

Nota

Riqueza y abundancia de peces en dos lagunas de los Andes tropicales

Species richness and abundance of fishes in two lagoons of the Tropical Andes

Guido Miranda-Chumacero^{1*} & Soraya Barrera M.²

¹Unidad de Limnología – Instituto de Ecología. Casilla 10077. La Paz, Bolivia.

E-mail: guidomirandac@yahoo.com *Autor de correspondencia

²Departamento de Peces - Colección Boliviana de Fauna. Casilla 10077. La Paz, Bolivia

E-mail: sbarrera@ceibo.entelnet.bo

Introducción

Se ha realizado la determinación de la riqueza y abundancia íctica en las lagunas Chalalán y Santa Rosa, dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, componente del “hot spot” Andes tropicales (Meyers et al. 2000). Estas lagunas se constituyen en los sistemas lacustres más importantes del área protegida y se ubican en el margen suroeste del río Tuichi. Ambas lagunas se encuentran en el corazón del área protegida que alberga la mayor biodiversidad de Bolivia, pero ningún trabajo científico sobre la ictiofauna ha sido desarrollado en éstas. Los únicos trabajos conocidos en una zona próxima fueron realizados por Pearson (1924) con un relevamiento de la ictiofauna de la cuenca del río Beni, por el programa BIOCAB (convenio UMSA-IRD), orientados a la ecoregionalización (M. Pouilly, com. pers. 1997) y recientemente por Sarmiento & Barrera (datos no publicados). Estos trabajos han sido realizados en sistemas fluviales sin tomar en cuenta los sistemas lacustres, por lo cual los objetivos del presente trabajo fueron: 1) aportar al conocimiento de la ictiofauna de las lagunas Chalalán y Santa Rosa, como un aporte al conocimiento de la ictiofauna de sistemas lacustres de la cuenca del río Beni en Bolivia; 2) determinar comparativamente, la estructuración de las comunidades de peces en cada laguna, adicionando información sobre la talla y peso de los peces.

Zona de Estudio

El estudio se realizó en las lagunas Chalalán y Santa Rosa que forman parte del sistema hidrográfico de la cuenca del río Tuichi (Figura 1). El origen de estas lagunas no es conocido, aunque lo más probable es que sean de origen freático y pluvial. La laguna Chalalán está ubicada a 14°25'30" de latitud Sur y 67°55'15" de longitud Oeste a una altitud de 340 m. Presenta una superficie aproximada de 120 ha. Tiene forma ovalada alargada, de tamaño mediano con una profundidad máxima de 6.40 m. La coloración de sus aguas es cristalino-verdosa y la pendiente de sus orillas varía entre los 30 a 70°. Esta laguna forma parte del “Albergue ecológico Chalalán”, iniciativa de ecoturismo a cargo de accionistas comunitarios de San José de Uchupiamonas. La laguna Santa Rosa también se encuentra entre los 14°28'15" de latitud Sur y los 67°52'30" de longitud Oeste a una altitud de 330 m. Tiene una superficie de aproximadamente 1.370 ha y

presenta una profundidad máxima de 7.90 m. La coloración de sus aguas es cristalino-verdosa y tiene pendientes en sus orillas entre 30 a 60°. A orillas de esta laguna opera la empresa privada de ecoturismo "TAWA", con sede en la ciudad de La Paz.

Ambas lagunas se caracterizan por presentar un sustrato rocoso limoso, la vegetación circundante está compuesta desde vegetación acuática flotante y sumergida, pasando por gramíneas hasta árboles de más de 10 m de altura.

Existe una diferencia altitudinal de 10 m entre ambas lagunas. La diferencia altitudinal entre la laguna Chalalán y el río Tuichi es de aproximadamente 20 m, mientras que para la laguna Santa Rosa es de un poco más de 10 m. La distancia al río Tuichi, a través de los cursos de los arroyos de desagüe, para la laguna Chalalán es de aproximadamente 2 km, mientras que para la de Santa Rosa es de aproximadamente 3.5 km. La distancia entre ambas lagunas es de aproximadamente 6 km en línea recta, mientras que siguiendo el curso del río Tuichi la distancia entre los arroyos de desagüe es alrededor de 15 km.

Métodos

Los muestreos se realizaron entre el 20 de julio y el 6 de agosto de 2000. En la laguna Chalalán se emplearon seis días y en la de Santa Rosa ocho.

Estimación de la abundancia

Se utilizaron redes agalleras de 25 m de longitud y 2.5 m de altura con una superficie total de 62.5 m² de pesca por red, con variaciones de +/- 0.5 m². Se contó con una batería de diferentes aberturas de malla: 15, 20, 30, 40, 50, 70, 80, 90 y 110 mm de nudo a nudo y fueron colocadas perpendicularmente a la orilla de la laguna, sujetadas por un extremo a una rama o tronco de la vegetación circundante y por el otro extremo con un

peso y un flotador para mantenerla extendida por debajo de la superficie del agua. Con el fin de cubrir el mayor tipo de hábitats en cada laguna, se establecieron en la laguna Chalalán dos series de posiciones de muestreo (la primera posición se encontraba hacia el noroeste y la segunda en la parte sudeste de la laguna) en que se colocó la batería completa de redes, abarcando la totalidad de la orilla de la laguna. En tanto que en la laguna Santa Rosa se establecieron cuatro posiciones de muestreo, para abarcar la longitud total de su orilla (Fig. 1). Cada red permaneció armada un periodo de cuatro horas en la mañana y cuatro en la noche por posición en cada laguna. Cada posición se mantuvo durante tres días en Chalalán y dos días en Santa Rosa. Con esta batería se capturaron peces de diferentes tamaños y se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación de abundancia de cada especie de acuerdo a las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (Lauzanne et al. 1985, Lauzanne & Robles 1986), método que se utilizó para uniformizar los datos de manera que sean comparables (Cowx 1991), de acuerdo a la siguiente relación:

$$CPUE = \frac{\text{Número individuos malla}}{\text{Tiempo (h)}}$$

Para determinar la diferencia entre las abundancias de las especies presentes en ambas lagunas se empleó la prueba *Chi-cuadrado*.

Comparación de las estructuras y abundancias de las especies en cada laguna

Para comparar la estructura de las especies y su abundancia en cada laguna se utilizaron curvas de abundancia relativa, es decir el ordenamiento de las proporciones de las especies en cada laguna. Se tomó el número de individuos estimados por CPUE de cada especie (n_i), dividido entre el número total de individuos

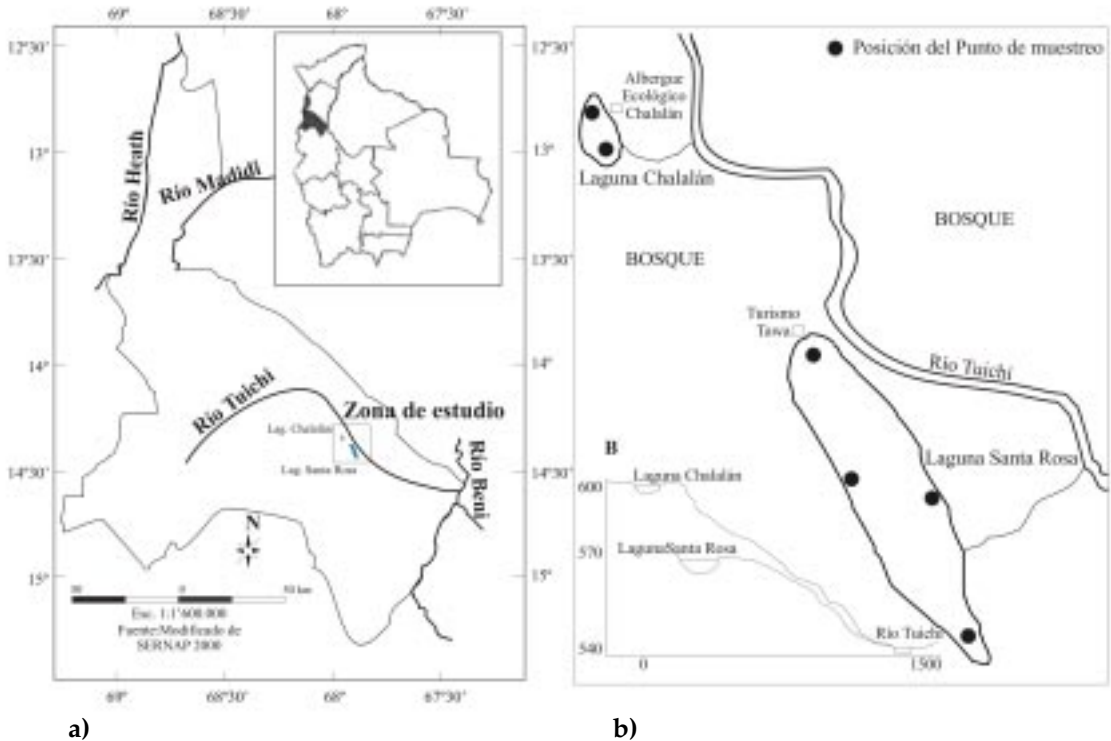


Fig. 1: Zona de estudio en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Cada punto de muestreo representa el armado de 9 redes de 25 m. En la figura B se indica la diferencia altitudinal y de distancia entre las lagunas y el río Tuichi.

(N), obteniendo su proporción (p_i), expresada como logaritmo ($\log p_i$).

Riqueza de especies

Para la determinación de la riqueza de especies, además de las redes agalleras, se colocó en el centro de cada laguna, una red agallera de 36 m de largo con diferentes aberturas de malla de 26 a 60 mm, con el fin de determinar las especies que se encuentran en la zona pelágica. Esta es una red cualitativa por lo que no fue considerada en los análisis de abundancia. Para capturar las especies más pequeñas que generalmente se encuentran próximas a la orilla se usaron redes de arrastre de una longitud de

3 por 1,5 m de ancho con abertura de 5 mm, que permitió la pesca cualitativa de especies de diferentes tallas. Con este método se ha obtenido la cobertura de diferentes hábitats, principalmente en la zona litoral. En total se efectuaron dos puntos de arrastre en Chalalán y cuatro en Santa Rosa (Figura 1). Complementariamente, para la captura de especies grandes se lanzaron lineadas (extensión de una línea de monofilamento armada a un anzuelo) durante tres horas por día desde diferentes puntos de la orilla y desde una embarcación. Para la determinación taxonómica del material coleccionado se utilizaron claves de identificación y descripciones originales de diferentes autores

(Pearson 1924, Kullander 1974, Mess 1974, Meneses 1969, Lauzanne & Loubens 1985, Mago-leccia 1994, Gery 1997).

En todos los casos, los peces capturados fueron preservados en formaldehído al 4% para ser trasladadas a alcohol al 75% para su conservación definitiva y ser depositados en la Colección Boliviana de Fauna (CBF) en La Paz.

Similitud de la composición de especies entre lagunas

Para determinar la similitud o disimilitud de la diversidad de especies en cada laguna, se empleó el Coeficiente Comunitario (CC):

$$CC = \frac{2c}{a+b}$$

donde a es el número de especies presentes en el sitio A (laguna Chalalán), b el número de especies en el sitio B (laguna Santa Rosa) y c es el número de especies comunes a ambas lagunas. El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno 2001).

Estimación de la estructura de las lagunas

Para determinar la estructura posible en ambas lagunas, se empleó el modelo no paramétrico *Chao 1*, que es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno 2001):

$$Chao1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

donde S es el número de especies en la muestra de la laguna, a es el número de especies que están representadas sólo por un único individuo

en la muestra de la laguna y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra de la laguna.

El resultado de este método es una cifra que representa el número de especies probables existentes en cada laguna, de acuerdo a los datos de las especies raras registradas.

Peso y talla

Para determinar la variación del peso y la talla de una misma especie en ambas lagunas, cada individuo capturado fue pesado mediante una balanza con precisión de 0.1g y medido con un calibrador con 0.02 mm de precisión.

Resultados

En la laguna Chalalán se identificaron 17 especies agrupadas en nueve familias y tres órdenes. La familia Characidae es la que presenta mayor cantidad de especies ($n=7$), seguida por las familias Cichlidae y Loricariidae con dos especies cada una. Por su lado en Santa Rosa, se identificaron también 17 especies agrupadas en nueve familias y cinco órdenes. La familia Characidae fue la que mayor número de especies presentó ($n=8$), seguida por la familia Cichlidae ($n=2$).

En la laguna Chalalán se capturaron peces sólo en mallas menores o iguales a 40 mm de abertura. En la laguna Santa Rosa las capturas sólo se dieron en mallas menores o iguales a 50 mm de abertura. De forma excepcional, en la laguna Chalalán se capturó un solo individuo de *Prochilodus labeo* en la malla de 40 mm y en la laguna Santa Rosa se capturó una raya (*Potamotrygon motoro*: Potamotrygonidae en la malla de 90 mm, que había quedado enredada por sus aguijones. Tanto en la laguna Chalalán como en la laguna Santa Rosa se observa que el mayor número de capturas se dio con las mallas de 20 mm y 30 mm. Mediante la red de arrastre se pudieron capturar especies de tamaño reducido que no se obtuvieron con las redes agalleras (como *Hyphessobrycon iheringi*). Con

Tabla 1: Captura por unidad de esfuerzo (CPUE= Ind./50m² de red/día), abundancia relativa y tallas de los individuos para cada especie registrada en las lagunas Chalalán y Santa Rosa. Se señala con (*) las especies que fueron registradas sólo por un individuo y/ o por otro método distinto al de las redes agalleras. Abreviaciones: n = Número de individuos capturados; Mín = Talla mínima registrada (mm); X = Promedio de las tallas registradas; Máx = Talla máxima registrada (mm); SD = Desviación estándar de las tallas registradas.

Especie	Chalalán						Santa Rosa							
	Abundancia			Talla			Abundancia			Talla				
	CPUE	%	n	Mín	X	Máx	SD	CPUE	%	n	Mín	X	Máx	SD
<i>Acestrorhynchus altus</i>	6.85	7.65	12	161	203	255	34	11.96	9.16	10	144	179	241	40
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	1.21	1.35	3	126	166	244	68	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astyanax bimaculatus</i>	2.98	3.33	8	50	70	97	17	6.35	4.86	17	65	75	84	13
<i>Astyanax</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	7.63	5.84	5	31	37	45	5
<i>Brachycaelinus copei</i>	-	-	-	-	-	-	-	4.96	3.8	2	50	54	57	5
<i>Cichlasoma boliviense</i>	11.35	12.7	21	46	70	103	15	6.91	5.29	12	22	62	103	29
<i>Crenicichla boliviense*</i>	-	-	1	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crenicichla</i> sp.	3.08	3.44	5	52	94	142	37	5.31	4.07	7	89	106	136	20
<i>Eigenmannia virescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.55	5.01	2	219	227	234	11
<i>Hoplias malabaricus</i>	8.41	9.39	5	238	284	310	28	4.19	3.21	8	218	256	304	31
<i>Hyphessobrycon iheringi*</i>	-	-	30	24	29	38	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus bolivianus</i>	3.32	3.71	3	154	185	212	29	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leporinus cf. friderici</i>	13.77	15.4	5	185	195	208	9	14.52	11.12	14	94	147	210	37
<i>Loricariichthys cf. maculatus</i>	3.8	4.25	1	-	230	-	-	5.77	4.42	6	126	152	220	35
<i>Moenkhausia dichoura</i>	4.21	4.71	2	80	82	84	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moenkhausia sanctaeflorenae*</i>	-	-	1	-	41	-	-	-	-	1	-	35	-	-
<i>Paraquayipterus galeatus</i>	14.5	16.2	11	93	114	128	14	7.35	5.63	4	96	108	120	10
<i>Potamorhynchus motoro*</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	360	-	-
<i>Prochilodus laevis*</i>	-	-	1	-	405	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamdia quelen</i>	7.3	8.16	3	155	245	334	89	-	-	-	-	-	-	-
<i>Roeboides affinis</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.37	7.18	8	65	67	69	1
<i>Serrasalminus spilopleura</i>	-	-	-	-	-	-	-	13.67	10.47	10	53	125	170	44
<i>Steindachnerina cf. argentea</i>	2.11	2.35	1	-	94	-	-	12.44	9.53	9	70	79	88	8
<i>Triplotheus angulatus</i>	6.62	7.4	8	104	136	151	18	13.6	10.41	22	88	118	151	16

la red central en Chalalán se capturaron solamente individuos de las especies de talla grande (190 a 280 mm de LS) como *Hoplias malabaricus*, *Acestrorhynchus altus* y *Leporinus friderici* y en la laguna de Santa Rosa se capturaron principalmente *Serrasalmus spilopleura* y *Leporinus friderici* (Tabla 1).

Abundancia y estructuración de las especies en cada laguna

Mediante el método de Capturas Por Unidad de Esfuerzo, se determinó que *Parauchenipterus galeatus*, que es la especie más abundante en la laguna Chalalán (16.2 %), pasa a ser la octava especie en orden de abundancia en Santa Rosa. Por el contrario, *Leporinus cf. friderici* que es la segunda especie en abundancia en la laguna Chalalán (15.39 %) pasa a ser la más abundante en Santa Rosa (11.12 %), aunque su abundancia relativa en Chalalán es mayor a la de Santa Rosa. *Cichlasoma boliviense* pasa de ser la tercera especie más abundante en Chalalán a ser la novena en Santa Rosa. Un cambio mucho más marcado es el de *Hoplias malabaricus*, especie muy abundante en Chalalán (9.39%) que pasa a ser la menos abundante en Santa Rosa (3.21%). Por el contrario *Tripottheus angulatus* que es relativamente abundante (séptima en abundancia) es la tercera más abundante en Santa Rosa, con una notoria diferencia en cuanto a su abundancia relativa. La especie menos abundante en Chalalán es *Acestrorhynchus falcatus* con un 1.35 % (Tabla 1). En Santa Rosa, la segunda especie más abundante es *Serrasalmus spilopleura* con 10.47 %, mientras que la especie menos abundante es *Hoplias malabaricus* con 3.21 %. Es necesario hacer notar que en los cálculos de CPUE, los individuos de las especies *Prochilodus labeo* y *Potamotrygon motoro* no son considerados por las siguientes razones: *P. labeo* fue registrada sólo por un individuo en todo el tiempo de muestreo en la laguna y por su carácter

migratorio podría asumirse que es un visitante ocasional y accidental de la laguna, por lo que realizar una estimación de su abundancia en la laguna sería irreal; con respecto a *P. motoro* no puede ser considerada, ya que el método empleado para la determinación de la abundancia relativa (redes agalleras) no es el apropiado para la captura de rayas, por lo tanto, al igual que con *P. labeo*, la estimación de su abundancia no reflejaría la abundancia real de esta especie en la laguna de Santa Rosa.

En cuanto a la abundancia de las especies comunes se pudo determinar, por la prueba *Chi cuadrado*, que existe una diferencia significativa entre ambas lagunas ($p < 0.001$, $X^2 = 67.05$ con $gl = 9$).

En la figura 2, se puede observar que la diferencia entre especies en cuanto a las abundancias en la laguna Chalalán es mucho mayor que en la de Santa Rosa.

Similitud de la composición de especies entre lagunas

La similitud en la composición de especies entre las lagunas, de acuerdo al coeficiente comunitario, se encuentra cercana al 60 % ($CC = 0.59$).

Estimación de la estructura de las especies en ambas lagunas

Mediante el índice de *Chao1*, en la laguna Chalalán se pudo estimar 29.5 especies probables, en base a su estructura de especies observada. Mientras que en la laguna Santa Rosa se estima un total de 21 especies. Esta diferencia no está relacionada con la superficie de las lagunas, puesto que se esperaría un mayor número de especies en la laguna Santa Rosa que posee 1.370 ha de superficie frente a la de Chalalán con 120 ha.



Fig. 2: Curvas de rango-abundancia de las especies registradas en las lagunas Chalalán (□) y Santa Rosa (■). P_i = número de individuos especie/ número total de individuos de todas las especies.

Tallas y pesos

Los individuos de todas las especies registradas en Chalalán son más grandes que en Santa Rosa, aunque sólo en *Leporinus friderici* y *Triportheus angulatus* la diferencia es significativa ($p < 0.05$). En cuanto al peso ocurre exactamente lo contrario, todas las especies en Santa Rosa poseen mayor peso, siendo esta diferencia significativa sólo para *Leporinus friderici*, *Triportheus angulatus* y *Parauchenipterus galeatus* (Tabla 2). Esta tendencia se confirma con la relación peso-talla, donde se observa que para una misma talla, en general los peces en la laguna Santa Rosa son más pesados que en la laguna Chalalán (figura 3).

Discusión

En recientes trabajos sobre la ictiofauna en lagunas de Suramérica se ha determinado que existe cierta tendencia a incrementarse el número de especies según la superficie del espejo de agua de la laguna y su profundidad (Rodríguez & Lewis 1997). En un trabajo reciente, Pouilly *et al.* (datos no publicados) registraron en ocho lagunas de la planicie de inundación del río Mamoré desde 70 especies en una laguna de 280 ha hasta 99 especies en una laguna de 670 ha. Este patrón ha sido ampliamente estudiado desde la postulación de la teoría de la biogeografía de islas (MacArthur & Wilson 1967, Rodríguez & Lewis

Tabla 2: Resultados del análisis de varianza (prueba t) entre lagunas para la longitud estándar y el peso de los individuos de algunas especies registradas (*= significativa a <0.05).

Especie	Código	Longitud Estándar			Peso		
		t	df	p	t	df	p
<i>Acestrorhynchus altus</i>	ACEALT	1.474	17.8	0.158	1.477	19	0.156
<i>Astyanax bimaculatus</i>	ASTBIM	-1.511	12.7	0.155	-1.337	15.6	0.2
<i>Cichlasoma boliviense</i>	CICBOL	0.98	14.4	0.343	0.186	16.6	0.855
<i>Crenicichla</i> sp.	CRESP	-0.661	5.7	0.535	-0.603	7.6	0.564
<i>Hoplias malabaricus</i>	HOPMAL	1.684	9.2	0.126	1.357	8.9	0.208
<i>Leporinus</i> cf. <i>friderici</i>	LEPFRI	4.508	16.1	0.000*	4.521	17	0.000*
<i>Parauquenipterus galeatus</i>	PARGAL	0.912	7.9	0.389	2.47	12.2	0.029*
<i>Triportheus angulatus</i>	TRIANG	2.163	8.7	0.050*	2.535	8	0.035*

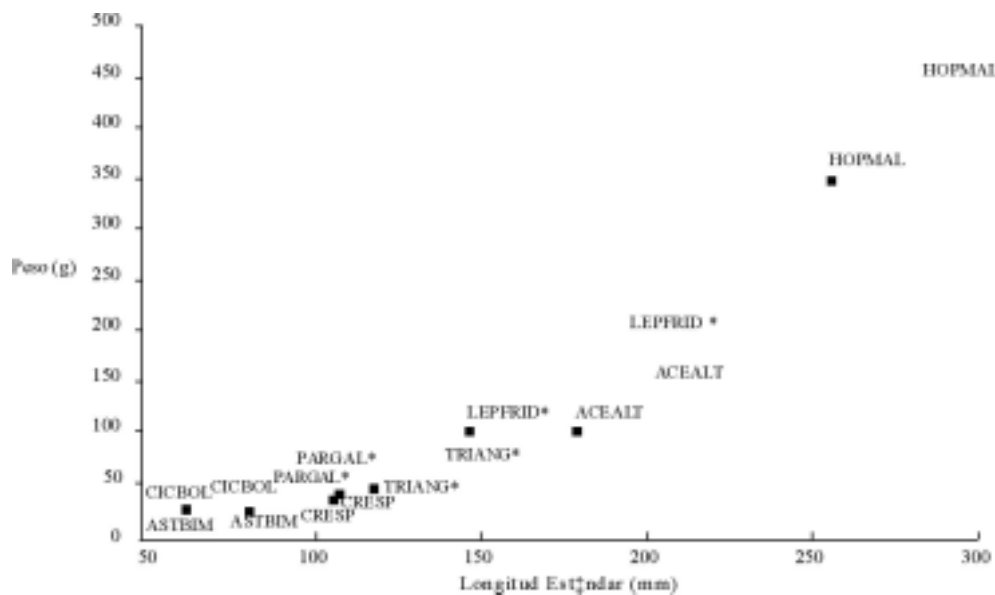


Fig. 3: Relación de la longitud estándar con el Peso (promedios) para las especies de peces comunes entre las lagunas Chalalán (□) y Santa Rosa (■). Se marcan con (*) la especies que tienen diferencia significativa ($p < 0.05$) para el peso y/o talla comparando los individuos de las mismas especies en las dos lagunas. Ver tabla 2 para las abreviaturas.

1997) y de acuerdo con estos trabajos cabría esperar que en la laguna Santa Rosa, casi once veces más grande, existiera una mayor cantidad de especies que en la de Chalalán. Esto no se evidenció ya que ambas poseen el mismo número de especies, aunque sean distintas. Al parecer, en cuanto a la relación superficie-especies en estas lagunas no se cumpliría una de las leyes más fuertes de la biogeografía.

Respecto a la similitud en la composición de especies, mediante el coeficiente comunitario se determinó que ambas lagunas son similares en un 60%. Esto puede estar en relación a que ambas lagunas comparten una misma fuente de especies, el río Tuichi, del cual no se conoce su ictiofauna en la zona de las lagunas, por tanto no es posible hacer alguna comparación precisa. Esta similitud podría apoyar a lo aseverado anteriormente, ya que al ser lagunas de distinta superficie podría esperarse una mayor diferencia. Otro aspecto que podría determinar cambios en la composición de las especies es la disponibilidad de microhábitats, pero en ambas algunas la vegetación circundante, transparencia, tipo de sustrato y temperatura son similares (características solamente observadas, pero no medidas). La influencia de la disponibilidad de microhábitats (tomando en cuenta las características fisicoquímicas y geomorfológicas) en cada laguna sobre la diferenciación en la composición de las especies en cada laguna podría constituirse en un tema de investigación.

Por otro lado, la presencia abundante de las pirañas (*Serrasalmus spilopleura*) en Santa Rosa podría jugar algún rol determinante en la diversidad y estructuración de las comunidades de peces, debido a sus hábitos agresivos y depredadores (Schlosser 1987), Robinson & Tonn 1989, Rahel & Hubert 1991). Tanto en la laguna Chalalán como en la de Santa Rosa existen poblaciones de lagartos (*Caiman yacare*) que sin duda ejercen una fuerte presión sobre las poblaciones de peces, aunque queda por

determinar -en base a abundancia y hábitos alimenticios en cada una- el verdadero efecto sobre la estructuración de las comunidades de peces (Robinson & Tonn 1989, Rodríguez & Lewis 1994, 1997).

Pearson en 1924 realizó un estudio completo de la cuenca del río Beni entre un rango altitudinal comprendido entre 150 y 1.070 m, registrando un total de 155 especies. Entre 150 y 450 m se encuentra la mayor parte de las especies (61%) mostrando una marcada reducción a partir de esta altura, a partir de la cual sólo se registra el 25% (Pearson 1924). Las lagunas Chalalán y Santa Rosa se encuentran entre 330 y 340 m de altura, próximos al límite de distribución altitudinal de la mayoría de las especies de la zona registradas por Pearson (Pearson 1924, Sarmiento & Barrera 1997). Es posible que al margen de la presencia de determinadas especies piscívoras en las lagunas, la estructuración de las comunidades de peces dependa también de la distribución altitudinal de cada especie. Mediante el índice de *Chao1* se pudo estimar un máximo de 30 especies posibles en la zona, lo cual correspondería a la riqueza probable esperada, de acuerdo a la distribución geográfica determinada por Pearson (1924) y Sarmiento & Barrera (1997). En resumen, podría suponerse en este rango altitudinal que aunque el tamaño de las lagunas aumente, el número de especies no aumentaría, porque estaría limitada por dos factores: 1) la presencia o ausencia de determinadas especies, especialmente las piscívoras (ícticas u otras) (Robinson & Tonn 1989) y 2) por el límite natural de distribución altitudinal de cada especie (Sarmiento & Barrera 1997).

Para entender esta situación particular es necesario un mayor conocimiento del funcionamiento ecológico de las lagunas y de la distribución de las especies de peces que habitan la cuenca del río Beni. Este patrón es muy localizado y no se pretende realizar una generalización a todas las lagunas de la Amazonía. Lamentablemente en la zona en la

que se encuentran estas lagunas no existen otras con las que se pueda realizar una mayor aproximación, pero la idea de una estructuración determinada por las especies que colonizan la laguna y su distribución altitudinal -más que por el espacio (acompañado de la suma de sus recursos) que puede brindar la laguna- es un campo en el que se puede trabajar en las innumerables lagunas cercanas a los ríos Beni, Mamoré e Iténez. Pouilly & Rodríguez (2004) han determinado que la estructuración del ensamble de peces de ocho lagunas cercanas al río Mamoré depende tanto de las características ambientales (incluida la proximidad al río), como de la presencia de algunas especies de peces. También en ese trabajo se menciona que la variación espacial es más fuerte que la temporal en las lagunas cercanas al río Mamoré.

Un aspecto por considerar es que existen especies que pueden hacer uso de los cuerpos de agua por periodos de tiempo determinados (p.e. época seca o húmeda), las cuales con su arribo cambian la estructuración de la comunidad, este cambio sobre la estructuración dinámica de las comunidades de peces también debe ser estudiado y complementado con un mayor esfuerzo a lo largo de los ciclos hídricos. Estos cambios pueden estar asociados a las diferencias en peso y tallas registradas algunas especies (*Leporinus cf. friderici*, *Triportheus angulatus* y *Parauchenipterus galeatus*), ya que éstas son consideradas migratorias (Meschiatti et al. 2000), a excepción de *Parauchenipterus galeatus* de la cual no se sabe si migra. Si estas especies migraran, podrían utilizar estos cuerpos de agua para la reproducción, pero para aseverar esto sería necesaria una comparación con las poblaciones del río Tuichi. Pese a esto se considera generalmente que los ensambles de peces en lagunas, que están relativamente apartadas del cauce principal, son más estables y constantes en el tiempo que aquellas que se encuentran cercanas al cauce principal del río y sometidas a períodos de inundación (Rodríguez & Lewis 1994, 1997,

Hoeninghaus et al. 2003). Por la diferencia altitudinal y de distancia al río Tuichi, éste al parecer, sería el caso de las lagunas Chalalán y Santa Rosa que podrían poseer un ensamble relativamente constante a lo largo de los ciclos hídricos.

Agradecimientos

A Conservación Internacional (Proyecto BIRD-USAID), patrocinadores del presente estudio; al director del Parque Nacional y ANMI Madidi el Ing. Ciro Oliver; al albergue ecológico Chalalán; al Sr. Pierre Vernay, propietario de Santa Rosa-Turismo Tawa por su colaboración facilitando el hospedaje y alimentación en Santa Rosa; a la Colección Boliviana de Fauna (CBF) por el equipo brindado y uso de las referencias bibliográficas y colecciones científicas; a los pobladores de ambas lagunas por la valiosa información compartida. Agradecemos particularmente a las personas que participaron del estudio: Luis Arteaga, ayudante de investigación CBF; Nivardo Salas, motorista y guía; Rómulo Macuapa, ayudante de la embarcación y pesca; Radamir González, guarda parque del Parque Nacional y ANMI Madidi. Un especial agradecimiento a Frabrice Duponchelle, Lilian Painter y Marc Pouilly por sus valiosas sugerencias en la revisión del manuscrito.

Referencias

- Cowx, I.G. (ed.) 1991. Catch effort sampling strategies: their application in freshwater fisheries management. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford, 415 p.
- Hoeninghaus, D.J., C.A. Layman, D.A. Arrington & K.O. Winemiller. 2003. Spatiotemporal variation in fish assemblage structure in tropical floodplain creeks. *Environmental Biology of Fishes* 67: 379-387.

- Gery, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Pub. Neptune City, 672 p.
- Kullander, S. 1974. Cichlid fishes of Amazon river drainage of Peru. Department of Vertebrate Zoology, Research Division, Swedish Museum of Natural History. 394 p.
- Lauzanne, L. & G. Loubens. 1985. Peces del Río Mamoré. ORSTOM-CORDEBENI-UTB. Edition de l'ORSTOM, Paris. 116 p.
- Lauzanne, L. & E. Robles. 1986. Resultados de pesca de las redes de mallas pequeñas del convenio piscícola de Trinidad, Bolivia. ORSTOM-CORDEBENI. Trinidad, 25 p.
- Lauzanne, L., I. Cantrelle & E. Robles. 1985. Algunos resultados de pesca de las redes experimentales empleadas por el convenio piscícola de Trinidad, Bolivia. Informe N° 3. ORSTOM-CORDEBENI-UTB, Trinidad. 26 p.
- MacArthur, R. H. & E. O. Wilson. 1967. The Theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ. 203 p.
- Mago-Leccia, F. 1994. Electric fishes of the continental waters of America. Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI), Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Vol. 29: 111-206.
- Meneses, N. A. 1969. Systematics and evolution of the tribe Acestrorhynchini (Pisces, Characidae). Arq. Zool. S. Paulo. 18 (1-2): 1-150.
- Meschiatti, A. J., M. S. Arcifa. & N. Fenerich-Verani. 2000. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. Environ. Biol. Fishes, 58: 133-143.
- Mess, G.F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). Zool. Verhand. 132:1-256.
- Meyers, N., R. Mittermeier, C. Mittermeier, G. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853 - 858.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis. SEA Vol. 1. CIB-UAEH, Hidalgo, México. D.F. 83 p.
- Pearson, N. E. 1924. The fishes of the eastern slope of the Andes. I. The fishes of the rio Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford Expedition. Indiana University Studies XI (64): 1-83.
- Pouilly, M. & M. Rodríguez. 2004. Determinism of fish assemblage structure in neotropical floodplain lakes: influence of internal and landscape lake conditions. Pp. 243-265. En: Welcomme, R. & T. Petr (eds.). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries (LARS2). Volume II. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Rahel, F. & W. Hubert. 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain-Great Plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. Transaction of the American Fisheries Society 120:319-332.
- Robinson, C. & W. Tonn. 1989. Influence of environmental factors and piscivory in structuring fish assemblages of small Alberta lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 81-89.
- Rodríguez, M.A. & W.M. Lewis. 1994. Regulation and stability in fish assemblages of Neotropical floodplain lakes. Oecologia 99: 166-180.
- Rodríguez, M.A. & W.M. Lewis. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. Ecol. Monographs 67: 109-128.

Sarmiento, J. & S. Barrera. 1997. Observaciones preliminares sobre la ictiofauna de la vertiente oriental andina de Bolivia. *Rev. Bol. de Ecol.* 2: 77-99.

Schlosser, I. J. 1987. The role of predation in age and size related habitat use by stream fishes. *Ecology* 68: 651-659.

Nota recibida en: Septiembre de 2003.

Manejada por: Lilian Painter

Aceptada en: Junio de 2005.