



B-2

BIODIVERSIDAD ÍCTICA EN EL LAGO TITICACA

FISH BIODIVERSITY IN LAKE TITICACA

Carla Ibáñez Luna – UMSA-IE - ibanezluna@yahoo.com

Bernard Hugueny IRD – hugueny@mnhn.fr

Yareli Esquer Garrigos MNHN

Claudia Zepita – UMSA IE

Ramiro Gutiérrez UMSA IE

RESUMEN

Se realizó una evaluación del conocimiento acerca de la ictio-fauna mediante una compilación de los trabajos de revistas científicas, libros, tesis, información de actividades internacionales y reportes de instituciones acreditadas.

Los principales grupos de peces nativos corresponden a los géneros *Orestias*, y *Trichomycterus*. La información esta presentada por orden cronológico para la descripción de las especies del genero *Orestias* que es el grupo mas estudiado. Entre las especies mas estudiadas están *O. agassii*, *O. ispi*, *O. luteus*, *O. albus*, la extinta *O. cuvieri* y la especie en peligro de extinción *O. pentlandii*. El grupo menos estudiado es el de los *Trichomycterus*. En cuanto a las especies que fueron introducidas como alternativa para el desarrollo pesquero, se presentan los pocos estudios referidos al efecto o posible impacto sobre las especies nativas.

La mayor parte de los trabajos sobre ictiología del sistema TDPS se enfocan sobre la descripción taxonómica de las especies, sin embargo existen todavía incertidumbres a este nivel. Es urgente una revisión del genero *Orestias* para poder separar morfológicamente las especies y realizar estudios que permitan explicar su alta variabilidad fenotípica considerando los procesos de especiación, ecológicos, sus ciclos biológicos y estrategias alimentarias, necesarios para un plan estratégico de conservación.

PALABRAS CLAVE: ORESTIAS, TRICHOMYCTERUS, LAGO TITICACA, BIODIVERSIDAD, ESPECIES INTRODUCIDAS, MORFOLOGÍA, RÉGIMEN ALIMENTICIO

SUMMARY

This fish biodiversity chapter has been performed using a compilation of the work of scientific journals, books, theses, international activity information and reports from accredited institutions.

The main native fish groups are the genus *Orestias* and *Trichomycterus*. But the major part of the contributions referred to the description of the genus *Orestias*, -this information was presented in chronological order. Among the most studied species are also *O. agassii*, *O. ispi*, *O. luteus*, *O. albus*, the former *O. cuvieri* and *O. pentlandii* critically threatened. *Trichomycterus* are the least studied group. There is also only few studies that focused on the introduced species, which were implemented as an alternative for fisheries development, and information related to their impact on native species is scarce. However available data indicated that abundance or density of both introduced and native species have decreased in the last decades.

Therefore, as *Orestias* constitute the major native fisheries resource, a strategic management plan for the conservation of these species and especially those that present vulnerable populations will require the revision of the genus to explain the high phenotypic variability and consider speciation processes, ecological, their life cycles and feeding strategies.

KEY WORDS: ORESTIAS, TRICHOMYCTERUS, LAKE TITICACA, BIODIVERSITY, INTRODUCED SPECIES, MORPHOLOGY, DIET.

B2.1. INTRODUCCIÓN

Los conocimientos acerca de la biodiversidad íctica se han adquirido en base a una revisión bibliográfica, recopilando la información disponible, en revistas científicas, libros, tesis, información de actividades internacionales y reportes de instituciones acreditadas y prensa escrita. La mayor información disponible es referente principalmente al género *Orestias*. Este género se encuentra distribuido en los sistemas acuáticos de los Andes Centrales y es el único representante en Sudamérica de los Cyprinodontides, es el grupo representativo del sistema TDP, pero con mayor distribución en el Lago Titicaca (Lauzanne 1981). Los otros grupos que forman parte de la biodiversidad íctica y que serán considerados son del género *Trichomycterus* y varias especies introducidas de la trucha y el pejerrey.

En este capítulo se detallara de forma cronológica los registros sobre el número de especies descritas para el Lago Titicaca, incluyendo las especies introducidas, se mencionara los trabajos relevantes que aportaron al conocimiento de la biología de las especies y haremos énfasis en la variabilidad

morfológica del género *Orestias* a través de estudios que intentaron resolver las incertidumbres taxonómicas. En base a esta investigación se analizara la información existente de forma general y se identificara los vacíos de información, para finalmente proponer lineamientos que permitan un plan de conservación considerando que el Lago Titicaca es un sitio RAMSAR y que la mayoría de sus especies nativas se encuentran categorizadas (UICN) como vulnerables en el libro rojo de vertebrados del Ministerio de Medio Ambiente.

B2.2. BIODIVERSIDAD

B2.2..1. DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA ICTICA DEL LAGO TITICACA

Genero *Trichomycterus*

En el Lago Titicaca parte de la fauna nativa esta conformada por peces del genero *Trichomycterus*, dos posibles especies han sido reportadas *T. dispar* (mauri) y *T. rivulatus* (suches) (Tschudi 1845, Cuvier & Valenciennes 1846). Según de Sostoa (2010) no hay estudios que caractericen adecuadamente la variación morfológica y que permita una adecuada asignación de los ejemplares colectados, así mismo estas dos especies han sufrido constantes cambios taxonómicos a consecuencia de que las características diagnósticas son contradictorias opuestas o solapantes. El estudio de Crespo (2005), que trabajo con la morfología y características merísticas en individuos de diferentes localidades del Lago Titicaca confirmo la existencia de *T. rivulatus* y ningún individuo de *T. dispar*, pero parece haber otra especie diferente a *T. dispar*. Finalmente de Sostoa (2010) indica que se deben aun realizar estudios morfológicos enfocados en la caracterización de la variación poblacional, en vista de que los valores de la divergencia genética es alto (7%) para diferenciar especies.

Especies introducidas

A partir de la década de 1939 fueron introducidas varias especies de truchas como ser: la trucha común (*Salmo trutta*), trucha lacustre (*Salvelinus namaycush*), la trucha de fontana (*Salvelinus fontinalis*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En 1946 fue introducido el pejerrey en el Lago Poopó a la época reconocido como *Basilichthys bonariensis* (Valenciennes 1835), actualmente sigue empleándose *Odontesthes bonariensis* (Dejoux 1991), fue introducido por un club de pesca (Loubens & Osorio 1991). El pejerrey hacia los 1955-56, ha logrando colonizar con éxito el Lago Titicaca luego de haber remontado el río Desaguadero (Lauzanne 1981). Estas especies foráneas fueron introducidas con fines de mejorar la pesca comercial, sin embargo han tenido un efecto en las

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

poblaciones nativas, se reportó la desaparición de *O. cuvieri* y *O. pentlandii* luego de la introducción de la trucha en el primer caso y del pejerrey para la segunda especie (Loubens & Osorio 1991, de Sostoa 2010). Las causas en la disminución de sus poblaciones pueden ser debidos a la competencia o por depredación, o por enfermedades como las mencionadas por Wurtsbaugh & Tapia (1988) que indican que a la introducción de salmónidos y aterínidos siguió una epizootia del parásito protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*, que, según las estimaciones, en diciembre de 1981 causó la muerte de 18 millones de *Orestias* spp. El 93 por ciento de los peces muertos que se recogieron eran ejemplares adultos de *O. agassii*, que es una especie importante desde el punto de vista comercial que abunda en la zona litoral. Sin embargo actualmente también las densidades de estas especies se han visto reducidas, por lo que se establecieron reglamentos de ordenamiento pesquero (Decreto supremo N. 023 – 2008 PRODUCE) (Ver capítulo C1).

Género *Orestias*

La diversidad íctica del Lago Titicaca esta conformada principalmente por especies del género *Orestias*, es el Lago Titicaca que concentra la mayor diversidad de este grupo considerado endémico del Altiplano andino. La primera descripción corresponde a Valenciennes (1839). Como se puede observar en la tabla B2-1, varios han sido los trabajos de sistemática y revisiones realizadas en este grupo y alrededor de 69 “especies” fueron reportadas, registradas y/o descritas. Podemos observar que esta información se genero desde Valenciennes (1839) hasta de Sostoa (2010). Por ejemplo, con un total de 45 reportes, *O. agassii* que ha sido reportada desde 1846 hasta 2010, con variaciones en su escritura *O. agassizii* u *O. agassizi* pero que se refieren a la misma especie. Fue Tchernavin (1944) quien caracterizo numerosas subespecies de *Orestias agassii* (*O. pequini*, *O. tschudii*, etc.), pero que fueron revisadas por Lauzanne (1991) y reconocidas como variedades fenotípicas de *O. agassii*. Pero de otro lado Lauzanne (1981) describió 3 nuevas especies para el Lago menor: *Orestias ispi*, *Orestias forgeti* y *Orestias tchernavini*. Sin embargo hasta el reporte de Sostoa (2010) solo se reportaron las dos primeras especies y según explica el mismo Lauzanne (1981) la tercera es muy afín a *O. gilsoni*, *O. mooni* y *O. minimus*, por lo que puede ser sujeto a confusión y no ser nuevamente reportada. Otras nuevas especies fueron descritas por Parenti (1984) y organizadas dentro de cuatro complejos **cuvieri** (*O. cuvieri*, *O. pentlandii*, *O. ispi* y *O. forgeti*), **mulleri** (*O. gracilis*, *O. mulleri*, *O. crawfordi*, *O. tutini* y *O. incae*), **gilsoni** (*O. gilsoni*, *O. minimus*, *O. tchernavini*, *O. taquiri*, *O. mooni*, *O. minutus*, *O. tomcooni*, *O. imarpe*, *O. robustus* y *O. tutini*) y **agassii**, siendo este ultimo complejo el que presenta la mayoría de las especies (*O. agassii*, *O. puni*, *O. richersoni*, *O. rotundipinis*, *O. frontosus*, *O. jussiei*, *O. ctenolepis*, *O. albus*, *O. farfani*, *O. Olivaceus*, *O. luteus* y otros fuera del sistema TDPS). La revisión realizada por Lauzanne (1991) no reconoció a la sub especie de *O. jussiei puni*, porque

correspondería *O. jussiei* y lo mismo *O. minutus* que se relaciona con *O. minimus* (Tabla B2-1). Las especies de *O. rotundipinis* y *O. farfani*, se deben relacionar con *O. luteus* (Loubens 1989). Es importante mencionar que las descripciones de Parenti (1984) corresponden a una reorganización del género *Orestias* a partir de las colecciones realizadas por Tom Coon en 1979 (Lauzanne 1991), muchas de las cuales se hicieron sobre 1 a 5 individuos. Por el contrario las contribuciones y revisiones de Lauzanne (1981, 1984 y 1991) corresponden a un importante periodo de muestreos entre 1978 a 1981 realizados por la UMSA – ORSTOM (ahora IRD).

Podemos concluir que son pocas las especies comunes entre los diferentes autores y que han sido reportadas desde 1846 hasta 2010, por ejemplo *O. agassii*, *O. luteus*, *O. albus*, *O. jussiei* y *O. luteus* y *O. olivaceus*, *O. ispi*. Muchas de las otras especies han sido reportadas o descritas una vez o un par de veces, como ser: *O. gracilis*, *O. humboldti*, *O. farfani*, *O. bradii*, *O. ortonii*, *O. frontosus*, *O. multiporis*, *O. richersoni*, *O. robustus*, *O. rotundipinis*, etc (Tabla B2-1). Por otro lado también esta información confirma la extinción de *O. cuvieri* que se encontraba reportada desde 1839 y su último reporte data de la década de los 40 y que *O. pentlandii* es una especie en estado crítico (MMA y A 2009) (Tabla B2-1). Sin embargo como parte de las políticas de aplicación a los recursos pesqueros, el gobierno peruano promovió la intensificación de los programas de repoblamiento del lago con especies nativas así como en otros sistemas acuáticos pertenecientes a la cuenca del Titicaca a fin de incrementar los recursos pesqueros. Otros lagos como se lo hizo en la Laguna Saracocha y Alonso. Según informaciones del PELT-Puno, entre 1993 y en 1994 se sembraron 1'972.000 alevines entre suche, ispi, mauri, karache y boga. No obstante, estos volúmenes de repoblamiento son insuficientes frente al tamaño del lago y a la presión de pesca litoral existente (UNEP y PNUMA 1996). Estos datos reflejan lo que Lauzanne (1984) explicó como un género con una alta variabilidad interespecífica, creando hasta el día de hoy incertidumbres taxonómicas, que aun quedan pendientes a resolver.

B2.2.2. VARIABILIDAD MORFOLOGICA DEL GENERO ORESTIAS

El género *Orestias* presenta una alta diversidad morfológica (intra e interespecífica) con atributos que ejemplifican la capacidad adaptativa a ambientes extremos y/o a las características del Lago Titicaca que en sus dos componentes Lago mayor y menor ofrecen una gran variedad de hábitat, cada parte del Lago presenta características propias (profundidad, mezclas y variaciones en la vegetación de la zona litoral). Esta alta diversidad ha posiblemente causado incertidumbres taxonómicas provocando errores en descripciones e identificaciones.

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

Recientemente varios estudios filogenéticos (Lüssen *et al.* 2003, Sostoa *et al.* 2010, Esquer Garrigos *et al.* 2013) empleando marcadores del ADN mitocondrial (región control y el citocromo *b*) y del ADN nuclear (gen de la rodopsina), han puesto fuertemente en duda la validez taxonómica de la mayoría de las especies y complejos que fueron definidos en base a criterios morfológicos y merísticos en la última revisión taxonómica del género realizada por Parenti (1984). Por ejemplo, el estudio filogenético realizado por de Sostoa *et al.* (2010) y que incluyó 24 de las 29 especies descritas para el Lago Titicaca y algunas lagunas y ríos en los alrededores del lago, mostró que la mayoría de dichas especies no son monofiléticas, posiblemente sin validez taxonómica.

Dichos estudios han mostrado que el complejo *agassii* debería excluir a las especies del grupo *luteus* (i.e. *O. luteus*, *O. rotundipinnis*, *O. farfani*, *O. albus*, *O. olivaceus*), conformando a su vez dichas especies a su vez un complejo distinto (complejo *luteus*) y *O. jussiei* para ser válido. Así mismo, los complejos *mulleri* y *gilsoni* podrían no ser válidos (Sostoa *et al.* 2010, Esquer Garrigos *et al.* 2013). En este sentido, únicamente el complejo *cuvieri* tal cual definido por Parenti (1984) podría ser válido (Esquer Garrigos *et al.* 2013).

Finalmente, los estudios genéticos han puesto en evidencia que una combinación de factores tales como: i) la práctica taxonómica (e.g. descripción de especies a partir de unos pocos individuos como en el caso de *O. minutus* o de especímenes mal preservados como en el caso de *O. tutuni*, o que el nombre de la misma especie como *O. olivaceus* descrito por Northcote (2000) no es el mismo que la descrita por Lauzanne (1982)), ii) barreras permeables entre las especies posiblemente debido a procesos recientes de especiación (Lüssen *et al.* 2003, Esquer Garrigos *et al.* 2013), iii) hibridación (Tchernavin 1944, Villwock & Sienknecht 1995) y/o iv) plasticidad ecológica (Villwock & Sienknecht 1995, Villwock & Sienknecht 1996), podrían estar asociados con la problemática en la descripción e identificación de las especies de este género y remarcan la urgente necesidad en realizar una revisión sistemática bajo una perspectiva integral y que incluya a su vez estudios genéticos, morfológicos y de rasgos de vida (e.g. estrategias alimentarias, ciclos biológicos) y que permitan definir criterios más sólidos para el reconocimiento de las especies. Así como ampliar el aun escaso conocimiento de la evolución, los procesos de especiación y las relaciones filogenéticas entre las especies del género *Orestias*.

Tabla B2-1. Registro cronológico de la descripción y/o reporte de especies del género *Orestias*.

Especies	Nombre común	Sinonimo de	Referencias	Observaciones
<i>O. agassii</i>		<i>O. agassii</i>	40	
<i>O. agassii</i>	Karache, karachi (forma litoral), corvinilla, carachi negro	<i>O. silustani</i> , <i>O. empyraeus</i>	2, 4, 18, 20, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45	descripción original (Cuvier & Valenciennes 1846)
<i>O. agassii elegans</i>			13, 14, 18, 23, 28, 30	subespecie
<i>O. agassii grequii</i>			17, 18	estadios juveniles, coloración de agassii
<i>O. agassii inornata</i>			17, 18	estadios juveniles, coloración de agassii
<i>O. agassii owenii</i>		<i>O. agassii</i>	2, 30	
<i>O. agassii pequeni</i>		<i>O. frontosus</i>	30	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. agassii senechali</i>			17, 18	estadios juveniles, coloración de agassii
<i>O. agassii típico</i>			2, 17, 18, 30	estadios juveniles, coloración de agassii
<i>O. agassii tschudii</i>	bove, carache,	<i>O. frontosus</i> , <i>O. tschudii</i>	3, 30	infraespecie
<i>O. agassii var.</i>			2	
<i>O. agassisi</i>			2	
<i>O. agassizi</i>		<i>O. agassii</i>	8, 13, 17, 19, 22, 24, 25	
<i>O. agassizi var. crequii</i>		<i>O. agassizii</i> , <i>O. agassii</i>	17	descripción original (Pellegriin 1904)
<i>O. agassizi var. inornata</i>		<i>O. agassii</i> , <i>O. agassizii</i>	17	descripción original (Pellegriin 1904)
<i>O. agassizi var. senechali</i>		<i>O. agassii</i> , <i>O. agassizii</i>	17	descripción original (Pellegriin 1904)
<i>O. agassizi var. typica</i>		<i>O. agassii</i> , <i>O. agassizii</i>	17	descripción original (Pellegriin 1904)
<i>O. albus</i>	punku, karache blanco, kaño		1, 2, 4, 8, 13, 18, 19, 21, 23, 25, 28, 30, 38, 41, 42, 43, 45	descripción original (Cuvier & Valenciennes 1846)
<i>O. bairdi</i>		<i>O. pentlandii</i>	11, 12	
<i>O. bairdi</i>		<i>O. pentlandii</i>	7, 22	
<i>O. crawfordi</i>			30, 41, 42, 45	descripción original del Lago Titicaca (Tchernavin 1944)
<i>O. ctenolepis</i>	Carachi		42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. cuvieri</i>	umanto		1, 2, 4, 6, 8, 10, 13, 18, 19, 22, 23, 27, 28, 30, 34, 35, 36, 37, 41, 42	descripción original del Lago Titicaca (Cuvier & Valenciennes 1846), predador
<i>O. cuvieri</i>		<i>O. cuvieri</i>	11, 12	
<i>O. cypho</i>		<i>O. luteus</i>	13, 22	
<i>O. farfani</i>	Carachi		42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. forgeti</i>			39, 41, 42, 45	descripción original del Lago Titicaca
<i>O. frontosus</i>	Carachi	<i>O. agassii</i> , <i>O. agassii tschudii</i> , <i>O. tschudii</i>	2, 3, 7, 11, 42, 45	descripción original (Cope 1876)
<i>O. gilsoni</i>	carache, ispi		30, 41, 42, 45	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. gracilis</i>			42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. humboldti</i>		<i>O. cuvieri</i> , <i>O. mulleri</i>	1, 2, 4, 6, 13, 18, 28, 29	
<i>O. humboldti</i>		<i>O. cuvieri</i> , <i>O. pentlandii</i>	1, 2, 38	descripción original del Lago Titicaca (Cuvier & Valenciennes 1846)
<i>O. imarpe</i>			42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. incae</i>			6, 13, 23, 30, 42, 45	descripción original del lago Titicaca (Garman 1895)
<i>O. ispi</i>	ispi		39, 41, 42, 45	descripción original del Lago Titicaca
<i>O. jussiei</i>	ispis	<i>O. agassii</i>	2, 3, 6, 18, 23, 28, 30, 41, 42, 43	descripción original (Cuvier & Valenciennes 1846)
<i>O. jussiei puni</i>		<i>O. puni</i>	2, 30	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. jussieui</i>		<i>O. jussiei</i>	3, 4, 13, 18	
<i>O. jussioei</i>			7	
<i>O. luteus</i>	khellunchu, carache amarillo, punkhu, punju		1, 2, 4, 6, 13, 18, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 45	descripción original del Lago Titicaca (Cuvier & Valenciennes 1846), fondos
<i>O. minimus</i>			30, 41, 42, 45	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. minutus</i>	carachi	<i>O. minimus</i>	30, 42	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. mooni</i>			30, 41, 42	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. mulleri</i>	gringo, carachi		2, 41, 42, 45	descripción original del Lago Titicaca (Cuvier & Valenciennes 1846)
<i>O. mülleri</i>	caroche	<i>O. agassii</i> , <i>O. mulleri</i>	2, 4, 5, 6, 8, 13, 23, 27, 28, 30, 37	Cuvier & Valenciennes 1846 (4 especies cercanas a <i>O. mülleri</i>), profunda
<i>O. neveni</i>		<i>O. albus</i>	21	
<i>O. neveu</i>		<i>O. albus</i>	27	
<i>O. neveui</i>		<i>O. albus</i>	17, 18, 23	descripción original (Pellegriin 1904)
<i>O. olivaceus</i>	punku, carachi enano (gringo), carachi morado	<i>O. silustani</i>	6, 13, 23, 28, 30, 38, 41, 42	descripción original (Garman 1895)
<i>O. ortinii</i>		<i>O. agassii</i>	7	
<i>O. ortoni</i>		<i>O. agassii</i> , <i>O. agassii tschudii</i> , <i>O. tschudii</i>	2, 7, 8, 11, 12	
<i>O. ortonii</i>		<i>O. agassizii</i>	7	
<i>O. owenii</i>		<i>O. jussiei</i>	16	
<i>O. pentlandii</i>	boga	<i>O. cuvieri</i>	2, 3, 8, 12, 15, 18, 19, 22, 27, 41, 42	
<i>O. pentlandii</i>	boga, boguilla, kesi		1, 2, 4, 6, 10, 13, 22, 23, 27, 28, 30, 34, 35, 36, 37, 45	descripción original del Lago Titicaca (Cuvier & Valenciennes 1846, Kossing & Villwock 1964), pelágico
<i>O. puni</i>			30, 42, 45	
<i>O. richersoni</i>	carachi		42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. robustus</i>			42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. rotundipinnis</i>	Carachi	<i>O. luteus</i>	42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. taquiri</i>	carachi		30, 42, 45	descripción original (Tchernavin 1944)
<i>O. tchernavini</i>			39, 41, 42	descripción original (Lauzanne 1981)
<i>O. tomcooni</i>			42, 45	descripción original (Parenti 1984)
<i>O. tschudi</i>		<i>O. tschudii</i>	4	
<i>O. tschudii</i>		<i>O. agassii</i>	3, 18, 28, 42	descripción original (Castelnau 1855)
<i>O. tutini</i>			30, 42	descripción original del lago Titicaca (Tchernavin 1944)
<i>O. uruni</i>	carachi		30, 42, 45	descripción original del lago Titicaca (Tchernavin 1944)
<i>O. Wilson</i>	carachi		30	
<i>O. cuvieri</i> 1 <i>O. pentlandii</i>			30, 42	pendiente en Parenti 1984
<i>O. olivaceus</i> 1 <i>O. agassii</i>			30	

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

Lista de las referencias citadas en la Tabla 1.

1 Valenciennes 1839	13 Garman 1895	24 Eigenmann 1927	35 Villwock 1964
2 Valenciennes en Cuvier & Valenciennes 1846	14 Boulenger 1902	25 Rendahl 1937	36 Kosswig & Villwock 1964
3 Castelnau 1855	15 Steindachner 1902	26 Fowler 1940	37 Villwock 1966
4 Bleeker 1860	16 Rowntree 1903	27 Zuñiga 1941	38 Terrazas 1970
5 Günther 1861	17 Pellegrin 1904	28 Allen 1942	39 Lauzanne 1981
6 Günther 1866	18 Pellegrin 1906	29 Eigenmann & Allen 1942	40 Parenti 1981
7 Cope 1876	19 Starks 1906	30 Tchernavin 1944	41 Lauzanne 1982
8 Garman 1876	20 Neveu 1909	31 Mann 1954	42 Parenti 1984
9 Cope 1877	21 Eigenmann 1910	32 De Buen 1958	43 Maldonado 2005
10 Eigenmann & Eigenmann 1892	22 Fowler 1916	33 Lueken 1962	44 Guzmán & Sielfed 2009
11 Eigenmann 1893	23 Everman & Radcliffe 1917	34 Villwock 1962	45 de Sostoa et al. 2010

B2.2.3. BIOLOGÍA DE DIFERENTES ESPECIES

En cuanto a la biología de las especies pertenecientes al género *Orestias*, hay información para 33 especies (Tabla B2-2). De las cuales son *O. agassii*, *O. luteus*, *O. pentlandii*, *O. ispi* los que han sido los más estudiados en varios aspectos, como su distribución espacial, el régimen alimentario, la relación sexo ratio, épocas de reproducción, fecundidad, desove, dieta y parasitismo. La mayoría de esta información corresponde a estudios realizados por Lauzanne & Loubens (1982), Loubens & Sarmiento (1985), Lauzanne (1991), son trabajos realizados dentro de programas de investigación que han permitido la recolección de una buena cantidad de muestras, que hacen que esta información sea la más confiable, además de que después de estos trabajos, son alrededor de 20 años que no se han realizado estudios tan completos.

Como en las últimas décadas se ha registrado un descenso en las densidades de varias especies del género *Orestias* (MMA y A 2009), muchos de los estudios como los de reproducción artificial y cultivos corresponden a reportes o ensayos realizados como parte de la formación de académica en la Universidad Mayor de San Andrés, pero que no son de acceso fácil y quedan como datos dispersos (Tabla B2-2). Sin embargo pueden ser utilizados como base dentro de los procesos de planificación de la conservación de las especies nativas. Así tenemos los trabajos referidos a la reproducción artificial de *O. pentlandii* y de *O. ispi* (Arias 1996, Castañón *et al.* 2002), incubación de ovas in situ *O. agassii*, *O. luteus*, *O. olivaceus* (Castañón 1994, CIDAP 2002, Tarqui 2002, Blaz 2003, Buitrón 2005, Terrazas 2005, Loayza 2009, Flores 2010), de *O. albus* (Polo 2005) (Tabla B2-2). Estudios aislados pero que igual contribuyen al conocimiento de las especies nativas, el del desarrollo embrionario de *Calcina* (2001), estudio de los parásitos (Lauzanne 1991 y Choque 2005). También algunos son referidos al género *Trichomycterus* como la validación técnica de incubación (Aparicio 1993 Poma 2005) y reproducción artificial (Espinoza 1999) (Tabla B2-2).

En cuanto a la morfología (Tabla B2-2) se menciona a los diferentes autores que trabajaron con las características morfológicas y merísticas para la descripción o validación de las especies, Cuvier &

Valenciennes 1846, Tchernavin (1944), Lauzanne (1982), Parenti (1984) entre los principales. Los otros autores (Maldonado, 2009, De la Barra 2009, de Sostoa 2010, Scott 2010, Herbas, 2011, etc.) utilizaron las medidas morfométricas sugeridas por estos autores para identificar a las especies presentes en otros cuerpos de agua como: lagunas de la cordillera, en los Lagos Poopó y Uru Uru o para sus trabajos relacionados con filogenia y distribución. Sin embargo estos trabajos como el de Herbas (2011) y Zepita (2012) muestran que la morfología y las características merísticas no permiten identificar de manera certera a las especies del lago y que están restringidas a este ecosistema, siendo aun mas difícil la identificación en los otros ecosistemas.

Tabla B2-2. Reporte de los estudios referidos a las características biológicas y ecológicas de las especies nativas e introducidas en el Lago Titicaca

Especie	Habitat	Morfología	Regmen alimentario	Rasgos sexuales	Edad	Genetica	Cultivo / reproducción artificial / uso	Estado de conservacion	Comportamiento / habitat	Riqueza / Abundancia	Parasitosis
<i>O. agassii</i>	litoral	1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 20, 53, 54, 68, 69, 70, 71, 73, 77, 78, 79, 81, 82	7, 9, 10, 11, 15, 17, 20, 34, 35, 41, 44, 53, 54, 66, 70, 71, 77, 78, 79, 82	9, 15, 20, 35, 36, 38, 39, 43, 44, 82	15, 37, 39	73, 74, 81	22, 26, 31, 36, 40, 41, 44, 46, 47, 55, 75	66, 71, 73, 76	3, 17, 71	6, 9, 15, 16, 34, 35, 44, 66, 69, 73, 78	20, 60
<i>O. albus</i>		1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 53, 70, 71, 77	9, 10, 19, 20, 34, 53, 70, 71, 77	9, 19		74	56	27, 71	3, 27, 71	9, 16, 34	
<i>O. crawfordi</i>		6, 9, 10, 14, 20, 73, 77	9, 10, 20, 77	9		73, 74		71, 73	71	9, 73	
<i>O. ctenolepis</i>		14				74					
<i>O. cuvieri</i>	pelagico	1, 4, 5, 6, 11, 14, 71	11, 71					29, 71	3, 71	38, 66	
<i>O. farfani</i>	pelagico profundo	14				74					
<i>O. forgeii</i>		8, 9, 10, 14, 20, 77	8, 9, 10, 19, 20, 77	9, 19		74		71	71	9	19
<i>O. frontosus</i>		14				74					
<i>O. gilsoni</i>		6, 9, 10, 14, 20, 73, 77	9, 10, 20, 77	9		73, 74		71, 73	71	9, 66, 73	
<i>O. gracilis</i>		14				74		71	71		
<i>O. imarpe</i>		14, 73				73, 74		71, 73	71	73	
<i>O. incae</i>		4, 5, 6, 14				74		71	71		
<i>O. ispi</i>	pelagico 30-50m	8, 9, 10, 13, 14, 20, 73, 77	8, 9, 10, 13, 18, 19, 20, 34, 41, 44, 77, 83	9, 18, 19, 36, 43, 44		73, 74	26, 41, 42, 44, 49, 75	73	13, 23	8, 9, 16, 18, 23, 34, 38, 44, 65, 66, 73	19, 20, 34
<i>O. jussiei</i>		1, 4, 5, 6, 9, 10, 14, 20, 53, 70, 77	9, 10, 20, 53, 70, 77	9						9	
<i>O. luteus</i>	pelagico bentonico	1, 2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 20, 27, 44, 53, 69, 70, 71, 73, 77, 81, 82	9, 10, 11, 19, 20, 34, 35, 41, 44, 48, 53, 70, 71, 77, 82	9, 19, 35, 39, 43, 44, 82	39	73, 74, 81	22, 26, 30, 40, 41, 44, 55, 72	27, 61, 71, 73	27, 71	9, 16, 34, 35, 38, 44, 69, 73	60
<i>O. minimus</i>		6, 9, 10, 14, 20, 77	9, 10, 20, 77	9		74		71	71	9	
<i>O. minutus</i>		6, 14						71	71		
<i>O. mooni</i>		6, 9, 10, 14, 20, 77	9, 10, 20, 73, 77	9		73		71	71	9	
<i>O. mulleri</i>		1, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 20, 77	9, 10, 11, 18, 20, 34, 77	9, 18		74		71	3, 71	9, 18, 34, 38, 65, 66	
<i>O. multiporis</i>		14				74					
<i>O. olivaceus</i>		4, 5, 6, 9, 10, 14, 20, 77	9, 10, 19, 20, 34, 77	9, 19, 36, 43			36, 49, 55, 57, 67			9, 16, 34	
<i>O. pentlandii</i>		1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 20, 71, 73, 77	9, 10, 11, 19, 20, 34, 41, 44, 71, 77	9, 19, 43, 44		73, 74, 75	28, 41, 44	29, 71, 73	3, 71	9, 16, 34, 38, 44, 66, 73	
<i>O. puni</i>		14				74					
<i>O. richersoni</i>		14				74					
<i>O. robustus</i>		14, 73				73, 74		71, 73	71	73	
<i>O. rotundipinnis</i>	pelagico bentonico	14				74					
<i>O. taquiri</i>		6, 14, 73				74		71	71		
<i>O. tchernavini</i>		9, 10, 14, 20, 77	9, 10, 20, 77	9		73		71	71	9	
<i>O. tomcooni</i>		14				74		71	71		
<i>O. tschudii</i>		2, 4, 5, 14						71	71		
<i>O. tutini</i>		6, 14						71	71		
<i>O. uruni</i>		6, 14				74		71	71		
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	litoral	52	33	38			22, 25, 40, 58			16, 34	
<i>Trichomycterus dispar</i>	litoral	52		36,38			22, 25, 26, 32, 40			34	
<i>Odontesthes bonariensis</i>	pelagico	9, 54	9, 35, 54	9, 18, 24, 35,			22, 59		49, 62	18, 34, 35, 62, 80	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pelagico				17		22, 45, 50, 51		62	61, 62, 63, 80	63
<i>Salvelinus namaycush</i>										80	
<i>Salvelinus fontinalis</i>										80	
<i>Salmo trutta</i>										80	
<i>Salmo gairdneri</i>		7	7, 19	19, 21						16	19

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

Lista de referencias citadas en la Tabla 2.

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1 Cuvier & Valenciennes 1846 | 21 Loubens 1991 | 42 Castañon et al 2002 | 63 Revollo et al. 2006 |
| 2 Castelnau 1855 | 22 Ohashi 1991 | 43 CIDAB 2002 | 64 Revollo et al. 2006 |
| 3 Garman 1876 | 23 Richerson 1991 | 44 Paca et al. 2003 | 65 Gammons et al. 2006 |
| 4 Evermann Radcliffe 1909 | 24 Loubens & Osorio 1991 | 45 Alcon 2003 | 66 Guevara 2007 |
| 5 Evermann Radcliffe 1917 | 25 Aparicio 1993 | 46 Daza 2003 | 67 Mendoza 2008 |
| 6 Tchernavin 1944 | 26 Castañon 1994 | 47 Blaz 2003 | 68 Molina et al 2008 |
| 7 Lauzanne & Franc 1979 | 27 Villwock & Sienknecht 1995 | 48 Puña 2004 | 69 De la barra et al. 2009 |
| 8 Lauzanne 1981 | 28 Arias 1996 | 49 Mamani 2004 | 70 Maldonado et al. 2009 |
| 9 Lauzanne & Loubens 1982 | 29 Ergueta & de Morales 1996 | 50 Ortuño 2004 | 71 MMyA 2009 |
| 10 Lauzanne 1982 | 30 Cardozo 1997 | 51 Silvestre 2004 | 72 Loayza 2009 |
| 11 Vilwock 1983 | 31 Linares 1999 | 52 Crespo 2005 | 73 Scott 2010 |
| 12 Villwock & Sienknecht 1983 | 32 Espinoza 1999 | 53 Maldonado 2005 | 74 de Sostoa et al. 2010 |
| 13 Leblond 1983 | 33 Quispe 2000 | 54 UTO et al. 2005 | 75 Flores 2010 |
| 14 Parenti 1984; | 34 Northcote 2000 | 55 Buitron 2005 | 76 Ortega et al.2010 |
| 15 Loubens & Sarmiento 1985 | 35 Osorio & Sarmiento 2001 | 56 Polo 2005 | 77 Lauzanne 2011 |
| 16 Franc et al. 1985 | 36 Calcina 2001 | 57 Terrazas 2005 | 78 Herbas 2011; |
| 17 Hurlbert et al. 1986 | 37 Pacosillo 2001 | 58 Poma 2005 | 79 Molina et al. 2012 |
| 18 Vaux et al. 1988 | 38 ALT - PNUD, 2001 | 59 Cori 2005 | 80 Aragon 2012 |
| 19 Loubens 1989 | 39 Morales 2002 | 60 Choque 2005 | 81 Esquer et al. 2013 |
| 20 Lauzanne 1991 | 40 Tarqui 2002 | 61 Mariano et al. 2006 | 82 Zepita, 2013 |
| | 41 Vilca 2002 | 62 Segura 2006 | 83 Gutierrez, 2013 |

En cuanto al régimen alimentario, no hay estudios exhaustivos (Tabla B2-3), la mayoría de los autores presentan proporciones entre ítems como invertebrados, zooplancton, peces, algas, y plancton. Uno de los estudios que ha contribuido al conocimiento del régimen alimentario de manera importante, es el estudio de Loubens (1989) que presenta a las especies agrupándolas en relación a su régimen alimenticio y su distribución espacial en las zonas pelágicas, litoral y profunda. Reporta el tipo de organismos que es consumido dentro de cada ítem, e. g. *O. pentlandii*, *O. ispi* y *O. forgeti*, se alimentan de micro crustáceos como cladóceros y Copépodos y pertenecen al grupo de especies pelágicas zooplantófagas. Dentro del grupo de las especies perimacrófitas se encuentran *O. luteus*, *O. olivaceus* y *O. jussiei* y son especies que se alimentan de vegetales y animales, viven cerca de las macrófitas, *O. luteus* y *O. olivaceus* tienen preferencia por los moluscos. Leblond (1983) y Vaux *et al.* (1988), analizaron las proporciones del contenido estomacal de *O. ispi* con preferencias de alrededor de 60% de *Daphnia pulex*, y el resto entre Calanoides, Cyclopides. El estudio de Gutiérrez (2013), de *O. ispi* provenientes de dos localidades Carabuco en el Lago mayor y Tiquina en el lago menor, presentó proporciones similares a las encontradas por Leblond (1983) y Vaux *et al.* (1988), con 61% de *Daphnia pulex* seguido de Calanoides y Cyclopides y en menor incidencia Harpacticoides y *Lepadella*, que no se encontraban reportados. Este estudio de Gutiérrez (2013) registro diferencias en la morfología de los individuos entre las localidades del Lago mayor y el Lago menor en el diámetro del ojo, posición del ojo, largo y alto del pedúnculo y largo y ancho de las cabezas, es uno de los primeros estudios que relaciono estas variaciones morfológicas con el régimen alimentario y el uso de hábitat, al parecer los individuos con diámetros de ojo mayores, cabezas largas y finas y pedúnculos largos y finos corresponden a especímenes del Lago mayor, condicionas a zonas

pelágicas amplias con profundidades mayor a los 40 m, lo contrario en las características morfológicas de los individuos de Tiquina, condicionados a menores profundidades y presencia del cinturón vegetal hasta los 20 m.

En el caso de *O. agassii* aunque es cierto que es considerado carnívoro ajustable u omnívoro (Herbas 2011). Dependiendo de la escala a la que se trabaje y de las características de los ecosistemas acuáticos en los que se los encuentre, *O. agassii* puede ocupar diferente nivel trófico, como muestra el estudio de Molina *et al* (2008 y 2012), Herbas (2011) y Zepita (2013), e.g. para los lagos Titicaca, Poopo y Uru Uru es invertívoro pero dependiendo del lago la composición de especies de invertebrados no son los mismos, en el caso del Lago Uru Uru son mas bien invertebrados que colonizan las zonas litorales y el en

Tabla B2-3. Reporte de los estudios referidos al régimen alimentario de las especies del género *Orestias*.

Especie	Régimen alimentario	Referencias
<i>O. agassii</i>	Carnívoro, ajustable: zooplancton e invertebrados acuáticos	Herbas 2011; Hurlbert <i>et al.</i> 1986; Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Franc 1979; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens & Sarmiento 1985; Maldonado 2005; Maldonado <i>et al.</i> 2009; MMyA 2009; Molina <i>et al.</i> 2008, 2012; Northcote 2000; Osorio & Sarmiento 2001; Paca <i>et al.</i> 2003; UTO <i>et al.</i> 2005; Vilca 2002; Vilwock 1983
<i>O. albus</i>	Crustáceos y gastrópodos	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens 1989; Maldonado 2005; Maldonado <i>et al.</i> 2009; MMyA 2009; Northcote 2000
<i>O. crawfordi</i>	Bivalvos, gastrópodos y moluscos	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982
<i>O. ctenolepis</i>	Plancton y algas	Parenti 1984
<i>O. cuvieri</i>	Peces, pequeñas orestias	MMyA 2009; Vilwock 1983
<i>O. farfani</i>	Plancton y algas	Parenti 1984
<i>O. forgeti</i>	Zooplancton	Lauzanne 1981, 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens 1989
<i>O. frontosus</i>	Plancton y algas	Parenti 1984
<i>O. gilsoni</i>	Plancton y algas	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982
<i>O. ispi</i>	Zooplancton	Lauzanne 1981, 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Leblond 1983; Loubens 1989; Northcote 2000; Paca <i>et al.</i> 2003; Vaux <i>et al.</i> 1988; Vilca 2002
<i>O. jussiei</i>	Cladóceros, Coleópteros y Hemípteros	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Maldonado 2005; Maldonado <i>et al.</i> 2009
<i>O. luteus</i>	Crustáceos y gastrópodos, bivalvos	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens 1989; Maldonado 2005; Maldonado <i>et al.</i> 2009; MMyA 2009; Northcote 2000; Osorio & Sarmiento 2001; Paca <i>et al.</i> 2003; Puña 2004; Vilca 2002; Vilwock 1983
<i>O. minimus</i>	Plancton y algas	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

<i>O. mooni</i>	Algas y pequeños Cladóceros	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Scott 2010;
<i>O. mulleri</i>	Cladóceros pequeños; zooplancton y algas	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Northcote 2000; Vaux <i>et al.</i> 1988; Vilwock 1983
<i>O. olivaceus</i>	Ostrácodos, gastrópodos y moluscos	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens 1989; Northcote 2000
<i>O. pentlandii</i>	Invertebrados acuáticos y zooplancton	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982; Loubens 1989; MMyA 2009; Northcote 2000; Paca <i>et al.</i> 2003; Vilca 2002; Vilwock 1983
<i>O. richersoni</i>	Plancton y algas	Parenti 1984
<i>O. rotundipinnis</i>	Planctívoro y larvas de invertebrados	Parenti 1984
<i>O. tchernavini</i>	Zooplancton	Lauzanne 1982, 1991, 2011; Lauzanne & Loubens 1982
<i>O. taquiri</i>	Plancton y algas	Parenti 1984
<i>O. uruni</i>	Plancton y algas	Parenti 1984

caso del Poopo invertebrados bentónicos aunque pueden también se ha visto cambios en su dieta durante u ciclo hidrológico. En las lagunas de altura en algunas son exclusivamente zooplanctívoro, en otras lagunas se registro macroinvertebrados pero mas asociados a la vegetación, así como vegetación.

B2.3. ASPECTOS A SER CONSIDERADOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA ÍCTICA

El Lago Titicaca (lado boliviano) ha sido declarado sitio RAMSAR el 26 de agosto de 1988 por la diversidad que este alberga, en vista de que el genero *Orestias* es el único representante de los Cyprinodontides en el mundo. Este humedal de importancia internacional, sin embargo se esta viendo afectado por los impactos ambientales como ser, por los desechos que se envían desde El Alto, Viacha y Laja, del lado boliviano, por la sobre explotación de sus recursos, agricultura extensiva, la contaminación, sobrepastoreo y el cambio climático que lo amenazan. Su fauna natural se reduce y según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), y el libro rojo de vertebrados (2011) todas las especies del género *Orestias* (que se pueden identificar claramente) se encuentran en estado vulnerable (VU). Las políticas aún no son suficientes o si existen no esta bien definido la responsabilidad de quien las hará cumplir para revertir la situación de una de las reservas más importantes del planeta.

Un gran número de personas dependen directa o indirectamente de la pesca del lago y aproximadamente dos tercios de las capturas totales del lago Titicaca corresponden al género *Orestias* (de Sostoa *et al.* 2010). Sin embargo los pescadores no están interesados en saber que

especie explotan mas y que otras menos, acompañado a esto las incertidumbres taxonómicas y no delimitación clara de los caracteres diagnósticos en *Orestias* no hacen mas que profundizar el desconocimiento del estado actual de dichas especies. Por esta razón es difícil poder plantear adecuados planes de gestión de los recursos pesqueros, así como tampoco aplicar planes adecuados de conservación de la íctio fauna tanto del Lago Titicaca como de los sistemas acuáticos pertenecientes a esta cuenca y sus alrededores.

Estos resultados muestran claramente la urgente necesidad de ampliar y complementar por un lado los estudios genéticos. Por otro lado estos estudios que pongan en cuestión las delimitaciones diagnósticas morfológicas adecuadas, en vista a que las actuales existente no permiten identificar a los individuos de las diferentes especies. Por lo tanto también se requiere urgentemente una revisión del género para poder separar las especies morfológicamente, así como estudios que permitan explicar esta alta variabilidad fenotípica dentro de una lógica que considere los procesos de especiación, ecológicos, sus ciclos biológicos y estrategias alimentarias.

B2.4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcon G. R. 2003. Determinación de la carga animal optima de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) en jaulas flotantes para el lago Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Allen W.R. 1942. Eigenmann C.H. & Allen W. R. Fishes of western South America. Kentucky, USA.
- ALT; PNUD. 2001. Estudio para establecer nuevos linderos de la reserva nacional del Titicaca y elaborar el plan maestro: Informe final, propuestas de nuevos linderos de la reserva nacional del Titicaca. Puno. 135 p.
- Aparicio J. A. 1993. Validación de técnicas de incubación controlada para el mauri (*Trichomycterus* sp.) en el lago Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Arias J. A. 1996. Reproducción artificial de la boga (*Orestias pentlandii*) y su importancia en el mercado. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Blaz S. B. 2003. Evaluación de la incubación de ovas de carachi negro (*Orestias agassii*) a cuatro densidades. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Bleeker P. 1860. Enumeratorio spectrum piscium hucusque in Archipelago Indico observatorum, etc. Act. Soc. Sci. Indo-Neerl. 6 pp. l xxxvi, 1-276.
- Boulenger G.A. 1902 Description of a new Cyprinodontid fish (*Orestias tiripatae*) from Eastern Peru. Ann. Mag. Nat. Hist. (7) 10: 153-154.
- Buitron C. P. 2005. Utilización de diferentes tipos de kakabans para incubación in situ de ovas de carachi (*Orestias agassii*), punku (*Orestias luteus*) y carachi enano (*Orestias olivaceus*) en el lago menor del Titicaca Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Calcina C. 2001. Recuperación y reproducción artificial de especies ícticas nativas del lago Titicaca. Desarrollo embrionario y diferenciación sexual de las especies ícticas nativas del lago Titicaca. Reporte del Ministerio de agricultura, ganadería y desarrollo rural. 29 p.

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

- Cardozo P. W. 1997. Sustitución de la harina de pescado con punku (*Orestias luteus*) vísceras de cerdo y trucha, en la dieta de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la fase juvenil. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Castañón V. A. 1994. Evaluación de técnicas de desove e incubación artificial para *Orestias agassii* y *Orestias luteus*. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Castañón V. A., De la Quintana & Limachi. 2002. Reproducción artificial de ispi (*Orestias ispi*). 26 p.
- Castelnaud F. 1855. Famille des Cyprinoides, Genre *Orestias*. In: Animaux nouveaux ou rares recueillis pendant l'expédition dans les parties centrales de l'Amérique du sud. Paris. 51-52 p.
- Choque J. 2005. Identificación de los principales parásitos de cuatro especies ícticas nativas del lago Titicaca. Tesis para optar al título de Licenciado en Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 87 p.
- CIDAP. 2002. Conservación de la Biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca, Desaguadero, Poopo, salar de Coipasa (TDPS): Reproducción artificial de *Orestias agassii* y *Orestias luteus*. Proyecto Bol /98/G31, Manual, Área, crianza y manejo de especies ícticas nativas. 23 p.
- Cope E. D. 1876. Note on the ichthyology of lake Titicaca. J. Acad. Nat. Sci. Philad, 8: 185-187.
- Cope E. D. 1877. Synopsis of the cold – blooded vertebrata procured by Prof. James Orton during his exploration of Peru. Proc. Amer. Phil. Soc. 17: 33-49.
- Cori E. H. 2005. Evaluación del uso de anzuelos sobre la pesca del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en el lago menor del Titicaca, comunidad Sonacachi provincia Omasuyos. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Crespo A. M. 2005. Características morfométricas en la taxonomía de dos especies del género *Trichomycterus* (mauri y suche) presentes en la fauna ictiológica del lago Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Cuvier G. L. & Valenciennes A. 1846. *Orestias*. Histoire naturelle des poissons. XXII: 221-244.
- Daza L. A. 2003. Evaluación del efecto de tres tipos de alimento en la nutrición de los alevines de carachi (*Orestias agassii*) en condiciones de cautiverio. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- De Buen F. 1958. Ictiología. La familia Ictaluridae nueva para la fauna aclimatada de Chile y algunas consideraciones sobre los Siluroidei indígenas. Inv. Zool. Chilenas; 146-158.
- De la Barra E.; Maldonado E.; Carvajal F. & Coronel J. 2009. The killifish *Orestias* in the Bolivian Puna. Rev. Bol. Ecol. y Cons. Amb. 26: 1-7.
- Dejoux, C. & Iltis, A. 1991. El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM. 584 pp.
- De Sostoa A., Doadrio I., Ornelas C., Caiola N., Pedraza C., Flores F., Monroy M. & Maceda A. 2010. Estudio genético de las especies ícticas nativas del lago Titicaca. Caracterización y estructura poblacional. Informe final. 173 p.
- Eigenmann C. 1893. Catalogue of freshwater fishes of Central America and Southern Mexico. Proc. U.S. Nat. Mus. 16: 53-60.
- Eigenmann C. H. 1894. Catalogue of freshwater fishes of Central America and Southern Mexico. Proc. U.S. Natl. Mus. 16 (925): 53-60.
- Eigenmann C. H. 1910. Catalogue of the freshwater fishes of tropical and south temperate America. Reports Princeton Univ. Exped. Patagonia, 1896-1899. 3 (4): 375-511.
- Eigenmann C. H. 1927. The freshwater fishes of Chile. Mem. Natl. Acad. Sci. 22(2): 80 p. 16pls.
- Eigenmann C. & Allen W. 1942. Fishes of Western South América. 275-300 p.
- Eigenmann C. H. & Eigenmann R. S. 1892. A catalogue of the freshwater fishes of South America. Proc. U. S. Natl. Mus. 14 (842): 1-81.
- Ergueta P. & de Morales C. 1996. Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. CDC. 347 p.

- Espinoza P.G. 1999. Reproducción artificial del mauri (*Trichomycterus dispar*) por el método seco, bajo tres niveles de temperatura y oxígeno. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Esquer Garrigos Y., Hugueny B., Koerner K., Ibañez C., Bonillo C., Pruvost P., Causse R., Cruaud C. & Gaubert P. 2013. Non-invasive ancient DNA protocol for fluid-preserved specimens and phylogenetic systematics of the genus *Orestias* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Zootaxa*, 3640, 373-394.
- Esquer Garrigos Y., Hugueny B., Ibañez C., Koerner K., Zepita C., Lambourdiere J., Coloux A. & Gaubert P. Hybridization within an adaptive radiation framework: evolutionary and conservation implications for two species of Andean pupfishes (*Orestias* spp., Teleostei, Cyprinodontidae). Submitted. 42 p.
- Everman B.W. & Radcliffe L. 1909. Notes on a Cyprinodont (*Orestias agassizii*) from central Peru. *Biological Society of Washington*. 22: 165-170.
- Everman B.W. & Radcliffe L. 1917. The fish of the west coast of Peru and the Titicaca basin. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 95: 1-166.
- Flores O. Y. 2010. Reproducción artificial de especies nativas *Orestias*. Folleto informativo. 15 p.
- Fowler H.W. 1916. Notes on fishes of the Orders Haplomi and Microcyprini. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 68: 415-439.
- Fowler H.W. 1940. Zoological results of the second bolivian expedition for the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1936-1937. Part I, the fishes. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 92: 43-103.
- Fowler H.W. 1940-1943. Zoological results of the second Bolivian expedition for the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1936-1937. Part 1 y 2 Fishes. *Proc. Acad. Nat. sci. Philadelphia*, vol 92, pp 43-103 Additional new fishes *Naturel Naturae (Phyladelphia)* n° 120. 1-7.
- Franc J., Lauzanne L. & Zuna F. 1985. Algunos datos sobre las pesquerías de la parte oriental del lago Titicaca menor. *Ecología en Bolivia* 7: 1-21.
- Gammons C.H., Slotton D.G., Gerbrandt B., Weight W., Young C. A. McNearny R.L. Cámac E., Calderón R. & Tapia H. 2006. Mercury concentrations of fish, river water and sediment in the río Ramis lake Titicaca watershed, Peru. *Science of the Total Environment* 368: 637-648.
- Garman S.W. 1876. Exploration of lake Titicaca, by Alexander Agassiz and S.W. Garman. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard. College*. 19: 273-278.
- Garman S.W. 1895. The Cyprinodonts. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll.* 19, 1:179 p. pl. I-XII.
- Guevara A. 2007. Espejismos desarrollistas y autonomía comunal: el impacto de los proyectos de desarrollo en el lago Titicaca (1930-2006). Pontificia Universidad Católica del Perú, Cuaderno de trabajo de la carrera de Derecho. 57 p.
- Günther A. 1861. On a collection of fishes sent by capt. Dow from the Pacific Coasts of Central America. *Proc. Zool. Soc. London*, 1861: 370 p.
- Günther A. 1866. A catalogue of the fishes in the British Museum, London. 6: 368 p.
- Gutiérrez R. 2013. Análisis del contenido estomacal de ispi (*Orestias ispi*). Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Guzmán J.A. & Sielfeld W. 2009. Dieta de *Orestias agassii* (Cuvier & Valenciennes, 1846) (Teleostei, Cyprinodontidae) del salar del Huasco, norte de Chile. *Gayana* 73 (1): 28-32.
- Herbas K.R. 2011. Variabilidad morfológica y régimen alimenticio de *Orestias agassii* (Pisces-Cyprinodontidae) en sistemas acuáticos de altura, La Paz-Bolivia. Tesis para optar el título de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales. 94 p.
- Hurlbert S.H., Loayza W. & Moreno T. 1986. Fish flamingo plankton interactions in the Peruvian Andes. *Limnology and Oceanography* 31 (3): 457-467.
- Kosswig C. & Villwock W. 1964. Das problem der intralakustrischen Speziation im Titicaca und im Lanaosee. *Verh. d. Dtsch. Zool.* 96-104 p.

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

- Lauzanne L. 1981. Description de trois *Orestias* nouveaux du lac Titicaca, *O. ispi* n. sp., *O. forgeti* n. sp. et *O. tchernavini* n. sp. (Pisces, Cyprinodontidae). *Cybium* 5 (3): 71-91.
- Lauzanne L. 1982. Les *Orestias* (Pisces, Cyprinodontidae) du Petit lac Titicaca. *Hydrobiologia* 15(1): 39 - 70.
- Lauzanne L. & Franc J. 1979. Las truchas de los lagos del valle de Hichu-Kkhota. Informe N° 2, Convenio UMSA – ORSTOM Hidrobiología. 22 p.
- Lauzanne L. & Loubens G. 1982. Estudios ictiológicos del Convenio UMSA-ORSTOM en el lago Titicaca. Reporte. Paris. 35 p.
- Lauzanne L. 1991. Especies nativas: los *Orestias*. In: Dejoux, C. & Iltis, A., (eds). El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. 409-423 p.
- Lauzanne L. 2011. Clave de los *Orestias* del lago Titicaca. Revisión no publicada de la clave realizada en el 1982. Cochabamba. 23 p.
- Leblond R. 1983. Quelques aspects de l'alimentation et de la selection des proies chez *Orestias ispi* Lauzanne (Pisces, Cyprinodontidae) du Lac Titicaca. La Paz: UMSA-ORSTOM, 28 p.
- Linares, J.A. 1999. Diseño de un acuario bio-ecológico para la crianza del pez *Orestias agassii*. *Bio-Ecológica*: 10 p.
- Loayza A. 2009. Comparación de la incubación de ovas de punku (*Orestias luteus*) en condiciones de laboratorio in situ. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Loubens G. 1989. Observations on the fishes of the lake Titicaca Bolivian part IV. *Orestias* spp., *Salmo gairdneri* and management problems. *Rev. Hydrobiol. trop.* 22 (2): 157-177.
- Loubens G. 1991. Especies introducidas: *Salmo gairdneri* (trucha arco iris). In Dejoux C. & Iltis A. (1991) El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. 425- 430 p.
- Loubens G. & Osorio F. 1991. Especies introducidas: *Basilichthys bonariensis* (pejerrey). En Dejoux C. & Iltis A. 1991. El lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. 431-446 p.
- Loubens G. & Sarmiento J. 1985. Observations sur les poissons de la partie bolivienne du lac Titicaca II. *Orestias agassii*, Valenciennes 1846. (Pisces, Cyprinodontidae). *Rev. Hydrobiol. trop.* 18 (2): 159-171.
- Lueken V.W. 1962. Chromosomenzahl bei *Orestias* (Pisces, Cyprinodontidae). *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.* 60: 195-198.
- Lüssen A., Falk T. & Villwock W. 2003. Phylogenetic patterns in populations of Chilean species of the genus *Orestias* (Teleostei: Cyprinodontidae): results of mitochondrial DNA analysis. *Molecular Biology and Evolution*, 29, 151-160.
- Maldonado E. 2005. Diferenciación morfológica y ecológica de algunas especies del género *Orestias* Valenciennes, 1839 del lago Titicaca: Cas d'étude de radiación adaptativa. Tesis para optar el título de Master. Université Claude Bernard, Lyon. 30 p.
- Maldonado E., Hubert N., Sagnes P. & De Mérona B. 2009. Morphology diet relationships in four killifishes (Teleostei, Cyprinodontidae, *Orestias*) from Lake Titicaca. *Journal of Fish Biology* 74: 502-520.
- Mamani F.U. 2004. Utilización de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) ipsi (*O. ispi*) y carachi enano (*O. olivaceus*), como carnadas para la pesca de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) con dos tamaños de anzuelos en la región de Soncachi. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Mann G. 1954. Vida de los peces en aguas Chilenas. Instituto de Investigaciones Veterinarias. Universidad de Chile, Santiago. 343 p.
- Mariano M., Huaman P., Montaya H., Mayta E., Tapia L., Jimenez A. & Cordova K. 2006. Uso de microhabitat de *Orestias agassii* en alopatria y simpatria con la especie invasora *Oncorhynchus mykiss* en lagunas Altoandinas. 12 p.
- Mendoza F. A. 2008. Evaluación de proceso económico de caviar con ovas de carachi enano (*Orestias olivaceus*). Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.

- MMAyA. 2009. Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. 572 p.
- Molina C., Ibañez C. & Pinto J. 2008. Análisis preliminar de los recursos hidrobiológicos en relación a metales pesados en poblaciones de invertebrados y peces del lago Poopó. In: Rocha O. & Aguilar S., (eds). Bases técnicas para el plan de manejo del sitio Ramsar Lagos Poopó y Uru Uru. Oruro - Bolivia: MDRA y MA, pp. 187-202.
- Molina C., Ibañez C. & Gibon F. M. 2012. Proceso de biomagnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopo, Oruro, Bolivia): posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología en Bolivia* 47 (2): 99-118.
- Morales S. 2002. Resultado de estudios biológicos sobre las especies icticas nativas más importantes del lago Titicaca realizados en el CIDAB. En Manejo de recursos pesqueros en el lago Titicaca por CIDAB, MAGDER; La Paz.
- Neveu M. 1909. Los lagos de los Altiplanos de la América del Sur. Dirección de Estadística y Estudios geográficos. La Paz, Bolivia. 120 p.
- Northcote T.G. 2000. Ecological interactions among an Orestiid (Pisces, Cyprinodontidae) species flock in the littoral zone of lake Titicaca. *Advances in Ecological Research* 31: 399-420.
- Ohashi M. 1991. Estudio ecológico de las especies ícticas nativas. *JICA*. 14 p.
- Ortega H., Hidalgo M., Correa E., Espino J., Chocano L., Trevejo G., Meza V., Cortijo A.M. & Quispe R. 2010. Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente del Perú. 50 p.
- Ortuño L.H. 2004. Introducción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) en la q'otaña de la comunidad de Achaya provincia del departamento de La Paz. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Osorio F. & Sarmiento J. 2001. Informe preliminar de la reactualización de la información de ictiofauna del lago Titicaca. En: Aguirre, C., Miranda, C. & Verhasselt, Y. (eds). Contribución al conocimiento del sistema del lago Titicaca. 305-319 p.
- Paca F., Paca R., Limachi S.A., Alfaro R., Paca B., Chura R., Vilca J.L., Chávez M. & Chambilla R. 2003. Proyecto: Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca, Desaguadero, Poopo, Salar de Coipasa (TDPS). Informe final Programa de crianza de peces en hábitats de totora. Puno: PNUD. 375 p.
- Pacosillo J.L. 2001. Estimación de la edad del carachi (*Orestias agassii*), mediante análisis de escamas, otolitos y vértebras. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UMSA.
- Parenti L. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *American Museum of Natural History* 168: 232.
- Parenti L. 1984. A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Ciprinodontidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 178: 214 pp.
- Pellegrin J. 1904. Zoologie. Sur les pharyngiens inférieurs chez les Poissons du genre *Orestias*. *Académie des Sciences*. 682-692.
- Pellegrin J. 1906. Les poissons des lacs des hauts Plateaux. In Lemaire M. (1906) Neveu. 25 p.
- PNUD, ALT. 2002. Proyecto de conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca, Desaguadero, Poopo, salar de Coipasa (TDPS): desarrollar la capacidad de programas de pesca artesanal en Bolivia. CIDAB. 172 p.
- Polo M.E. 2005. Reproducción artificial e incubación artesanal in situ del qañu (*Orestias albus*) para fines de reproducción. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómico. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Poma N. 2005. Reproducción artificial e incubación artesanal in situ del mauri (*Trichimycterus dispar*) en la bahía de Suriqui isla Paco, lago Menor del Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.

B-2 Biodiversidad íctica en el Lago Titicaca

- PRODUCE. 2008. Decreto supremo N. 023. Reglamento de ordenamiento pesquero y acuícola para la cuenca del Lago Titicaca ROPA.
- Puña L. 2004. Evaluación del hábito alimenticio del punku (*Orestias luteus*) en la parte boliviana del lago Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómico. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Quispe M. 2000. Evaluación del régimen alimenticio del mauri (*Trichomycterus rivulatus*) en el lago Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Rendahl H. 1937. Einige fische aus Ecuador und Bolivia. Arkiv för Zoologi. 29 (11): 6-11.
- Revollo M.F., Liberman M. & Lescano A. 2006. Lake Titicaca. Experience and lessons learned brief. 377-388
- Richerson P.J. 1991. Humans as a component of the lake Titicaca ecosystem: a model system for the study of environmental deterioration. Proceedings of cary conference. 27 p.
- Rowntree W.S. 1903. On some points in the visceral anatomy of th Characinidae, with an enquiry in to the relations of the ductus pneumaticus in the Physostomi generally. Trans. Linn. Soc. London. Ser. 2. 2: 9 47-81, pls 3, 4.
- Segura M. 2006. Avances de las investigaciones técnico - científicas de la pesquería en el lago Titicaca. IMARPE.
- Silvestre E. 2004. Inclusión de tres niveles de enzima allzyme vegpro en la dieta para trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) en la etapa juvenil. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Scott S.A. 2010. Sistemática y filogenia de *Orestias* del complejo *agassizii* (Teleostei: Cyprinodontidae) de la Puna: Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. 98 p.
- Starks E.C. 1906. On a collection of fishes made by P.O. Somons in Ecuador and Peru. Poc. U. S. Natl. Mus. 30: 761-800 pp. Pls. 65-66.
- Steindachner F. 1902. Herpetologische und ichthyologische ergebnisse einer Reise nach Sudamerika, etc. Denksch. Akad. Wiss. Wien. 72: 89-148.
- Tarqui F. 2002. Técnicas de reproducción artificial de las especies ícticas del lago Titicaca. En Manejo de recursos pesqueros en el lago Titicaca, CIDAB, MAGDER. 5 p.
- Terrazas W.U. 1970. Lista de peces bolivianos. Acad. Nan. Cienc. Bol. La Paz, 66 p.
- Terrazas E.E.A. 2005. Evaluación de artesas para la incubación artesanal in situ del carahi enano (*Orestias olivaceus*) en la isla Suriqui lago menor del Titicaca. Tesis para optar al título de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. UMSA.
- Tchernavin V.V. 1944. A revision of the subfamily Orestiinae. Department of Zoology, Briish Museum, Natural History. 114 p.
- UNEP – PNUMA. 1996. Diagnóstico Ambiental del Sistema Titicaca – Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia – Peru. 223 p.
- UTO, MINCO, FUNDECO & KOMEX. 2005-2007. Evaluación ambiental del lago Poopo y sus ríos tributarios. 199 p.
- Valenciennes A. 1839. Poissons d’Amerique Rapport sur quelques poissons d’Amerique raportes par M. Pentland du lac Titicaca et des autres points elevés des Andes. L’Institut, ann. 7, 276: 118.
- Vaux P., Wurtsbaugh W., Treviño H., Mariño L., Bustamante E., Torres J., Richerson P. & Alfaro R. 1988. Ecology of the pelagic fishes of lake Titicaca, Peru - Bolivia. Biotropica 20 (3): 220-229.
- Vilca J.L., Castillo Y.P., Jara L. & Coila Y.C. 2002. Desarrollar la capacidad de programas de pesca artesanal en el ambito peruano del sistema TDPS. 280 p.
- Villwock W. 1962. Die gattung *Orestias* (Pisces, Microcyprini) und die Frage der intralakustrischen speziation in Titicaca-Seengebiet. Sonderdruck aus Andlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Wien. 611-623 p.
- Villwock W. 1964. Vermeintliche Artbastarde in der Gattung *Orestias* (Pisces, Cyprinodontidae). Mitt. Hamburg.

- Zool. Mus. Inst. (Kosswing-Fertschrift). 285-291 p.
- Villwock W. 1966. Zur Biologie der Orestiinae (Pisces, Cyprinodontidae). Unter besonderer Berücksichtigung von Darminhaltstuntersuchungen. Ein Beitrag zum Problem der speciation in der Gattung *Orestias*. Abh. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg (NF) 10: 153-166.
- Villwock W. 1983. El género *Orestias* y su evolución en el Altiplano del Perú y Bolivia. Informe final IX: 59-66.
- Villwock W. & Sienknecht U. 1993. Die Zahnkarpfen der Gattung *Orestias* (Valenciennes, 1839) (Teleostei, Cyprinodontidae) aus dem Altiplano von Bolivien, Chile und Perú. Mitt. hamb. zool. Mus. Inst. 90: 321-362.
- Villwock W. & Sienknecht U. 1995. Intraspezifische Variabilität im Genus *Orestias* Valenciennes, 1839 (Teleostei: Cyprinodontidae) und zum Problem der Artidentität. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 92, 381-398.
- Villwock W. & Sienknecht U. 1996. Contribución al conocimiento e historia de los peces Chilenos, los Cyprinodontidos del género *Orestias* Val.1839 (Teleostei, Cyprinodontidae) del Altiplano Chileno. Medio Ambiente 13 (1): 119-126.
- Wurtsbaugh W.A. & Tapia R.A. 1988. Mass mortality of fishes in Lake Titicaca (Peru-Bolivia) associated with the protozoan parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. Trans. Amer. Fish. Soc., 117: 213-217.
- Zepita C. 2013. Dieta y rasgos sexuales de las poblaciones del complejo *agassii* (género *Orestias*, Pisces-Cyprinodontidae) en los lagos: Titicaca, Uru Uru y Poopo. Tesis para optar al título de Licenciatura. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. UMSA. 64 p.
- Zuñiga E. 1941. Régimen alimenticio y longitud de tubo digestivo en los peces del género *Orestias*. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado" Lima. 16: 79-86 p.

M. Pouilly, X. Lazzaro,
D. Point & M. Aguirre

Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos e hidrobiológicos
en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca

Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos e hidrobiológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca

Convenio UICN-IRD N°303117/00

Coordinación
Marc **POUILLY**
Xavier **LAZZARO**
David **POINT**
Mario **AGUIRRE**



**Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos
e hidrobiológicos en el sistema TDPS
con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca**

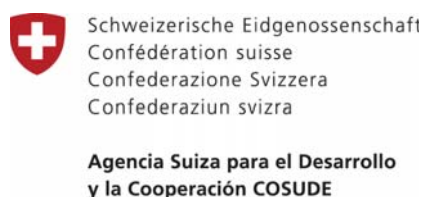
La designación de entidades geográficas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de la UICN respecto a la condición jurídica de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades, o referente a la delimitación de sus fronteras y límites.

Los puntos de vista que se expresan en esta publicación no reflejan necesariamente los de la UICN.

Publicado por: UICN, Quito, Ecuador e IRD Institut de Recherche pour le Développement.



Con el auspicio de:



Con la colaboración de:



UMSA – Universidad
Mayor de San Andrés,
La Paz, Bolivia



UMSS – Universidad
Mayor de San Simón,
Cochabamba, Bolivia

Derechos reservados: © 2014 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales.

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor con tal de que se mencione la fuente.

Se prohíbe reproducir esta publicación para venderla o para otros fines comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta los derechos de autor.

Cita de obra completa: M. Pouilly; X. Lazzaro; D. Point; M. Aguirre (2014). Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca. IRD - UICN, Quito, Ecuador. 320 pp.

Revisión: Philippe Vauchel¹, Bernard Francou¹, Jorge Molina², François Marie Gibon¹; ¹ IRD, ² UMSA

Disponible en: <http://www.uicn.org/sur>

EDITORES: UICN – Mario Aguirre ; IRD – Marc Pouilly, Xavier Lazzaro & David Point

IMPRESIÓN: Talleres Gráficos PÉREZ Tel. +(591-2) 225 5911 graficaleopez@gmail.com

DEPÓSITO LEGAL nº 4-1-196-14PO, La Paz, Bolivia

ISBN nº 978-99974-41-84-3

IMPRESO EN BOLIVIA