

Paul A. Van Damme, Mabel Maldonado, Marc Pouilly y Carolina R.C. Doria (dir.)

Aguas del Iténez o Guaporé
Recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)

IRD Éditions

Composición de la comunidad de peces en la cuenca del río Iténez (Bolivia)

Composição das comunidades na bacia do rio Iténez (Bolivia)

Fish community composition in the Iténez river basin (Bolivia)

Marc Pouilly y Jimena Camacho

DOI: 10.4000/books.irdeditions.18567

Editor: IRD Éditions, Edición Impresa

Lugar de edición: IRD Éditions, Edición Impresa

Año de edición: 2013

Publicación en OpenEdition Books: 27 noviembre 2018

Colección: D'Amérique latine

ISBN electrónico: 9782709925372



<http://books.openedition.org>

Referencia electrónica

POUILLY, Marc ; CAMACHO, Jimena. *Composición de la comunidad de peces en la cuenca del río Iténez (Bolivia)* In: *Aguas del Iténez o Guaporé: Recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional (Bolivia y Brasil)* [en línea]. Marseille: IRD Éditions, 2013 (generado el 07 janvier 2020). Disponible en Internet: <<http://books.openedition.org/irdeditions/18567>>. ISBN: 9782709925372. DOI: 10.4000/books.irdeditions.18567.

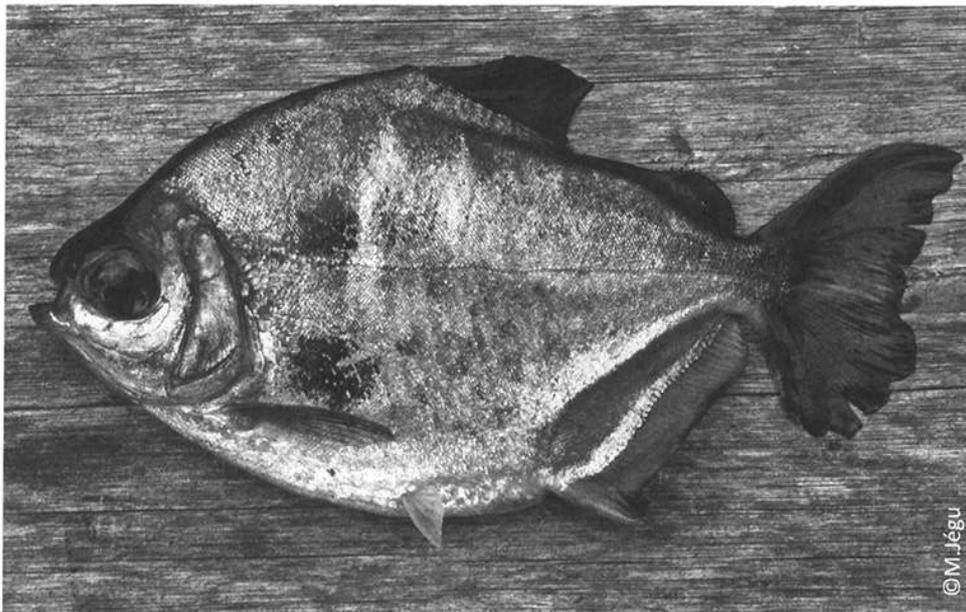
Este documento fue generado automáticamente el 7 enero 2020. Está derivado de una digitalización por un reconocimiento óptico de caracteres.

Composición de la comunidad de peces en la cuenca del río Iténez (Bolivia)

Composição das comunidades na bacia do rio Iténez (Bolivia)

Fish community composition in the Iténez river basin (Bolivia)

Marc Pouilly y Jimena Camacho



METYNNIS SP.

INTRODUCCIÓN

- 1 La estructura de las comunidades de peces y la existencia de parámetros que determinan la distribución y abundancia de las especies han sido objeto de discusión e investigación para muchos ecólogos, debido a las diferencias encontradas en la regulación de las comunidades por procesos ecológicos locales y regionales (Angermeier & Winston, 1998). Actualmente, se considera que la estructura de las comunidades está influenciada por factores bióticos y abióticos que actúan a diferentes escalas temporales y espaciales, las cuales son vistas como filtros jerárquicos controlando la presencia y abundancia de las especies (Tonn *et al.*, 1990; Jackson *et al.*, 2001).
- 2 Estos procesos que controlan la estructura de las comunidades de peces se han esclarecido con el uso de modelos conceptuales (Tonn *et al.*, 1990; Rodríguez & Lewis, 1997), que explican la relación entre la estructura de las comunidades y las variables abióticas, la interacción entre especies y los eventos biogeográficos. Uno de los modelos es el del Habitat Templet (Townsend & Hildrew, 1994), que indica que la distribución de las especies está relacionada a ciertas estrategias o rasgos de vida condicionados por los diferentes tipos de hábitat. El modelo de Piscivoría-Transparencia-Morfometría (PTM), originalmente desarrollado para las lagunas de inundación del río Orinoco (Venezuela), predice los efectos de la transparencia sobre la distribución y abundancia de las especies y explica que están estrechamente relacionados con la función óptica de los peces, observándose predominio de peces con adaptaciones sensoriales en ambientes turbios, mientras que los peces orientados visualmente predominan en aguas claras (Rodríguez & Lewis, 1997). Estos resultados son confirmados por Tejerina-Garro *et al.* (1998) para las lagunas del río Araguaia (Brasil) y por Pouilly & Rodríguez (2004) para las lagunas del río Mamoré (Bolivia).
- 3 Debido a sus características geológicas, climáticas e hidrológicas, la cuenca del Amazonas está integrada por tres tipos de aguas (blancas, claras y negras), que se diferencian por su calidad fisicoquímica (Furch, 1997), permitiendo el desarrollo de una gran diversidad de hábitats, los cuales son de vital importancia para mantener la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Henderson & Crampton, 1997). En la Amazonia boliviana, debido a la alta variabilidad química de sus ecosistemas acuáticos, éstos no se ajustan a la clasificación tradicional de los ríos amazónicos (Maldonado *et al.*, 2007), lo que dificulta el entendimiento de la importancia de los factores ambientales sobre la estructura de las comunidades de peces, y la forma en que interactúan para explicar la distribución de las especies.
- 4 En Bolivia, los trabajos sobre la distribución de peces son todavía escasos y se resumen a listados taxonómicos como los de Lauzanne *et al.* (1991), Rebolledo (1993), Sarmiento (1998) y Van Damme & Carvajal (2005). Unos de los trabajos pioneros que relacionan la estructura de las comunidades de peces y las variables ambientales es el de Pouilly *et al.* (2004) en el río Mamoré y, posteriormente, el de Maldonado *et al.* (2007) que realizaron una caracterización hidroquímica de los ríos amazónicos bolivianos en tierras bajas.
- 5 El presente trabajo describe las diferencias de riqueza, composición específica, abundancia y biomasa de las comunidades de peces en seis subcuencas del río Iténez en Bolivia, con el propósito de establecer que las diferencias observadas no son aleatorias y que se pueden explicar por factores actuando a diferentes niveles espaciales como: 1) el tipo de agua que permite diferenciar las cuencas de aguas turbias o transparentes, y

2) el tipo de hábitat (río, laguna o bahía) que dentro de una cuenca ofrece diferentes condiciones ambientales. Los resultados obtenidos permiten también testear la hipótesis del PTM (Rodríguez & Lewis, 1997) sobre la influencia de la transparencia para explicar las variaciones locales de abundancia relativa de los órdenes de peces.

MÉTODOS

Área de estudio

- 6 La cuenca del Iténez se ubica en el encuentro de dos unidades fisiográficas y litológicas diferentes: una es la Llanura Beniana formada por sedimentos cuaternarios aluviales como grava, arenas y arcillas, y la otra corresponde al Escudo Brasileiro Precámbrico, formado por afloramientos de rocas plutónicas antiguas. En la llanura los ríos drenan generalmente aguas cargadas de sólidos en suspensión y poco transparentes, al contrario las aguas provenientes del Escudo presentan bajos contenidos de sólidos y son más transparentes. La región está cubierta por sabanas y bosques estacionales húmedos siempre verdes (Ribera, 1992), la temperatura anual promedio es mayor a los 25°C y la precipitación anual promedio varía entre 1 000 y 1 600 mm (Montes de Oca, 2004). El ciclo hidrológico se caracteriza por inundaciones periódicas anuales. Durante la temporada de lluvias (diciembre a mayo), los ríos inundan el área baja de la llanura, fluctuando el nivel de agua entre unos centímetros hasta varios metros. En esta área, los ríos se caracterizan por la presencia de bahías, que son antiguos cursos en contacto permanente con el canal principal y por numerosas lagunas redondas con una conexión temporal al río durante las inundaciones. La vegetación acuática se caracteriza por la presencia de grandes masas de tarope y colchas flotantes (Roche *et al.*, 1992; Van Damme & Carvajal, 2005).
- 7 La colecta de muestras biológicas y físico-químicas se realizó en 40 sitios de seis subcuencas del territorio boliviano: Blanco, Machupo, Itonamas, Paraguá, San Martín e Iténez en la zona situada entre las confluencias del río Paraguá y Machupo (Fig. 1). Todos los sitios muestreados se ubicaron en la llanura inundable de la parte baja de la cuenca, no directamente influenciada por el río Mamoré y aguas abajo de los ríos pedregosos que se originan en las serranías.

Métodos

- 8 Los muestreos fueron realizados durante la época seca (junio-noviembre) de los años 2005 a 2007. Se realizó una pesca con un esfuerzo estandarizado, empleando el método propuesto por Pouilly & Rodríguez (2004). El método consiste en el empleo de una batería de 10 redes agalleras de superficie (25 m de largo * 2 m de alto) con aberturas de rombo de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50,60 y 70 mm. En cada sitio, las redes fueron colocadas desde las orillas hacia las partes más profundas o hacia el centro de cada hábitat. Las redes se dejaron durante dos horas por la noche (17:00 a 19:00) y dos en la mañana (5:00 a 7:00).
- 9 Los peces colectados fueron identificados hasta el nivel de especie o género, medidos (longitud estándar) y pesados. Los individuos que no pudieron ser identificados en el campo, fueron conservados y etiquetados para su posterior identificación e inclusión en la Colección Ictiológica de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la

Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE, abundancia de cada especie por sitio) fueron transformados en \ln (CPUE+1), o en caso de la abundancia relativa, como Arcoseno (p).

Clasificación de los sitios de pesca

- 10 En cada sitio se tomaron como variables ambientales: la transparencia (disco de Secchi en cm), el pH y la conductividad eléctrica (Tabla 1). Se observaron diferencias marcadas en el promedio de transparencia del agua entre cuencas (ANOVA, $p=0.001$). En base a estos resultados, se determinaron dos tipos principales de aguas: turbias (transparencia generalmente <80 cm, promedio de 39 cm) que incluyen a los ríos Blanco, Machupo e Itonamas, y transparentes (transparencia generalmente >80 cm, promedio de 110 cm), que incluye a los ríos Paraguá, San Martín e Iténez. La transparencia del agua es un factor temporalmente dinámico cuyas variaciones dependen del caudal y del sustrato local. Los ríos de una cuenca de aguas transparentes pueden temporalmente drenar aguas turbias, por ejemplo después de una crecida que genera erosión en los márgenes. En nuestros datos por ejemplo, los valores de ríos y lagunas del San Martín son bajos (65 cm) por lo que incluyen registros de una época de muestreo donde el río San Martín, aunque típicamente de aguas transparentes, se encontró turbio. En la misma cuenca se presenta una laguna (laguna Oricoré) poco profunda y aislada en una depresión con un fondo lodoso que genera un agua muy turbia. La clasificación propuesta se refiere a un estado promedio de la cuenca y entonces no tiene en cuenta estas particularidades locales.
- 11 La conductividad fue más alta en las aguas turbias que en las transparentes (ANOVA, $p<0.01$). Al contrario el pH no presentó diferencia significativa. En las aguas turbias también se observó una conductividad generalmente más elevada en el río que en las lagunas y bahías (ANOVA, $p>0.01$).
- 12 En base a estos resultados los sitios de pesca fueron clasificados en relación al tipo de agua de la subcuenca (aguas turbias o transparentes) y al tipo de hábitat (río, laguna y bahía). La clasificación en aguas turbias o transparentes fue utilizada en vez de la clasificación generalmente utilizada en la Amazonia (aguas blancas, claras y negras), por lo que los tipos hidro-químicos no corresponden a los tipos descritos en la Amazonia central. Las aguas clasificadas en este trabajo como turbias se acercan de las aguas blancas pero con una conductividad generalmente baja; las aguas transparentes se asemejan a las aguas claras y/o de un tipo mixto entre aguas claras y negras.

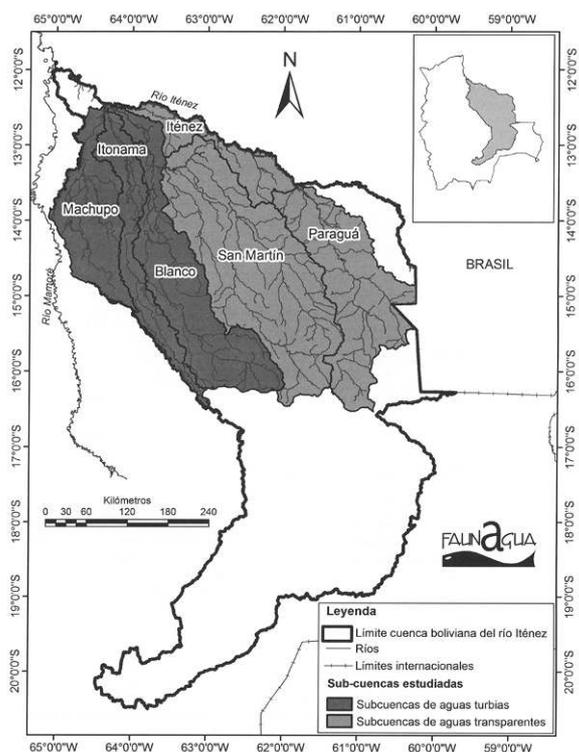


Figura 1. MAPA DE LA RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA BOLIVIANA DEL RÍO ITÉNEZ. SE INDICAN LAS SUBCUENCAS ESTUDIADAS.

Tabla 1. TRANSPARENCIA, PH Y CONDUCTIVIDAD PROMEDIO EN 40 SITIOS AGRUPADOS POR SUBCUENCA Y HÁBITAT.

Subcuencas		n	Transparencia (cm)	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Aguas transparentes					
Iténez	Bahía	3	95	6.64	28.0
	Río	3	103	7.29	24.5
	Laguna	3	113	6.40	22.5
	Promedio		104	6.78	25.0
Paraguá	Bahía	3	104	6.47	27.6
	Río	1	196	6.68	30.0
	Promedio		127	6.52	28.2
San Martín	Río	2	64	6.69	27.8
	Bahía	2	65	6.77	28.5
	Laguna	3	170	6.65	20.9
	Promedio		110	6.69	25.0
Aguas turbias					
Blanco	Bahía	1	50	7.00	20.7
	Río	3	55	6.71	48.7
	Laguna	2	60	6.75	63.9
	Promedio		56	6.77	49.1
Itonama	Laguna	2	10	7.12	17.1
	Bahía	3	19	6.85	101.5
	Río	2	26	7.15	209.0
	Promedio		18	7.01	108.1
Machupo	Río	2	18	6.15	53.2
	Bahía	3	43	6.11	32.4
	Laguna	2	78	6.70	17.7
	Promedio		46	6.29	34.1

Análisis estadísticos

- 13 Para comparar y analizar las diferencias de riqueza, abundancia y biomasa entre cuencas de aguas turbias y transparentes y entre tipos de hábitat, se aplicaron pruebas de ANOVA. Para comparar la composición específica entre los sitios se realizó una clasificación jerárquica (método de agrupación de Ward) sobre una matriz de similitud (coeficiente binario) en base a los datos de presencia-ausencia de 198 especies, presentes con un mínimo de 5 individuos capturados en por lo menos dos sitios. Para testear la hipótesis del PTM de relación entre la transparencia del agua y la abundancia relativa de los órdenes de peces, se utilizó una regresión de tipo LOWESS como propusieron Rodríguez & Lewis (1997).

RESULTADOS

Riqueza, abundancia y biomasa de la comunidad de peces

- 14 Un total de 261 especies pertenecientes a 8 órdenes y 30 familias fueron recolectadas (ver la lista completa en Camacho, 2008). Esta cifra corresponde al 44% del número total de especies de la cuenca (619) recientemente establecido por Jégu *et al.* (2012). Los Characiformes (10 familias y 126 especies) y Siluriformes (8 familias y 92 especies) dominaron la composición taxonómica de las comunidades de peces, seguidos por Gymnotiformes (5 familias y 14 especies), Perciformes (2 familias y 21 especies) y Clupeiformes (2 familias y 4 especies). Los Beloniformes, Myliobatiformes y Pleuronectiformes fueron los grupos taxonómicos de menor riqueza, cada uno con 1 familia y 1 especie.
- 15 En abundancia, se capturó un total de 16 936 individuos, de los cuales un 73.6% pertenecieron al orden Characiformes, 20.8% a los Siluriformes, 2.6% a los Perciformes, 1.6% a los Gymnotiformes y 1.2% a los Clupeiformes. Los órdenes Beloniformes, Myliobatiformes y Pleuronectiformes presentaron abundancias menores al 1%. La familia con el mayor número de individuos fue Characidae, con el 41.8% de la abundancia total, seguida por Curimatidae (13.8%) y Auchenipteridae (6.7%). Las restantes 27 familias presentaron un número de individuos menor al 5%. Entre las especies más abundantes se encontraron los Characiformes *Moenkhausia dichrourea* (8.9%) y *Acestrorhynchus microlepis* (6%), las restantes 259 especies fueron menos abundantes con valores menores al 3% cada una.
- 16 La biomasa total fue de 1403 kg, que corresponde a un promedio de captura de 73.8 g/m² por cuatro horas de pesca realizadas en cada sitio. Sobre este total, el 60% pertenecen al orden Characiformes, 18% a los Siluriformes y 12.4% a los Perciformes. Los Clupeiformes y Myliobatiformes presentaron biomasa relativa menores al 6%. Valores menores al 1% fueron reportados para Gymnotiformes, Beloniformes y Pleuronectiformes. Characidae (23.6%) y Erythrinidae (12.4%) fueron las familias que reportaron la mayor biomasa relativa, en tanto que las 28 familias restantes presentaron valores menores al 6%. Las especies que presentan la mayor biomasa fueron *Hoplias malabaricus* (12.3%) y *Pygocentrus nattereri* (10.5%).

Efecto de los tipos de aguas y hábitats sobre la composición de las comunidades de peces

- 17 La composición de la comunidad difiere en relación al tipo de agua y de hábitat. El análisis de similitud de composición de las comunidades de peces entre sitios demuestra que la distribución de las especies depende en primer lugar del tipo de aguas: turbias o transparentes (Fig. 2). La influencia del tipo de hábitat es menos marcada y cambia entre los tipos de aguas. La composición cualitativa de la comunidad de peces se asemeja entre bahía y río, en el caso de las aguas transparentes, y en el caso de las aguas turbias son las comunidades de lagunas y bahías que son más similares y diferentes de la composición obtenida en los ríos.
- 18 En los ríos de aguas turbias se registraron 201 especies, de las cuales 52 fueron especies exclusivas de este tipo de aguas (p.e. *Adontosternarchus sachsi*, *Ageneiosus brevis*, *Hypostomus pyrineusi*). En cambio, se reportaron 210 especies para los ríos de aguas transparentes, con 60 especies exclusivas (p.e. *Brochis splendens*, *Charax caudimaculatus*, *Electrophorus sp.*). Entre los distintos hábitats, las 'bahías' reportaron el mayor número de especies (191 especies representadas por 8 órdenes y 28 familias), seguida por los 'ríos' (180 especies pertenecientes a 5 órdenes y 22 familias) y 'lagunas' (158 especies concernientes a 8 órdenes y 24 familias).
- 19 A nivel global, la abundancia, biomasa y riqueza de las especies de la cuenca del río Iténez no estuvieron significativamente influenciadas por el tipo de aguas (ANOVA, $p > 0.05$, Fig. 3) o por el tipo de hábitats (río, bahía, laguna; ANOVA, $p > 0.05$, Fig. 4).
- 20 A nivel general de los órdenes, como predice el modelo de piscivoría-transparencia (PMT, Rodríguez & Lewis 1997), existe una relación entre la abundancia relativa de las especies y la transparencia para los Characiformes que tienden a ser más abundantes en aguas transparentes, y para los Gymnotiformes y los piscívoros que tienden a ser más abundantes en aguas turbias (Fig. 5). Al contrario, esa relación entre la transparencia y la abundancia relativa aparece débil para los otros órdenes: Siluriformes, Perciformes, Clupeiformes y para el grupo de otros taxa (Beloniformes, Myliobatiformes y Pleuronectiformes).

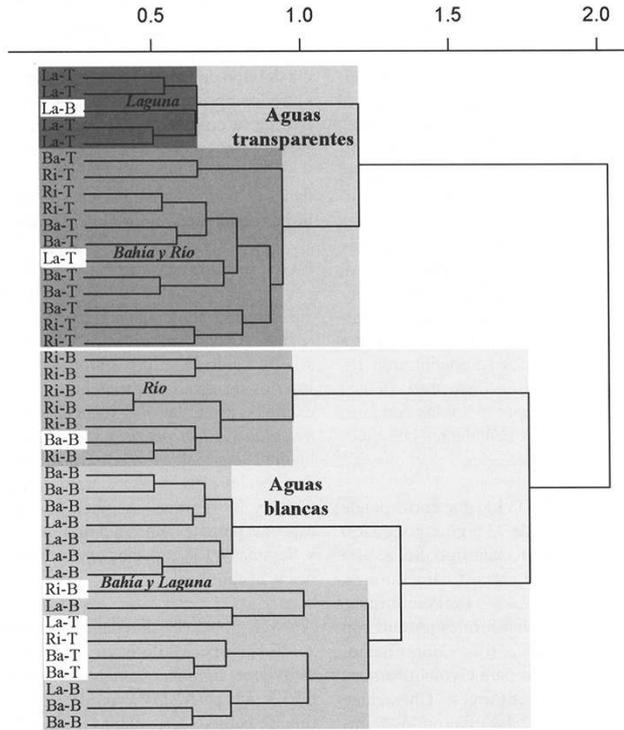


FIGURA 2. Clasificación jerárquica de 40 sitios de pesca de la cuenca Iténez en relación a la similitud de composición de la comunidad de peces. Los sitios son agrupados por tipo de agua: aguas turbias o blancas (B) y transparentes (T) y por tipo de hábitat: bahía (Ba), laguna (La), río (Ri). Los sitios mal clasificados aparecen en fondo blanco.

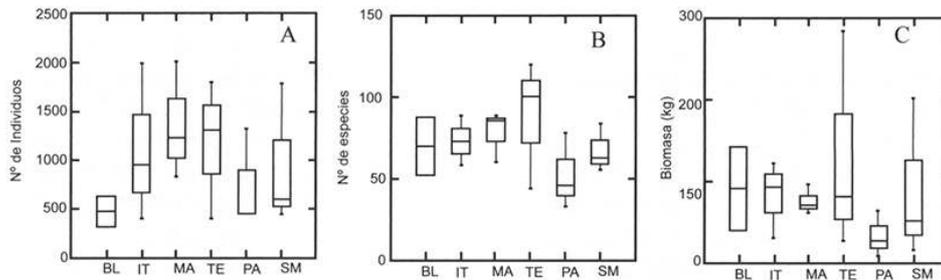


FIGURA 3. Distribución estadística (media y cuartiles) de biomasa, abundancia y riqueza específica de la comunidad de peces en 6 subcuencas del río Iténez. Ríos de aguas turbias: Blanco (n=6), Itonamas (n=7) y Machupo (n=7). Ríos de aguas transparentes: Iténez (n=9), Paraguá (n=4) y San Martín (n=7).

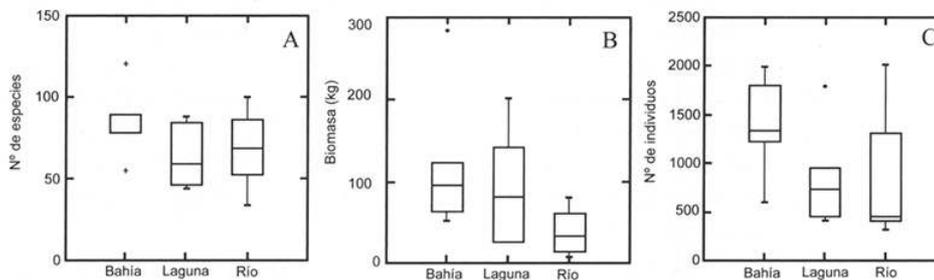


Figura 4. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA (MEDIA Y CUARTILES) DE BIOMASA, ABUNDANCIA Y RIQUEZA ESPECÍFICA DE LA COMUNIDAD DE PECES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS DE AGUAS TURBIAS Y TRANSPARENTES DE LA CUENCA ITÉNEZ: BAHÍA (N=15: 7 EN AGUAS TURBIAS Y 8 EN AGUAS CLARAS), LAGUNA (N=12; 6 Y 6) Y RÍO (N=13; 7 Y 6).

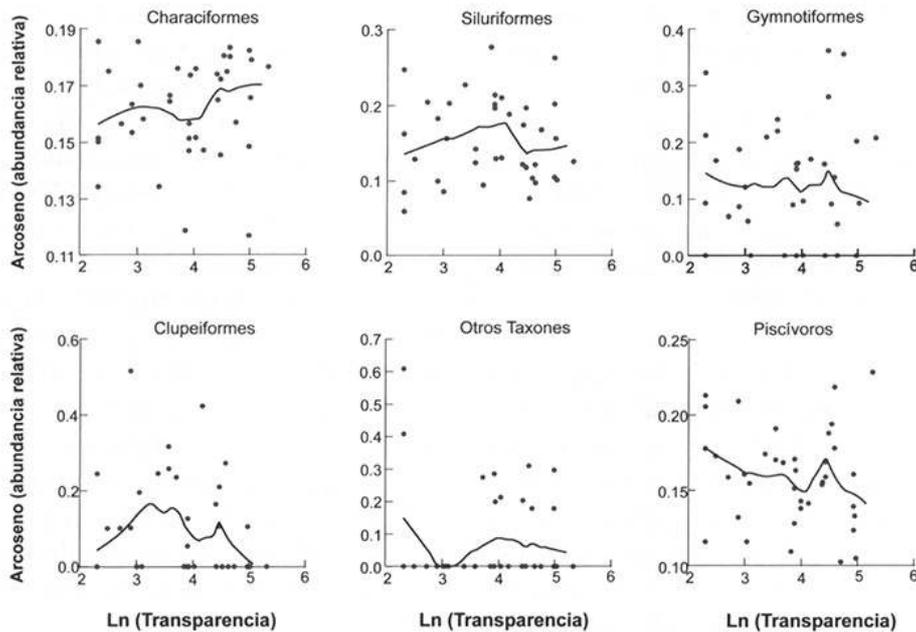


Figura 5. RELACIÓN ENTRE LA TRANSPARENCIA (TRANSFORMADA EN LOG NEPERIANO) Y LA ABUNDANCIA RELATIVA (TRANSFORMADA EN ARCOSENO) DE LOS PRINCIPALES ÓRDENES Y ESPECIES PISCÍVORAS. CADA PUNTO REPRESENTA LA COMBINACIÓN DE SITIO-FECHA. LAS LÍNEAS SÓLIDAS SON CURVAS DE REGRESIÓN LOWESS (EXTRAÍDO DE CAMACHO, 2008).

DISCUSIÓN

- 21 La riqueza observada en este estudio fue de 261 especies sobre 619 actualmente reportadas para la cuenca del río Iténez (Jégu *et al.*, 2012). La diferencia se explica por el enfoque espacial sobre las áreas de llanura inundable (Jégu *et al.* compilaron la presencia de las especies en toda la cuenca) y por el método de muestreo (redes agalleras) que, como la mayoría de los métodos, no permite capturar todas las especies, pero que permite una estandarización del esfuerzo de captura y por lo tanto tiene un alto poder de representatividad comparativa de la comunidad. Por el tipo de redes utilizadas (de 10 a 80 mm de abertura), las especies de gran y pequeño tamaño son subestimadas. Debido al lugar de pesca (perpendicular a la orilla en la porción central de lagunas o ríos), tampoco se puede tener una buena representatividad de las especies que utilizan microhábitats marginales (como macrófitas, palizadas, etc.). Los resultados presentados son válidos en su forma relativa y comparativa entre los sitios de pesca pero no en su forma absoluta.
- 22 Los órdenes más abundantes y de mayor riqueza en los ríos estudiados fueron los Characiformes y Siluriformes y de manera secundaria, los Gymnotiformes, Perciformes y Clupeiformes. Este patrón es casi general en los peces de América del Sur (Lowe-McConnell, 1987; Rodríguez & Lewis, 1994; Veríssimo, 1994; Tejerina-Garro *et al.*, 1998; Petry *et al.*, 2003; Gaspar da Luz *et al.*, 2004) y en particular en Bolivia, donde se realizaron estudios en los ríos Mamoré (Pouilly *et al.*, 2004) e Ichilo (Maldonado & Carvajal, 2005).
- 23 Los resultados de distribución de las especies en los 40 sitios estudiados soportan la idea de que la composición y abundancia de las especies está controlada por factores ambientales. Las diferencias en la calidad de las aguas operan como un primer filtro a

nivel de subcuencas, observándose variaciones en la estructura de las comunidades de peces, que se explican por las diferencias entre aguas turbias y aguas transparentes. Es así que se encontraron 52 especies exclusivas en los ríos de aguas turbias y 60 en ríos de aguas transparentes. Al contrario, dentro de las subcuencas las diferencias de composición entre los tipos de hábitat (río, laguna y bahía) no son muy claras y no permiten una interpretación fácil. En el río Mamoré, Pouilly & Rodríguez (2004) observaron diferencias en la composición de las comunidades de peces entre las lagunas desconectadas del río y las que están dentro de la zona anual de inundación. La dificultad de interpretación en nuestro estudio se puede relacionar al bajo número de sitios muestreados que no es suficiente para permitir un análisis de las diferencias cuenca por cuenca. De hecho, podemos inferir que existen relaciones que se pueden poner en evidencia. A nivel de cada sitio de pesca, la abundancia de las especies depende de algunas variables ambientales como la transparencia del agua y el área del hábitat. En nuestro estudio estas variables operan como un segundo filtro.

- 24 Varios autores (Sioli, 1984; Lowe-McConnell, 1987; Furch, 1997) mencionan que las aguas blancas se caracterizan por ser ambientes ricos en nutrientes, altamente productivos, con una gran diversidad de especies en relación a las aguas claras y negras. Otros estudios han apoyado el patrón contrario, principalmente cuando se compararon a escalas regionales. La riqueza total obtenida para el río Negro fue una de las más altas reportadas para la Amazonia brasilera (Goulding *et al.*, 1988; Ferreira *et al.*, 1998). Así también, Henderson & Crampton (1997) y Saint-Paul *et al.* (2000), en las llanuras de inundación de la Amazonia brasilera, observaron que las comunidades de peces de aguas negras fueron más ricas que en aguas blancas. En el caso del Iténez, a nivel de subcuenca o a nivel local no se observan diferencias significativas de riqueza. Estudios ictiológicos más detallados y a mayor escala, incluyendo medidas comprensivas de productividad biológica, serían necesarios para evaluar posteriormente las conclusiones contradictorias de estos trabajos (Saint-Paul *et al.*, 2000).
- 25 Los resultados de relación entre abundancia de los órdenes de peces y la transparencia concuerdan en parte con los reportados por Rodríguez & Lewis (1997) para el río Orinoco (Venezuela), Tejerina-Garro *et al.* (1998) para el río Araguaia (Brasil) y Pouilly & Rodríguez (2004) para el río Mamoré (Bolivia). En estos trabajos, los Siluriformes y Gymnotiformes fueron reportados como más abundantes en aguas turbias, mientras que la abundancia relativa de los Characiformes y Clupeiformes fue mayor en aguas transparentes. Los Characiformes son peces diurnos que utilizan mucho la visión para su alimentación. A diferencia de ellos, los Siluriformes son principalmente nocturnos y tienen adaptaciones sensoriales (receptores táctiles y químicos) que les permiten no ser dependientes de la visión (Rodríguez & Lewis, 1997; Tejerina-Garro *et al.*, 1998). Sin embargo, nuestros resultados sugieren que no todos los órdenes de las comunidades de peces de la cuenca del río Iténez siguen el patrón de distribución propuesto por el modelo. Los Characiformes (peces con adaptaciones visuales) más abundantes en aguas transparentes y los Gymnotiformes (peces con adaptaciones sensoriales eléctricas y químicas) más abundantes en aguas turbias siguen la previsión del modelo de Rodríguez & Lewis (1997).
- 26 Los resultados obtenidos de la relación entre la distribución de la abundancia de las especies piscívoras y la transparencia fueron similares a los del río Orinoco (Rodríguez & Lewis, 1997), donde se observó una disminución en la abundancia o una distribución

unimodal en relación a la transparencia. Un resultado similar fue observado en el río Mamoré, donde la abundancia relativa de los piscívoros más abundantes permanece constante en aguas turbias, pero disminuye progresivamente cuando la transparencia aumenta (Pouilly & Rodríguez, 2004). Las explicaciones de la debilidad o ausencia de patrones para los Siluriformes y los Perciformes son múltiples y pueden estar relacionadas a las diferencias ambientales, por ejemplo, la transparencia en el río Iténez fue la más alta (10-200 cm) en relación a los ríos Araguaia (18-136 cm), Orinoco (5-130 cm) y Mamoré (5-139 cm), o al método de muestreo empleado, que asociado a una gran transparencia puede perder su eficiencia. Según Rodríguez & Lewis (1997) existen especies que son capaces de detectar las redes más fácilmente en aguas claras y ser más vulnerables a ser capturados en aguas turbias. Probablemente es también el reflejo de la gran variabilidad de situaciones que fueron investigadas durante el estudio.

- 27 A pesar de estas debilidades, los resultados establecen que la comunidad de peces en el río Iténez depende, en un primer nivel, por diferencias de composición cualitativa, del tipo de agua de cada subcuenca (aguas turbias y transparentes), y en un segundo nivel, por diferencias de abundancia, del valor de parámetros ambientales tales como la transparencia local. Los resultados presentados también demuestran que un análisis detallado es necesario para destacar las diferencias entre comunidades. Los indicadores clásicos que son la riqueza, abundancia o biomasa no permiten establecer diferencias significativas entre los sitios, puesto que las diferencias están relacionadas a cambios de composición o de abundancia de las especies aunque la riqueza, abundancia y biomasa total se muestran similares.

AGRADECIMIENTOS

- 28 Este trabajo fue financiado por el IRD y forma parte del proyecto JEAI-EMAA desarrollado en colaboración con la ULRA-UMSS (Cochabamba). Agradecemos a todas las personas que apoyaron el proyecto en el campo y en el laboratorio, en particular a los comunarios de la zona de estudio, al equipo de WWF en Trinidad, Prefectura del Beni, PD-ANMI Iténez y de la ULRA-UMSS. Agradecemos a Pilar Becerra (Asociación FAUNAGUA) por la elaboración del mapa.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS

Angermeier P.L. & Winston M.R. 1998. Local vs. regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia. *Ecology*, 79: 911-927.

Camacho J. 2008. Estructura de las comunidades de peces en diferentes tipos de agua y hábitat en la cuenca iténez (bolivia). Tesis de Maestría, UMSS Cochabamba-IRD. 60 p.

Ferreira E.J.G., Santos G.M. & Jegu M. 1998. Aspectos ecológicos da ictiofauna do rio Mucajá na Ilha Pareado, Roraima, Brasil. *Amazoniana*, 10 (3): 339-352.

Furch K. 1997. Chemistry of várzea and igapó soils and nutrient inventory of their floodplain forest. p. 47-62. In: Junk W.J. (Ed.) *The central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies, 126.

Gaspar da Luz K., Fontes Oliveira E., Petra A.C., Ferreira H., Pavanelli C. & Gomes L. 2004. Fish assemblages in the Upper Paraná River floodplain. In: Agostinho A., Rodrigues L., Gomes L., Thomaz S. & Miranda L. (Eds). *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. Ed. Council.

Goulding M., Carvalho M.L. & Ferreira E.G. 1988. *Rio Negro: Rich life in poor water*. The Hague, SBP Publishing Company.

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

Jackson D.A., Peres-Neto P. & Olden J. 2001. What Controls who is where in freshwater fish communities. The roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*, 58: 157-170.

Jégu M., Queiroz L.J., Camacho Terrazas J., Torrente-Vilara G., Carvajal-Vallejos F.M., Pouilly M. & Zuanon J.A.S. 2012. Catálogo de los peces de la cuenca Iténez ó Guapore (Brasil y Bolivia). p. 113-156. En: Van Damme P.A., Pouilly M., Maldonado M. & Doria C. (Eds.). *Aguas del Iténez o Guaporé: recursos hidrobiológicos de un patrimonio binacional*. Editorial INIA. Cochabamba, Bolivia. 420 p.

Lauzanne L., Loubens G. & Le Guennec B. 1991. Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. *Revue de Hydrobiologie Tropicale*, 24: 61-76.

Lowe-McConnell R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Tropical Biology Series. Cambridge, Cambridge University Press. 382 p.

Maldonado M. & Carvajal F. 2005. La ictiofauna lacustre de la llanura de inundación del río Ichilo (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 17: 15-32.

Maldonado M., Goitia E., Rivero M. & Romero A.M.

2007. Caracterización hidroquímica de ríos amazónicos en tierras bajas de Bolivia. p. 950-956. En: Feyen J., Aguirre L.F. & Moraes M. (Eds.). *Congreso Internacional sobre desarrollo, medio ambiente y recursos naturales: sostenibilidad a múltiples niveles y escalas*. Vol. II. Publicación de la Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

Montes de Oca I. 2004. *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. 1ª Edición. Editora ATENEA. La Paz. Bolivia. 871 p.

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

Pouilly M., Yunoki T., Rosales C. & Torres L. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré floodplain lakes (Bolivia). *Ecology of Freshwater Fish*, 13: 1-14.

- Pouilly M. & Rodríguez M. 2004. Determinism of fish assemblage structure in neotropical floodplain lakes: influence of internal and landscape lake conditions. *RAP Publications*, 17: 243-265.
- Rebolledo P.P. 1993. Evaluación de la diversidad íctica de los ríos Blanco y Negro en la reserva de vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. Tesis presentada para optar el título de Licenciatura en Ciencias Biológicas. U.A.G.R.M. Santa Cruz, Bolivia. 119 p.
- Ribera M.O. 1992. Regiones ecológicas, p. 9-72. En: Marconi M. (Ed). *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. CDC-Bolivia y USAID-Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Rodríguez M. & Lewis W.M. Jr. 1994. Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes. *Oecologia*, 99: 166-180.
- Rodríguez M. & Lewis W. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographs*, 67 (1): 109-128.
- Roche M.A., Fernández C., Jáuregui P., Aliaga A., Salas E., Montano J.L. & Peña J. 1992. Balance Hídrico Superficial de Bolivia. PHICAB-IHH-SENAMHI-UNESCO-ORSTOM-CONAPHI. Bolivia. 29 p.
- Saint-Paul U., Zuanon J., Villacorta Correa M.A., García M., Fabré N.N., Berger U. & Junk W.J. 2000. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-250.
- Sarmiento J. 1998. Apéndice 5. Lista preliminar de los peces del Parque Nacional Noel Kempff Mercado, p. 356-367. En: Killeen R.J. & Schulenberg R.S. (Eds.) *A biological Assesment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Bolivia*. RAP Working Papers 10, Conservacion International, Washington D.C.
- Sioli H. 1984. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: Sioli H. (Ed.) *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basis*. 2ª Edición. Junk Publishers. Dordrech. Netherlands.
- Tejerina-Garro F., Fortin R. & Rodríguez M.A. 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes*, 51: 399-410.
- Tonn W.M., Magnuson J., Rask M. & Toivonen J. 1990. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes. *The American Naturalist*, 136 (3): 345-375.
- Townsend C. & Hildrew A. 1994. Species traits in relation to a habitat templet for river Systems. *Freshwater Biology*, 31: 265-275.
- Van Damme P. & Carvajal F. 2005. Recursos pesqueros y pesca en los ríos Blanco y San Martín: Cuenca del río Iténez. FAUNAGUA. Beni, Bolivia. 32 p.
- Veríssimo S. 1994. Variações na composição da ictiofauna em tres lagoas sazonalmente isoladas, na planicie de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico. In: Suárez Y.R., Petrere M. Jr. & Catella A.C. (Ed.). 2001. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS Brazil). *Fisheries Management and Ecology*, 8: 173-186.

RESÚMENES

La distribución de los peces es influenciada por diferentes tipos de variables bióticas y abióticas que actúan a diferentes escalas espaciales y temporales, las cuales son vistas como una sucesión

de filtros jerárquicos que determinan la composición y estructura de las comunidades de peces. El presente trabajo compara la composición de las comunidades de peces en ríos y lagunas de la cuenca del río Iténez. La riqueza y composición específica, abundancia y biomasa de las principales especies así como variables ambientales se cuantificaron en 40 sitios de pesca representativos de seis subcuencas del río Iténez en Bolivia (Blanco, Machupo, Itonamas, Paraguá, San Martín e Iténez), clasificados por el tipo de agua (turbias o transparentes) y de hábitat (río, bahía y laguna). Un total de 261 especies fueron capturadas, pertenecientes a 8 órdenes y 30 familias. Los Characiformes y Siluriformes dominaron las comunidades ícticas tanto en riqueza como en biomasa. Los resultados sobre la distribución de las especies soportan la idea de que la composición y abundancia de las especies está controlada por factores ambientales. Las diferencias entre aguas turbias y transparentes operan como un primer filtro a nivel de subcuencas. Se encontraron 52 especies exclusivas de los ríos de aguas turbias y 60 exclusivas de los de aguas transparentes. Al contrario, dentro de las subcuencas, las diferencias de composición entre los tipos de hábitat (río, laguna y bahía) no son muy claras. Siguiendo el modelo PTM propuesto por Rodríguez & Lewis (1997), existe una relación entre la transparencia del agua y la abundancia de los órdenes Characiformes y Gymnotiformes, no presentándose para los Siluriformes. Los resultados demuestran que los indicadores clásicos como la riqueza, la abundancia y la biomasa total no reflejan las diferencias de composición observadas.

A distribuição dos peixes é influenciada por diferentes tipos de variáveis bióticas e abióticas que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais, as quais são vistas como urna sucessão de filtros hierárquicos que determinam a composição e estrutura das comunidades de peixes. O presente trabalho compara a composição das comunidades de peixes nos rios e lagos da bacia do rio Iténez*. A riqueza e composição específica, abundância e biomassa das principais espécies assim como as variáveis ambientais foram quantificadas em 40 sítios de pesca representativos de seis subbacias do rio Iténez na Bolívia (Blanco, Machupo, Itonamas, Paraguá, San Martín e Iténez), classificados por tipo de água (águas turvas ou transparentes) e tipo de hábitat (rio, baía e lago). Um total de 261 espécies foram capturadas, pertencentes a 8 ordens e 30 famílias. Os Characiformes e Siluriformes dominaram as comunidades ícticas tanto em riqueza como em biomassa. Os resultados de distribuição das espécies suportam a idéia de que a composição e abundância das espécies são controladas por fatores ambientais. As diferenças entre águas turvas e transparentes atuam como um primeiro filtro no nível das sub-bacias. Identificou-se 52 espécies exclusivas dos rios de águas brancas e 60 exclusivas de rios de águas transparentes. Ao contrário, dentro das sub-bacias as diferenças de composição entre os tipos de hábitat (rio, laguna e baía) não são muito claras. Seguindo o modelo PTM proposto por Rodríguez & Lewis (1997), existe uma relação entre transparência da água e abundância de ordens para os Characiformes e Gymnotiformes. Ao contrário, essa relação não existe para os Siluriformes.

* Iténez é denominado rio Guaporé no Brasil.

Fish distribution is influenced by abiotic and biotic factors playing at different spatial and temporal scales which can be considered as a hierarchical succession of filters that determine the structure and composition of fish communities. The present work compares the composition of fish communities from lakes and rivers of the Iténez* basin. It interprets the differences in relation to the regional factor of water type (inter sub-basin scale) and the local factor of habitat type (intra sub-basin scale). Fish species richness, specific composition, abundance and biomass of the principal species were quantified in 40 fishing locations that represented six sub-basins of the Iténez river in Bolivia: Blanco, Machupo, Itonamas, Paraguá, San Martín and Iténez. Each location was classified according to water type (turbid or transparent waters) and habitat type (lake, river or creek). 261 species were captured, belonging to 8 orders and 30 families. Characiformes and Siluriformes dominated the fish community in richness, abundance and biomass. Species distribution data supported the hypothesis that fish community composition

and species abundance are controlled by environmental factors. Water type operated as a first level filter at the sub-basin scale: 52 species were exclusive of turbid waters and 60 species of transparent waters. Conversely, composition differences between habitat types were not clear. Following the PTM model proposed by Rodríguez & Lewis (1997), a quantitative relation existed between water transparency and Characiformes and Gymnotiformes fishes. However, this relation was not significant for the Siluriformes. Our results demonstrated that classical indicators such as richness, total abundance and biomass were not responsible for these differences, which rather originated from changes in specific abundance and composition.

* The Iténez river is known as Guaporé river in Brasil.

AUTORES

MARC POUILLY

IRD y MNHN Paris, UMR BOREA Paris, Francia; pouilly@ird.fr

JIMENA CAMACHO

ULRA, UMSS Cochabamba, Bolivia.