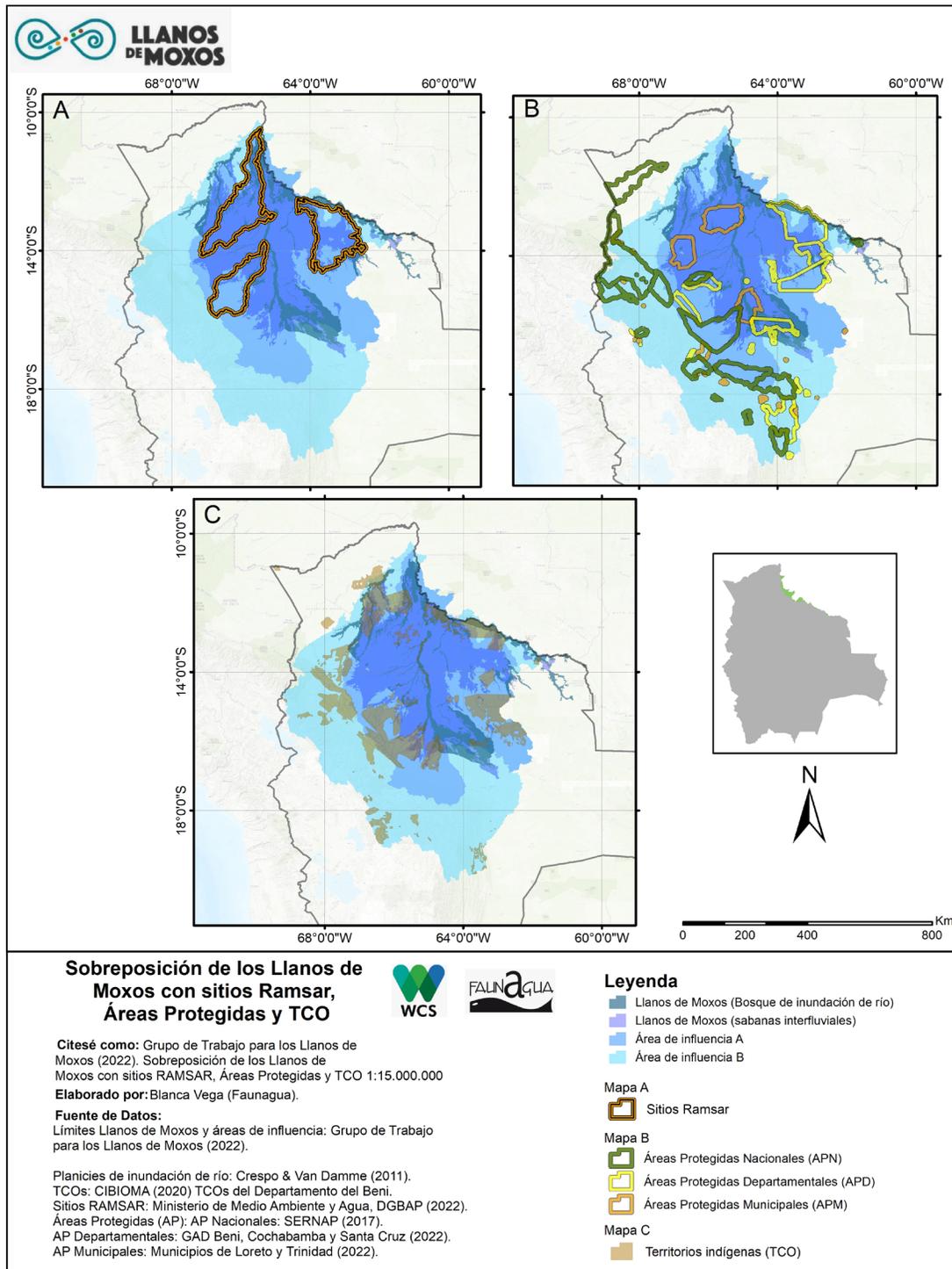
Áreas protegidas, sitios Ramsar y territorios indígenas en los Llanos de Moxos

El área núcleo de los Llanos de Moxos se superpone parcialmente con tres sitios Ramsar (Río Blanco, Río Matos, Río Yata), tres áreas protegidas nacionales (Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Estación Biológica Beni, Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro-Securé), tres áreas protegidas regionales (Parque Departamental Área Natural de Manejo Integrado Iténez, Unidad de Conservación Patrimonio Natural Ríos Blanco y Negro, Unidad de Conservación Patrimonio Natural Meandros Viejos del río Ichilo), cuatro áreas protegidas municipales (Santa Rosa de Yacuma, Ibare, Gran Mojós, Grandes Lagos Tec-

tónicos de Exaltación), y 15 territorios indígenas o TCO/TIOC (Joaquiniano, More, Cayubaba, Canichana, Movima I, Movima II, Itonama, Baures, Yuqui, Yuracaré, Sirionó, TIM, TIM I, TICH, Chacobo-Pacahuara) (Mapa 2). Respectivamente el 25,1%, 15,4% y 13% del área núcleo de los Llanos de Moxos se encuentran dentro de sitios Ramsar, áreas protegidas o TIOC. A pesar del elevado número de unidades de conservación, el 46,5% del área núcleo y el 36,8% del área de influencia no están dentro de ninguna categoría de protección territorial.

perficial, sedimentos y nutrientes que ingresan a los Llanos de Moxos (Forsberg et al., 2017), de los cuales dependen los procesos ecológicos como la productividad primaria. En segundo lugar, esta área es importante debido a la presencia de consumidores finales urbanos en las cadenas de valor del pescado que se inician en los Llanos de Moxos (Navia et al., 2017a).

MAPA 2. Superposición del área núcleo de las tierras bajas de los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia con sitios Ramsar (a), áreas protegidas [nacional, regional, municipal] (b) y territorios indígenas (c)



Riqueza de especies y biología de peces

Actualmente hay al menos 800 especies registradas en la Amazonía boliviana (Carvajal-Vallejos et al., 2014), y este número sin duda se incrementará con el aumento de las exploraciones y muestreo en los próximos años. Aproximadamente 660 especies no se utilizan en la pesca, aunque algunas de las especies más pequeñas se capturan en la pesca ornamental informal que se lleva a cabo en áreas remotas. En los desembarques de pescado se han identificado al menos 135 especies. Las pesquerías comerciales aprovechan cerca de 76 especies, mientras que los pescadores de subsistencia capturan al menos 128 especies (Carvajal-Vallejos et al., 2011).

Las estrategias y ciclos de vida de los peces de los Llanos de Moxos han evolucionado en respuesta a las limitaciones ambientales de los ecosistemas acuáticos presentes (Winemiller y Rose, 1992). De manera similar a otras llanuras aluviales de los ríos amazónicos, la mayoría de las especies objetivo de las pesquerías comerciales son de tamaño corporal mediano a grande (bagres migratorios o carácidos), con alta fecundidad (= alta producción de huevos) y reproducción estacional en hábitats fluviales durante la temporada de aguas altas. Sin embargo, en los ambientes lacustres (por ejemplo, lagunas de várzea) y en ríos de aguas claras con corriente y pulso de inundación suave y predecible (p. ej. la cuenca del río Iténez), las especies residentes grandes, como el invasor paiche, o medianas, como el tucunaré, ocupan la posición trófica de los depredadores carnívoros. Estas especies tienen baja fecundidad y muestran cuidado parental. Por otro lado, las sabanas interfluviales, caracterizadas por patrones de inundación impredecibles, albergan un número relativamente alto de pequeñas especies con capacidad de colonizar ambientes acuáticos efímeros que se forman temporalmente. Los depredadores carnívoros en estos hábitats (como el bentón y la anguilla del pantano) están adaptados a condiciones ambientales de estrés temporal como bajo nivel de oxígeno y temperaturas elevadas.

Los gremios alimenticios (componentes de la red trófica) presentes en los Llanos de Moxos son similares a los de otros sistemas amazónicos, tradicionalmente divididos en los grandes conjuntos de herbívoros, detritívoros, omnívoros y carnívoros, con varias categorías tróficas especializadas dentro de ellos, como frugívoros, algívoros, insectívoros acuáticos, insectívoros terrestres y zooplantívoros (Pouilly et al., 2003). Las redes tróficas, que han sido parcialmente estudiadas en los Llanos de Moxos, tienden a ser complejas e interconectan los hábitats acuáticos de la planicie de inundación del río mediante el flujo de la energía y nutrientes. Las lagunas de várzea parecen ser muy importantes por su alta productividad primaria y se consideran áreas de crecimiento y protección para peces juveniles y otros organismos acuáticos (Pouilly et al., 2004; Rejas et al., 2005). Hay un importante aporte de fuentes de alimentos alóctonos (semillas y frutos) provenientes del bosque circundante durante la inundación, siendo los carácidos frugívoros como el pacú, el tambaquí y la yatorana los eslabones finales tróficos en esta cadena (Castellón 2001). Hay menos claridad sobre la cadena trófica en las sabanas que inundan por lluvia, donde los peces que comen insectos y los depredadores superiores como los bentones se constituyen en los eslabones finales de la red trófica.

Se estima que el 9,4% de las especies de peces de las tierras bajas de la Amazonía boliviana son migratorias y se mueven más de 100 km a lo largo de los ríos (Van Damme et al., 2011b). De este porcentaje, respectivamente el 6,2% y el 3,2% son especies pequeñas a medianas (adultos < 2 kg), y de gran tamaño (adultos > 2 kg). Cerca del 87% de las especies migratorias más grandes pertenecen a la familia Pimelodidae (orden Siluriformes), de la cual forman parte el surubí, el dorado de cuero, la paleta y otras. Mientras que el 85% de las especies migratorias de tamaño pequeño/mediano pertenecen al orden Characiformes, de la cual for-

El pacú, especie frugívora en los Llanos de Moxos

El pacú o pacú negro, nombre común empleado en gran parte de la cuenca Ichilo-Mamoré, es una especie grande, icónica para las pesquerías que operan en zonas inundadas y lagunas de los grandes sistemas que atraviesan o bordean los Llanos de Moxos. La especie es frugívora a lo largo de su vida, pero los grandes adultos pueden desarrollar hábitos omnívoros. Esto implica que es una especie importante para el flujo de nutrientes y energía desde las fuentes vegetales periféricas a los cuerpos de agua hacia el mismo sistema acuático, denotando la fuerte dependencia y relación entre los ecosistemas terrestres, acuáticos y humedales intermedios. Esta especie no solo se beneficia de los frutos, semillas y otros productos vegetales del bosque, sino que además dispersa semillas de las especies vegetales que consume, denotando un proceso evolutivo de beneficio mutuo entre las plantas y los peces con hábitos frugívoros. Para los pobladores dentro los Llanos, el pacú es una de las especies preferidas y más representativas de las pesquerías comerciales y/o de subsistencia, principalmente durante la época de aguas altas de los ríos. La especie representa entre el 10% y el 20% del volumen de las capturas anuales que ocurren en los principales puertos pesqueros del eje Ichilo-Mamoré. A pesar de su gran valor comercial, cultural y ecológico, la especie todavía es poco conocida y se desconoce el valor de los tributarios de los ríos Ichilo y Mamoré que nacen en la planicie y desembocan en estos mismos ríos para la continuidad de esta especie y sus reservas pesqueras.



Pacú o pacú negro, especie frugívora de los ríos y planicies de inundación de los Llanos de Moxos- Fernando Canvejat-Vallejos

El buchere, especie emblemática en los Llanos de Moxos

El buchere o simbao es una especie pequeña a mediana de pez gato con el cuerpo cubierto por dos placas óseas principales que vive en cuerpos de agua someros permanentes y temporales de los Llanos de Moxos. Este pez es apetecido para el consumo por la calidad de su carne y abundancia. Las mayores capturas pesqueras ocurren durante la temporada de descenso y aguas bajas. El buchere se alimenta principalmente de insectos terrestres y acuáticos, crustáceos, detritus y bacterias anaeróbicas del sustrato. La reproducción ocurre durante el inicio de la época de lluvias, y la edad de primera madurez sexual ocurre al primer año de vida. La especie tiene cuidado parental, y el macho construye un nido donde se depositan los huevos para su eclosión a partir del tercer día luego de la fecundación. La especie es resistente a las bajas concentraciones de oxígeno, por lo que puede ser abundante en ambientes estacionales poco oxigenados cubiertos por vegetación flotante, en los que otras especies han desaparecido.



El buchere, una especie adaptada a ambientes acuáticos con bajas concentraciones de oxígeno - Fernando Carvajal-Vallejos

man parte el pacú, el tambaquí, la yatorana y las pirañas, entre otras. La mayoría de los peces migratorios grandes son carnívoros, con excepción de las especies frugívoras (pacú, tambaquí) y algunas que muestran hábitos alimenticios omnívoros (p. ej. boni, tachacá). A lo largo de su ciclo de vida, las especies migratorias utilizan una gran cantidad de hábitats para alimentarse, dispersarse o reproducirse (Hurd et al., 2016). Durante las aguas bajas, los peces están restringidos a los hábitats fragmentados, como las lagunas en las llanuras aluviales y arroyos permanentes; mientras que durante las aguas altas se dispersan en el bosque inundado, gracias a que las lagunas, ríos y bosques inundados se interconectan.

Los rivúlidos de los Llanos de Moxos

Muchos peces estacionales han desarrollado adaptaciones y características especiales que les permiten habitar ecosistemas acuáticos no permanentes en las regiones tropicales y subtropicales de África y América. Entre otras características, sus huevos pueden sobrellevar largos periodos de sequía enterrados en el sustrato, para luego eclosionar con la formación de charcos al inicio de la época lluviosa. Los alevines rápidamente alcanzan la madurez sexual (dos a tres semanas en algunas especies), y entierran nuevos huevos en el sustrato, garantizando así la permanencia de la especie en cuerpos de agua que son prácticamente inviables para otros peces ya que se trata de hábitats acuáticos efímeros y aislados. Esto facilita procesos evolutivos que, al menos en parte y desde un enfoque darwiniano, explican la gran diversidad encontrada, el alto endemismo y la distribución restringida de muchas especies. En Sudamérica están representados por los rivúlidos, de los cuales en los Llanos de Moxos se encuentran registradas seis especies (cerca del 20% de las reportadas para Bolivia), siendo la mitad endémicas de este paisaje. Sin embargo, considerando lo poco estudiados que son estos peces, existe una probabilidad muy alta de encontrar especies que aún no han sido descritas.



Rivúlidos de los Llanos de Moxos - Heinz Arno Drawert / MHNNKM y Killifish Foundation. Arriba izquierda: *Moema* aff. *obliqua*; arriba derecha: *Papiliolebias habluetzeli*; abajo izquierda: *Pterolebias longipinnis*; abajo derecha: *Trigonectes* aff. *rogoaguae*.

Pesca precolombina

Existe un fuerte debate sobre el alcance de la presencia precolombina de pueblos indígenas en los Llanos de Moxos y sobre las formas en que se organizaron las actividades humanas de recolección, pesca y caza para sostener a las sociedades indígenas. El pescado parece haber sido una fuente de proteína básica y primordial para las comunidades que vivían cerca de los ríos o lagunas, especialmente durante la estación seca, cuando los peces se concentraban en los cuerpos de agua. La investigación zooarqueológica ha demostrado que la diversidad de especies de peces consumidas entre el 400 a.C. y el 1400 d.C. fue muy elevada (Prestes-Carneiro et al., 2019). Las artes de pesca utilizadas por los pueblos indí-

genas, incluidos a los chimane, ese ejja y tacanas, eran “barbasco” (extractos de plantas tóxicas para los peces), arco y flecha, y trampas (“chapapas”) instaladas en arroyos durante la transición de aguas bajas a aguas altas.

Estudios que utilizaron grandes colecciones de restos de peces encontrados en sitios arqueológicos como huesos, escamas y otolitos documentaron las especies capturadas e intentaron inferir cómo se organizaron las actividades pesqueras en la época precolombina. En sitios arqueológicos cerca de Trinidad se han identificado más de 35 taxones de peces. Incluye especies que se comercializan en la actualidad como surubí, piraña y tucunaré, pero también menos comercializadas en la actualidad como el bentón, pez pulmonado y anguilas de pantano. En la actualidad, las anguilas de pantano, las especies que se encontraban con más frecuencia en los sitios arqueológicos de la región, se consumen solo y muy esporádicamente para la subsistencia en comunidades rurales, lo que ilustra que los patrones de consumo de pescado cambiaron drásticamente después de la colonización, que coincidió con la introducción de nuevas tecnologías de pesca como las redes agalleras de nylon dirigidas a los peces migratorios (Prestes-Carneiro y Béarez, 2017).

El pescado se constituyó en la fuente de proteínas más importante para comunidades ubicadas en zonas ribereñas. Sin embargo, cada vez hay más evidencia de que las personas que vivían en áreas interfluviales, lejos de los ríos y lagunas, también hicieron un uso intensivo de los recursos pesqueros, transformando el paisaje de tal manera que el acceso a los recursos estaba garantizado durante todo el año (Lombardo et al., 2013; Prestes-Carneiro et al., 2021). Los pueblos precolombinos de los Llanos de Moxos construyeron presas, canales y estanques de tierra que funcionaban como un sistema integrado de captura y almacenamiento de peces, tanto para los peces que emigraban y se reproducían en la planicie aluvial como para las especies residentes (Erickson et al., 2010; Blatrix et al., 2018). La excavación y el mantenimiento requeridos para el funcionamiento de dichos estanques y presas muestran una considerable inversión energética asociada a la pesca en los Llanos de Moxos en la época precolombina.

Arqueólogos buscando en la tierra de excavaciones huesos de peces consumidos por pueblos precolombinos - Rafael Verissimo.



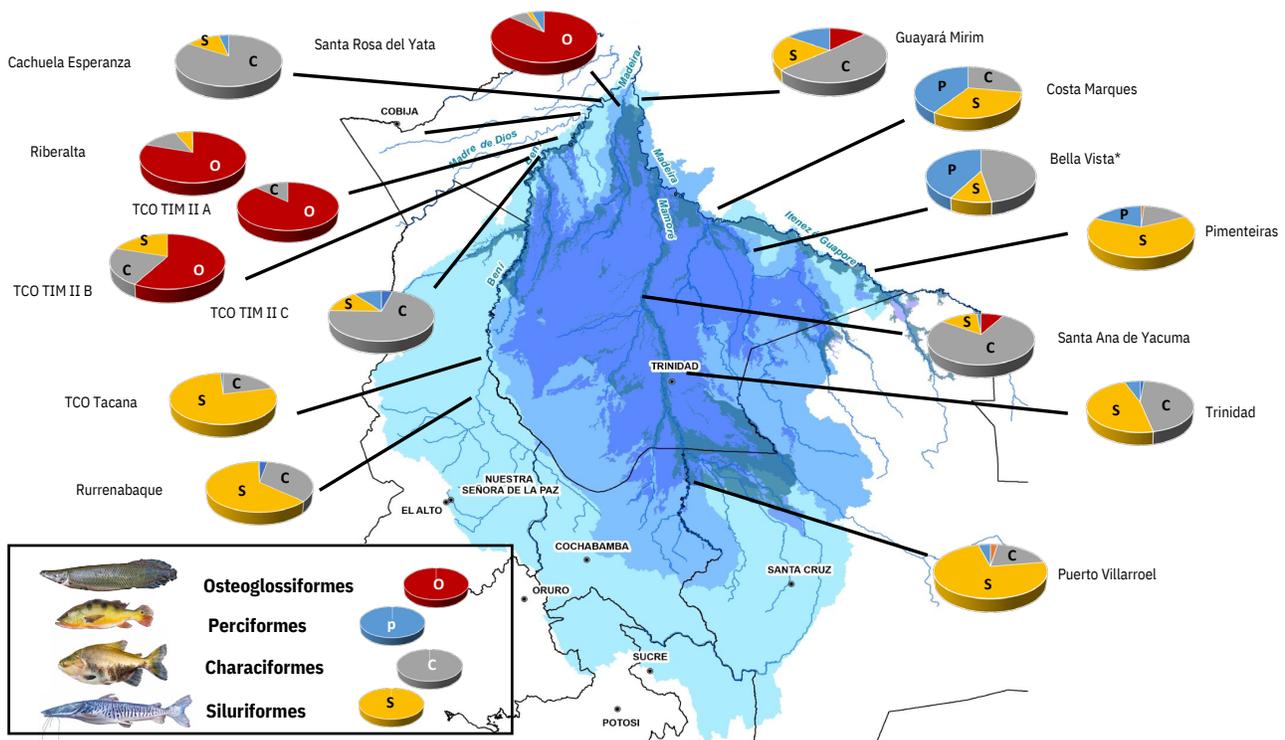
Producción comercial de pescado y composición de las capturas

Según el Art. 5 de la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables (Ley No. 938), la pesca comercial artesanal es “la actividad productiva que realizan los pescadores en forma individual o asociados, en cooperativas u otras formas de organización, con preponderancia del esfuerzo físico, basado en sus experiencias, vivencias, conocimientos de la naturaleza y las destrezas que pasan de generación en generación, con la utilización de artes de pesca reglamentadas”.

Las estadísticas pesqueras en la Amazonía boliviana están fragmentadas e incompletas y solo brindan una visión parcial de las capturas comerciales. Un análisis preliminar sugiere que la producción pesquera anual sería de 3.080 a 4.020 toneladas para toda la Amazonía boliviana (Van Damme et al., 2011b; IPD PACU, 2015). Y un gran porcentaje, aproximadamente el 40%, sería capturado en el área núcleo de los Llanos de Moxos (Mapa 3).

Antes de 1989, las capturas de la pesca comercial en la parte central del río Mamoré (zona núcleo de los Llanos de Moxos) estaban dominadas por cuatro especies de gran tamaño (pacú, tambaquí, surubí y chuncuina), siendo el primer grupo dominante durante las inundaciones y el segundo, durante la temporada de aguas bajas (Payne y Fallows, 1987). En la actualidad, las cuatro especies mencionadas aún representan el mayor porcentaje de las capturas (Yunoki et al., 2014). En Santa Ana de Yacuma, ubicada aguas abajo de Trinidad, donde se realiza pesca comercial en los ríos Mamoré, Rapulo, Apere y Yacuma, el pacú es la especie más capturada durante la época seca (Coca Méndez et al., 2021).

MAPA 3. Composición de capturas, desembarques comerciales o de subsistencia de peces en los llanos de moxos y áreas de influencia



Las pesquerías comerciales en la parte alta del río Mamoré (río Ichilo), realizadas por la flota pesquera de Puerto Villarroel, son probablemente las mejor documentadas de la Amazonía boliviana. En esta cabecera amazónica, las composiciones de captura reportadas fueron muy similares a las de Trinidad (Van Damme et al., 2011b; Doria et al., 2018). El surubí y la chuncuina constituyen más de 50% de la captura total, siendo las especies secundarias otras especies de bagres grandes (por ejemplo, pirahiba, muturo, general). Recientemente, las embarcaciones pequeñas también capturan diferentes tamaños de blanquillo, un bagre carroñero de tamaño mediano (Van Damme et al., en preparación).

Las pesquerías en la parte baja del río Beni (puntos de desembarque Riberalta, TIOC TIM II, Cachuela Esperanza) y del río Yata (Santa Rosa del Yata) tienen características diferentes de las anteriores regiones mencionadas. Riberalta, situada en la confluencia de los ríos Beni y Madre de Dios, ocupa una posición única en la pesca comercial boliviana, debido a sus elevados desembarques de la especie invasora paiche (Rico López et al., 2022). Una captura total de 300 toneladas por parte de pescadores comerciales urbanos monitoreados en 2011 produjo 70% de paiche, principalmente capturado en lagunas; y 30% de especies nativas, capturadas en canales de ríos y lagunas. Por otro lado, las pesquerías comerciales indígenas que operan en la misma zona aprovechan únicamente recursos que tienen en sus lagunas, y en pequeños ríos y arroyos. Sus capturas consisten en 30% de paiche y un 70% de especies nativas, siendo estas últimas principalmente especies medianas y pequeñas (p. ej. tujuno, corvina, pirañas, llorona) comercializadas en los mercados de Riberalta (Rico López et al., 2022). En el río Beni aguas abajo de Riberalta, los pescadores de Cachuela Esperanza explotan principalmente recursos migratorios capturados en las cachuelas (rápidos o cascadas pequeñas), con predominio de especies de tamaño mediano, como pacupeba, sábalo y yatorana; y una contribución relativamente baja de especies de bagres grandes (Flores et al., 2017). Las capturas comerciales en Santa Rosa del Yata tienen una composición similar a las de Riberalta, con un pronunciado dominio en peso del paiche (más del 87%) sobre las especies nativas. Estas últimas incluyen tanto especies residentes (bentón, tucunaré) como especies migratorias (sábalo, surubí). El tucunaré es poco común en capturas del río Beni, Mamoré e Ichilo (Flores et al., 2017).

Los desembarques en la parte alta del río Beni muestran una composición similar a los del alto Mamoré, con predominio de bagres de tamaño grande y un porcentaje menor de Characiformes (20%), siendo la especie más importante el tambaquí. Además de surubí, hay una contribución significativa de otras especies de bagres en esta área, como la paleta (llamado localmente pantalón o surubí pantalón) y el muturo (llamado localmente bagre), y algunas especies poco comunes en la cuenca del río Mamoré (p. ej. zebra, tujuno) son más frecuentes en las capturas (Miranda-Chumacero et al., 2011; ENDE, 2016).

La cuenca del río Iténez ocupa una posición particular en cuanto a la composición de las capturas comerciales. Estas pesquerías se constituyen de un mayor porcentaje de especies residentes que prefieren hábitats de aguas claras (principalmente tucunaré y bentón) y un porcentaje relativamente alto de pacú (Córdova et al., 2012). Los pescadores de Bella Vista, que operan sobre los ríos Blanco, San Martín y San Joaquín, hasta 2012 explotaban exclusivamente esta última especie con fines comerciales con ventas esporádicas en un pueblo cercano a los Llanos de Moxos (Magdalena) (Reinert y Winter, 2002; Córdova et al., 2012). Es interesante comparar estas capturas con las realizadas en el río Iténez por pescadores brasileños, quienes capturan proporciones importantes de bagres, carácidos y de tucunaré (Doria y Brasil de Souza, 2012; Parazzi de Freitas et al., 2020).

La mayor parte de las capturas en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia consiste en especies de peces nativos que migran distancias intermedias, entre 100 y 1.000 km, a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, estas especies tienen variables estrategias de vida. Algunos utilizan solo el cauce principal del río, mientras que otros se adentran en el bosque inundado para alimentarse. Por lo general, las estadísticas pesqueras no incluyen el origen de la captura de peces y los patrones generales son difíciles de mapear. La pesca se realiza principalmente en lagunas, en los principales cauces de los ríos y pequeños tributarios donde ingresan o habitan de forma permanente especies de interés comercial. Un porcentaje muy pequeño, pero desconocido, también es capturado en arroyos temporales o en el bosque inundable.

Todos estos estudios, que brindan miradas puntuales sobre la incidencia de la pesca comercial en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia en un lapso de más de dos décadas, permiten concluir que estas áreas tienen gran importancia para la alimentación y la seguridad alimentaria.

La pesca comercial artesanal de tambaquí, una especie frugívora que entra al bosque inundado para alimentarse de frutas y semillas. - Pedro Laguna / FAUNAGUA



Pesca de subsistencia

La pesca de subsistencia, definida en el Art. 5 de la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable (N° 938) como “la actividad realizada por personas individuales, para el consumo doméstico, sin fines de lucro”, juega un papel fundamental en los medios de vida en los Llanos de Moxos. Además, a menudo es difícil determinar qué proporción de la captura de los pescadores se destina al consumo familiar y cuál se intercambia o se vende localmente. En algunas zonas rurales existen formas intermedias entre la pesca de subsistencia y la pesca comercial, como la “pesca comunitaria artesanal”, que se organiza cuando la comunidad decide pescar para obtener ingresos y cubrir necesidades urgentes para sostener a la comunidad en su conjunto (por ejemplo, para la salud de un miembro de la comunidad o la educación de los niños de varias familias) (Paz y Van Damme, 2008).

En Bella Vista, situada en la confluencia de un afluente de aguas claras (río San Martín) y un afluente de aguas mixtas (entre blancas y claras) (río Blanco), ambos en la cuenca del río Iténez, especies de tamaño mediano y pequeño, como

la piraña, tucunaré y surubí, son capturadas por pescadores de subsistencia. En esta localidad, ubicada dentro de un área protegida regional (Parque Departamental Área Natural de Manejo Integrado Iténez), el 22% de las capturas fueron exclusivamente para consumo familiar; el 37%, para venta local; mientras que el restante 41% de las capturas se dividió entre uso doméstico y venta en mercados vecinales (Muñoz y Aguilar, 2012). Cachuela Esperanza es otro ejemplo de una comunidad ribereña donde la pesca comercial y la de subsistencia se fusionan o complementan. Durante la temporada de aguas bajas, las especies migratorias, como son varias especies de bagres y la yatorana, se comercializan en los mercados urbanos de Riberalta y Guayaramerín. En la temporada de aguas altas, los bagres se utilizan principalmente para el consumo local (Flores et al., 2017). En esta localidad, las pesquerías de subsistencia generalmente dependen más de especies residentes de la cachuela o arroyos, y de tamaño mediano.

Pesca de subsistencia en el TIOC Chacobo Pacaguara - Alison MacNaughton



En siete comunidades indígenas del Territorio Indígena (TIOC) TIM II, próximas al límite de los Llanos de Moxos cerca de Riberalta, las pesquerías utilizan más de 50 especies con fines de subsistencia (Argote Soliz et al., 2014; Montellano et al., 2017). En estas comunidades, donde el paiche y algunas especies nativas de mayor tamaño se explotan comercialmente utilizando una variedad de estrategias de mercado, una gran variedad de especies nativas de tamaño mediano y pequeño siguen siendo la piedra angular de la fuente de proteína en las dietas familiares. En cuatro TIOC (Chácobo-Pacaguara, Cavineño, Tacana-Cavineño, TIM II) 414 de 487 pescadores entrevistados (85%) se dedicaban exclusivamente a la pesca de subsistencia, no participando en la pesca comercial. En las comunidades más alejadas con difícil acceso a mercados como el TIOC Chácobo-Pacaguara,

las capturas se destinan exclusivamente al consumo doméstico (Macnaughton et al., 2017). En esta TIOC, las especies más consumidas son el tucunaré, bentón, pintado y general. La captura total anual de los pescadores de subsistencia sugiere un consumo de pescado per cápita anual muy elevado, de aproximadamente 40 kg. En una comunidad Ese Ejja (Portachuelo Bajo, parte baja del río Beni) se capturaron 74 especies en función del acceso a diversos hábitats acuáticos a lo largo de las cuatro estaciones (Herrera Sarmiento, 2015). Esta alta diversidad de las capturas también se demuestra en varios estudios anteriores de pesca de subsistencia entre los pueblos indígenas realizados en el área núcleo de los Llanos de Moxos (p. ej. Townsend, 1996; Chicchón, 2000).

Varias comunidades indígenas se asentaron próximas o sobre las llanuras aluviales (várzea), con acceso y control de lagunas o arroyos. Un análisis espacial mostró que en el área núcleo de los Llanos de Moxos se asientan un total de 68 pequeñas comunidades con un máximo de 2.000 habitantes cada una, a distancias menores de 500 m de las orillas de lagunas o ríos. Se supone que los miembros de estas comunidades consumen en promedio más de 40 kg de pescado capturado localmente por año (Pérez Rivera et al., 2014).

Se concluye que la pesca de subsistencia es una actividad trascendental en las comunidades ribereñas. Además de su importancia para la subsistencia y la seguridad alimentaria, la pesca también es importante para el mantenimiento de las tradiciones y costumbres de algunos grupos, por lo que juega un papel social fundamental, y contribuye a la consolidación y persistencia de la identidad cultural. Por otro lado, la distribución de la pesca entre los miembros de la comunidad permite reafirmar las relaciones sociales de la comunidad y los lazos de parentesco. La distribución de las capturas mantiene vivo el vínculo que une a los distintos miembros de la familia de las sociedades indígenas en atención a la diversidad cultural.



Los Llanos de Moxos contienen una elevada abundancia de especies de carácidos, que son el principal alimento de las especies migratorias y que juegan un rol importante en la pesca de subsistencia - Pedro Laguna / FAUNAGUA

Pesca deportiva

La pesca deportiva es un sector turístico de rápido crecimiento en los Llanos de Moxos y las cabeceras de las cuencas que lo atraviesan, como lo demuestra el alto número de clubes de pesca privados dedicados a esta actividad. Sin embargo, pocas de estas organizaciones están legalmente establecidas y el monitoreo de esta actividad es eventual o inexistente. El número aproximado de miembros activos de estas organizaciones es de 70, 250 y 300 en Santa Cruz, Cochabamba y Trinidad, respectivamente. Para mantener el contacto entre los miembros y organizar eventos, estos grupos hacen uso amplio de las redes sociales. Según los entrevistados, los recursos pesqueros objetivo de los pescadores deportivos son el surubí, muturo, reque reque (tachacá), pirahiba y el pacú.

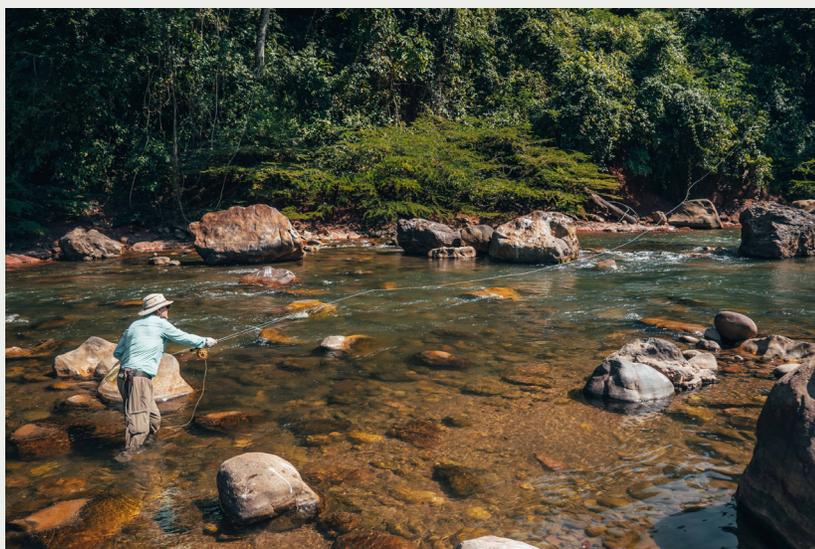
Los métodos utilizados en la pesca deportiva son las lineadas y las cañas de pescar. La pesca con mosca no es practicada por pescadores deportivos nacionales. Liberar el pescado después de la captura no es una práctica común y solo lo hace aproximadamente el 10% de los pescadores. Los lugares más comunes para la pesca deportiva son los ríos Grande, Yapacaní (Santa Cruz); Ichilo, Chipiriri y Chimoré (Cochabamba), todos estos en las cabeceras de los Llanos de Moxos; y las localidades de Camiaco, Loma Suárez, Santa Ana de Yacuma, Exaltación (cuenca del río Mamoré), San Ramón y Magdalena (cuenca del río Iténez) en el área núcleo de las tierras bajas. El río Iténez es utilizado intensamente por pescadores deportivos brasileños, que ejercen una presión relativamente alta sobre una variedad de especies, especialmente el tucunaré. La creciente importancia del sector se refleja en el aumento significativo de barcos de pesca deportiva en puertos como Puerto Villarroel y las numerosas empresas turísticas que ofrecen paquetes en la zona.

El sector tiene conflictos con pescadores comerciales y con terratenientes o indígenas que prohíben pescar en sus lagunas o tramos de ríos. Otros problemas identificados son la inseguridad durante las actividades pesqueras (especialmente en las cabeceras de los ríos) y la ausencia de regulaciones e incentivos gubernamentales. La Gobernación del Beni está más avanzada que la de Cochabamba y la de Santa Cruz en términos de regulación, control y gobernanza. Beni es el único departamento que cuenta con un reglamento específico de pesca deportiva, promulgado en 2010. Este instrumento legal introduce tallas mínimas de captura para 16 especies de peces, regula los campeonatos de pesca deportiva y prohíbe el uso de redes en la pesca deportiva. El Reglamento Regional de Pesca de Cochabamba, promulgado recién en 2021, limita el uso de artes de pesca (máximo dos líneas y/o cañas), prohíbe el uso de redes, establece capturas máximas (20 kg), y durante la veda solo permite la pesca de captura con devolución.

Existe un importante circuito de campeonatos de pesca que cumplen con los estándares nacionales y/o internacionales, durante los cuales se realiza un estricto seguimiento de los tamaños de captura. Algunos de estos campeonatos, que se realizan en puertos pesqueros de alto potencial turístico como Puerto Villarroel, Cachuela Esperanza y Trinidad, atraen a un gran número de pescadores nacionales e internacionales (más de 200). Sin embargo, no existen datos cuantitativos sobre el impacto ambiental y socioeconómico de esta actividad. La pesca deportiva involucra una larga cadena de proveedores de equipos y servicios, y tiene el potencial de convertirse en un importante sector económico en el futuro. Los Llanos de Moxos y sus cuencas de cabecera tienen un enorme potencial para el desarrollo sostenible de este sector.

Pesca deportiva en la cuenca del río Securé

Uno de los proyectos turísticos basado principalmente en pesca deportiva es resultado de una alianza entre una empresa de turismo y una comunidad indígena (tsimane) en el Territorio Indígena Parque Nacional (TIPNIS), río Securé, en el área de influencia de los Llanos de Moxos. Esta iniciativa se focaliza en la pesca del dorado de escama con mosca. Otras especies objetivo importantes en esta localidad son la yatorana, el surubí y el pacú; además de otras especies de tamaño mediano y grande. Todas son especies que realizan migraciones longitudinales y laterales. El proyecto practica una estricta política de captura y devolución de todos los individuos capturados, y evita la manipulación innecesaria de los peces. Los anzuelos sin rebaba son obligatorios. Este tipo de pesca responsable de captura y devolución obligatoria ahora se promueve en áreas protegidas a través de un manual publicado recientemente por el SERNAP (2020).



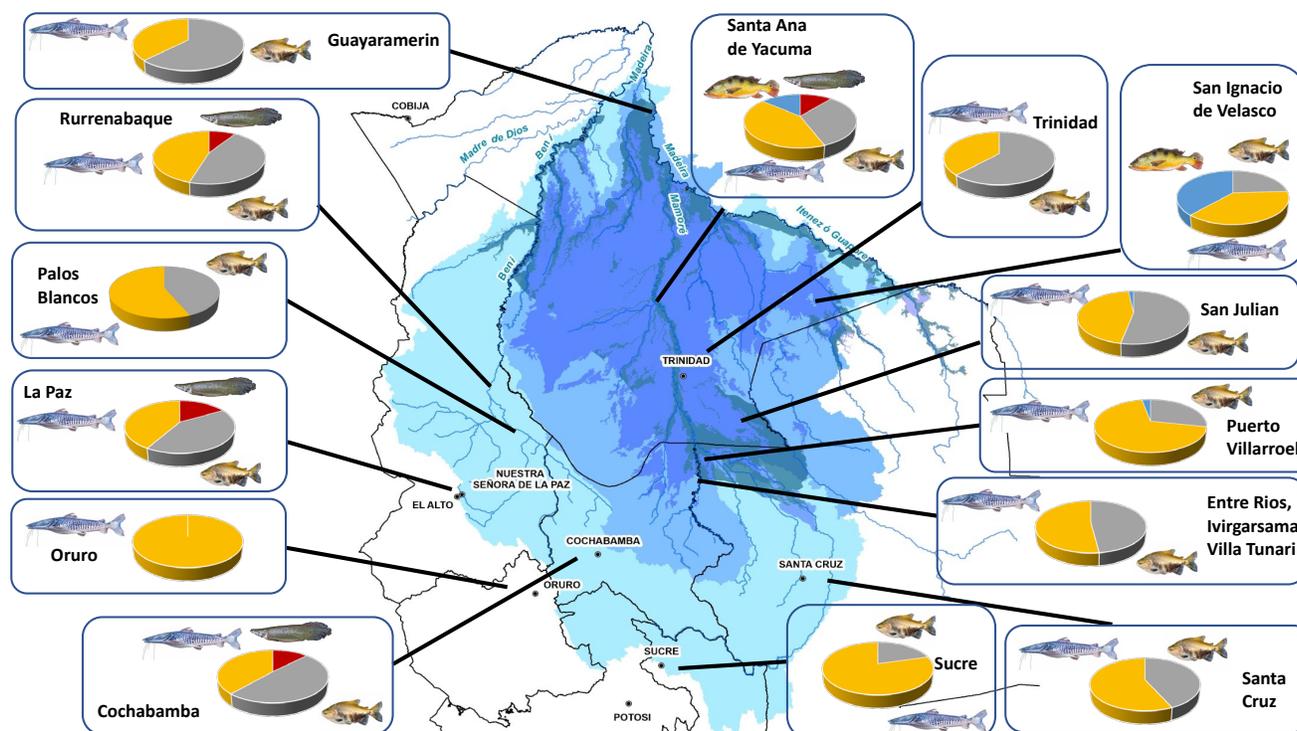
La pesca deportiva en los Llanos de Moxos y sus cabeceras está evolucionando gradualmente de una pesca depredadora a una pesca con liberación, respetuosa con el medio ambiente y los recursos pesqueros migratorios
- Daniel Coimbra.

Mercados urbanos de pescado

Los estudios de mercado de pescado realizados en el pasado destacaron la importancia de los Llanos de Moxos como fuente de pescado comercial. Por ejemplo, en 2006 se mostró la importancia económica de las ventas del pescado amazónico en las pescaderías de El Alto, La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Trinidad (Wiefels, 2006; Wiefels, 2016). En Trinidad, el 100% del pescado comercializado es amazónico, mientras que el consumo de pescado amazónico en los mercados de las grandes ciudades de las regiones subandina y andina estuvo entre el 6 y el 11%.

Dos estudios recientes arrojan nueva luz sobre la importancia actual del pescado amazónico en la economía regional (Mapa 4). Se realizaron entrevistas con minoristas en los principales mercados de las ciudades grandes y medianas. Se

MAPA 4. Composición de las ventas de pescado en los mercados urbanos de Bolivia*



* Los colores muestran los grupos de peces más importantes en los mercados: bagres (amarillo), carácidos (gris), ciclidos (azul), y especies invasoras (rojo). Se muestran solo las especies más dominantes de cada grupo, respectivamente el surubí, el pacú, el tucunaré y el paiche.

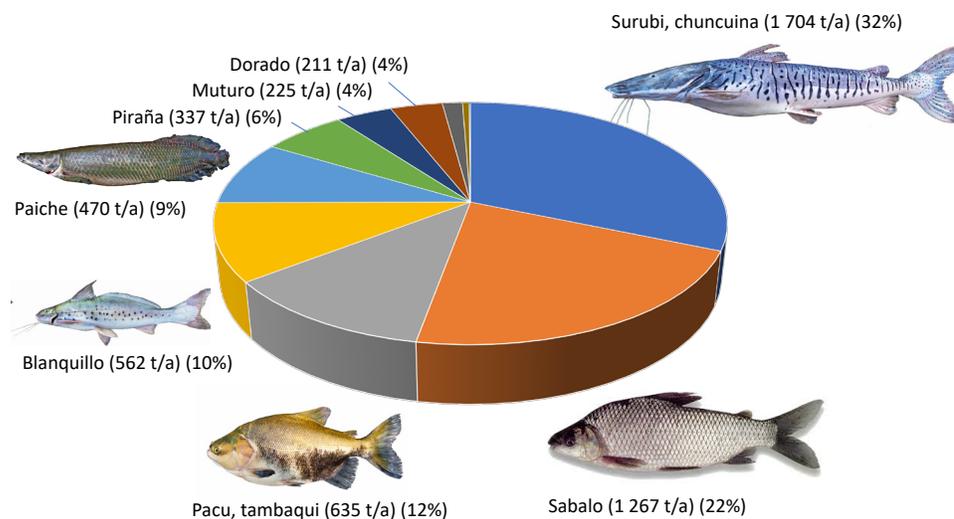
Fuente: Elaboración propia con base en Navia et al., 2018, y IPD PACU, 2015 (datos a nivel nacional).

pidió a los minoristas recordar sus ventas durante el último año (ver Navia et al., 2017b para una descripción detallada de la metodología). Aunque este enfoque no proporcionó información cuantitativa fiable sobre las ventas, permite una visión general de los patrones y tendencias del mercado a gran escala. También permite explorar la contribución del ecosistema acuático de los Llanos de Moxos, sus áreas de influencia y cuencas de cabecera a la seguridad alimentaria, lo que puede ser considerado como un servicio ecosistémico clave para la sociedad urbana y rural.

El primero de estos estudios fue publicado en 2015 por la Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD PACU), e incluyó las ciudades capitales (Cochabamba, Oruro, Potosí, Tarija, Sucre, Santa Cruz, Trinidad, Cobija y La Paz) y El Alto (Figura 1). Este estudio de mercado de la carne fresca de pescado a nivel nacional arrojó una estimación de la demanda urbana nacional de 25.820 t/año, de las cuales aproximadamente 5.420 t se atribuyeron a especies capturadas en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia. Esto significaría que cada persona adulta que vive en áreas urbanas de Bolivia consume en promedio 0,5 kg de pescado amazónico al año aproximadamente, sin incluir el pescado amazónico producido en sistemas acuícolas. En total, se comercializaron 12 especies amazónicas en ciudades urbanas. Los datos mostraron que el pacú, tambaquí, surubí y chuncuina son las especies preferidas en el mercado nacional, con un volumen

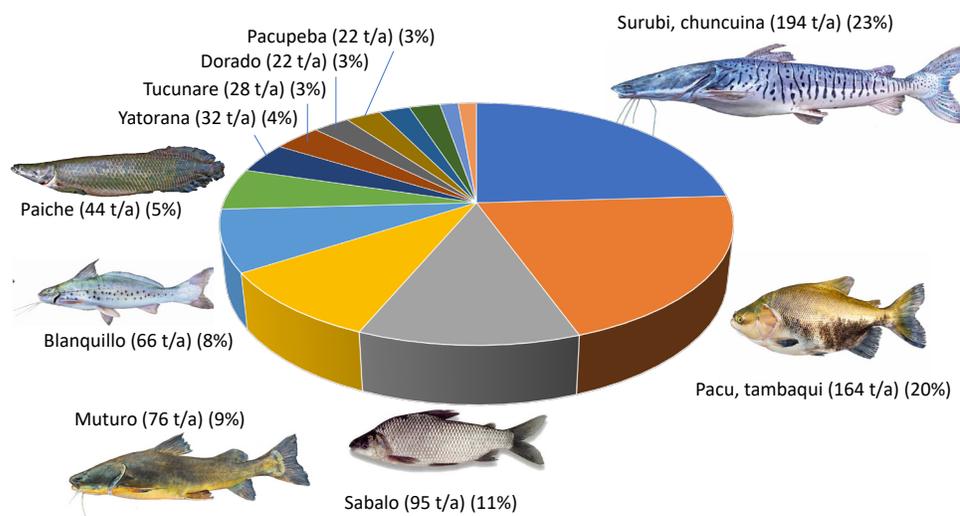
de 2.339 toneladas anuales, lo que representa el 43,2% de las 5.420 t de pescado amazónico comercializadas en los principales mercados de las capitales. El paiche solo se registró en los mercados de Cochabamba, La Paz, Rurrenabaque y Santa Ana de Yacuma, pero su venta es subestimada debido a que los minoristas suelen comercializar esta especie con el nombre de surubí, especialmente en Santa Cruz, y también porque en gran parte esta especie es vendida directamente a restaurantes, los cuales no fueron incluidos en el estudio.

FIGURA 1A. Volúmenes (t/año) de carne de pescado fresco de diferentes especies amazónicas comercializadas en las ciudades capitales de Bolivia



Fuente: Elaboración propia con base en el estudio mercado nacional de pescado de IPD PACU, 2015.

FIGURA 1B. Volúmenes (t/año) de pescado vendido en mercados locales de 11 ciudades intermedias en los llanos de moxos y sus áreas de influencia



Fuente: FAUNAGUA-WWF 2018.



Una metodología similar se aplicó en 2017 a 11 localidades del Beni (FAU-NAGUA-WWF 2018): Santa Ana de Yacuma, Guayaramerín, Palos Blancos, Rurrenabaque, Puerto Rico, San Ignacio de Velasco, San Julián, Puerto Villarroel, Ivirgarsama, Entre Ríos y Villa Tunari (Figura 5b). La actividad pesquera en las tierras bajas continúa siendo de gran importancia, abasteciendo de carne fresca de pescado a los mercados urbanos, comercializándose 18 especies. Las especies preferidas son las de gran tamaño, como el pacú y el tambaquí, capturadas principalmente durante la temporada de aguas altas; y el surubí y la chuncuina, aprovechadas durante la temporada de aguas bajas. Estas especies son preferidas en los mercados regionales, con un volumen de 358 t/a, lo que representa el 43% de las 841 t de pescado comercializado en los principales mercados de las 11 ciudades intermedias estudiadas. Los bagres (siete especies) constituyen casi el 50% de las ventas totales, mientras que los carácidos frugívoros (cuatro especies) constituyen el 26%. Las especies del orden Cichliformes solo fueron importantes en San Ignacio de Velasco, donde se comercializa el tucunaré proveniente del río Iténez (Piso Firme y Remanso). Existe una gran similitud entre el pescado comercializado en las ciudades capitales y en los pueblos de las tierras bajas, lo que sugiere que las cadenas de valor están conectadas y/o que las preferencias de consumo son similares.

Cadenas de valor del pescado

Las cadenas de valor del pescado han sido estudiadas en la cuenca baja del río Beni (Coca Méndez et al., 2012; Navia et al., 2017a), en Santa Ana de Yacuma (Coca Méndez et al., 2021) y en Trinidad (Hinojosa y Coca Méndez, 2021). Estos estudios brindan una visión parcial de los flujos de carne de pescado desde los sitios de desembarque en los Llanos de Moxos hacia los mercados urbanos de las tierras bajas y hacia las ciudades ubicadas en los valles interandinos o la región andina. Las cadenas de valor comprenden una multitud de actores y relaciones complejas. Por ejemplo, muchos mayoristas también operan como minoristas. Además, algunos pescadores venden su producto directo al consumidor.

Importancia del blanquillo en los mercados urbanos

La especie carroñera blanquillo ocupa una posición peculiar en los mercados urbanos de las ciudades (10%), en particular en Cochabamba y en algunos pueblos de los Llanos de Moxos (8%). Se trata de una especie de bagre de talla pequeña y bajo valor que se desembarca en el Mamoré medio (puertos de desembarque de Trinidad) e Ichilo (Puerto Villarroel), y se vende principalmente durante la veda en Beni y Cochabamba, cuando la oferta de especies de mayor tamaño escasea (Escobar-WW et al., 2020; Van Damme et al., en preparación). La carne de esta especie es relativamente de baja calidad, debido a los precarios métodos de pesca y la deficiente cadena de frío; además, cabe destacar que tanto su transporte como su venta están formalmente prohibidos en Cochabamba. Pero esta regulación no se adopta ni se hace cumplir adecuadamente por la gran demanda que existe en mercados locales y regionales.

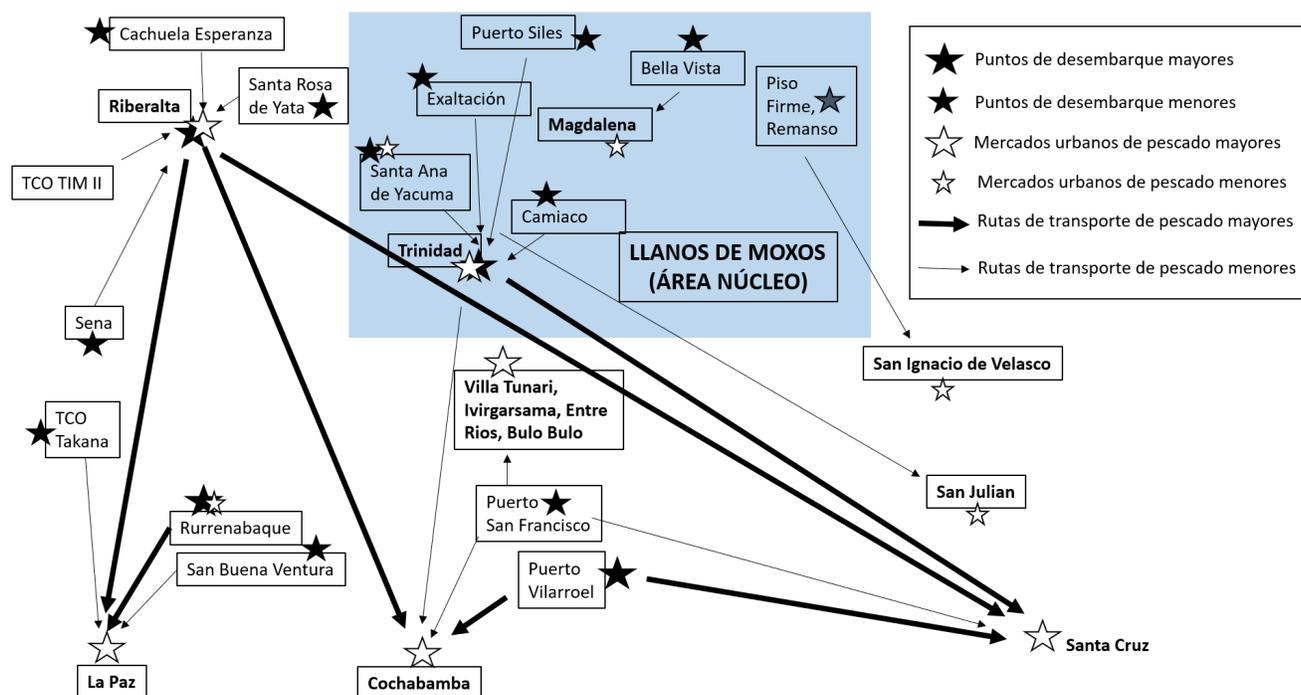


Blanquillo, blanco de una pesquería especializada - *Fernando M. Carvajal-Vallejos*

En la Figura 2 se muestran las rutas conocidas de transporte de pescado desde los Llanos de Moxos a los principales mercados de consumo. Los principales centros de producción del área núcleo de los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia son Puerto Villarroel, Trinidad y Santa Ana de Yacuma (Figura 3). Trinidad también representa un nexo comercial de especies tanto nativas como invasoras capturadas en el bajo río Beni, así como pescado capturado en el medio y bajo Mamoré, transportado por carretera a Santa Cruz y Cochabamba. Lo mismo ocurre con la especie carroñera blanquillo, que es transportada desde los sitios de desembarque en Trinidad hasta los mercados urbanos y periurbanos de Cochabamba.

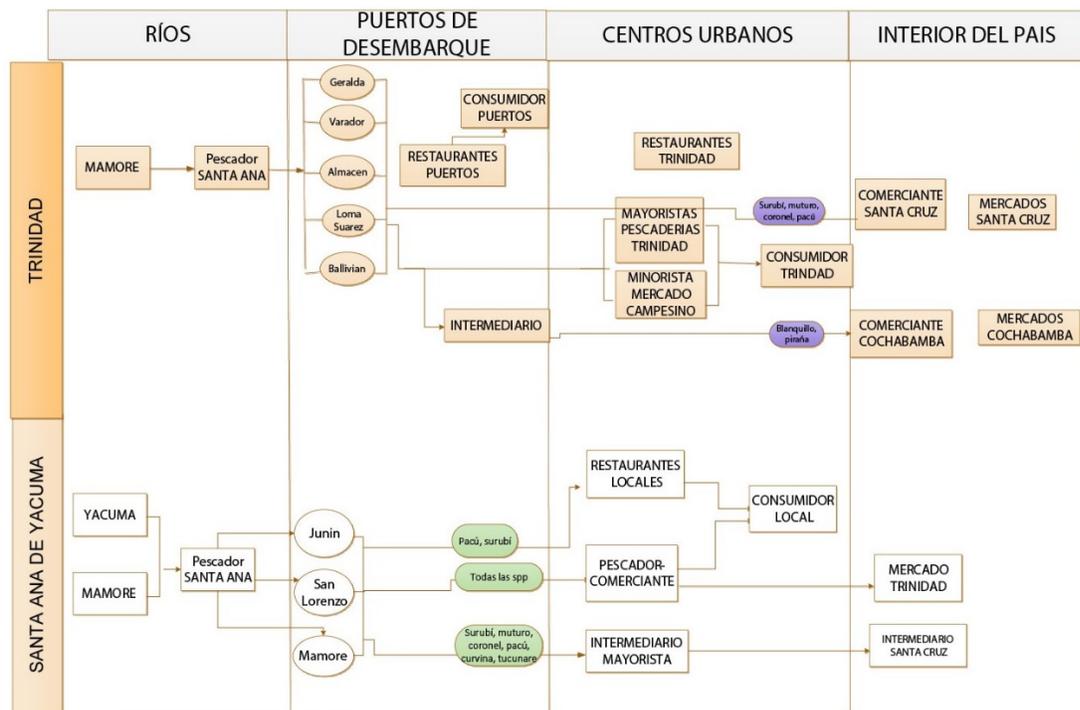
Las cadenas de valor son dinámicas y se adaptan con relativa rapidez a nuevas condiciones. La invasión del paiche en la parte baja del río Beni ha demostrado que cadenas de valor completas se adaptaron sin problema a un nuevo recurso de pescado y perturbaciones ambientales, con pescadores urbanos cambiando la captura de peces nativos de río al paiche en lagunas, muchos de ellos dentro de territorios indígenas. Asimismo, los pueblos indígenas ahora llevan pescado (especies nativas y paiche) a los mercados de Riberalta (Rico López et al., 2022).

FIGURA 2. Principales rutas de transporte de pescado amazónico entre los Llanos de Moxos y los mercados urbanos en sus áreas de influencia



Fuente: elaboración propia con base en Coca Méndez et al., 2012 y Navia et al., 2017a.

FIGURA 3. Cadena de valor del pescado proveniente de Santa Ana de Yacuma y de Trinidad



Fuente: elaboración propia con base en Hinojosa y Coca Méndez, 2021

Consumo de Pescado

En términos generales, Bolivia es uno de los países con menor consumo de pescado anual per cápita a nivel mundial (Van Damme et al., 2011b; Salas et al., 2014; IPD PACU, 2015), inferior a los 5 kg/año por persona (FAO, 2020). Este nivel está muy por debajo del consumo medio a nivel mundial, en torno a los 20,2 kg/persona/año; y también respecto al nivel de América del Sur/Caribe, que es de 9,8 kg/persona/año (FAO, 2020). Se desconoce el aporte de pescado amazónico al consumo boliviano. IPD PACU (2015) sugiere que puede estar en torno al 20%, lo que representa 6.000 t/año, incluida la pesca de subsistencia. Según esta información, el consumo de pescado amazónico anual per cápita en Bolivia sería de aproximadamente 1 kg.

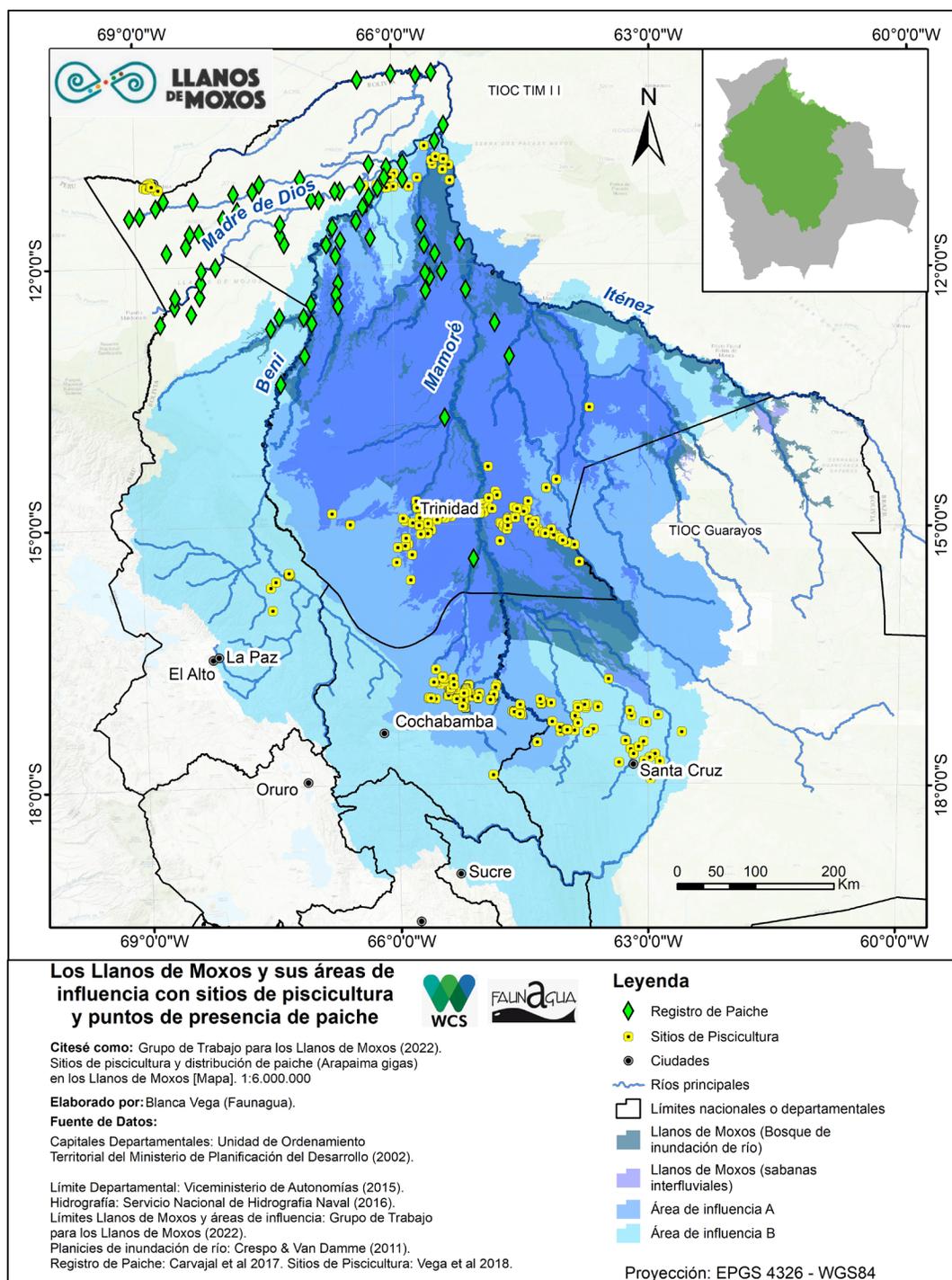
Consumo de pescado en los Llanos de Moxos

Los mercados de las localidades densamente pobladas situadas en los Llanos de Moxos y en sus áreas de influencia se abastecen principalmente de pescado proveniente de los ríos amazónicos cercanos. Actualmente, la forma más común de cuantificar esta contribución es a través de estudios de oferta de pescado en los mercados locales. En 2005, se realizó un estudio de mercado en las ciudades capitales de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Trinidad, determinando indirectamente el consumo per cápita de pescado amazónico para cada ciudad (Wiefels, 2006; Wiefels, 2016). Cochabamba registró el nivel de consumo más alto (3,8 kg persona/año), mientras que La Paz, el más bajo (1,6 kg/persona/año). Santa Cruz y Trinidad presentaron un consumo intermedio de pescado por persona (3,2 kg persona/año). En Santa Ana de Yacuma, un pueblo de 20.000 habitantes situado en el centro de los Llanos de Moxos en la confluencia de los ríos Mamoré y Yacuma, el consumo de pescado es sorprendentemente bajo, aparentemente debido a una preferencia cultural por la carne y derivados de res (Coca Méndez et al., 2021).

Si bien el consumo de pescado amazónico es de bajo a moderado en las ciudades de los valles de Bolivia (Cochabamba), en los altos Andes (La Paz y Oruro) e incluso en los municipios amazónicos de tamaño intermedio (Riberalta, Santa Ana de Yacuma); se han observado índices muy altos de consumo en la zona rural en los Llanos de Moxos, especialmente en comunidades indígenas. Revisiones anteriores sobre el consumo de pescado en comunidades indígenas de los Llanos de Moxos, en particular en los TIOC Chacobo-Pacaguara, Cavineño, Chimane, Guarayos, Yuqui, Yuracare, Sioronó y Chimane, indican que estas poblaciones aisladas ubicadas cerca de cuerpos de agua dependen en gran medida de la pesca para su suministro de proteínas (Camburn, 2011; Pérez Rivera et al., 2014). Esta dependencia se manifiesta de manera más significativa durante las crecidas, cuando las vías de comunicación terrestre se cortan por inundación, y la obtención de alimentos se desarrolla preferentemente en torno a los cuerpos de agua. Los estudios realizados a la fecha muestran que las comunidades indígenas reportan consumos diarios per cápita de 7,9 g a 249 g, y consumos anuales de 8 a 60 kg por persona al año.

Las comunidades campesinas situadas a las orillas de los ríos también tienen un alto consumo de pescado. La dieta en Cachuela Esperanza, una comunidad pesquera de 2.000 habitantes en la orilla del río (bajo) Beni, depende en gran medida de la proteína del pescado (Van Damme, 2020). De las 148 personas en-

MAPA 5. Localidades en los Llanos de Moxos donde se han realizado estudios sobre el consumo de pescado



cuestadas en la época de aguas bajas, el 95,3% afirmó haber comido pescado al menos un día en la semana anterior a la entrevista. Los encuestados indicaron que comían pescado 2,9 días a la semana en promedio, con una variación entre 0 y 6 días. El pescado fue la fuente de proteína más importante, siendo otras fuentes de proteína la carne de animales silvestres (consumida 1,5 días a la semana), la carne de res (1,3 días), el pollo (1,1 días), los huevos (1,1 días) y otras fuentes

El pescado es uno de las fuentes de proteína más importantes en los Llanos de Moxos - Daniel Barroso / FAUNAGUA



secundarias. En esta comunidad el consumo diario de pescado es de 218,6 g/día en promedio. En Bella Vista, una comunidad campesina ribereña dentro del Parque Departamental Iténez, también existe una dependencia muy alta del pescado como fuente de proteínas (Coca Méndez et al., 2004).

Estos estudios muestran la importancia del consumo de pescado para la seguridad alimentaria en las tierras bajas amazónicas. Existe un patrón de aumento del consumo de pescado amazónico a lo largo de un gradiente de zonas urbanas a áreas rurales. Probablemente esto responde a preferencias culturales, pero también a una oferta deficiente en los centros urbanos. En las áreas rurales, el consumo de pescado también depende en gran medida de la proximidad a los cuerpos de agua y de la accesibilidad a recursos pesqueros a bajo costo. Sin embargo, en los centros urbanos hay signos de una transición nutricional hacia alimentos básicos y carnes de producción industrial (p. ej. enlatados y carne de pollo, entre otros), pero también en algunos territorios indígenas con buena conexión urbana, como el TIOC TIM II (Pérez et al., en preparación). El consumo de pescado en el área rural depende de una amplia oferta de diferentes especies pertenecientes a distintos niveles tróficos. Mientras que en los mercados urbanos la oferta se reduce principalmente a especies carnívoras de gran tamaño. Sin embargo, aunque se considera un alimento saludable, las dietas a base de pescado no siempre son diversas. Por ejemplo, en la TIOC TIM II la diversidad de dieta es relativamente baja en comparación con las zonas urbanas (Herrera Sarmiento, 2001; Pérez Rivera et al., en preparación). Un alto consumo de pescado a veces puede ir de la mano con una alta inseguridad alimentaria y una deficiente ingesta de otros alimentos fundamentales en una dieta equilibrada (Baker French, 2013).

Concluimos que los peces amazónicos y sus hábitats tienen una importancia trascendental para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales ribereñas; y que la deficiente oferta del mercado, las preferencias culturales o los costos elevados limitan su consumo en los centros urbanos, tanto en las tierras bajas como en los Andes. Los recursos pesqueros en los Llanos de Moxos constituyen un servicio ecosistémico no solo para las comunidades rurales, sino también para los habitantes urbanos de las cuencas de cabecera. Aproximadamente, el 55% del pescado originado en los Llanos de Moxos se consume dentro del área núcleo, en comunidades rurales y pueblos de tierras bajas, mientras que el otro 45% se consume en los centros urbanos.

El pescado es un ingrediente clave en la gastronomía en los Llanos de Moxos - Leslie Córdova / FAUNAGUA.



Contribución de la pesca a los medios de vida rurales

La pesca amazónica comercial y de subsistencia, como parte de una estrategia de diversificación de las actividades productivas, contribuye significativamente a los medios de vida rurales y periurbanos. Los medios de vida basados en la pesca se definen generalmente como la combinación de la pesca comercial como principal actividad generadora de ingresos, con otras actividades y capacidades menores que sustentan a las familias rurales (Ellis, 1998). La pesca de subsistencia, que contribuye principalmente a la seguridad alimentaria, es otro componente esencial de los medios de vida rurales diversificados.

En los Llanos de Moxos y sus cuencas de cabecera la pesca comercial y de subsistencia se combinan frecuentemente con otras actividades. La pesca urbana comercial es una actividad de tiempo completo pero estacional para los pescadores, y durante las temporadas de veda se combina con otras actividades productivas, como la explotación forestal (maderable y no maderable), la agricultura o la caza. Este es, por ejemplo, el caso de Puerto Villarroel, donde el cierre de la pesca durante cuatro meses al año obliga a los pescadores a diversificar sus actividades productivas (Van Damme et al., en prep.).

Actividades productivas de las comunidades indígenas

En los TIOC Chácobo-Pacaguara, TIM II, Cavineño y Tacana-Cavineño se identificaron 22 actividades productivas (de subsistencia o generadoras de ingresos), participando los entrevistados en un promedio de cinco actividades (Macnaughton et al., 2017; Montellano et al., 2017). La pesca de especies nativas fue la actividad más importante (98% de los entrevistados participaron en esta actividad) mientras que la pesca comercial de paiche ocupó el quinto lugar (37%), después de la agricultura (92%), la recolección de castaña (81%) y la caza (61%). La mitad de los entrevistados reportó pescar especies nativas para su subsistencia, y la otra mitad también obtiene ingresos de la pesca de especies nativas, aunque existe una gran heterogeneidad entre TIOC y entre comunidades dentro de cada TIOC. Por ejemplo, en la TIOC Chácobo-Pacaguara las principales actividades económicas son la cosecha de palmito y de castaña y la caza de animales de monte. De acuerdo con las normas locales, en

este territorio indígena la pesca solo puede practicarse para la subsistencia y no para la generación de ingresos. A pesar de que estas comunidades tienen una economía diversificada y un acceso relativamente bueno a los recursos pesqueros, se detectó un alto nivel de inseguridad alimentaria y de pobreza, así como una situación precaria de salud, educación y poca conectividad con los mercados (Macnaughton et al., 2017). Esto se debe a que los ingresos económicos son muy reducidos, lo que no permite la acumulación de capital y aumenta su vulnerabilidad ante las múltiples perturbaciones climáticas que ocurren periódicamente en las llanuras aluviales. En este contexto, los peces nativos de la llanura aluvial son un importante recurso para sustentar la seguridad alimentaria. La comercialización del paiche puede aumentar los ingresos y ayudar a combatir la pobreza, pero el bajo precio de mercado de esta especie y la posición débil en la cadena de valor de pescado son cuellos de botella importantes que deben resolverse previamente para aprovechar mejor este recurso. La pesca a pequeña escala tiene el potencial de contribuir al alivio de la pobreza y a la seguridad alimentaria, pero este proceso debe ir acompañado de estrategias de medios de vida sostenibles apoyadas por el Gobierno y la optimización de las cadenas de valor.



Comunidades en el noroeste de los Llanos de Moxos cuyos medios de vida están basados en la pesca - Alison Macnaughton

Pescado y seguridad alimentaria en comunidades rurales

Una combinación compleja de factores ambientales y socioeconómicos determina la seguridad alimentaria en los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia (Baker-French, 2013). En general, se considera que el pescado es una fuente de alimento ampliamente disponible, gracias a su abundancia y alta tasa de producción, y se ha convertido en la principal fuente de proteínas en muchas comunidades indígenas rurales debido al agotamiento local de la carne de monte (véase p. ej. Rumiz, 1999; Herrera Sarmiento, 2015). Este fenómeno, conocido como “desfaunación”, puede ser responsable de un aumento relativo en el uso de proteína de pescado en las zonas rurales de los Llanos de Moxos (véase Pérez Rivera et al., en preparación; Lara et al., 2022). Sin embargo, a pesar de que el pescado es ahora la principal fuente de proteínas en la mayoría de las comunidades indígenas en las llanuras aluviales, la inseguridad alimentaria transitoria puede ocurrir en

El pescado es un ingrediente clave en la gastronomía en los Llanos de Moxos - Leslie Córdova / FAUNAGUA.



estas comunidades debido a las dificultades temporales para acceder al recurso pesquero, especialmente durante la temporada de lluvias (p. ej. TIOC en las cuencas de los ríos Beni y Yata) (Argote Soliz et al., 2014; Herrera Sarmiento, 2015).

El acceso a los alimentos se refiere a la disponibilidad a los alimentos, así como a las preferencias de las personas y los hogares. Este acceso depende de los ingresos de los hogares para comprar alimentos a los precios vigentes y, por lo tanto, está relacionado con la pobreza. Se ha demostrado que una mayor incursión en las actividades comerciales de las comunidades indígenas (p. ej. en la pesca del paiche) a menudo va acompañada de una disminución de la participación en la pesca de subsistencia. El aumento de los ingresos también puede dar lugar a una “transición nutricional” (Popkin, 2006), caracterizada por un aumento en la compra de alimentos básicos, una disminución de la diversidad de la dieta y una menor inseguridad alimentaria (Macnaughton et al., 2017).

Acceso a pescado de buena calidad

La seguridad alimentaria también está determinada por la calidad de los alimentos. Uno de los principales factores que determina la calidad de la carne de pescado como fuente de alimento en los Llanos de Moxos es la bioacumulación de mercurio. El mercurio se libera durante el proceso de extracción de oro y otras acciones humanas como la deforestación, y se acumula como metilmercurio a lo largo de la cadena alimenticia (MRE-MMAyA, 2015). Se sabe que el contenido natural de mercurio en los suelos de los Llanos de Moxos es elevado, y su liberación al medio acuático se acelera por la deforestación o la remoción de sedimentos. Las especies comerciales de peces carnívoros generalmente muestran niveles elevados de mercurio, cercanas al nivel aceptable establecido por la OMS ($0,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). De igual manera, las concentraciones de mercurio en el cabello de pobladores de comunidades ribereñas con hábitos de consumo de pescado

están generalmente por debajo del nivel de riesgo para la salud (Pouilly et al., 2012, MRE-MMAyA, 2015), pero se recomienda un seguimiento a la evolución de la contaminación por mercurio y estimar el riesgo de alcanzar niveles críticos de contaminación. Un informe reciente documentó niveles críticos en el cabello humano entre mujeres indígenas ese ejja, conocidas por su alto consumo de pescado (Bell y Evers, 2021). Como estas mujeres no estaban involucradas en la extracción de oro y su dieta se basa en la captura de peces en la cuenca del río Beni, resulta evidente que los altos niveles de mercurio se deben al consumo de pescado contaminado. La acumulación de mercurio en la carne de pescado puede representar un problema en algunas regiones, y se recomienda niveles máximos de su consumo para diferentes grupos de riesgo, como mujeres embarazadas y niños.

Valor Económico del Pescado

El valor económico del pescado amazónico boliviano se estimó en tres oportunidades, pero la escasez de estadísticas pesqueras oficiales socava estos esfuerzos. Se estima en \$us 8,6 millones el valor total en el primer eslabón de producción para toda la cuenca alta del río Madera, incluidos los ríos Beni y Madre de Dios (Duponchelle et al., 2021). Este valor se obtuvo combinando una estimación aproximada de los desembarques en la parte alta del río Madera y los precios medios por kilogramo de las diferentes categorías de pescado. Otro estudio estimó en \$us 7,3 millones el valor anual del pescado en la Amazonía boliviana (precios pagados a los pescadores) (Van Damme et al., 2011). Según un estudio reciente, el valor económico de los peces amazónicos se encuentra en torno a los \$us 12 millones (Espinoza y Van Damme, 2020). Ese monto equivale al 20% del valor de las exportaciones de castaña en 2018 (\$us 220 millones); es 2,3 veces mayor que el valor de las exportaciones de café sin tostar y es 18,2 veces mayor que el valor de las exportaciones de cacao en grano, dos productos no maderables importantes para la economía amazónica boliviana. Considerando que los Llanos de Moxos y sus cuencas de cabecera comprenden más o menos el 80% de las tierras bajas de la Amazonía boliviana, una estimación aproximada del valor económico del pescado en esta zona sería de \$us 8,5 millones.

Estas cifras brindan solo un vistazo de la importancia económica del pescado para la población amazónica. A microescala, los peces presentan muchas oportunidades para generar ingresos y aliviar la pobreza. Los peces nativos, así como el invasor paiche, constituyen uno de los principales ingresos en los TIOC, siendo estos recursos un factor clave para la resiliencia ante las adversidades climáticas y factores de estrés hidrológico (Montellano et al., 2017).

El pescado amazónico juega un rol importante en la económica en los Llanos de Moxos - Márton Hardy / FAUNAGUA



Ordenamiento Pesquero y Legislación

El área núcleo de los Llanos de Moxos se superpone con el departamento del Beni, mientras que el área de influencia A se superpone parcialmente con dos departamentos en la zona subandina (Cochabamba, Santa Cruz). Cada una de estas unidades políticas posee una legislación pesquera regional, que introdu-

ce herramientas generales de gestión, como vedas, tallas mínimas de captura y restricciones en los métodos de pesca. La Ley Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables (No. 938), recientemente promulgada, reconfirma la aplicación de estas herramientas, pero la regulación de esta ley aún no ha sido promulgada y existe mucha incertidumbre sobre las futuras estrategias de manejo pesquero. En general, el modelo de gestión actual se basa en un enfoque tradicional de arriba hacia abajo, pero, debido a la débil aplicación de las regulaciones pesqueras a nivel nacional y regional, los acuerdos pesqueros locales son más efectivos, y los sistemas de gobernanza pesquera han demostrado su eficiencia en muchas áreas (p. ej. Van Damme et al., en preparación).

La legislación actual no contempla un apoyo formal para la cogestión de los recursos pesqueros. Durante la planificación de las normas de ordenación pesquera no se promovió la participación formal de los pescadores y otros actores de la cadena de valor del pescado. Por el contrario, existen varios ejemplos exitosos de gestión comunitaria de los recursos pesqueros lacustres por parte de los pueblos indígenas dentro de sus territorios. Dos casos recientes interesantes de autorregulación son las pesquerías de la especie carroñera blanquillo por parte de las organizaciones de pescadores en la cuenca alta del río Mamoré (Van Damme et al. en preparación), y el ajuste de las normas locales que permiten la explotación del paiche en las comunidades del TIOC TIM II (Macnaughton et al., 2017).

Se avanza significativamente en la regulación y control de especies invasoras. En 2017 y 2018 el Gobierno Nacional promulgó dos resoluciones para controlar el paiche en áreas protegidas y promover su explotación en territorios indígenas, y al mismo tiempo restringir el libre transporte de ejemplares juveniles de esta especie (véase un resumen en Carvajal-Vallejos et al., 2018). En línea con esta normativa, el primer plan de control de la especie en un área protegida (RNVS Manuripi) fue elaborado y aprobado recientemente por el SERNAP (2020). Sin embargo, la pandemia del COVID-19 y la penetración gubernamental limitada en la vasta Amazonía han limitado el alcance de las acciones propuestas.

Existen varias otras normas menores aprobadas mediante resolución administrativa del SERNAP, como los Lineamientos de buenas prácticas de pesca con liberación en áreas protegidas nacionales (2020). El área protegida PD ANMI Iténez, al borde nororiental de los Llanos de Moxos, cuenta con una normativa regional sobre pesca comercial y pesca deportiva. Finalmente, el Gobierno Departamental del Beni aprobó en 2016 una ley para regular la pesca deportiva.



Existe la convicción de que la mejor manera de ordenar la pesca en los Llanos de Moxos es a través de la gobernanza pesquera, el comanejo y el manejo comunitario - FAUNAGUA

Amenazas

Los peces amazónicos están amenazados por una variedad de factores antropogénicos. La degradación de los hábitats, la deforestación y la contaminación del agua son los más importantes a nivel de cuenca (Castello et al., 2021). Otra amenaza emergente es la construcción de represas, que pueden bloquear las rutas de especies migratorias de larga distancia (Van Damme et al. 2019; Prestes et al., 2021), afectar negativamente los flujos de agua, el transporte de nutrientes y sedimentos (Forsberg et al., 2017), y reducir o degradar el hábitat de los peces dentro de sus áreas de influencia directa.

Hasta hace poco, las especies de peces invasoras eran consideradas una amenaza marginal para la fauna nativa de la Amazonía boliviana (Carvajal-Vallejos et al., 2011). Sin embargo, con la llegada del paiche esta situación ha cambiado drásticamente. El paiche se introdujo en el sur de Perú (cuenca del río Madera) en el marco de actividades acuícolas mal planificadas a principios de los años 60 e ingresó a la Amazonía boliviana en los años 70, moviéndose hacia aguas abajo

Invasión de paiche en el río Mamoré

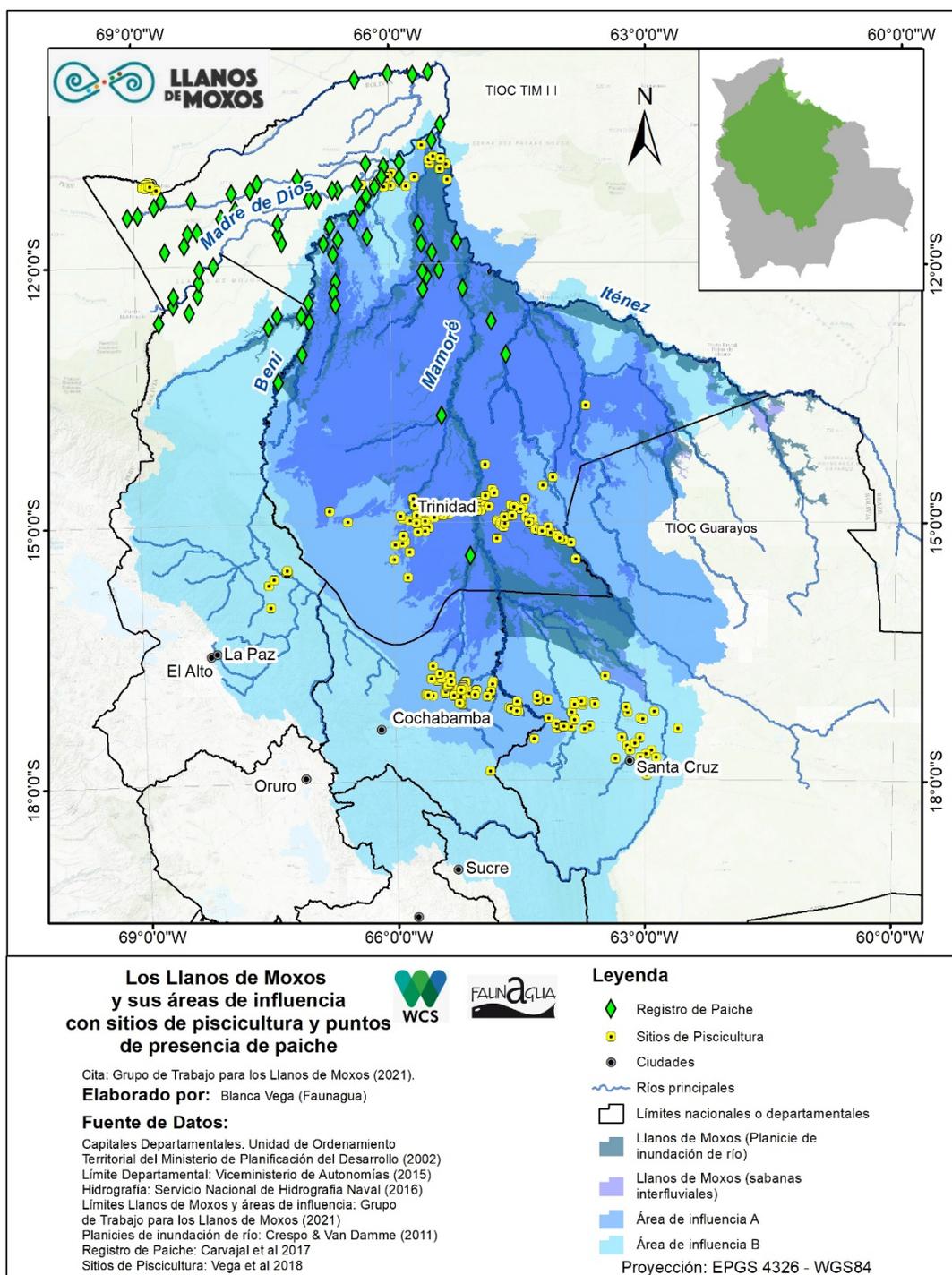
Durante una reunión celebrada en Trinidad en 2021, los pescadores locales informaron sobre la presencia de paiche en el río Isiboro (tributario del río Mamoré, aguas arriba de Trinidad, cerca de Cochabamba). Esta especie se considera la mayor amenaza para la fauna de peces nativa de Bolivia, aunque todavía no existen estudios que documenten científicamente su impacto negativo. La invasión de esta especie es especialmente preocupante en la cuenca del río Iténez, donde encuentra condiciones favorables para anidar, alimentarse y crecer; y donde puede competir exitosamente con otras especies de peces carnívoros, como el tucunaré. Algunos autores enfatizan la oportunidad económica de esta especie no solo para los pescadores urbanos, sino también para las comunidades indígenas. La política pública actual respecto a esta especie invasora se balancea entre su control o eliminación, en particular en áreas protegidas, y el apoyo a su explotación en territorios indígenas.



Paiche, una amenaza para la ictiofauna en los Llanos de Moxos - Paul A. Van Damme / FAUNAGUA

por el río Madre de Dios (Carvajal-Vallejos et al., 2011; 2017). Una vez en Bolivia, se convirtió en un invasor muy exitoso y ahora está sujeto a la pesca comercial intensiva, ocupando la mayor parte de las cadenas de valor del pescado en el norte de la Amazonía boliviana (Rico López et al., 2022). Recientemente invadió también gran parte de la cuenca del río Iténez, y se ha registrado por primera vez en la cuenca baja del río Mamoré en 2015 (Lizarro et al., 2017b), y en el río Santa Ana de Yacuma en 2021 (Coca Méndez et al., 2021).

MAPA 6. Amenazas biológicas para los recursos pesqueros en los Llanos de Moxos*



* Las unidades de acuicultura están representadas en círculos amarillos; y el rango de distribución del paiche, en rombos verdes.

Se ha detectado signos de sobrepesca de algunas especies en la cuenca de los ríos Ichilo y Mamoré, en particular de las especies más comerciales como el surubí y el pacú (Núñez et al., 2005; Inturias Canedo, 2007). Se ha detectado un incremento en la cantidad y frecuencia de ejemplares juveniles de pacú en los desembarques, y una aparente disminución en la talla de la primera madurez sexual en los adultos que estarían sujetos a presión de pesca intensa. Además de la pesca, la especie es vulnerable a la contaminación de las aguas por quemas extensas anuales que se realizan en los Llanos de Moxos para habilitar tierras de pastoreo, y la introducción de cepas brasileñas e híbridos emparentados con la piscicultura que comienza a fomentarse e intensificarse en las cuencas de los ríos Ichilo (Chapare), Grande (Yapacaní) y Mamoré (Trinidad). La especie se encuentra en estado de conservación Vulnerable (VU), según el Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia, y las medidas de conservación en los Llanos de Moxos deben considerar que dentro esta área se evidenció la presencia de dos poblaciones diferenciadas, una presente en el río Mamoré y otra en el Iténez. El éxito de la conservación de esta especie y el rendimiento de sus pesquerías debe considerar una evaluación integral permanente de la naturaleza de la especie (biología y ecología), las amenazas causadas por humanos y el ambiente (quemadas, introducción de especies, cambio climático, otros), y los servicios ecológicos que brinda a nivel local y regional.

Producción pesquera potencial y conservación de las poblaciones de peces

Los Llanos de Moxos es una de las principales áreas de producción de pescado en la cuenca del Amazonas, considerando su extensa área inundable. Pero el tiempo de inundación anual es relativamente corto en comparación con la inundación en la Amazonía central (Crespo y Van Damme, 2011), lo que debe tenerse en cuenta al estimar su potencial de producción pesquera.

La producción pesquera no solo depende de la dinámica hidrológica, sino también de las características del agua, la dinámica de los nutrientes y la cobertura forestal. Probablemente existe una estrecha relación entre la cubierta vegetal y la diversidad de peces y producción pesquera. La mayor parte de los humedales consiste en sabanas inundadas por las lluvias locales y, por lo tanto, no reciben aportes importantes de agua y nutrientes de los ríos cargados de sedimentos. Como consecuencia, estas sabanas contribuyen menos a la productividad total y la producción pesquera, aunque faltan estudios y cifras exactas. Esto significa que la conservación de las llanuras aluviales y del bosque ribereño es crucial para mantener la productividad de los peces en los Llanos de Moxos.

Se piensa que las sabanas inundadas son particularmente importantes para las pequeñas especies oportunistas adaptadas a estos ambientes y menos para otras especies que requieren hábitats estables o cambios predecibles periódicos en cuerpos de agua permanentes. Esto muestra que existe la necesidad urgente de estudiar la relación entre los patrones de inundación, la estructura del hábitat de los humedales, los tipos de vegetación y la productividad de los peces.

El potencial de producción pesquera también se ha estimado mediante comparaciones entre cuencas de las composiciones de captura. En los Llanos de Moxos y su área de influencia probablemente las especies de mayor tamaño son capturadas de manera sustentable, sin existir evidencia científica de sobrepesca, mientras que las poblaciones de especies medianas están subexplotadas. Como tal, los Llanos de Moxos juegan un papel importante en la conservación y el manejo sostenible de las poblaciones de estas especies de peces medianas, que son la base de la cadena trófica para las especies que juegan un rol importante en el consumo.

Conclusiones

La presente revisión muestra importantes vacíos de información consecuencia de la ausencia de estadísticas pesqueras fiables y la escasez de estudios científicos. Si bien existe disponibilidad de datos fragmentados recopilados en el marco de iniciativas de monitoreo local y registro gubernamental de desembarques, hay una evidente falta crónica de series de datos a largo plazo, que son necesarios para detectar tendencias en los desembarques de pescado y explorar la sostenibilidad de las actuales actividades de pesca. Existen algunas innovaciones metodológicas prometedoras, por ejemplo, los sistemas participativos de monitoreo de pesquerías, como los propuestos por la red Ciencia Ciudadana para la Amazonía (<http://www.citizen-scienceAmazon.org>). En el mejor de los casos, estos métodos podrían complementar o integrarse con los sistemas gubernamentales de recolección de datos, para obtener una cifra más completa de la magnitud de la pesca comercial y de subsistencia, y así entender mejor la importancia de los Llanos de Moxos para las cadenas de valor del pescado.

La conservación de los ríos de flujo libre se ha convertido en una prioridad a nivel mundial y en particular en la ecorregión amazónica. La pérdida de conectividad puede interrumpir las rutas migratorias de los peces, reducir su abundancia y generar impactos en los ecosistemas acuáticos. Además de la importancia de mantener corredores fluviales de flujo libre, también se ha prestado mucha atención recientemente a la importancia de mantener la conectividad lateral entre los ríos y las llanuras aluviales. En las llanuras aluviales de los Llanos de Moxos el desbordamiento temporal de las riberas de los ríos es un factor clave que sustenta el funcionamiento ecológico, los ciclos de nutrientes y los procesos de sedimentación. Es crucial comprender mejor la importancia de esta conectividad lateral entre los ríos/tributarios y la llanura aluvial, y explorar cómo, a su vez, esta llanura aluvial está conectada con las sabanas inundables interfluviales. La comprensión de la importancia de las sabanas en el funcionamiento de los ecosistemas de humedales es un elemento clave para su protección más eficaz.

El sistema acuático constituido por los Llanos de Moxos y sus áreas de influencia proporciona importantes servicios ecosistémicos. La producción pesquera actual en esta zona tiene un alto valor económico, estimado preliminarmente en \$us 12 millones al año. Además de este alto valor económico, otros valores sociales ocultos no están adecuadamente mapeados y siguen siendo subvalorados. Una gran parte del potencial pesquero no se utiliza actualmente, lo que significa que los Llanos de Moxos podrían desempeñar un papel importante en el futuro para salvaguardar las poblaciones de peces subexplotadas.

El dorado y los Llanos de Moxos

La mayoría de los desembarques de pescado en la Amazonía boliviana se componen de peces migratorios, que dependen total o parcialmente de los Llanos de Moxos para completar su ciclo de vida. Algunas de estas especies tienen un alto valor económico tanto en la Amazonía boliviana como en la cuenca baja del Madera en Brasil, donde son intensamente explotadas. Por ejemplo, el dorado (dourada en Brasil, gilded catfish en inglés) a lo largo de su ciclo de vida utiliza consecutivamente ríos de cabecera, afluentes de aguas blancas con elevado caudal, el bajo río Amazonas y la desembocadura del río Amazonas. Los preadultos recorren más de 4.000 km para desovar en las cabeceras de ríos amazónicos, en Bolivia, Perú y Colombia. Aunque esta especie es reófila (completa su ciclo de vida en el río), la supervivencia de las primeras etapas larvales, mientras se desplazan río abajo desde las zonas de desove en las cabeceras de los ríos, depende en parte de la expulsión de zooplancton de tamaño

pequeño por las lagunas que se encuentran dentro las llanuras aluviales de los ríos Mamoré y Beni al final de la temporada de inundaciones. Esto significa que la supervivencia a largo plazo de la población transfronteriza Madera-Amazonas de esta especie puede depender de la conservación y el manejo sostenible de hábitats clave en los Llanos de Moxos, que proporcionan un suministro de alimentos de manera oportuna (Duponchelle et al., 2021).



El dorado, especie migratoria que recorre más de 4.000 km desde la baja Amazonas hasta las cabeceras de los Llanos de Moxos para desovar (Fernando M. Carvajal Vallejos); y sus larvas y juveniles que derivan la misma distancia en dirección opuesta, desde las cabeceras hacia el bajo Amazonas (Enrico Richter)

Los Llanos de Moxos brindan una contribución clave a la seguridad alimentaria en la Amazonía boliviana. Los hábitats acuáticos de mayor relevancia para la producción pesquera son los cauces de los ríos, las lagunas y las llanuras inundadas. Por otro lado, la importancia de las sabanas interfluviales para la producción de peces y los ciclos de nutrientes debe estudiarse con más detalle. Es probable que estos humedales juegan un papel crucial para la conservación de la biodiversidad acuática, en particular de las pequeñas especies oportunistas que dependen de las inundaciones temporales para completar su ciclo de vida.

No se sabe cuánto de la producción pesquera en el área de influencia depende de los Llanos de Moxos, pero hay indicios de que este aporte es significativo. Muchas especies usan varios hábitats acuáticos a lo largo de su ciclo de vida, lo que sugiere que el mantenimiento de la conectividad longitudinal y lateral entre las tierras bajas y las áreas adyacentes, incluidas las cuencas de cabecera, son

esenciales para la producción sostenible de peces. Incluso las especies que viven estrictamente en los canales de los ríos y no ingresan en lagunas o llanuras inundables dependen de estos últimos para el suministro de alimentos durante casi todas las etapas de su ciclo de vida.

Los Llanos de Moxos brindan una contribución esencial a la seguridad alimentaria. El sustento de las comunidades indígenas depende de la pesca, y la carne de pescado sigue siendo la principal fuente de proteínas. Aunque la piscicultura está aumentando rápidamente el suministro de carne de pescado de cultivo a los mercados, el valor nutricional del pescado capturado en la naturaleza supera en gran medida al del pescado cultivado. Por lo tanto, se debe promover el consumo de pescado nativo, especialmente en las zonas rurales, mientras que en las zonas urbanas, la piscicultura puede desempeñar un papel cada vez más importante en el futuro, proporcionando carne de pescado más accesible y, por tanto, contribuyendo a la seguridad alimentaria.

Los Grandes Lagos Tectónicos en el noroeste de los Llanos de Moxos tienen una elevada diversidad acuática - Guido Miranda / WCS



El pescado es parte de la cultura y las tradiciones gastronómicas precolombinas y contemporáneas de los Llanos de Moxos, y tiene el potencial de desempeñar un papel esencial en las futuras estrategias de conservación y desarrollo sostenible para las tierras bajas. En general, se reconoce que más que en otros países amazónicos, en Bolivia la pesca artesanal tiene potencial de crecimiento sin poner en peligro el medio ambiente natural. Los peces han atraído un considerable interés mundial en los últimos años debido al creciente reconocimiento de su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluida la conservación de la diversidad biológica acuática. Los pescadores pueden desempeñar un papel importante en la protección de los hábitats acuáticos, de los que dependen para su subsistencia y medios de vida. Este reconocimiento se ejemplifica a nivel internacional en hitos históricos como la publicación de las *Directrices voluntarias para garantizar la pesca en pequeña escala sostenible en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza*, y la designación de 2022 como el “Año de la Pesca Artesanal y Acuicultura”.

Si bien los gobiernos nacionales posteriores en las últimas dos décadas han prestado poca atención al sector pesquero, la inclusión de un artículo en la Ley de Pesca y Acuicultura Sostenible (Ley N° 938) que distingue la pesca artesanal de pequeña escala de las operaciones orientadas a la explotación comercial po-

dría impulsar a un mejor reconocimiento de las contribuciones sociales y ambientales de este sector. En combinación con el uso de productos forestales no maderables, el uso sostenible de la pesca podría impulsar las economías locales y beneficiar la subsistencia y/o los ingresos de miles de familias. Mientras que los productos forestales no maderables también son importantes como productos de exportación no tradicionales, significativos en términos de comercio internacional, la carne de pescado es más importante para mantener los medios de vida rurales y satisfacer las demandas urbanas de proteína de alta calidad en los centros poblados de la región subandina.

Los Llanos de Moxos juegan un papel crucial en la protección de la fauna acuática y las poblaciones de peces que a través del control de arriba hacia abajo son esenciales para mantener el funcionamiento ecológico del ecosistema y la provisión de servicios ambientales. Las sábanas inundables, así como los demás hábitats acuáticos de las tierras bajas, son extremadamente importantes para la biodiversidad acuática, especialmente para algunas especies poco conocidas, como los killifish (familia Rivulidae), algunos de los cuales han sido categorizadas como Casi Amenazado en el Libro Rojo de Bolivia y pueden tornarse vulnerables a la extinción en un futuro cercano. A pesar de su baja contribución a la producción de carne de pescado, las especies de pequeño tamaño, que constituyen la mayor parte de la diversidad de peces en los Llanos de Moxos, desempeñan funciones clave en los ecosistemas acuáticos y representan un enorme potencial futuro si se utilizan de manera sostenible en la pesca ornamental. También juegan un papel importante en la cadena trófica como eslabones esenciales entre los niveles inferiores de alimentación (fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados) y los peces carnívoros objetivo de las pesquerías.

Los Llanos de Moxos están cada vez más amenazados por diversas perturbaciones antropogénicas, como represas (en las cuencas de los ríos de cabecera), degradación del hábitat, deforestación, cambios en el uso del suelo, contaminación doméstica y de la industria minera. Estas amenazas se consideran de mayor o igual importancia en comparación con las amenazas biológicas (especies invasoras, sobrepesca). Es importante sopesar los beneficios socioeconómicos de muchas de estas acciones humanas frente a los enormes beneficios reales y potenciales que ofrece esta área para la sociedad, y utilizar los resultados y conclusiones como insumo para ajustar o revertir las estrategias de desarrollo insostenibles.

Referencias Bibliográficas

- Argote Soliz, A., Van Damme, P. A., Macnaughton, A., Villafan, S. y Carvajal-Vallejos, F.M. (2014). Pesca indígena en la cuenca amazónica boliviana: un estudio de caso en la Tierra Comunitaria de Origen Multiétnico II. En MRE-MMAyA (eds.). *Sistema de monitoreo de los impactos de las represas hidroeléctricas Jirau y Santo Antónío en territorio boliviano: línea de base de ecosistemas y recursos acuáticos en la Amazonía boliviana* (pp. 207-338). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Baker-French, S.R. (2013). *Food security and nutritional status in fishing communities in Bolivia's northern Amazon: results of a household survey* (Tesis de maestría). Vancouver, Canada: University of British Columbia.
- Bell, L., y Evers, D. (2021). *La exposición al mercurio de las mujeres en cuatro países latinoamericanos productores de oro: niveles elevados de mercurio hallados entre mujeres en lugares donde se utiliza el mercurio en la extracción del oro, contaminando así la cadena alimenticia*. Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN).
- Blatrix, R., Roux B., Béarez, P., Prestes-Carneiro, G., Amaya, M., Aramayo, J.L, Rodrigues, L., Lombardo, U., Iriarte, J., Souza, J.G., Robinson, M., Bernard, C., Pouilly, M., Durécu, M., Huchzermeyer, C.F., Kalebe, M., Ovando, A. y McKey, D. (2018). The unique functioning of a pre-Columbian Amazonian floodplain fishery. *Scientific Reports*, 8 (5998). Doi: 10.1038/s41598-018-24454-4.
- Bourrel, L., Phillips, L., y Moreau S. (2009). The dynamics of floods in the Bolivian Amazon basin. *Hydrological Processes*. 23(22), 3161-3167.
- Bourrel, L., y Pouilly, M. (2004). Hidrología y dinámica fluvial del río Mamoré. En M. Pouilly, S. Beck, M. Moraes, y C. Ibañez (eds.). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del río Mamoré* (pp. 95-116). Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología Simon I. Patiño.
- Camburn, M. (2011). El consumo de pescado en la Amazonia boliviana (COPESCAALC). *Documento Ocasional* N. 14, Roma, Italia: FAO.
- Careaga, M., y Carvajal-Vallejos, F.M. (2016). Los sábalos (*Characiformes: Prochilodontidae, Prochilodus*) de Bolivia. En P.A. Van Damme, C.R.M. Baigún, J. Sarmiento, y F.M. Carvajal-Vallejos (eds.). *Peces y pesquerías en las cuencas Pilcomayo y Bermejo* (pp. 171-186). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Carvajal-Vallejos, F.M., Van Damme, P.A., y Muñoz, H. (2011). Composición de las capturas comerciales y de subsistencia en la Amazonia boliviana. En P.A. Van Damme, F.M. Carvajal-Vallejos, y J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas* (pp. 203-233). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Carvajal-Vallejos, F.M., Bigorne, R., Zeballos Fernández, A.J., Sarmiento, J., Barrera, S., Yunoki, T., Pouilly, M., Zubieta, J., De La Barra, E., Jegú, M., Maldonado, M., Van Damme, P.A., Céspedes, R., y Oberdorff, T. (2014). Fish-AMAZBOL: a database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, 732, 19-27.
- Carvajal-Vallejos, F.M., Montellano, S.V., Lizarro, D., Villafan, S., Zeballos, A.J., y Van Damme, P.A. (2017). La introducción del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica boliviana y síntesis del conocimiento. En F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (Eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp. 21-41). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Carvajal-Vallejos, F.M., Macnaughton, A., Navia, J., Carolsfeld, J., Salas Peredo, R., Trujillo, S., y Van Damme, P.A. (2018). *Lineamientos y recomendaciones para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la Amazonia boliviana*. Peces para la Vida; Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Castellón, J. (2001). *Importancia de la vegetación de la várzea de río Ichilo en la alimentación de dos especies de peces frugívoros (Colossoma macropomum y Piaractus brachypomus)*. [Tesis de maestría]. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
- Chicchón, A. (2000). *La fauna en la subsistencia de los Tsimane, Reserva de la Biósfera Estación Biológica del Beni, Bolivia*. Si/MAB Serie No. 4. Washington D.C., USA: Smithsonian Institution.
- Coca Méndez, C., Rico López, G. Carvajal-Vallejos, F.M., Salas Peredo, R., Wojchiechowski, J.M., y Van Damme, P.A. (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.

- Coca Méndez, C., Rico López, G., Pérez Rivera, T., y Van Damme, P.A. (2021). *La pesca comercial y el consumo de pescado en los llanos de Moxos: estudio de caso en la cuenca media del río Mamoré (Santa Ana de Yacuma y comunidades Movima)*. FAUNAGUA - Llanos de Moxos-WCS. Informe no publicado.
- Córdova, L., Muñoz, G., Rey Ortiz, G., Ayala, R., Muñoz, J., Zeballos, J., y Van Damme, P.A. (2012). Pesca y manejo participativo del pacú (*Colossoma macropomum*) en el área protegida Iténez (Amazonia boliviana). En P.A. Van Damme, M. Maldonado, M. Pouilly, y C.R.C. Doria (Eds.). *Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)* (pp. 317-341). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Crespo, A., y Van Damme, P.A. (2011). Patrones espaciales de inundación en la cuenca amazónica de Bolivia. En P.A. Van Damme, F.M. Carvajal-Vallejos, y J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas* (pp. 15-27). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Doria, C.R.C., y Brasil de Souza, S.T. (2012). A pesca nas bacias dos rios Guaporé e baixo Mamoré, Amazônia brasileira. p. 281-294. En P.A. Van Damme, M. Maldonado, M. Pouilly, y C.R.C. Doria (Eds.). *Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)* (pp. 15-27). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Doria, C.R.C., Duponchelle, F., Lima, M.A.L., Garcia, A., Carvajal-Vallejos, F.M., Coca Méndez, C., Catarino, M.F., Carvalho Freitas, C.E., Vega, B., Miranda-Chumacero, G., y Van Damme, P.A. (2018). Review of fisheries resource use and status in the Madeira River basin (Brazil, Bolivia, Peru) before hydroelectric dam completion. *Reviews in Fisheries Science y Aquaculture*, doi: 10.1080/23308249.2018.1463511
- Duponchelle, F., Isaac, V.J., Doria, C.R.C., Van Damme, P.A., Herrera-R, G.A., Anderson, E.P., Cruz, R.E.A., Hauser, M., Hermann, T.W., Agudelo, E., Bonilla-Castillo, C., Barthem, R., Freitas, C.E.C., García-Dávila, C., García-Vasquez, A., Renno, J.-F., y Castello, L. (2021). Conservation of migratory fishes in the Amazon basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31, 1087-1105.
- Ellis, F. (1998). Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*, 35(1), 1-38.
- ENDE (2016). *Estudio de identificación Proyecto Hidroeléctrico El Bala*. Producto No. 5. Estudios ambientales. Tomo 5.6. Reporte Ambiental. GEODATA Engineering.
- Erickson, C.I. (2010). The transformation of environment into landscape: the historical ecology of monumental earthwork construction in the Bolivian Amazon. *Diversity*, 2, 618-652. Doi:10.3390/d2040619.
- Escobar-WW, M., Rey Ortiz, G., Coca Méndez, C., Cordova Clavijo, L., Sainz, L., Moreno Aulo, F., Rojas Ruiz, C., y Van Damme, P.A. (2020). La pesquería de una especie carroñera (*Calophysus macropterus*) y su posible impacto en las poblaciones del bufeo boliviano (*Inia geoffrensis boliviensis*) en la Amazonia boliviana. *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*, 1(1), 26-41.
- Espinoza-Antezana, S., y Van Damme, P.A. (2020). *El pescado amazónico en Bolivia: una aproximación a su valor comercial*. CDS/WWF/FAUNAGUA.
- FAO (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020: sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- Fleischmann, A.S., Papa, F., Fassoni-Andrade, A., Melack, J.M., Wongchuig, S., Dia de Paiva, R.C., Hamilton, S.K., Fluet-Chouinard, E., Barbedo, R., Aires, F., Al Bitar, A., Bonnet, M.P., Coe, M., Ferreira-Ferreira, J., Hess, L., Jensen, K., McDonald, K., Ovando, A., Park, E., Parrens, M., Pinel, S., Prigent, C., Resende, A.F., Revel, M., Rosenqvist, A., Rosenqvist, J., Rudroff, C., Silva, T.S.F., Yamazaki, D., y Collischonn, W. (2022). How much inundation occurs in the Amazon River basin? *Remote Sensing of the Environment*, <https://doi.org/10.1002/essoar.10508718.1>
- Flores, D.N. Montellano, S.V., Rodal, P., Barrozo, D., y Carvajal-Vallejos, F.M. (2017). La pesca en Cachuela Esperanza y Rosario del Yata. En F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (Eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp. 359-386). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Forsberg, B.R., Melack, J.M., Dunne, T., Barthem, R.B., Goulding, M., Paiva, R.C.D., Sorribas, M.V., Silva, U.L., y Weisser S. (2017). The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. *PloSONE*, 12 (8): e0182254.
- Herrera Sarmiento, E. (2001). *La pesca en un pueblo de reciente sedentarización (ese ejja)* [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. La Paz, Bolivia.
- Herrera Sarmiento, E. (2015). *Los Ese Eja y la pesca: adaptación y continuidad de una actividad productiva en un pueblo indígena de la Amazonia peruano-boliviana*. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Hinojosa, V.R., y Coca Méndez, C. (2021). *Estudio de la cadena de valor de pesca y piscicultura en los departamentos de Tarija y Beni*. Informe de consultoría.

- Hurd, L.E., Flávia, R.G.C., Siqueira-Souza, F.K., Cooper, G.J., Kahn, J.R., y Freita, C.E.C. (2016). Amazon floodplain fish communities: habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. *Biological Conservation*, 195, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.01.005>
- IPD PACU (2015). *Diagnóstico y caracterización geográfica del sector pesquero y acuícola en la cuenca amazónica*. La Paz, Bolivia: MDRyT.
- Inturias Canedo, A.D. (2007). *Edad, crecimiento y reproducción de Pseudoplatystoma fasciatum y P. tigrinum en la Amazonia boliviana* [Tesis para obtener el título de Magister Scientiarum]. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Junk, W., Bayley, P.B., y Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. In D.P. Dodge (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)* (pp. 110-127). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106.
- Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Lourival, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L.D., Bozelli, R.L., Esteves, F.A., Nunes da Cunha, C., Maltchik, L., Schöngart J., Shaeffer-Novelli Y., y Agostinho A.A. (2013). Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, doi: 10.1002/aqc.2386
- Langstroth, R.P. (2011). Biogeography of the Llanos de Moxos: natural and anthropogenic determinants. *Geographica Helvetica*, 66(3), 183-192.
- Larrea-Alcázar, D.M., Embert, D., Aguirre, L.F., Rios-Uzeda, B., Quintanilla, M., y Vargas, A. (2011). Spatial patterns of biological diversity in a neotropical lowland savanna of northeastern Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, doi:10.1007/s10531-011-0021-4.
- Lizarro, D., Torres, L., Rodal, P.A., y Moreno Aulo, F. (2017b). Primer registro del paiche, *Arapaima gigas* (Schinz 1822) (*Osteoglossiformes: Arapaimidae*) en el río Mamoré, Beni (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 52(1), 33-37.
- Lombardo, U. (2012). *Pre-Columbian human-environment interactions in the Llanos de Moxos, Bolivian Amazon* (Tesis de doctorado). Alemania: University of Bern.
- Lombardo, U., Denier, S., May, J.H., Rodrigues, L., y Velt, H. (2013). Human-environment interactions in pre-Columbian Amazonia: the case of the Llanos de Moxos, Bolivia. *Quaternary International*, 312, 109-119.
- Macnaughton, A.E., Montellano, S.V., Trujillo, S., Salas, R., y Carvajal-Vallejos, F.M. (2017). Los medios de vida en comunidades indígenas del norte de Bolivia: ¿Cuál es el rol actual y potencial de la pesca? En F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp. 321-357). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Mayle, F.E., Langstroth, R., Fisher, R.A., y Meir P. (2007). Long-term forest-savannah dynamics in the Bolivian Amazon: implications for conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1478), 291-307.
- Miranda-Chumacero, G., Terrazas, A., y Wallace, G. (2011). Importancia económica de la ictiofauna para comunidades indígenas Takanas del río Beni. En P.A. Van Damme, F.M. Carvajal-Vallejos, y J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas* (pp. 235-245). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Montellano, S., MacNaughton, A., y Carvajal-Vallejos, F.M. (2017). Diagnóstico de las pesquerías en cuatro territorios indígenas del norte amazónico de Bolivia. En F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (Eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp.205-319). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- MRE-MMAyA (2015). *Mercurio en Bolivia: línea de base de usos, emisiones y contaminación 2014*. La Paz, Bolivia.
- Muñoz, H., y Aguilar, F. (2012). Pesca artesanal en el área protegida PD ANMI Iténez (Amazonia boliviana). En: P.A. Van Damme, M. Maldonado, M. Pouilly, y C.R.C. Doria (Eds.). *Agua del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)* (pp. 297-306). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Navarro, G., y Ferreira, W.J. (2007). *Mapa de vegetación de Bolivia*. TNC, Bolivia.
- Navia, J., Salas, R., Montellano, S., y Van Damme, P.A. (2017a). La cadena productiva del pescado en el norte de la cuenca Amazónica de Bolivia. En F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (Eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp. 409-439). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Navia, J., Villarroel, L., y Van Damme, P.A. (2017b). El mercado del paiche (*Arapaima gigas*) en Bolivia. En: F.M. Carvajal-Vallejos, R. Salas, J. Navia, J. Carolsfeld, F. Moreno Aulo, y P.A. Van Damme (Eds.). *Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (Arapaima gigas) en la cuenca amazónica boliviana* (pp. 441-448). INIAF-IDRC. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.

- Núñez, J., Maldonado, E., Dugué, R., Duponchelle, F., Aliaga, C., Rivera, R., y Renno, J.F. (2005). Reproducción y crecimiento de *Colossoma macropomum* en las cuencas del Iténez y del Mamoré (Amazonía boliviana). En J.F. Renno, C. García-Dávila, F. Duponchelle, y J. Núñez (eds.). *Biología de las poblaciones de peces de la Amazonia y piscicultura* (pp. 52-57). Comunicaciones del Primer Coloquio de la Red de Investigación sobre la ictiofauna amazónica (RIIA), Iquitos, Perú.
- Orellana, M.R., Beck, S.G., y Bourrel, L. (2004). Unidades mayores de vegetación de las sabanas. En M. Pouilly, S. Beck, M.R. Moraes, y C. Ibáñez (eds.). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré: importancia ecológica en la dinámica fluvial* (pp. 141-166). Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología Simón I. Patiño.
- Ovando, A., Tomasella, J., Rodríguez, D.A., Martínez, J.M., Siqueria-Junior, J.L., Pinto, G.L.N., Passy, P., Vauchel, P., Noriega, L., y von Randow, C. (2015). Extreme flood events in the Bolivian Amazon wetlands. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.004>
- Parazzi de Freitas, H.C., Doria, C.R.C., y Sousa, R.G.C. (2020). Hydroelectric dams from Madeira River seasonally impact the fisheries production in the Guaporé basin (Rondônia, Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca*, 46(4), e601. Doi: 10.20950/1678-2305.2020.46.4.601.
- Payne, A.J., y Fallows, R.J. (1987). *A preliminary stock assessment survey of the fishery of Trinidad on the Mamoré river*. Informe no publicado.
- Paz, S., y Van Damme, P.A. (2008). Caracterización de las pesquerías en la Amazonia boliviana. En D. Pinedo, y C. Soria (Eds.). *El manejo de las pesquerías en la Amazonia boliviana* (pp. 205-234). IDRC, CRD. Instituto del Bien Común.
- Pérez Rivera, T., Zambrana, V., Van Damme, P.A., y Carolsfeld, J. (2014). Consumo de pescado en la Amazonia boliviana. En: MRE-MMAyA (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 Amazonia boliviana* (pp. 359-404). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Pérez Rivera, T., Baker-French, S., Macnaughton, A., Carolsfeld, J. y Van Damme, P.A. (en prep.). Fish consumption in a border area of the Moxos lowlands. *Boletim da Pesca*.
- Popkin, B.M. (2006). Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with non-communicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84, 289-298.
- Pouilly, M., Lino, F., Bretenoux, J.G., y Rosales, C. (2003). Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal of Fish Biology*, 62, 1137-1158.
- Pouilly, M., Beck, S., Moraes, M.R., y Ibáñez, C. (Eds.). (2004). *Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré: importancia ecológica en la dinámica fluvial*. Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología Simón I. Patiño.
- Pouilly, M., Pérez, T., Guzmán, F., Paco, P., Duprey, J.L., y Gardon, J. (2012). Diagnóstico de la contaminación por mercurio en la cuenca boliviana del río Iténez. En P.A. Van Damme, M. Maldonado, M. Pouilly, y C.R.C. Doria (Eds.). *Agua del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)* (pp. 39-56). Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Prestes, L., Barthem, R., Mello-Filho, A., Anderson, E., Correa, S.B., D' Araujo Couto, T.B., Venticinque, E., Forsberg, B., Cañas, C., Bentes, B., y Goulding, M. (2021). Proactively averting the collapse of Amazon fisheries based on three migratory flagship species. *PLoS ONE*, 17(3), e0264490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264490>.
- Prestes-Carneiro, G., y Béarez, P. (2017). Swamp-eel (*Synbranchus spp.*) fishing in Amazonia from pre-columbian to present times. *Journal of Ethnobiology*, 37(3), 380-397.
- Prestes-Carneiro, G., Béarez, P., Shock, M.P., Prümers, H., y Betancourt, C.J. (2019). Pre-hispanic fishing practices in interfluvial Amazonia: zooarchaeological evidence from managed landscapes on the Llanos de Mojos savanna. *PLoS ONE*, 14(5): e0214638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.02114638>.
- Prestes-Carneiro, G., Takayuki, Y., Dufour, J.L., Kélig, M., y Béarez, P. (2021). Reconstructing freshwater fishing seasonality in a neotropical savanna: first application of swamp eel (*Synbranchus marmoratus*) sclerochronology to a pre-Columbian Amazonian site (Loma Salvatierra, Bolivia). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37: 102880. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102880>.
- Rejas, D., Declerck, S., Auwerkerken, J., Tak, P., y De Meester, L. (2005). Plankton dynamics in a tropical floodplain lake: fish, nutrients, and the relative importance of bottom-up and top-down control. *Freshwater Biology*, 50, 52-69.
- Rico López, G., Coca Méndez, C., Carolsfeld, J., Almeida, O., y Van Damme, P.A. (en prep.). Socioeconomics

- of fisheries after introduction of an invasive fish species (*Arapaima gigas*) in a border area of the Moxos lowlands (Bolivia). *Fisheries Management and Ecology*.
- Rumiz, D. (1999). *La explotación de recursos no maderables en el norte de Bolivia y su impacto sobre la fauna silvestre*. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOP, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible.
- Salas, R., Mena Millar, A., Lino, F., Van Damme, P.A., Bravo, N., y Salinas, F. (2014). *Pesca y piscicultura en la Amazonia boliviana*. Informe no publicado.
- Townsend, W.R. (1996). *Caza y pesca de los Sirionó*. Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Van Damme, P.A., Carvajal-Vallejos, F.M., Rua, A., Córdova, L., y Becerra, P. (2011b). Pesca comercial en la cuenca amazónica boliviana. pp. 247-291. En P.A. Van Damme, F.M. Carvajal-Vallejos, y J. Molina Carpio (Eds.). *Los peces y delfines de la Amazonia boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Van Damme, P.A., Cordova-Clavijo, L., Baigun, C., Hauser, M., Doria, C.R.C., y Duponchelle, F. (2019). Upstream dam impacts on gilded catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Bolivian Amazon. *Neotropical Ichthyology*, 17(4), e190118.
- 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*. Agencia Española de Cooperación Internacional, HOYAM-MOJOS y INFOPESCA.
- Wiefels, R. (2016). El consumo de pescado en Bolivia en el año 2006. P. 341-350. En P.A. Van Damme, C. Baigún, J. Sarmiento, y F.M. Carvajal-Vallejos (Eds.). *Peces y pesquerías en las cuencas Pilcomayo y Bermejo*. Cochabamba, Bolivia: Editorial INIA.
- Winemiller, K.O., y Rose, K.A. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, 2196–2218.
- Yunoki, T., Lizarro, D., y Flores, F. (2014). Monitoreo de la captura mediante pesquería comercial en el río Mamoré Central, Provincias Marbán, Moxos, Carcado (Beni-Bolivia). *Agrociencia Amazonía*, 4, 1-10.