

Estado poblacional del platincho (*Oligosarcus schindleri*) después de un evento de mortandad masiva en la laguna Alalay (Cochabamba, Bolivia)

Population status of platincho (*Oligosarcus schindleri*) after a massive mortality event in Alalay Lake (Cochabamba, Bolivia)

NOTA/NOTE

Matías CAREAGA^{1,2*}, Sophia BARRÓN², Miriam OCHOA¹, Claudia CRUZ¹, Mabel MALDONADO¹, Fernando M. CARVAJAL-VALLEJOS^{1,2}

¹ Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Calle Sucre y Parque la Torre s/n. Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

² Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny, Av. Potosí #1458, zona Queru Queru, Cochabamba, Estado Plurinacional de Bolivia

*Autor para la correspondencia: careaga.mat@gmail.com

Citación/ Citation: Careaga M., Barrón S., Ochoa M., Cruz C., Maldonado M., Carvajal-Vallejos F.M. (2020). Estado poblacional del platincho (*Oligosarcus schindleri*) después de un evento de mortandad masiva en la laguna Alalay (Cochabamba, Bolivia). *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*, 1 (1): 81-91

Recibido/Received: 26 de Marzo 2018/26 March 2018

Aceptado/Accepted: 1 de Agosto 2019/1 August 2019

Publicado/Published: Junio/ June 2020

Copyright: © Editorial INIA

Acceso abierto/Open access article.



RESUMEN

Oligosarcus schindleri (platincho), especie endémica y amenazada de Bolivia, requiere acciones de conservación urgentes. En 2016, la hipereutrofización de la laguna Alalay (Cochabamba), uno de los pocos ambientes donde está presente la especie, produjo una mortandad masiva de platinchos. Debido a ello, se evaluó el estado poblacional observando una remanencia de adultos, dominado por hembras, con elevado factor de condición y dieta condicionada por ítems disponibles. La población declinó y se encuentra en peligro de extinción como resultado del agravamiento de las condiciones ambientales. La restauración de la laguna Alalay es imprescindible para garantizar la conservación de la especie.

Palabras clave: Characidae, conservación, especie endémica, lagunas urbanas, Andes, cianobacterias.

ABSTRACT

Oligosarcus schindleri (platincho), an endemic and threatened fish species of Bolivia, requires urgent conservation actions. In 2016, the hyper-eutrophication of Alalay Lake (Cochabamba), one of the few environments where the species is still present, produced a massive

death of platinchos. We assessed its population status observing a remnant of adults dominated by females, with a high condition factor and a diet conditioned by available items. The population declined and is endangered, due to deterioration of environmental conditions. The restoration of the Alalay Lake is essential to ensure the conservation of the species.

Keywords: Characidae, conservation, endemic species, Andes, urban lakes, algal bloom

INTRODUCCIÓN

Oligosarcus schindleri Menezes & Géry 1983 (Characiformes, Characidae), conocido comúnmente como platincho, es un pez endémico de Bolivia y una especie emblemática del valle central de Cochabamba (Fig. 1) (Carvajal-Vallejos 2015). Su distribución se restringe a la parte alta del sistema de río Grande (subcuenca del río Mamoré - Madera, cuenca del Amazonas) (Carvajal-Vallejos 2015). La localidad tipo es un tributario cercano a San Francisco de Chipiriri (Menezes & Géry 1983; Reis *et al.* 2003), área donde la especie no ha sido capturada nuevamente y se sospecha de un error en el registro de la localidad. Las capturas de *O. schindleri* en la cuenca del río Grande se restringen a las lagunas Alalay, Cotapachi (ahora en proceso de desecación), Parko Khocha, Acero Khocha y al embalse de la Angostura, todos ambientes vulnerables a la contaminación y a las sequías en el Departamento de Cochabamba (Menezes & Géry 1983, Carvajal-Vallejos 2015). La distribución de esta especie se solapa con otras dos especies nativas (*Trichomycterus tiraquae* y *Astyanax lineatus*) y tres introducidas (*Cyprinus carpio*, *Gambusia affinis* y *Odontesthes bonariensis*).

FIGURA 1. Ejemplar de platincho (*Oligosarcus schindleri*) capturado en la Laguna Alalay en 2006 y depositado en la Colección Ictiológica UMSS-MHNC en Cochabamba, Bolivia. La barra horizontal blanca representa 1 cm (Foto: F.M. Carvajal-Vallejos).



O. schindleri es una especie pequeña (130 mm de longitud estándar, LE), que se alimenta predominantemente de microcrustáceos acuáticos; se reproduce durante la época lluviosa (octubre-marzo). Alcanza la madurez sexual a 58 mm LE en machos y 37 mm LE en hembras (Carvajal-Vallejos *et al.* 2009 a,b).

El tamaño poblacional de esta especie es desconocido, las capturas son escasas y su abundancia probablemente baja (Van Damme *et al.* 2009). Actualmente es objeto de pesca en las lagunas Parko Khocha y Acero Khocha (Municipio de Vacas), donde se ha prohibido el uso de redes agalleras de diámetro (rombo) menor a 18 mm. En la laguna Alalay se ha determinado la prohibición absoluta de pesca. Estas medidas se han adoptado pues se sospecha que las poblaciones están disminuyendo (Carvajal *et al.* 2016).

O. schindleri está catalogada como Vulnerable (VU) en el Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia (Van Damme *et al.* 2009) y En Peligro (EN) en la IUCN (Carvajal-Vallejos *et al.* 2016). Esta categorización se debe a su distribución restringida y a las diferentes amenazas a las cuales está sometida, como ser la contaminación, la degradación de su hábitat y la pesca selectiva por la protección de especies introducidas.

Actualmente, *O. schindleri* no es un componente notable en las pesquerías andinas, pero en épocas prehispánicas fue una fuente de proteínas importante (Céspedes 1983).

La laguna Alalay es un refugio protegido para *O. schindleri*, además de ser una reserva de biodiversidad ornitológica y una notable área recreacional y paisajística de la ciudad de Cochabamba (Van Damme *et al.* 1998). Es un sistema semi-artificial, urbano y eutrófico que ha estado atravesando los diferentes estados alternativos descritos para las lagunas someras, entre ellos el dominio de cianobacterias a partir de enero de 2016. Posterior a dicha fecha se produjo un descenso crítico del oxígeno disuelto que llegó a períodos prolongados de anoxia, resultando en un episodio de mortandad masiva de peces en marzo de 2016, entre los que los plantinchos fueron la mayoría (Acosta *et al.* 2016).

Este suceso causó preocupación en las autoridades municipales y en la población en general, por lo cual se realizó la evaluación del estado de las poblaciones remanentes de *O. schindleri* con el propósito de apoyar las acciones futuras de recuperación y conservación de esta especie endémica.

MATERIAL Y MÉTODOS

La laguna Alalay es una depresión contorneada por serranías y ubicada entre los paralelos 17°22' - 17°25' S y 66°07' - 66°08' O, a una elevación de 2560 m, al sudeste del valle central de Cochabamba (Fig. 2). Este espejo de agua recibe un promedio de precipitaciones de 450 mm al año. La temperatura media anual es 17°C y la vegetación periférica está conformada por microbosques xerofíticos espinosos remanentes de la vegetación natural, además de extensas urbanizaciones que rodean la laguna (Navarro & Maldonado 2002).



FIGURA 2. Imagen satelital de la laguna Alalay en la ciudad de Cochabamba (Fuente: Google Earth Enero 2020).

En la tabla 1 se presentan datos promedio de las condiciones físicas y químicas de la laguna Alalay durante el período de estudio; la profundidad y transparencia fueron decrecientes, los niveles de oxígeno en el orden de hipoxia severa (casi anóxicos), la conductividad creciente, las macrófitas estuvieron ausentes, la densidad de cianobacterias estuvieron en aumento progresivo, los cladóceros no fueron detectados, y la densidad de copépodos fue decreciente pero creciente en los rotíferos.

Evaluación del estado poblacional

El estado poblacional de *O. schindleri* fue evaluado a través de su abundancia y rasgos de vida como la dieta, estructura de la población, reproducción y estado de condición.

TABLA 1. Condiciones físicas, químicas y biológicas de la laguna Alalay entre mayo y septiembre de 2016 (Fuente: Acosta et al. 2016)

Variables	Mayo 2016	Junio 2016	Julio 2016	Agosto 2016	Septiembre 2016
Profundidad (cm)	104	114	81	67	54
Transparencia (cm)	10	8	6	6	3
OD (mg l-1) superficie	2	4	1	2	2
OD (mg l-1) fondo	0	0	0	1	1
pH	9	9	10	10	10
Temperatura (° C)	15	14	15	16	17
Conductividad (µS cm ⁻¹)	4 060	4 390	4 783	5 450	6 730
Macrófitas flotantes (%)	0	0	0	0	0
Macrófitas sumergidas (%)	0	0	0	0	0
Cyanobacteria (cél l ⁻¹)	422 040	657 569	504 530	484 733	4 445 877
Rotíferos (org l ⁻¹)	15	254	139	842	22 486
Copépodos (org l ⁻¹)	224	917	1 265	928	17
Cladóceros (org l ⁻¹)	0	0	0	0	0

Se realizaron seis colectas de peces entre mayo y septiembre de 2016, empleando una batería de cinco redes agalleras de 2 m de alto por 10 m de largo, con aberturas de malla de nudo a nudo de 5, 10, 20, 30 y 45 mm. Los sitios y el horario de pesca (9:00-12:00 pm) se replicaron para cada campaña de captura. La abundancia de platinchos capturados se expresó como CPUE (n m⁻² h⁻¹). De los ejemplares capturados, al menos 30 fueron congelados para su traslado y análisis en la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS). En total, se emplearon 146 ejemplares para los análisis de rasgos de vida.

De cada ejemplar se obtuvo la LE (mm) con un calibrador digital de 0.01 mm de precisión y el peso (g) con una balanza electrónica de precisión 0.01 g. Posteriormente, se extrajeron el tracto digestivo completo y las gónadas. Se registraron los pesos del tracto digestivo lleno, vacío, de los ítems alimenticios y las gónadas.

Para el análisis de la dieta, los ítems alimenticios se agruparon en cuatro categorías taxonómicas: Insecta, Cladocera, Copepoda y restos vegetales. Cada grupo de ítems fue identificado por ejemplar analizado. Se emplearon dos índices para el análisis de la dieta: a) método de frecuencia de ocurrencia (%FO) (Hynes 1950) con la siguiente categorización: accidental (<10%), secundario (10%- 50%) y preferencial (>50%); b) índice de repleción o llenado (IR) (Okach & Dadzie 1988) con la siguiente categorización: estómago vacío (0 a 1), estómago semi-lleno (1 a 3.3) y estómago lleno (mayor a 3.3).

A través de la examinación macroscópica de las gónadas se determinó el sexo, la etapa de madurez sexual (Núñez & Duponchelle 2009) y el Índice Gonadosómico (IGS) (Tresierra & Culquichicón 1993). Se realizó un test de ANOVA entre el sexo, el peso y la longitud estándar entre las diferentes capturas.

Se determinó el estado de condición corporal mediante el índice de Fulton (K) (Ricker 1975). Se realizó un test de ANOVA entre la condición corporal con la longitud estándar y el sexo.

RESULTADOS

De las seis colectas realizadas, se capturaron especímenes en las cuatro primeras oportunidades. En total se capturaron 193 individuos, 192 de ellos con la red agallera de 10 mm y solo uno en la red de 5 mm. Ninguna otra especie fue capturada durante las campañas de pesca. La tabla 2 presenta los datos obtenidos en las 4 colectas en que se capturaron individuos.

TABLA 2. Datos de abundancia, tamaño y rasgos reproductivos obtenidos para el platincho (*Oligosarcus schindleri*) en la laguna Alalay entre mayo y septiembre de 2016. Las dos últimas colectas no registraron capturas. n = número de individuos, n_v = número de individuos utilizados en el análisis de los rasgos de vida, CPUE = captura por unidad de esfuerzo, H = hembras, M = machos, IGS = Índice Gonadosomático

Colecta	1	2	3	4	5	6
Fecha	21 may	10 jun	24 jun	21 jul	9 ago	1 sep
n (n _v)	32 (30)	37(37)	82(34)	45(45)	0	0
Longitud estándar (mm)	63-73	55-74	61-75	60-75	0	0
Longitud total (mm)	81-92	71-93	78-94	64-93	0	0
Peso (g)	6-9	4-9	6-10	4-10	0	0
CPUE (n/m ² /h)	1	1	3	1	0	0
CPUE (n/red/h)	5	4	10	5	0	0
Proporción sexual (H:M)	26:4	33:4	30:4	36:9	0	0
Estado de madurez sexual (III:IV)	26:4	35:2	31:3	45:0	0	0
ÍGS promedio	4	3	4	4	0	0
Factor de condición	2-3	2-3	2-3	2-3	0	0

Los especímenes medidos se encontraban entre 54.8 – 74.8 mm LE, en su mayoría entre 62.0 - 70.0 mm LE. Los pesos oscilaron entre 4.0 - 10.0 g con dominancia entre 6.6 - 7.7 g. En cuanto a la LE y el peso de los individuos existen diferencias significativas entre machos y hembras ($p < 0.05$, gl: 1). En promedio, las hembras fueron más grandes (61.2- 74.8 mm LE vs. 54.8- 71.9 mm LE), y pesadas (5.4 – 11.7 g vs. 4.4 – 8.0 g) que los machos. La proporción de sexos en la población fue similar para los cuatro muestreos con capturas (Tabla 2), las hembras prevalecieron sobre los machos en una relación global aproximada de 6:1.

La figura 3 muestra la composición de la dieta de los platinchos durante el período estudiado. Los alimentos preferenciales (%FO > 50%) fueron Insecta y Copepoda en las tres primeras colectas, en tanto que en la cuarta fueron los restos vegetales. Ningún grupo fue considerado como alimento accidental (%FO < 10%). El grupo Cladocera solo estuvo presente en la primera colecta.

Con relación al IR, la mayoría de los estómagos se categorizaron como semillenos (hasta 83%). Los estómagos llenos y vacíos representaron porcentajes bajos (hasta 8%), a excepción de la cuarta colecta en que se presentó el porcentaje más alto de estómagos vacíos (37%).

Respecto al estado de madurez, de las 125 hembras capturadas, 118 (94.4%) se encontraron en etapa 2 (madurando) y 7 (5.6%) en etapa 3 (maduración avanzada).

FIGURA 3. Frecuencia de ocurrencia (%FO) de los ítems alimenticios del platincho (*O. schindleri*) por colecta entre mayo y julio de 2016. Ins = Insecta, Cop = Copepoda, Cla = Cladocera, Veg = Restos vegetales.



Todos los machos (21) capturados se encontraban en la fase 2 (madurando). No se evidenció una maduración gradual entre los distintos muestreos, posiblemente porque los intervalos de tiempo entre colectas fueron cortos. El IGS respalda la escala de maduración sexual ya que es similar en los cuatro muestreos (Tabla 2).

El factor de condición global de las cuatro colectas fue 2.3, valor que refleja una buena condición fisiológica de los individuos. El valor mínimo fue de 1.8, en un ejemplar de la colecta 2, y el valor máximo 3.4 en un ejemplar de la colecta 3. No se evidenciaron diferencias significativas en el índice de condición corporal entre colectas ni por sexos ($p > 0.05$, gl: 1).

DISCUSIÓN

Las primeras evaluaciones de la abundancia de platinchos en la laguna Alalay fueron realizadas entre agosto de 2004 y julio de 2006 (Muñoz *et al.* 2007), presentando valores de CPUE tanto menores como mayores ($2 - 39$ ejemplares \cdot red $^{-1}$ h $^{-1}$) a los del presente trabajo ($4-10$ ejemplares \cdot red $^{-1}$ h $^{-1}$). Si se considera los meses incluidos en el presente estudio, se observa una semejanza entre resultados de CPUE ($2-11$ vs. $4-10$ ejemplares \cdot red $^{-1}$ h $^{-1}$) con el estudio mencionado de Muñoz *et al.* (2007). Sin embargo, si incluimos las dos colectas sin capturas (agosto y septiembre), se observa una marcada diferencia al ser los meses cuando los autores mencionados obtuvieron los registros más altos ($12-39$ ejemplares \cdot red $^{-1}$ h $^{-1}$).

O. schindleri alcanza una longitud máxima de 100 mm LE (Carvajal-Vallejos et al. 2009a), capturas anteriores en la laguna Alalay (Vallejos 2008) registraron hasta 100 mm LE, con predominancia entre 70- 80 mm. En la laguna Parko Khocha se obtuvieron ejemplares que medían 97 mm LE, con predominio de 70 mm (Castellón et al. 2007). Dado que en nuestras capturas, la mayor LE fue de 75 mm, podemos afirmar que no se capturó adultos de las mayores dimensiones. Los datos mostraron también la ausencia de juveniles, lo que puede deberse a que se encuentran localizados en otros sitios del cuerpo de agua, posiblemente entre la vegetación acuática.

La dieta de esta especie fue analizada anteriormente en la laguna Alalay, presentando a Cladocera y Copepoda como alimentos preferenciales además de insectos, huevos y peces como alimentos ocasionales (Vallejos 2008). Nuestros resultados revelan una dieta diferente que probablemente se debe a oscilaciones en la abundancia relativa del recurso alimentario, lo que suele estar relacionado a las alteraciones ambientales estacionales y espaciales, como sucede en la mayoría de la ictiofauna neotropical (Abelha et al. 2001). Como se evidencia en la tabla 1, cladóceros y copépodos no constituyeron una oferta abundante, por lo cual seguramente los peces utilizaron los escasos recursos disponibles.

La proporción sexual, similar a otras especies de Characidae (e.g. Moraes et al. 1988, Fialho et al. 1998), evidenció un predominio de hembras en las muestras capturadas. Esto puede deberse a oscilaciones normales, fluctuaciones caóticas o incluso a una extinción poblacional explicada por el evento de alta mortandad que precedió a los muestreos (Caswell & Weeks 1986). Este desbalance en la proporción de sexos tiende a estar relacionado a las diferencias sexuales en crecimiento y mortalidad (Marshall et al. 1998). Durante colectas entre 2004 a 2006 se encontró un ligero predominio de hembras en la laguna Alalay (Acosta et al. 2007).

El factor de condición promedio en *O. schindleri* fue 2.34, reflejando un buen estado fisiológico a pesar de las condiciones en la laguna Alalay durante 2016. Trabajos anteriores reportaron un promedio similar (2.17) (Vallejos 2008), sin estar antecedido por un evento ambiental estresante. La similitud de los datos puede indicar que el suceso catastrófico seleccionó a los ejemplares con mejor estado fisiológico y/o disminuyó la competencia alimentaria permitiendo a los sobrevivientes presentar una mejor condición fisiológica. Del Ponti et al. (2016) mostraron que individuos de *Odonthestes bonariensis* sobrevivientes a una alta mortandad en un lago somero en Santa Rosa - La Pampa (Argentina) presentaron mejor condición corporal que estudios anteriores debido a mayor disponibilidad de recursos y poca competencia alimentaria con otras especies diezmadadas o severamente disminuidas, lo cual produjo un escenario propicio para su desarrollo. Los cambios negativos en la condición corporal se deben a modificaciones en la disponibilidad y calidad de comida (Gardner et al. 2011). Por otra parte, es importante considerar que los ejemplares capturados se encontraban en preparación para el desove, pues se considera que una buena condición corporal puede estar estrechamente relacionada con el desarrollo gonadal que provoca un aumento en el peso de los individuos (Bethular et al. 2014).

En conclusión, el suceso de mortandad en la laguna Alalay posiblemente seleccionó a los ejemplares con mejores condiciones fisiológicas, es decir una

población persistente conformada por ejemplares maduros (en su mayoría hembras) de talla intermedia con un elevado factor de condición y oportunistas en cuanto a su alimentación. A pesar de que la especie subsistió al evento catastrófico, el número de ejemplares capturados fue declinando, posiblemente porque las condiciones desfavorables en la laguna Alalay empeoraron. En años posteriores a este suceso, la población de *O. schindleri* en la laguna Alalay podría estar compuesta de pocos individuos que, de no recuperar las condiciones adecuadas en el ambiente, resultaría en una eventual extinción que agravaría aún más el estado de conservación de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

A Edgar Goitia (ULRA-UMSS) por su colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Abelha M.C.F., Agostinho A.A., Goulart E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23: 425-434.
- Acosta F., Ayala R., Muñoz H., Rivero M., Vallejos A. 2007. Proyecto MANLAKE. Informe final. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 37 p.
- Acosta F., Rivero M., Buhezo W., Monje W., Maldonado M., Campero M. 2016. Informe técnico del monitoreo de la laguna Alalay (Cochabamba, Bolivia): Diciembre 2015 - Septiembre 2016. UMSS-ULRA-CASA, Cochabamba, Bolivia. 33 p.
- Bethular A., Mancini M., Salinas V., Echaniz S., Vignatti A., Larriestra A. 2014. Alimentación, condición corporal y principales parásitos del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) del embalse San Roque (Argentina). *Biología Acuática*, 30: 59-68.
- Carvajal-Vallejos F.M. 2015. Estado de conocimiento y conservación del platincho (*Oligosarcus schindleri*) en el Valle Central de Cochabamba. p. 170-172. En: Navarro G., Aguirre L.F., Maldonado M. (Eds.). Biodiversidad, Ecología y Conservación del Valle Central de Cochabamba. Centro de Biodiversidad y Genética (CBG), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Carvajal-Vallejos F.M., Muñoz H., de la Barra E., Argote A. 2009a. Threatened fishes of the world: *Oligosarcus schindleri* Menezes & Géry 1983 (Characidae). *Environmental Biology of Fishes*, 85: 39-40.
- Carvajal-Vallejos F.M., Muñoz H., Van Damme P.A. 2009b. *Oligosarcus schindleri* Menezes & Géry 1983. p. 65-66. En: Aguirre L.F., Aguayo R., Balderrama J.A., Cortéz C., Tarifa T., Rocha O. (Eds.). Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia.
- Carvajal F., Maldonado M., Sarmiento J., Van Damme P.A. 2016. *Oligosarcus schindleri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T49830649A135870272. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830649A53818668.en>. Downloaded on 22 May 2020.

- Castellón D., Rivero M., Verduguéz J., Muñoz H., Acosta F., Ayala R., Herbas R., Fuentes R., Montes E. 2007. Desarrollo de mecanismos socioeconómicos y ambientales que contribuyan al manejo y conservación de 3 lagunas de la comunidad de Vacas (Cochabamba, Bolivia). Informe técnico final. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Caswell H., Weeks D.E. 1986. Two-Sex models: chaos, extincion, and other dynamic consequences of sex. *American Naturalist*, 128: 707-735.
- Céspedes R. 1983. Informe sobre la primera fase del proyecto arqueológico de Villa Urkupiña. Cuadernos de Investigaciones, Serie Arqueológica N°3. Universidad Mayor de San Simón, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Del Ponti O., Marani J.L., Ganora E., Berguño A., Galea J.M., Pratts P. 2016. Parámetros ambientales y pesqueros de un lago somero de La Pampa, luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis*. *Biología Acuática*, 30.
- Fialho C.B., Schifino L.C., Verani J.R. 1998. Biología reproductiva de *Oligosarcus jenynsii* (Günther) (Characiformes, Characidae) da Lagoa das Custódias, Tramandaí, Río Grande do Sul, Brasil. *Revista brasileña Zoología*, 15: 775-782.
- Gardner J.L., Peters A., Kearney M.R., Joseph L., Heinsohn R. 2011. Declining body size: a third universal response to warming? *Trends in ecology and evolution*, 26: 285-291.
- Hynes H.B. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-58.
- Marshall C.T., Kjesbu O.S., Yaragina N.A., Solemdal P., Ulltang Ø. 1998. Is spawner biomass a sensitive measure of the reproductive and recruitment potential of Northeast Arctic cod? *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science*, 55: 1.766-1.783.
- Menezes N.A., Géry J. 1983. Seven new Acestrorhynchin Characid species (Osteichthyes, Ostariophysi, Characiformes) with comments on the systematic of the group. *Revue Suisse de Zoologie*, 90: 563-592.
- Moraes M.N. de., Ferreira A.E., Barbosa J.M., Rodrigues A.M. 1988. Aspectos da estrutura populacional do peixe-cadela *Galeocharax knerii* (Steindachner, 1878) (Osteichthyes, Characidae) da represa de Bariri, Rio Tietê, Estado de São Paulo. *Boletim Instituto da Pesca*, 15: 179-188.
- Muñoz H., Vallejos A., Ayala R., Acosta F. 2007. Estructura y dinámica de la comunidad de peces de la laguna Alalay, Cochabamba, Bolivia. p. 1166-1171. En: *Memorias del Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: Sostenibilidad a Múltiples Niveles y Escalas*. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Volumen II.
- Navarro G., Maldonado M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología, Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 719 p.
- Núñez J., Duponchelle F. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 167-180.
- Okach J.O., Dadzie S. 1988. The food, feeding habits and distribution of a siluroid catfish, *Bagrus docmac* (Forsskal), in the Kenya waters of Lake Victoria. *Journal of Fish Biology*, 32: 85-94.
- Reis R.E., Kullander S.O., Ferraris C.J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre, Brasil. 152 p.

- Ricker W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin Fisheries Research, Board of Canada, 191: 382.
- Tresierra A., Culquichicón Z. 1993. Biología Pesquera. CONCYTEC Trujillo – Perú. 432 p.
- Vallejos A. 2008. Relaciones tróficas de *Odontesthes bonariensis* y *Oligosarcus schindleri* en la laguna Alalay (Cochabamba-Bolivia). Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 94 p.
- Van Damme P.A., Romero A.M., Goitia E. 1998. Estrategias para la recuperación y la conservación de la laguna Alalay (Cochabamba, Bolivia). Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 3: 59-71.
- Van Damme P.A., Carvajal-Vallejos F., Sarmiento J., Barrera S., Osinaga K., Miranda-Chumacero G. 2009. Peces. p. 25-90. En: Aguirre L.F., Van Damme P.A., Aguayo R., Cortez C., Balderrama J.A., Tarifa T., Peñaranda D.A. (Eds.). Libro rojo de la Fauna Silvestre de vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia.