



PROPUESTA DE ESTRATEGIA Y PLAN DE
ACCION BINACIONAL PARA LA
CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO
SOSTENIBLE DE LAS ESPECIES DEL
GÉNERO ORESTIAS spp. EN LOS LAGOS
TITICACA, POOPÓ Y URU URU

PROYECTO “GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL
SISTEMA TITICACA DESAGUADERO- POOPÓ-SALAR DE COIPASA
(GIRH-TDPS

CARLA IBAÑEZ LUNA
2022

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE E HISTORIA NATURAL	6
2.1. Taxonomía.....	6
2.2. Distribución y aspectos sobre la ecología y biología de <i>Orestias</i> spp.	9
2.3. Categorización de las <i>Orestias</i> a nivel nacional e internacional.....	12
2.4. Estado de conservación	16
3. MARCO NORMATIVO.....	45
3.1. Marco normativo del Perú.....	45
3.2. Marco normativo de Bolivia	50
3.3. Entidades y convenciones de alcance internacional.....	55
4. METODOLOGÍAS DEL PLAN DE ACCIÓN BINACIONAL.....	59
5. PLAN DE ACCIÓN BINACIONAL.....	61
5.1 Enfoque y principios del Plan de Acción Binacional (PAB)	61
5.2 Misión y Visión.....	62
5.3. Objetivo del Plan de Acción Binacional	63
5.4. Líneas estratégicas del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del género <i>Orestias</i> spp. en los lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.....	64
5.5 Acciones y medios de implementación, por cada línea estratégica.....	65
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
7. ANEXOS.....	83
7.1 Actividades participativas realizadas	83
7.2 Participantes entrevistados en el proceso de construcción y validación Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género <i>Orestias</i> spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru.	85
7.3. Lista de las asociaciones de pescadores de Bolivia y Peru	86
7.4. Instituciones gubernamentales sub nacionales vinculados con el sistema TDPS del Peru. ...	88
7.5. Instituciones gubernamentales sub nacionales vinculados con el sistema TDPS, de los departamentos de La Paz y Oruro.	89

Indice de Figuras

Figura 1. Diferentes hábitats del Lago Titicaca y potencial distribución horizontal de las especies más características. Extraído de Monroy López (2014).	9
Figura 2. Carachi amarillo (<i>O. luteus</i>) con la enfermedad del punto blanco (círculo rojo). Fotografía: Erick Loayza	18
Figura 3. Desembarques pesqueros de los principales recursos del Lago Titicaca en la parte peruana. Fuente: Anuarios IMARPE (2010-2019) y Chura & Treviño (2012).	19
Figura 4. a) Sitios de colecta en el Lago Titicaca; b) Sitios de colecta en los Lagos Uru Uru y Poopó.	23
Figura 5. Diagrama de flujo del trabajo realizado para el diagnóstico. 1: Pesaje de la captura total del pescador, 2: selección de las muestras (UBM), 3: Toma de datos de observación en campo y traslado al laboratorio, 4: análisis biométrico de las muestras, 5: Obtención de bases y análisis de datos. ...	23
Figura 6. Composición y abundancia relativa de especies de <i>Orestias</i> en distintas zonas de los principales lagos del TDPS en base al CPUE (ind/1000m ² *h). a) Composición de la comunidad de <i>Orestias</i> ; amarillo: <i>O. luteus</i> ; verde: <i>O. agassizii</i> ; rojo: <i>O. imarpe</i> ; celeste: <i>Orestias</i> gr <i>gilsoni</i> ; naranja: <i>O. mulleri</i> ; gris: <i>O. crawfordi</i> ; rosa: <i>O. ispi</i> . b) Abundancia relativa de <i>Orestias</i> . Lago Titicaca-Lago Mayor: Achacachi, Capachica, Chucuito, Escoma y Ramis; Lago Titicaca-Lago Menor: Huatajata; Lago Poopó = Untavi. No se muestras datos del Lago Uru Uru debido a que no se pudo cuantificar el CPUE en este lago por la ausencia de peces.	28
Figura 7. Estructura de tallas de las poblaciones de <i>O. agassizii</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó. La línea roja representa la marca de clase de la talla mínima de captura para esta especie (120 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE).....	32
Figura 8. Estadios de madurez sexual de <i>O. agassizii</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.	34
Figura 9. Relación longitud-peso de <i>O. agassizii</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.	35
Figura 10. Factor de Condición (K) de <i>O. agassizii</i> del Lago Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.	35
Figura 11. Estructura de tallas de las poblaciones de <i>O. luteus</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó. La línea roja representa la marca de clase de la talla mínima de captura para esta especie (120 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE).....	36
Figura 12. Estadios de madurez sexual de <i>O. luteus</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó.	38
Figura 13. Relación longitud-peso de <i>O. luteus</i> en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó.	39
Figura 14. Factor de Condición (K) de las poblaciones de <i>O. luteus</i> de los lagos Titicaca (Lago Mayor y Lago Menor), Poopó y Uru Uru	39
Figura 15. a) Estructura de tallas de las poblaciones de <i>O. crawfordi</i> en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de <i>O. crawfordi</i> en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de <i>O. crawfordi</i> en el Lago Titicaca.	41
Figura 16. a) Estructura de tallas de las poblaciones de <i>O. imarpe</i> en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de <i>O. imarpe</i> en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de <i>O. imarpe</i> en el Lago Titicaca; d) Factor de Condición (K) de las poblaciones de <i>O. luteus</i> de los lagos Titicaca (Lago Mayor y Lago Menor), Poopó y Uru Uru.	42
Figura 17. a) Estructura de tallas de las poblaciones de <i>O. ispi</i> en el Lago Titicaca. La línea negra muestra la talla mínima de captura (63 mm) regida para esta especie en el sector peruano del Lago	

Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de <i>O. ispi</i> en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de <i>O. ispi</i> en el Lago Titicaca.	43
Figura 18. a) Estructura de tallas de las poblaciones de <i>Orestias</i> gr <i>gilsoni</i> en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de <i>Orestias</i> gr <i>gilsoni</i> en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de <i>Orestias</i> gr <i>gilsoni</i> en el Lago Titicaca.	44
Figura 19. Tipos de actores relacionados a la conservación y manejo de la biodiversidad.	56
Figura 19. Proceso metodológico de elaboración del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género <i>Orestias</i> spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.	60
Figura 20. Procedimiento y directrices recomendado por UICN para la formulación de Planes de conservación de las especies.	61
Figura 21. Objetivos de Desarrollo Sostenible considerados dentro de la formulación de la propuesta del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género <i>Orestias</i> spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.....	62

Indice de tablas

Tabla 1. Clasificación del género <i>Orestias</i> publicados desde 1980. La clasificación de Lauzanne (1982), Parenti (1984) y Villwock (1986) se basó en evidencia morfológica y la clasificación de Esquer-Garrigos <i>et al.</i> , (2013) y Takahashi y Moreno (2015) en evidencia molecular.	7
Tabla 2. Lista de especies con algún grado de amenaza en el “Libro Rojo de la Fauna de Vertebrados de Bolivia, 2009” (LRFVB); y la “Lista Roja” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Categorías: Extinta (EX), amenazada (CR, EN, VU), casi amenazada (NT) y especie con datos insuficientes (DD).	13
Tabla 3. Establecimiento de las normas en función de las especies, establecidas por el Ministerio de la Producción, Perú.	19
Tabla 4. Resumen del número de Unidades Básicas de Muestreo (UBM) obtenidas durante los periodos de muestreo en el 2020 para el diagnóstico situacional de las poblaciones de <i>Orestias</i> en el Sistema TDPS.	22
Tabla 5. Resumen de los datos de campo obtenidos por zona de muestreo en los Lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó.	25
Tabla 6. Especies de <i>Orestias</i> identificadas en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó del Sistema TDPS.	26
Tabla 7. Medidas resumen de los aspectos biológicos de las poblaciones de <i>Orestias</i> evaluadas. ...	30
Tabla 8. Entidades o instituciones identificadas como actores clave para el presente Plan en los ámbitos boliviano y peruano.	58

1. INTRODUCCIÓN

El sistema hídrico Lago Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (TDPS) es la cuenca endorreica que ocupa gran parte del Altiplano boliviano-peruano. Este sistema tiene una superficie de 143,900 km², integrado por 14 unidades hidrográficas de nivel 3 y 4 bajo la clasificación Pfafstetter, con una altitud media de 3,800 m.s.n.m. y tiene al nevado Sajama como punto más alto (6,542 m.s.n.m.) y el Salar de Coipasa (3,657 m.s.n.m.) como punto más bajo (CMPRA, 2014).

Las condiciones naturales del Sistema son extremas, ya que sus aguas tienen baja concentración de oxígeno, una alta irradiación solar, aridez extrema, muy bajas temperaturas, así como alta concentración de sales y minerales en algunos cuerpos de agua (Lazzaro & Gamarra 2014). La salinidad de las aguas superficiales se incrementa de norte a sur del TDPS. Por ejemplo, el Lago Titicaca y sus afluentes tienen salinidad discreta, que se incrementa en el río Desaguadero hasta su confluencia con el río Mauri donde disminuye para luego volverse a incrementar progresivamente hacia el extremo sur del río Desaguadero, llegando a niveles máximos en el Lago Poopó y el Salar de Coipasa (Quintanilla *et al.*, 2008). Por tanto, el Sistema contiene hábitats de alto valor para la conservación como los totorales, los bofedales, y los tólares, así como especies endémicas [rana gigante del Titicaca (*Telmatobius culeus*), el zampullín del Titicaca (*Rollandia microptera*) y los peces de los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*] que han evolucionado particularmente para subsistir en estas condiciones, por lo que los principales lagos del Sistema (Titicaca, Uru Uru y Poopó) son considerados sitios RAMSAR (Ramsar 2002; Flores 2003; Ministerio de Medio Ambiente y Agua 2014).

Asimismo, el Sistema TDPS es único por cuestiones culturales, económicas y ambientales, razón por la cual, los recursos hídricos e hidrobiológicos del Sistema TDPS son de alto valor para Bolivia y Perú, quienes desde la década de 1950 han avanzado en desarrollar mecanismos de gestión conjunta. En 1992, ambos países acordaron la creación de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa, o ALT. Posteriormente, los países han establecido varias instancias de cooperación como las comisiones técnicas binacionales para los ríos Maure-Mauri (2003) y Suches (2010), y la Comisión Binacional de Alto Nivel para el Lago Titicaca, como parte del compromiso 1 de la mesa de trabajo sobre recurso hídricos transfronterizos acordado en el primer gabinete binacional de ministros realizado en la Isla Esteves, Perú (2015).

Pese a los avances realizados en la gestión integral de estos recursos de manera binacional, pocos son los resultados tangibles con respecto a la conservación de los lagos del Sistema TDPS (PNUD 2016) y los principales hábitats de muchas especies, en especial los peces nativos. Si bien históricamente las culturas milenarias se han desarrollado alrededor de los principales cuerpos de agua del Sistema TDPS, y por ende se han visto fuertemente

relacionadas a la pesca, en las últimas décadas se ha evidenciado una drástica reducción en las poblaciones de peces nativos, particularmente en el Lago Titicaca (Monroy 2014). Pese a que se considera a los peces como un recurso de gran valor para la seguridad alimentaria, en especial de comunidades rurales, la reducción de las poblaciones de peces se han visto afectadas por tres razones principales a nivel mundial: La contaminación, la introducción de especies exóticas y la sobrepesca (Pauly *et al.*, 2005), sumado a los efectos del cambio climático.

Esta situación amenaza a las poblaciones de peces nativos que habitan en el Sistema TDPS, como los peces de los géneros endémicos *Trichomycterus* y *Orestias* ya mencionados anteriormente. Este último, es un género endémico del Altiplano que fue descrito por primera vez por Valenciennes (1839) y actualmente se estima con 45 especies descritas (Froese & Pauly, 2019), de las cuales 23 fueron reportadas en el Lago Titicaca (Parenti 1984; Cruz-Jofré *et al.*, 2013; Ibañez *et al.*, 2014), siendo este el ecosistema de mayor diversidad para este género, y su principal centro de distribución (Arratia 1982; Parenti 1981, 1984). Los peces de este género formaron parte importante de la alimentación de las poblaciones circunlacustres desde tiempos preincaicos (Miller *et al.*, 2010) por lo que tienen un gran valor cultural, económico, ecológico y paleoecológico (Villwock 1983). No obstante, la drástica reducción de sus poblaciones es una preocupación latente para las autoridades de Bolivia y Perú, ya que, pese a múltiples esfuerzos, la extracción de estos peces como recursos pesqueros se caracteriza por una actividad constante durante todo el año con una débil fiscalización. Adicionalmente, la fuerte carga orgánica que ingresa al Lago Titicaca proveniente de la ciudad de El Alto en Bolivia (Molina *et al.*, 2017) y Puno en Perú (Beltrán Farfán *et al.*, 2015), la poca cantidad de agua y alta contaminación metálica en los lagos Uru Uru y Poopó (Zabaleta & Bremer 1993; Quintanilla *et al.*, 2008; Molina *et al.*, 2012), así como la pérdida del hábitat acuático en todo el Sistema, ponen en riesgo a estos peces nativos, llegando a considerarse a todo el género como peces *vulnerables* (Van Damme *et al.*, 2009). Consecuentemente, como parte de los objetivos trazados por el Proyecto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (GIRH-TDPS) se ha visto la necesidad de realizar una estimación del Estado de Conservación actual que permita elaborar una Estrategia y Plan de Acción Binacional para la conservación y aprovechamiento sostenible de las especies del género *Orestias* en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE E HISTORIA NATURAL

2.1. Taxonomía

Reino Animalia

Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Cyprinodontiformes
Familia	Cyprinodontidae
Género	Orestias

El género endémico de *Orestias* spp., es nativo de los Andes centrales, distribuido desde el departamento de Ancash en Perú, hasta la provincia de Antofagasta en Chile, en un rango altitudinal desde los 3000 m.s.n.m. hasta los 4500 m.s.n.m. (Sarmiento & Barrera, 1997; De La Barra *et al.*, 2020). Los *Orestias* fueron descritas por primera vez por Valenciennes (1839), seguida de múltiples descripciones posteriores (Ibañez *et al.*, 2014). Pese a toda la investigación realizada sobre las incertidumbres taxonómicas en el género, la clasificación a nivel de especie es todavía inmadura (Takahashi & Moreno, 2015). Actualmente se estima 45 especies descritas para el género (Froese & Pauly, 2019), de las cuales 23 fueron reportadas para el Lago Titicaca (Cruz-Jofré *et al.*, 2013), siendo este el ecosistema de mayor diversidad para el género (Lauzanne, 1992; Parenti, 1981, 1984; Vila *et al.*, 2013). Se han descrito y publicado varias clasificaciones desde los años 80, que por lo general se reunieron en grupos o complejos (Ver Tabla 1). Esquer-Garrigos *et al.*, (2013) dedujeron una filogenia utilizando una secuencia de la región de control del ADN mitocondrial (ADNmt), proponiendo una nueva clasificación consistente en cuatro grupos de especies, de los cuales tres son endémicos de la cuenca del Lago Titicaca. Asimismo, se dedujo que la filogenia de *Orestias* se encuentra dividida en dos grupos monofiléticos relacionados (Lüssen *et al.*, 2003; Esquer-Garrigos *et al.*, 2013). Uno de ellos consiste en *O. agassizii* [*O. agassizii* (*nomen nudum* de *O. agassii* según Parenti, 1984)] y sus estrechas especies afines con una amplia y variada distribución geográfica a lo largo del Altiplano (i.e. *O. ascotanensis*, *O. chungarensis*, *O. laucaensis* y *O. parinacotensis*, especies endémicas del norte de Chile; Parenti, 1984; Pinto & Vila, 1987). El otro grupo monofilético consiste en muchas de las especies endémicas de la cuenca del Lago Titicaca (Takahashi & Moreno, 2015).

Si bien la filogenia planteada por Esquer-Garrigos *et al.*, (2013) apoya firmemente la separación entre el complejo de especies de *O. agassizii* y el resto de *Orestias*, no logró resolver la radiación del Lago Titicaca. En respuesta a esto Takahashi & Moreno (2015) realizaron un nuevo análisis filogenético, incorporando la secuenciación del ADN asociado al lugar de restricción (RAD), basado en el análisis de secuencias cortas del ADN nuclear, un enfoque que ha resultado útil para resolver problemas filogenéticos complejos. Takahashi

& Moreno (2015) lograron mostrar tres grupos monofiléticos en la radiación de las *Orestias* del Lago Titicaca, aunque reconocen que aún existen problemas en estas proposiciones (Ver. Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del género *Orestias* publicados desde 1980. La clasificación de Lauzanne (1982), Parenti (1984) y Villwock (1986) se basó en evidencia morfológica y la clasificación de Esquer-Garrigos *et al.*, (2013) y Takahashi y Moreno (2015) en evidencia molecular.

<i>Lauzanne (1982)</i>	<i>Parenti (1984)</i>	<i>Villwock (1986)</i>	<i>Esquer-Garrigos et al., (2013)</i>	<i>Takahashi y Moreno (2015)</i>
Grupo 1	Complejo cuvieri	Grupo I	Complejo cuvieri	Grupo A
<i>O. albus*</i>	<i>O. cuvieri*</i>	<i>O. cuvieri*</i>	<i>O. cuvieri*</i>	<i>O. agassii</i>
<i>O. jussiei</i>	<i>O. forgeti*</i>	<i>O. pentlandii*</i>	<i>O. forgeti*</i>	<i>O. frontosus</i>
<i>O. luteus*</i>	<i>O. ispi*</i>	Grupo II	<i>O. ispi*</i>	<i>O. cf. Puni</i>
Grupo 2	<i>O. pentlandii*</i>	<i>O. agassii</i>	<i>O. pentlandii*</i>	Grupo B
<i>O. gilsoni*</i>	Complejo agassii	<i>O. agassii elegans</i>	Complejo agassizii	<i>O. pentlandii*</i>
<i>O. minimus*</i>	<i>O. agassii</i>	<i>O. agassii gilsoni*</i>	<i>O. agassizii</i>	Grupo C
<i>O. mulleri*</i>	<i>O. albus*</i>	<i>O. agassii jussiei</i>	<i>O. cf. agassizii</i>	<i>O. incae*</i>
<i>O. tchernavini*</i>	<i>O. ascotanensis</i>	<i>O. agassii langui</i>	<i>O. cf. sillustani*</i>	<i>O. cf. crawfordi 1*</i>
Grupo 3	<i>O. ctenolepis</i>	<i>O. agassii minimus*</i>	<i>O. tschudii*</i>	<i>O. cf. crawfordi 2*</i>
<i>O. mooni*</i>	<i>O. elegans</i>	<i>O. agassii minutus*</i>	Complejo gilsoni	<i>O. sp 1*</i>
Grupo 4	<i>O. empyraeus</i>	<i>O. agassii owenii</i>	<i>O. cf. crawfordi*</i>	<i>O. sp 2*</i>
<i>O. ispi*</i>	<i>O. farfani*</i>	<i>O. agassii pequeni*</i>	<i>O. “gilsoni” morpho A*</i>	Grupo D
Grupo 5	<i>O. frontosus*</i>	<i>O. agassii polonorum</i>	<i>O. “gilsoni” morpho B*</i>	<i>O. ispi*</i>
<i>O. forgueti*</i>	<i>O. gymnotus</i>	<i>O. agassii taquiri*</i>	Complejo luteus	<i>O. uruni*</i>
Grupo 6	<i>O. hardini</i>	<i>O. agassii tschudii*</i>	<i>O. albus*</i>	<i>O. cf. tomcooni*</i>
<i>O. pentlandii*</i>	<i>O. jussiei</i>	<i>O. agassii tutini*</i>	<i>O. luteus*</i>	<i>O. cf. imarpe*</i>

<i>Lauzanne (1982)</i>	<i>Parenti (1984)</i>	<i>Villwock (1986)</i>	<i>Esquer-Garrigos et al., (2013)</i>	<i>Takahashi y Moreno (2015)</i>
Grupo 7	<i>O. laucaensis</i>	<i>O. agassii uruni*</i>	<i>O. "mulleri" morpho A*</i>	<i>O. mulleri*</i>
<i>O. agassii</i>	<i>O. luteus*</i>	<i>O. agassii uyunius</i>	<i>O. "mulleri" morpho B*</i>	<i>O. cf. mulleri 1*</i>
<i>O. polonorum</i>	<i>O. multiporis*</i>	<i>O. luteus*</i>		<i>O. cf. mulleri 2*</i>
Grupo 8	<i>O. mundus</i>	Grupo IV		<i>O. cf. mulleri 3*</i>
<i>O. crawfordi*</i>	<i>O. olivaceus*</i>	<i>O. mulleri*</i>		<i>O. cf. mulleri 4*</i>
<i>O. olivaceus*</i>	<i>O. parinacotensis</i>			<i>O. cf. mulleri 5*</i>
	<i>O. polonorum</i>			<i>O. cf. mulleri 6*</i>
	<i>O. puni*</i>			<i>O. cf. mulleri 7*</i>
	<i>O. richersoni*</i>			<i>O. sp. 3*</i>
	<i>O. rotundipinnis*</i>			Grupo E
	<i>O. silustani*</i>			<i>O. luteus*</i>
	<i>O. tschudii*</i>			<i>O. albus*</i>
	<i>O. ututo</i>			<i>O. cf. olivaceus*</i>
	Complejo gilsoni			
	<i>O. gilsoni*</i>			
	<i>O. imarpe*</i>			
	<i>O. minimus*</i>			
	<i>O. minutus*</i>			
	<i>O. mooni*</i>			
	<i>O. robustus*</i>			
	<i>O. taquiri*</i>			
	<i>O. tchernavini*</i>			
	<i>O. tomcooni*</i>			
	<i>O. uruni*</i>			
	Complejo mulleri			
	<i>O. crawfordi*</i>			
	<i>O. gracilis*</i>			
	<i>O. incae*</i>			
	<i>O. mulleri*</i>			
	<i>O. tutini*</i>			

* Especies endémicas de la cuenca del Lago Titicaca

2.2. Distribución y aspectos sobre la ecología y biología de *Orestias* spp.

Lauzanne (1992) proporcionó una descripción sobre la distribución de las especies de *Orestias* spp. en el Lago Titicaca, clasificando a los hábitats existentes dentro de este ecosistema como facies, siendo las más importantes las facies de Chara (Characeas), totoras (*Schoenoplectus californicus*) y la facie litoral, donde se concentra la mayor diversidad de *Orestias* (Figura 1). Es en estas zonas donde se concentra el mayor esfuerzo de pesca, lo cual representa una amenaza constante para sus poblaciones, no solo debido a la distribución longitudinal restringida de *Orestias*, sino también a una existente interacción trófica tanto entre especies nativas, así como con juveniles de especies introducidas, en particular con el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (Monroy *et al.*, 2014), lo que puede llevar a una presión sobre el recurso alimenticio (Ver Figura 1).

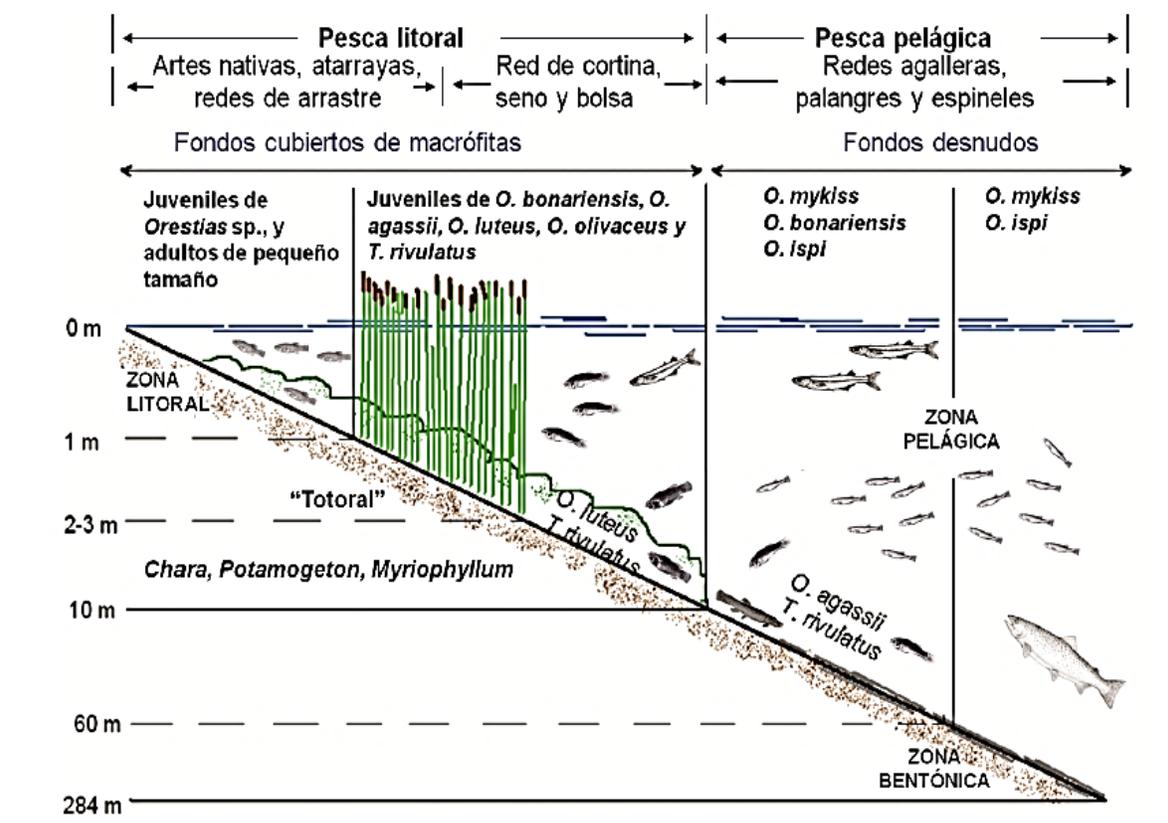


Figura 1. Diferentes hábitats del Lago Titicaca y potencial distribución horizontal de las especies más características. Extraído de Monroy López (2014).

Ecología alimentaria

Inicialmente la ecología alimentaria de *Orestias* fue descrita a partir de observaciones generales, basados en los trabajos de Loubens (1989) y resumidos por Lauzanne (1992). Aunque en la última década se incrementaron los esfuerzos por tener información más detallada sobre la dieta de estos peces tanto para el Altiplano boliviano (Herbas, 2011; Gutiérrez, 2013; Zepita, 2013; Monroy *et al.*, 2014; Ibañez, 2015; Loayza, 2016, 2019), como

el Altiplano sur en Chile (Pinto and Vila, 1987; Guzmán and Sielfeld, 2009), así como por dilucidar la posición trófica y las interacciones de muchas de estas especies a través de la aplicación de isótopos (Monroy *et al.*, 2014).

Se ha reconocido que la dieta de *O. ispi*, *O. pentlandii* y *O. forgeti* corresponde al zooplancton, siendo las únicas especies zooplanctófagas capaces de vivir en cardúmenes en las zonas pelágicas del lago, teniendo una interacción predador presa con el pejerrey (Monroy *et al.*, 2014). El resto de las especies se han categorizado según Loubens (1989) en especies perimacrófitas (*O. luteus*, *O. olivaceus* y *O. jussiei*) debido a que se desarrollan en las cercanías de las macrófitas, y especies bénticas (*O. mulleri*, *O. crawfordi*) más asociadas a los fondos, teniendo a *O. agassizii* como una especie ubicua, debido a su capacidad de colonizar los distintos medios (Lauzanne, 1992). Un resumen sobre los hábitos alimenticios descritos para especies de *Orestias* se encuentran resumidos en Ibañez *et al.*, (2014).

Información reciente reveló que el hábito alimenticio de las especies de *Orestias* se centra en anfípodos (*Hyalella* spp.), quironómidos y moluscos (Herbas, 2011; Zepita, 2013; Flores, 2013; Monroy *et al.*, 2014; Loayza, 2016, 2019), y en menor medida en zooplancton, dependiendo de su disponibilidad en el hábitat (Flores, 2013). El hecho de que la dieta de *Orestias* este centrada en los anfípodos resalta la importancia de este organismo, ya que también forma parte importante de la dieta de la rana gigante del Titicaca (Muñoz-Saravia, 2018).

Loayza (2019) reporta que la dieta de *O. agassizii* y *O. luteus* se ve poco influenciada por la profundidad en la que habitan estos peces, sino que más bien, existe un ligero efecto de la estacionalidad. De igual manera, un estudio no publicado (Loayza *et al.*, *in prep*) presentado en el *II Congreso Boliviano de Ictiología* (2019), indica que, si bien la dieta de ambas especies mencionadas no presenta variaciones significativas entre sí, una diferencia en los ácidos grasos de cadena ramificada y de cadena impar reflejan probablemente la importancia de los microorganismos (algas y/o bacterias) en la dieta de *O. agassizii*.

Lauzanne (1992) posiciona a *O. albus* como la única especie ictiófaga del género, sin embargo, su dieta parece haber cambiado ya que se ha descrito que en la actualidad presenta una preferencia por ostrácodos y en menor medida por anfípodos (Chuctaya *et al.*, 2017). Estos cambios son ejemplos de la necesidad del monitoreo, no solo de las especies ícticas, sino también de la fauna de macro-invertebrados que representan la oferta alimentaria de los vertebrados, además que aún es necesario complementar la información sobre la dieta del género, ya que se desconoce el cambio ontogénico de la dieta de estas especies nativas.

Parasitismo

Todos los trabajos relacionados a la dieta de *Orestias* reportan la presencia de parásitos, siendo principalmente afectados por nematodos (*Hedruris* cf. *orestiae*), *Ligula* sp. en la cavidad visceral, inclusive en las cavidades craneanas (Lauzanne, 1992). Aun no se tiene certeza si el parásito *H. cf. orestiae* es el mismo que se encuentra en anfibios del género *Telmatobius* sp., pese a que se han descrito al menos cuatro especies de nematodos presentes

en ambos grupos (Ibañez & Córdova, 1976). Existe muy poca información sobre la relación huésped-parásito en *Orestias*, por lo que es necesario fomentar la generación de investigación sobre este tema, más aún cuando se conoce que existe una castración parasitaria (Lauzanne, 1992), lo cual se suma a los factores que amenazan a las poblaciones de *Orestias* spp.

Aspectos biológicos

La mayor descripción sobre los aspectos biológicos de *Orestias* fue resumida por Lauzanne (1992), quien indica que existen aspectos relativamente bien conocidos. Entre estos aspectos está el sex-ratio, donde se reconoce que las hembras son más abundantes en un estadio adulto, algo que se hace cada vez más evidente (Zepita, 2013). Si bien existe un dimorfismo sexual entre machos y hembras, siendo estas últimas de mayor tamaño, no es del todo aceptado, más aún cuando se ha reportado hermafroditismo para *O. agassizii* (Amaru Chambilla *et al.*, 2016).

La proporción de hembras en estado reproductivo tiende a ser elevada a lo largo del año, aunque Zepita (2013) reporta lo contrario, por lo que este aspecto debe ser un parámetro de monitoreo. La época reproductiva para *Orestias* parece variar según el ecosistema, teniéndose un pico de reproducción entre octubre y enero para el Lago Titicaca y entre abril y agosto para el Lago Uru-Uru (Zepita, 2013). El Instituto del Mar del Perú (**IMARPE**) realiza este seguimiento, sus datos se encuentran disponibles en su página: http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/Titicaca/arch_bol_limn.html.

En cuanto a las tallas de madurez sexual (TMS), en el caso de Perú, si están definidas en base a un seguimiento continuo de la actividad reproductiva e IGS, en base a ello se han recomendado periodos de veda reproductiva para pejerrey, trucha, carachi amarillo y gris.

Las *Orestias* producen huevos más pesados que el agua, las cuales se adhieren a la vegetación gracias a su viscosidad y vellosidades, teniendo un tamaño medio entre 1.3 a 2.5 mm según la especie (Guerlesquin, 1992; Macaya *et al.*, 2019). Las descripciones sobre la reproducción y estadios larvales de *Orestias* son incompletas, dispersas y de difícil acceso (i.e., Castañon, 1994; Castañon *et al.*, 1995; Jara *et al.*, 1995; Arias, 1996; Calcina, 2001; CIDAB, 2002; Tarqui, 2002; Poma, 2005; Polo, 2005; Flores, 2010; Ochochoque & Ancca, 2016). Gracias a estos trabajos se conoce que el desarrollo embrionario de *O. luteus*, *O. agassizii* y *O. pentlandii* toma entre 28 a 33 días. Sin embargo, Macaya *et al.*, (2019), dada la importancia de la reproducción y desarrollo temprano en la conservación de las poblaciones de peces nativos, realizó una descripción detallada del desarrollo embrionario de *Orestias ascotanensis* (Chile) en condiciones de laboratorio. Para esta especie, el tiempo de desarrollo de los huevos fue mucho menor (entre 14 y 18 días), dividiéndose en cinco períodos, que pueden subdividirse en 21 etapas, desde la fertilización hasta la eclosión. Estas diferencias muestran una necesidad de complementar esta información, ya que el desarrollo embrionario

es distinto para cada especie, que además se ve influenciada por las condiciones del hábitat (Flores, 2010).

Con base a la información sistematizada se detecta la necesidad de realizar con mayores esfuerzos en la generación de información sobre los estadios larvales, pues se desconocen las diferencias morfológicas entre especies, así como la duración específica de las larvas planctónicas y la dispersión de las especies puede darse o no en este estadio. Otro aspecto necesario sobre el cual generar mayor información es el estado de condición de *Orestias*. Tradicionalmente se ha utilizado el coeficiente de condición de Fulton (Fulton, 1904), no obstante se ha discutido ampliamente la pertinencia de este y otros índices (Bolger and Connolly, 1989; Cone, 1989; Froese, 2006).

La variación dentro de la misma especie en las relaciones peso/longitud, que son la base para el cálculo del factor de condición, pueden ser variantes, dependiendo de la estación, la población o las diferencias anuales en las condiciones ambientales (Froese, 2006). En respuesta a la alta sensibilidad de este estimador, se ha aplicado ampliamente el peso relativo (Wr), siendo en la actualidad uno de los métodos más usados para la estimación de la condición corporal, salud, y efectividad de las medidas de gestión en peces (Blackwell *et al.*, 2000), por lo que es recomendable fomentar la generación de datos para el uso de este estimador.

2.3. Categorización de las *Orestias* a nivel nacional e internacional

El género *Orestias* están altamente afectadas por las distintas amenazas descritas, haciendo que muchas de las 45 especies reconocidas en la *FISHBASE* (Froese & Pauly, 2019) se encuentren en alguna categoría de amenaza (Tabla 2). El umanto (*O. cuvieri*) ya se considera como especie extinta por reconocidos académicos (Van Damme *et al.*, 2009), aunque según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**) esta especie tiene datos insuficientes (**DD**) como para declararla extinta, pese a que su último registro data de 1937. *O. pentlandii* es la única especie en Peligro Crítico, y *O. albus* se encuentra En Peligro, al igual que *O. polonorum*. Gran parte de las especies del género que habitan en el Sistema TDPS están consideradas como Vulnerables (i.e. *Orestias agassizii*, *O. crawfordi*, *O. forgeti*, *O. gilsoni*, *O. imarpre*, *O. luteus*, *O. tomcooni* y otros). En cambio, *O. ispi* está categorizada como Casi Amenazada (Van Damme *et al.*, 2009).

Tabla 2. Lista de especies con algún grado de amenaza en el “Libro Rojo de la Fauna de Vertebrados de Bolivia, 2009” (LRFVB); y la “Lista Roja” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Categorías: Extinta (EX), amenazada (CR, EN, VU), casi amenazada (NT) y especie con datos insuficientes (DD).

Especie	Nombre comun	Autor	Clasificación nacional boliviana-LRFVB (MMAyA, 2009)†	Clasificación internacional (UICN)
<i>Orestias agassizii</i>	Carachi negro	Valenciennes, 1846	VU	
<i>Orestias albus</i>	Carachi amarillo	Valenciennes, 1846	EN	
<i>Orestias ascotanensis*</i>	---	Parenti, 1984	--	
<i>Orestias chungarensis*</i>	---	Vila & Pinto, 1987	--	VU
<i>Orestias crawfordi</i>	---	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias ctenolepis</i>	---	Parenti, 1984		VU
<i>Orestias cuvieri</i>	Umanto	Valenciennes, 1846		DD
<i>Orestias elegans*</i>	---	Garman, 1895	--	
<i>Orestias empyraeus*</i>	---	Allen, 1942	--	NT
<i>Orestias forgeti</i>	Ispi	Lauzanne, 1981	VU	
<i>Orestias frontosus</i>	Carachi	Cope, 1876		
<i>Orestias gilsoni</i>	Enanito, q’esi, q’eru, uluchi, culuchi	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias gloriae*</i>	---	Vila, Scott, Mendez, Valenzuela, Iturra & Poulin, 2012	--	
<i>Orestias gracilis</i>	---	Parenti, 1984	VU	
<i>Orestias gymnota*</i>	---	Parenti, 1984	--	EN

Especie	Nombre comun	Autor	Clasificación nacional boliviana-LRFVB (MMAyA, 2009)†	Clasificación internacional (UICN)
<i>Orestias hardini*</i>	---	Parenti, 1984	--	
<i>Orestias imarpe</i>	Picachu	Parenti, 1984	VU	
<i>Orestias incae</i>	Carachi enano	Garman, 1895	VU	
<i>Orestias ispi</i>	Ispi	Lauzanne, 1981	NT	
<i>Orestias jussiei*</i>	Carachi	Valenciennes, 1846	--	
<i>Orestias lastarriae*</i>	---	Philippi, 1876	--	
<i>Orestias laucaensis*</i>	---	Arratia, 1982	NT	LR/NT
<i>Orestias luteus</i>	Carachi amarillo	Valenciennes, 1846	VU	
<i>Orestias minimus</i>	Carachi enano	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias minutus</i>	Carachi enano	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias mooni</i>	Carachi enano	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias mulleri</i>	Carachi gingrito	Valenciennes, 1846	VU	
<i>Orestias multiporis</i>	Carachi enano	Parenti, 1984		
<i>Orestias mundus</i>	---	Parenti, 1984		
<i>Orestias olivaceus</i>	---	Garman, 1895		VU
<i>Orestias parinacotensis*</i>	---	Arratia, 1982		DD
<i>Orestias pentlandii</i>	Boga	Valenciennes, 1846	CR	VU
<i>Orestias piacotensis*</i>	---	Vila, 2006		
<i>Orestias polonorum</i>	Carachi	Tchernavin, 1944		EN
<i>Orestias puni</i>	---	Tchernavin, 1944		

Especie	Nombre comun	Autor	Clasificación nacional boliviana-LRFVB (MMAyA, 2009)†	Clasificación internacional (UICN)
<i>Orestias richersoni</i>	---	Parenti, 1984		
<i>Orestias robustus</i>	Carachi	Parenti, 1984	VU	
<i>Orestias silustani</i>	---	Allen, 1942		VU
<i>Orestias taquiri</i>	---	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias tchernavini</i>	---	Lauzanne, 1981	VU	
<i>Orestias tomcooni</i>	---	Parenti, 1984	VU	
<i>Orestias tschudii</i>	---	Castelnau, 1855		
<i>Orestias tutini</i>	---	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias uruni</i>	---	Tchernavin, 1944	VU	
<i>Orestias ututo</i>	---	Parenti, 1984		

* Fuera del Sistema TDPS

EX=Extinta; CR=Peligro Crítico; EN=En Peligro; VU= Vulnerable; LR=Riesgo menor; NT=Casi amenazada; DD=Datos deficientes.

† Solamente se considera la clasificación nacional boliviana, debido a que a la fecha no existe una Lista Roja oficial de especies acuáticas peruanas.

La categorización de amenaza propuesta por el MMAyA (2009) aplica el método MEGA (Método de Evaluación del Grado de Amenaza para Especies de Bolivia); (Aguirre *et al.*, 2009), el cual considera diversas metodologías latinoamericanas como el Método de Evaluación de Riesgo (MER), y el índice de Prioridades de Conservación (SUMIN). No obstante, esta es subjetiva y no implica que la UICN reconozca los resultados de manera oficial, por lo que su valor es solo a nivel Bolivia. Esta situación denota la necesidad de una discusión conjunta entre ambos países sobre la estandarización de métodos de evaluación y de monitoreo biológico en el sistema binacional.

Por otra parte, es necesario resaltar también que esta categorización fue establecida hace más de diez años, por lo que no considera la clasificación de *Orestias* propuestas en base a datos genéticos (De Sostoa *et al.*, 2010; Esquer-Garrigos *et al.*, 2013; Takahashi & Moreno, 2015), siendo necesaria una discusión por un panel de expertos tanto peruanos como bolivianos en base a esta nueva evidencia. Si bien este género viene siendo estudiado desde finales del siglo XX, la información sobre el mismo es aún insuficiente y es frecuentemente citada la poca

cantidad de datos disponibles como un problema para el planteamiento de planes de conservación y la ordenación pesquera.

También es crucial incrementar las investigaciones y monitoreo del estado de las poblaciones de estos peces bajo protocolos uniformizados para ambos países, así como la identificación de zonas prioritarias para la conservación a lo largo del Sistema TDPS. Finalmente, la conducción de las gestiones a través de las instancias competentes que permitan una planificación eficiente de la pesca, con el apoyo y articulación de los diversos actores involucrados a la temática.

2.4. Estado de conservación

Si bien, las primeras observaciones indican que las *Orestias* se encuentran en gran parte de los ambientes acuáticos lenticos a lo largo del Altiplano, los estudios biológicos y ecológicos son pocos (De La Barra *et al.*, 2020). Gran parte de la información sobre el género *Orestias* del Sistema TDPS proviene del Lago Titicaca, donde la investigación se centró en las especies de interés comercial, cómo *O. agassizii* (carachi negro o carachi gris), *O. luteus* (carachi amarillo), *O. ispi* (ispi), y *O. pentlandii* (boga; Ibañez *et al.*, 2014), destacando que gran parte de estos trabajos son documentos no publicados por lo que son poco accesibles.

Las incertidumbres taxonómicas y el hallazgo de híbridos viables incluso entre especies filogenéticamente bien diferenciadas (*O. agassizii* y *O. luteus*) da un panorama más complejo en cuanto a la filogenia del grupo (Esquer-Garrigos *et al.*, 2015), lo cual muestra que la radiación existente dentro del lago Titicaca es aún reciente.

Se ha reconocido que los peces del género *Orestias*, exhiben una diversidad morfológica intra e inter-específica, que ejemplifican la capacidad adaptativa que tuvieron a distintos ecosistemas en el Altiplano. Diversos trabajos han desarrollado la variabilidad morfológica de especies de este género en relación a las características ambientales, es decir, con un enfoque ecomorfológico (Maldonado *et al.*, 2009; Herbas, 2011; Zepita, 2013; Flores, 2013; Ibañez, 2015; Loayza, 2016). Las principales características morfológicas que presentan variaciones entre especies son el tamaño, la forma del cuerpo y el tamaño de la cabeza (Flores, 2013; Ibañez, 2015; Takahashi & Moreno, 2015). Estudios más detallados identificaron una correlación entre la diversidad de la morfología facial y las dietas de las *Orestias* del lago Titicaca (Maldonado *et al.*, 2009), así como una relación más puntual entre la morfología mandibular y la dieta de estos peces (Loayza, 2016). No obstante, estos caracteres morfológicos presumiblemente reflejan la filogenia y por lo tanto puede ser en gran parte hereditaria.

Amenazas sobre las poblaciones de Orestias

Especies introducidas

La ictiofauna nativa se ha visto perturbada desde 1940, por las repetidas introducciones de peces piscívoros exóticos como alternativas económicas. Diversas especies de (trucha común, *Salmo trutta*; trucha de lago, *Salvelinus namaycush*; trucha de arroyo, *Salvelinus fontinalis*; trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*) de California, Estados Unidos, siendo solamente la trucha arcoíris la única capaz de establecerse, así como el pejerrey argentino (*Basilichthys bonariensis* ahora *Odontheistes bonariensis*). Esta última fue introducida inicialmente en el Lago Poopó (Treviño *et al.*, 1989) y fue a partir de ahí que remontó al Lago Titicaca. La competencia y/o depredación por parte de las truchas y los pejerreyes puede haber causado la desaparición de dos especies, *O. pentlandii* y *O. cuvieri*, considerándose al umanto (*O. cuvieri*) como una especie extinta (Van Damme *et al.*, 2009). Uno de los pocos estudios actuales, realizados sobre la interacción entre las especies nativas e introducidas en el Lago Mayor del Titicaca, indica que las truchas y pejerreyes de gran tamaño se alimentan principalmente del ispi (*O. ispi*), mientras que los pejerreyes pequeños comparten el hábitat con las *Orestias* en las zonas litorales (Monroy *et al.*, 2014). Esto último también fue observado para el Lago Poopó, en particular durante las épocas reproductivas de *Orestias* (Molina *et al.*, 2012), evidenciándose una competencia por el recurso alimenticio. Sin embargo, no se puede añadir datos estadísticos por el contexto de la consultoría; que son incluidas en las Líneas de Investigación dentro del Plan de Acción Binacional.

Otro problema acarreado por la introducción de especies es la introducción de parásitos, como el *Ichthyophthirius multifiliis*, también conocida como “ich” (Hoffman, 1970), que se asume fue introducido junto con la trucha y el pejerrey argentino, lo que produjo una masiva mortandad de *Orestias* en 1981 (Wurstbaugh & Tapia, 1988). Este ectoparásito es un protozooario ciliado que provoca la enfermedad conocida como *punto blanco* (Figura 2), que cuando se aloja en la piel de los peces es protegido por la mucosidad natural del pez, por lo que es difícilmente tratable con fármacos.

Usualmente las especies más afectadas reportadas son *O. agassizii*, *O. luteus* y *O. mulleri* (Peña Dominguez & Tisnado Angulo, 2006), debido principalmente a que son las especies de mayor distribución en el Lago Titicaca. Esta enfermedad no se ha reportado para las *Orestias* que habitan el Lago Uru Uru y Poopó (*O. agassizii* y *O. luteus*), muy probablemente por causa de las condiciones extremas de esos ecosistemas lacustres (poca profundidad y alta radiación solar).



Figura 2. Carachi amarillo (*O. luteus*) con la enfermedad del punto blanco (círculo rojo).
Fotografía: Erick Loayza

Sobrepesca en el Sistema TDPS

La pesca es una actividad importante para la seguridad alimentaria de las familias rurales. Esta actividad se viene desarrollando de manera tradicional desde tiempos preincaicos (Miller *et al.*, 2010), por lo que se considera dentro de los saberes ancestrales de las distintas comunidades asentadas a orillas de los lagos del TDPS, como los Urus en el Lago Titicaca o los Uru Muratos en Oruro. Sin embargo, en las últimas décadas se ha advertido una reducción de los recursos pesqueros del TDPS no solo en los desembarques, sino también en una disminución del consumo per cápita. Por ejemplo, el consumo per cápita de carachi en la región de Puno cada año es menor debido a la escasez de las especies nativas por causa de la sobreexplotación (Pari Quispe & Mamani Flores, 2019). La disminución de los volúmenes de pesca artesanal y la disminución del número de pescadores en todo el TDPS, es más evidente en las unidades hidrográficas del río Desaguadero y el Lago Poopó. Por su parte, en el Lago Titicaca, el crecimiento de la población ribereña, sumado a la carencia de actividades productivas alternas a la pesca, se constituye una amenaza evidente para el futuro de la actividad (Chura & Treviño, 2012). Los desembarques desde 1981 a 2018 han presentado una declinación constante (Figura 3), siendo más evidente para los Carachis (*O. agassizii*, *O. luteus*) y el ispi (*O. ispi*).

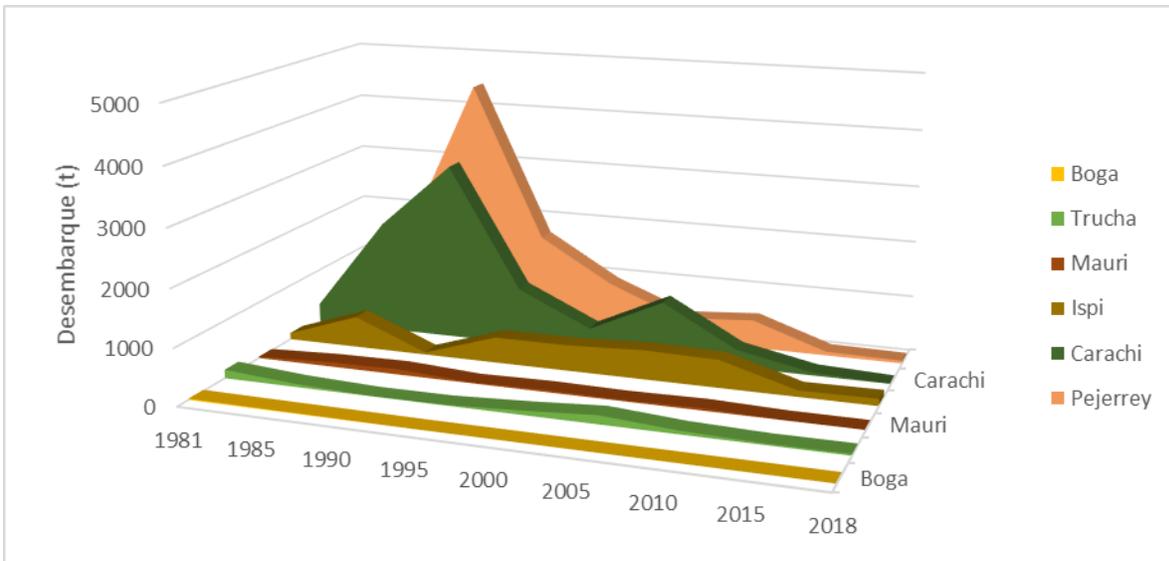


Figura 3. Desembarques pesqueros de los principales recursos del Lago Titicaca en la parte peruana. Fuente: Anuarios IMARPE (2010-2019) y Chura & Treviño (2012).

Si bien, el Lago Titicaca es un cuerpo de agua compartido, la normativa es diferente para cada país. Por un lado, Perú cuenta con una regulación pesquera y una base normativa sobre las tallas mínimas de captura (**Error! Reference source not found.**), aunque con dificultades en la fiscalización de la actividad. En cambio, en Bolivia se cuenta con la Ley de Pesca y Acuicultura (N°938/2017), a la cual aún no se ha formulado la reglamentación correspondiente, dando como resultado una fiscalización deficiente (Ibañez *et al.*, 2014; Loayza, *et al.*, 2020), siendo un problema latente la gestión binacional de los recursos pesqueros.

Tabla 3. Establecimiento de las normas en función de las especies, establecidas por el Ministerio de la Producción, Perú.

<i>Especie</i>	<i>Legislación vigente</i>	<i>Argumento</i>
<i>Pejerrey</i>	R.M. N° 217 - 2001 -PE	Tallas mínimas 22.5 cm
<i>Suche</i>	D.S. N° 027 - 2001- PE	Veda indefinida
<i>Ispi</i>	R.M. N° 045 - 2006 -PRODUCE	Veda reproducción 02 periodos al año (jul.-Oct. /Dic.-Mar.)
<i>Carachi</i>	R.M. N° 215 - 2009 -PRODUCE	Veda por reproducción
<i>Mauri</i>	D.S. N° 027 - 2001-PE	Veda indefinida

Extraído de: <http://www.produce.gob.pe>

Un panorama similar se observa en el Lago Poopó, mientras que en el Lago Uru Uru son las mismas asociaciones pesqueras las que ejercen una autorregulación, aplicando un sistema de veda por parte de las mismas asociaciones pesqueras. Este periodo de veda está comprendido entre los meses de diciembre a abril para las especies nativas, dejando “descansar” al ecosistema para su recuperación (*Con pers.* Gregorio Kallisaya, pescador Machacamarca). El Servicio Departamental de Agricultura y Ganadería (SEDAG) del Gobierno Autónomo Departamental de Oruro es la institución autorizada para el control y seguimiento de la actividad pesquera y el cumplimiento de los periodos de veda establecidos, así como la emisión de credenciales de pescadores y comerciantes (ALT, 2020). Pese a estos controles la disminución de los recursos pesqueros es evidente para el Lago Uru Uru. En la actualidad, debido a factores negativos ambientales (fenómenos climáticos de “El Niño” y “La Niña”, calentamiento global) así como alteraciones antrópicas como la contaminación minera (Navarro Torres *et al.*, 2012) han alterado las condiciones del hábitat, afectando severamente la actividad pesquera (ALT, 2020).

Pérdida de hábitat y degradación de los ecosistemas lacustres en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó

Las presiones resultantes del crecimiento de la población humana y sus actividades en las zonas circunlacustre de los Lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó, afecta de forma negativa a estos ecosistemas. Por ejemplo, la Bahía interior de Puno, situada en la subcuenca del Lago Mayor en Perú muestra concentraciones muy elevadas de nutrientes, mostrando síntomas químicos de una eutrofización extrema (Beltrán Farfán *et al.*, 2015). De manera similar, la subcuenca de poca profundidad del Lago Menor viene mostrando señales de un deterioro paulatino durante las últimas décadas. Este deterioro es el resultado de la contaminación minera, doméstica e industrial generada por la rápida expansión demográfica de la ciudad de El Alto (más de 1,2 millones de habitantes) cuyas aguas crudas drenan en la bahía de Cohana en el sector boliviano del Lago Menor, y si bien existe una planta de tratamiento de aguas, esta es deficiente en su rendimiento (MMAyA/VRHR, 2018). Esta situación derivó en un evento extremo de proliferación de microalgas (*Bloom algal*) en el año 2015, dando como resultado una elevada mortandad de peces y ranas, producto de la reducción repentina de oxígeno en el agua (Lazzaro *et al.*, 2016). Si bien, en los últimos años diversas instituciones evaluaron el nivel de contaminación tanto de la Bahía interior de Puno y la Bahía de Cohana, pocas medidas se han logrado alcanzar para la conservación del ecosistema acuático.

En el caso de los Lagos Uru Uru y Poopó, existe una deficiencia permanente de oxígeno, producto de la contaminación orgánica y la poca profundidad de estos lagos, acentuadas en el Lago Poopó por la constante desertificación que sufre. Sin embargo, el principal problema ambiental latente en ambos lagos es la elevada concentración de metales (plomo, cobre, arsénico y cadmio) provenientes de la actividad minera de la ciudad de Oruro, descargadas por el río Huanuni. Pese a esfuerzos locales, departamentales y nacionales, poco se ha logrado

realizar en relación a este problema. Esto puede tener efectos serios no solo en la población de peces, ya que estos metales pueden acumularse y biomagnificarse a lo largo de la cadena trófica, por lo que pueden ser transferidos a las personas que consumen estos peces en su dieta. Molina *et al.*, (2012) mostró que los niveles de Cd presente en *O. agassizii* del Lago Poopó podrían representar un riesgo para la salud humana.

El cambio climático también tiene un rol importante en la pérdida de hábitats, ya que se alteran las condiciones ambientales a las cuales estos peces se adaptaron durante su proceso evolutivo. Si bien los ecosistemas del TDPS son sitios RAMSAR, no existen acciones concretas sobre su gestión (Maldonado *et al.*, 2014). Los gradientes altitudinales y latitudinales provocan condiciones físicas diversas que crean hábitat únicos y barreras al movimiento de las especies (Larsen *et al.*, 2011). Recientemente el rango de variabilidad climática, antes natural en los Andes Tropicales, está sobrepasando los datos históricos. Se han registrados cambios en la precipitación, en la cobertura de nubes y la relación entre la insolación y la nubosidad (Marengo *et al.*, 2011).

El cambio climático puede incrementar los eventos extremos como sequías, olas de calor y frío o lluvias intensas. El aumento de las temperaturas puede intensificar la evaporación en los lagos y humedales, lo cual se intensifica en el Sistema TDPS por las condiciones altitudinales (Lazzaro & Gamarra, 2014). Por ejemplo, durante el siglo XX se ha registrado una diferencia en la altitud del Lago Titicaca de cinco metros, entre los extremos: 3806, 7 m en 1944 y de 3811, 6 en 1986. Estas condiciones se ven afectadas durante los eventos del Fenómeno del Niño y de la Niña. Por ejemplo, durante el evento de la Niña el crecimiento del lago es mayor (Ronchail *et al.*, 2014).

Diagnóstico de las poblaciones de Orestias en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó

Durante el año 2020 se realizó un diagnóstico situacional de las poblaciones de *Orestias* en los Lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó, misma que fue limitada por las restricciones propias de la alerta sanitaria a causa del COVID. En dicho diagnóstico se realizaron colectas en un número limitado de comunidades (Tabla 4). Para el muestreo se siguió una metodología aplicada a las pesquerías, la cual consistió en la adquisición de material biológico proveniente de pescadores locales en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó. En primer lugar, se realizó el pesaje de la captura total de uno a tres pescadores en cada comunidad, posteriormente se tomó una muestra con una bandeja de 2 L, la cual correspondió a la Unidad Básica de Muestreo (UBM), procurando tomar una muestra totalmente al azar conteniendo la mayor diversidad observada posible. Dentro de lo posible se procuró contar con 3 UBM por pescador, la cual fue fijada en alcohol al 96% para su posterior traslado a las instalaciones del Laboratorio de Limnología del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Una vez en laboratorio, los ejemplares fueron identificados con las claves taxonómicas de Lauzanne (1982) y Parenti (1984). En todos los casos, las artes de pesca correspondieron a la pesca artesanal, con redes agalleras de monofilamento con un número

y características de malla diversa. Los pasos realizados durante el muestreo de campo y laboratorio se encuentran resumidos en la Figura 5.

Tabla 4. Resumen del número de Unidades Básicas de Muestreo (UBM) obtenidas durante los periodos de muestreo en el 2020 para el diagnóstico situacional de las poblaciones de *Orestias* en el Sistema TDPS

Sistema lacustre	Municipio (Comunidades), País	Periodo de muestreo	UBM
Lago Titicaca, Lago Mayor	Escoma (Villa Puni, Pucara, Ojchi), Bolivia	06/2020	6
	Achacachi (Confuri, Toke Pocuro), Bolivia	06/2020	5
	Capachica (Capano, Llachon, Yapura), Perú	11/2020	6
	Ramis (Callejón Ramis), Perú	11/2020	3
	Chucuito (Barco, Karana, Cusipata), Perú	11/2020	8
Lago Titicaca, Lago Menor	Huatajata (Huatajata), Bolivia*	06/2020	4
	Achacachi (Jancoamaya), Bolivia*	06/2020	5
Lago Uru Uru	Machacamarca (Carani), Bolivia	09/2020	**
Lago Poopó	Toledo (Untavi), Bolivia	09/2020	7

*La actividad pesquera en el Lago Menor se desarrolla principalmente en la zona de las Islas Centrales, siendo conocida como Charapurani, por lo que todas las muestras provinieron de ese sector.

**Muestreo complementado con bases de datos de la consultora debido a la época, ya que durante este periodo del año el pejerrey argentino ingresa al Lago Uru Uru, por lo que las *Orestias* se desplazan al centro del lago (*con pers* Gregorio Kallisaya, pescador de Machacamarca, Oruro).

Es necesario destacar que el muestreo en la parte peruana del Lago Titicaca se realizó en colaboración y gracias al apoyo del Laboratorio Continental de Puno de IMARPE, mientras que los muestreos del departamento de Oruro se realizaron con el apoyo de la Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD-PACU) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT).

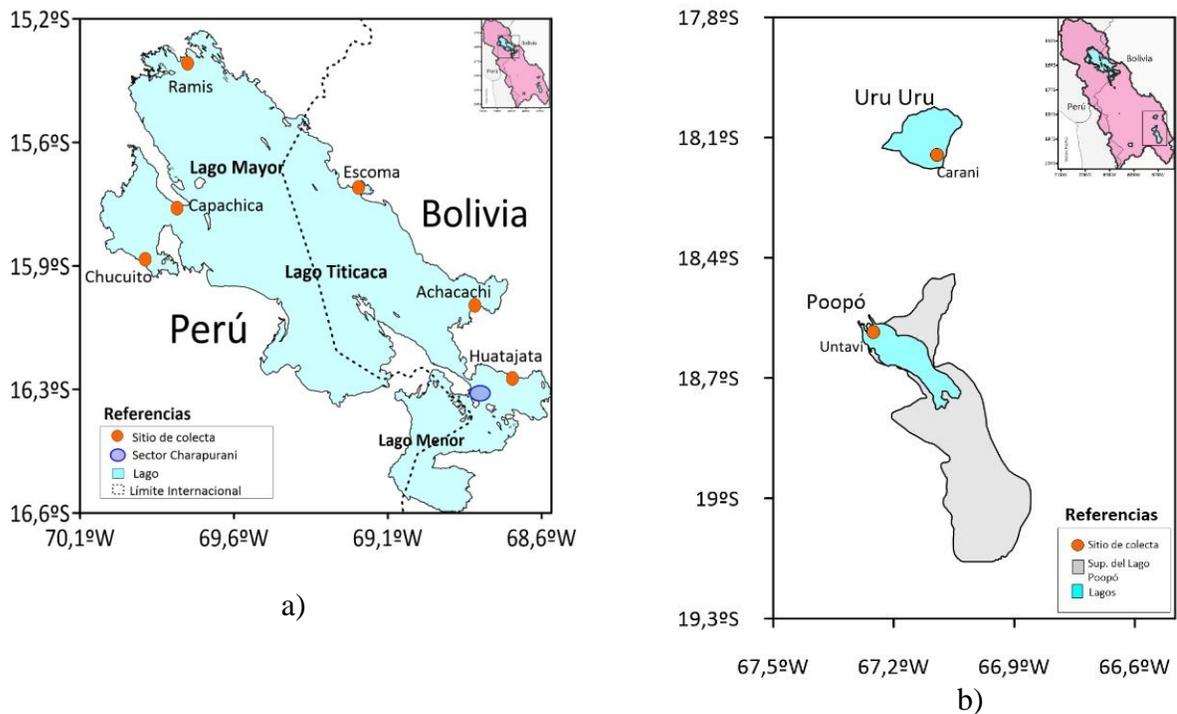


Figura 4. a) Sitios de colecta en el Lago Titicaca; b) Sitios de colecta en los Lagos Uru Uru y Poopó.



Figura 5. Diagrama de flujo del trabajo realizado para el diagnóstico. 1: Pesaje de la captura total del pescador, 2: selección de las muestras (UBM), 3: Toma de datos de observación en campo y traslado al laboratorio, 4: análisis biométrico de las muestras, 5: Obtención de bases y análisis de datos.

Con la finalidad de complementar la información para este estudio se utilizaron las bases de datos pertenecientes a los proyectos “Dieta de Orestias de Toke Pucuro” (Loayza, 2019), y

para el Lago Titicaca “*Por una acuicultura más saludable en el Lago Titicaca*” (IE-UMSA & UGhent, 2020) para el Lago Uru Uru.

A partir de la información obtenida se determinó la distribución del género *Orestias*, al igual que la riqueza específica, que se calculó como el total de especies encontradas en cada zona de muestreo. La abundancia se estimó a partir de la abundancia relativa proveniente de la pesca (Cubillos, 2005), para lo cual se calculó el cociente entre el peso de la pesca y el peso promedio de los individuos en la muestra ($C_i = Y_i/W_i$; dónde: C = captura en número de la población i , Y =peso de la pesca de la población i y W =peso promedio de los individuos presentes en la muestra de la población i). Posteriormente, se estimó el número de individuos en la pesca total mediante una relación entre el número de individuos evaluados por el cociente del peso total de la población i , sobre el peso de la pesca total. Una vez obtenido el número de peces en la pesca total de la población i se estimó la abundancia relativa a partir de la captura por unidad de esfuerzo [$CPUE = C_j/E$; dónde: $CPUE$ = Captura por unidad de esfuerzo, que es una cantidad proporcional a la abundancia promedio, C = captura en número de la población j , E = Esfuerzo de pesca (1000 m²*24h)].

El uso de la CPUE es un buen indicador de abundancia cuando se han corregido los problemas asociados a los diversas artes de pesca (i.e. características de las embarcaciones, y aparejos de pesca) y el esfuerzo de pesca se encuentra estandarizado (Cubillos, 2005), por lo que también se estimó el esfuerzo de pesca tomado directamente de los pescadores con los que se adquirió la muestra (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen de los datos de campo obtenidos por zona de muestreo en los Lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó.

Lago	Zona	No. De UBMs	No. de mallas utilizadas (Largo promedio*alto promedio; y amplitud de malla)	Tiempo total de pesca (h)	Peso total de la pesca (kg)	Peso Total de las UBM (kg)
	Escoma (BO)		58 (100 m * 1 m; 36 y 48mm)	120	19.5	10.4
	Achacachi (BO)**		21 (100 m * 1 m; 41 y 48 mm)	120	9.5	6.0
	Chucuito (PE)		87 (166 m * 1.2 m; 36, 48 y 54)	120	18.1	12.7
Titicaca	Capachica (PE)		73 (120 m * 1.15 m; 13, 38, 41, 45, 48 y 64 mm)	240	32.5	7.5
	Ramis (PE)		70 (156*1.3 m; 48, 51 y 57 mm)	42	3.5	3.5
	Huatajata-Janko Amaya (BO)		102 (100 m *0.8, 45 y 48mm)	192	18.8	11.5
Uru Uru	Carani (BO)**		--	--	--	--
Poopó	Untani (BO)		5 (100 m *0.5 m, 20 y 15 mm)	96	11.7	8.2

**Muestreo posteriormente complementado con información secundaria.

La diversidad del género *Orestias* spp. para cada zona se estableció con el índice inverso de Simpson (1-D). Si bien, la evaluación de diversidad a través de la compra de muestras puede presentar sesgos durante la estimación, esta resulta una herramienta adecuada para evitar una presión innecesaria sobre especies con categorías de amenaza, como es el caso del género *Orestias* (Van Damme 2009).

Como parte del diagnóstico se determinaron los parámetros biométricos y biológicos de los ejemplares obtenidos, tomando la longitud total (LT mm) y longitud estándar (LS), medidas con un calibrador digital “Vernier” de 150 mm (CD-20CP, Mitutoyo, Japón), con una precisión de 0,01 mm, y el peso en gramos (g) con una báscula digital con una precisión de 0,01 g (GMBH, Sartorius, Alemania). Posteriormente, los ejemplares fueron diseccionados para la identificación del sexo y el estadio de madurez sexual mediante un examen macroscópico, utilizando la escala de Bagenal *et al.*, (1978). Cuando el número de ejemplares de una misma especie presente en la UBM era muy elevado (≥ 200) se seleccionó una submuestra de aproximadamente 100 individuos para realizar la disección. Se utilizó el análisis de Chi-cuadrado (χ^2) con corrección de Yates (Yates, 1984) para comprobar las diferencias significativas entre la proporción de sexos de cada especie por zona de pesca.

Adicionalmente se evaluó la estructura de las poblaciones de las seis especies más representativas en los tres lagos evaluados, así como la proporción de juveniles, definida como el número de ejemplares con tallas menores a las tallas mínimas de captura presentes en la muestra. De igual forma, se determinó la relación longitud-peso en base a la regresión de tipo potencial ($\text{Peso} = a \cdot \text{LT}^b$), siendo este un indicador del crecimiento, también conocida como la ecuación de alometría. Esta relación permite conocer el tipo de crecimiento que tienen los peces de una población, centrado principalmente en el coeficiente b , ya que si un pez presenta un crecimiento isométrico tendrá un coeficiente $b=3$, siguiendo la ley del cubo (Csrke, 1989; Jones *et al.*, 1999; Froese, 2006). Finalmente se estimó la condición de las poblaciones de *Orestias* con el factor de condición de Fulton ($K = \text{Peso} / \text{LT}^3 \cdot 100000$) (Froese, 2006).

A partir de las evaluaciones realizadas, se registraron siete especies, dos a confirmar y un grupo reducido de ejemplares que no se pudieron identificar a nivel de especie (Tabla 6). Las especies *O. agassizii* y *O. luteus* fueron las de mayor distribución, siendo esta última la única especie presente en todas las zonas de colecta.

Tabla 6. Especies de *Orestias* identificadas en los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó del Sistema TDPS.

Nombre científico	Nombre común	Distribución		
		Titicaca	Uru Uru (Carani)	Poopó (Untavi)
<i>Orestias agassizii</i>	Carachi negro	Capachica, Escoma y Huatajata	X	X

Nombre científico	Nombre común	Distribución		
		Titicaca	Uru Uru (Carani)	Poopó (Untavi)
<i>Orestias albus</i>	Carachi amarillo	Escoma, Chucuito, Capachica	y	
<i>Orestias crawfordi</i>	---	Escoma, Puno	y	
<i>Orestias imarpe</i>	Picachu	Puno, Capachica	y	
<i>Orestias ispi</i>	Ispi	Capachica, Achacachi, Capachica,		
<i>Orestias luteus</i>	Carachi amarillo	Chucuito, Escoma, Ramis, Huatajata	y	X
<i>Orestias mulleri*</i>	Carachi gringuito	Achacachi		
<i>Orestias agassizii</i> cf.	Carachi negro	Chucuito		
<i>Orestias Polonorum</i> cf.	Carachi negro	Capachica		
<i>Orestias gilsoni*</i> gr	Enanito, q'esi, q'eru, uluchi, culuchi	Achacachi		
<i>Orestias sp.</i>		Chucuito, Capachica	y	

X= Indica la presencia positiva en el lugar.

Las comunidades de *Orestias* evaluadas mostraron una gran variación en la abundancia y su composición, aunque con una diversidad reducida (Figura 6).

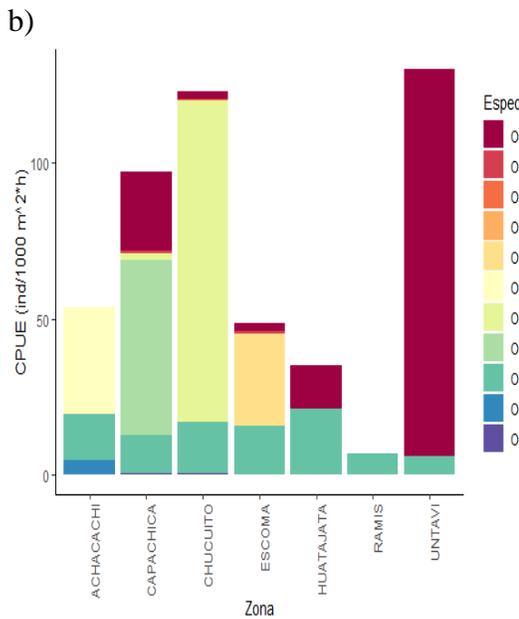
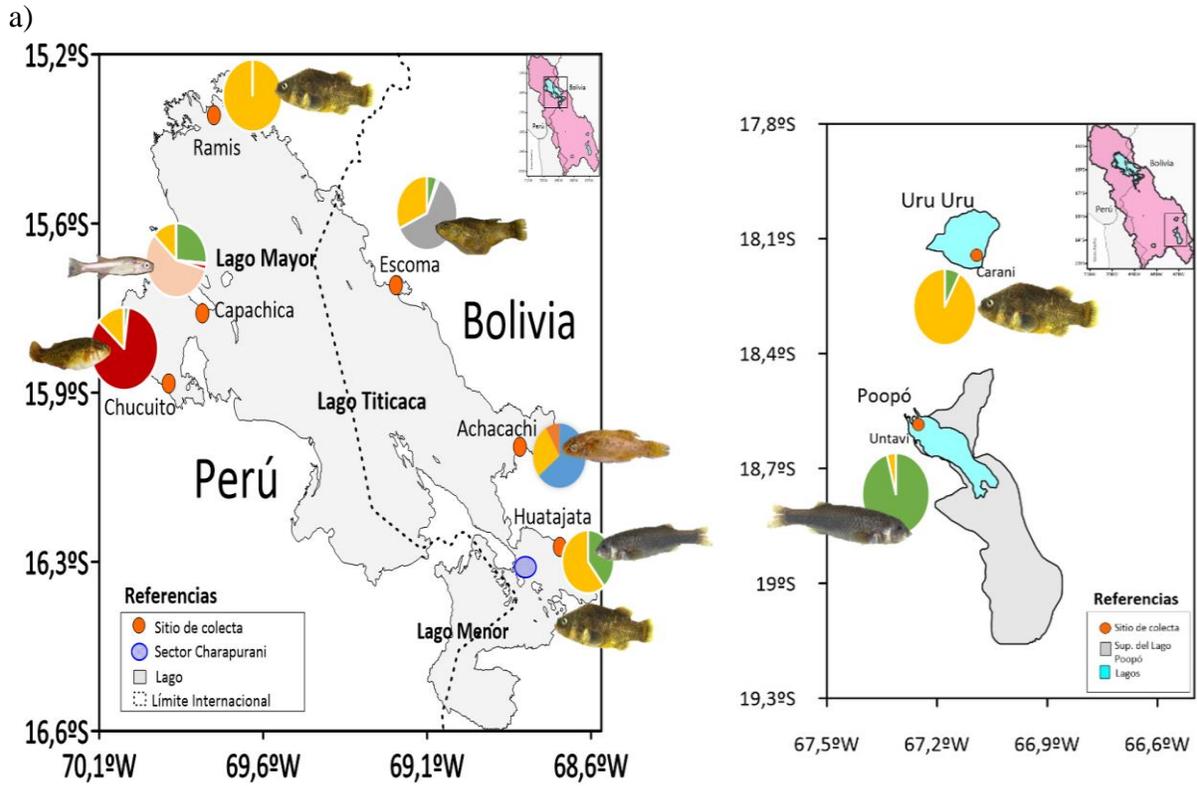


Figura 6. Composición y abundancia relativa de especies de *Orestias* en distintas zonas de los principales lagos del TDPS en base al CPUE (ind/1000m²*h). a) Composición de la comunidad de *Orestias*; amarillo: *O. luteus*; verde: *O. agassizii*; rojo: *O. imarpe*; celeste: *Orestias* gr *gilsoni*; naranja: *O. mulleri*; gris: *O. crawfordi*; rosa: *O. ispi*. b) Abundancia relativa de *Orestias*. Lago Titicaca-Lago Mayor: Achacachi, Capachica, Chucuito, Escoma y Ramis; Lago Titicaca-Lago Menor: Huatajata; Lago Poopó = Untavi. No se muestran datos del Lago Uru Uru debido a que no se pudo cuantificar el CPUE en este lago por la ausencia de peces.

Aspectos biométricos y biológicos de las poblaciones de Orestias de los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó

A través de las colectas realizadas para estimar la distribución del género *Orestias*, se colectaron 4396 ejemplares, de los cuales el 90% provino del Lago Titicaca y un 9.99% del Lago Poopó. Para complementar la información faltante para el Lago Uru Uru, se incorporó la base de datos de *Orestias* colectados en este lago durante el año 2019 con el proyecto “*Por una acuicultura más sostenible en el Lago Titicaca*” (IE-UGhent, 2019). De la misma manera, para complementar la información en Achacachi (La Paz-Bolivia), se incorporaron datos de *O. mulleri* y *Orestias* gr. *gilsoni* provenientes de la investigaciones de Loayza (Loayza, 2019), teniendo finalmente un total de 4716 ejemplares colectados y 2535 ejemplares evaluados (Tabla 7).

La proporción general entre machos y hembras de *Orestias* no mostró diferencias para las poblaciones de *O. luteus* de Achacachi, Escoma, Ramis y Huatajata ($p > 0,05$) en el Lago Titicaca, y Untavi en el Lago Poopó. El mismo patrón se observó para las poblaciones de *O. agassizii* para las poblaciones de Chuicuito y Huatajata, al igual que *O. imarpe* en Capachica en el Lago Titicaca (Tabla 7).

Tabla 7. Medidas resumen de los aspectos biológicos de las poblaciones de *Orestias* evaluadas.

Lago	Zona	Especies		N (N=4716)	LT (mm) ± D.E.	Peso ± D.E.	Hembra (%)	Macho (%)	Indt. (%)	(χ ²)	
Titicaca	Achacachi	<i>Orestias gilsoni</i> *	gr	261	61,12 ± 8,84	3,86 ± 1,95	91.2	6.9	1.9	186.37**	
		<i>Orestias luteus</i>		110	126,81 ± 6,71	52,06 ± 8,84	55.5	44.5	0.0	1.10	
		<i>Orestias mulleri</i> *		35	90,37 ± 9,74	12,39 ± 4,49	76.5	23.5	0.0	8.5**	
	Capachica	<i>Orestias agassizii</i>		286	91,59 ± 13,22	10,99 ± 6,03	92.0	7.0	1.0	206.94**	
		<i>Orestias albus</i>		7	112,24 ± 12,94	36,59 ± 14,88	57.1	42.9	0.0	---	
		<i>Orestias polonorum</i>	cf	1	92,53 ± 0,00	11,10 ± 0,00	100.0	0.0	0.0	---	
		<i>Orestias imarpe</i>		24	51,38 ± 3,94	1,48 ± 0,24	60.9	39.1	0.0	0.70	
		<i>Orestias ispi</i>		630	59,18 ± 4,60	1,56 ± 0,33	84.2	14.9	1.0	47.61**	
		<i>Orestias luteus</i>		140	96,11 ± 23,64	24,39 ± 21,58	63.6	27.9	8.6	18.76**	
		<i>Orestias sp</i>		3	49,98 ± 6,44	1,56 ± 0,71	100.0	0.0	0.0	---	
		Chucuito	<i>Orestias agassizii</i>		36	117,79 ± 19,27	27,68 ± 14,02	66.7	33.3	0.0	3.36
			<i>Orestias albus</i>		4	108,77 ± 9,16	26,76 ± 9,27	50.0	25.0	25.0	---
	<i>Orestias agassizii</i>		cf	6	111,87 ± 14,79	28,27 ± 8,57	83.3	0.0	16.7	---	
	<i>Orestias crawfordi</i>			1	93,22 ± 0,00	18,37 ± 0,00	100.0	0.0	0.0	---	
	<i>Orestias imarpe</i>			1734	47,38 ± 2,82	1,51 ± 0,25	100.0	0.0	0.0	---	

Lago	Zona	Especies	N (N=4716)	LT (mm) ± D.E.	Peso ± D.E.	Hembra (%)	Macho (%)	Indt. (%)	(χ^2)
		<i>Orestias luteus</i>	275	107,95 ± 13,03	31,70 ± 14,50	66.3	26.7	7.0	45.07**
	Escoma	<i>Orestias sp</i>	5	48,85 ± 4,49	1,70 ± 0,36	100.0	0.0	0.0	---
		<i>Orestias agassizii</i>	17	119,15 ± 17,08	25,88 ± 11,55	76.5	17.6	5.9	5.06**
		<i>Orestias albus</i>	4	134,57 ± 6,18	55,39 ± 11,90	75.0	25.0	0.0	---
		<i>Orestias crawfordi</i>	191	79,50 ± 5,25	8,42 ± 2,05	95.8	1.1	3.2	174.14**
		<i>Orestias luteus</i>	99	122,02 ± 12,21	44,43 ± 14,34	58.6	39.4	2.0	3.34
	Ramis	<i>Orestias luteus</i>	56	127,01 ± 7,69	51,91 ± 9,99	44.6	53.6	1.8	0.65
	Huatajata	<i>Orestias agassizii</i>	129	126,94 ± 13,00	31,63 ± 9,12	53.5	43.4	3.1	1.15
		<i>Orestias luteus</i>	199	111,28 ± 9,27	33,17 ± 9,66	57.3	38.7	4.0	6.79**
Poopó	Untavi	<i>Orestias agassizii</i>	419	107,02 ± 8,32	19,09 ± 4,45	95.7	3.8	0.5	349.94**
		<i>Orestias luteus</i>	19	81,39 ± 6,47	10,14 ± 2,50	42.1	52.6	5.3	0.5
Uru Uru	Carani	<i>Orestias agassizii</i> *	2	140,49 ± 10,24	63,74 ± 2,98	50.0	0.0	50.0	---
		<i>Orestias luteus</i> *	23	124,02 ± 6,47	55,15 ± 9,50	56.5	0.0	43.5	

* Información complementada con información secundaria.
** $p < 0.05$; ($p_{(0.05, 1)} = 3.84$)

A continuación, se describen los principales aspectos biométricos y reproductivos de las seis especies más abundantes (*O. agassizii*, *O. luteus*, *O. crawfordi*, *O. imarpe*, *O. ispi* y *Orestias gr gilsoni*). Para una mejor interpretación se agruparon las poblaciones por subcuenca en: Lago Mayor del Titicaca (Achacachi, Capachica, Chucuito, Escoma y Ramis); Lago Menor (Huatajata), Lago Poopó (Untavi) y Uru Uru (Carani).

Orestias agassizii

En total se analizaron 888 ejemplares de esta especie, cuyo rango de talla oscilaba entre los 66.3 – 153.5 mm de largo total (LT; Figura 7). Las poblaciones evaluadas en el Lago Mayor mostraron una distribución unimodal, con una talla media de 95.8 mm y una moda en 85 mm. Mientras que, para el Lago Menor la talla media fue de 126.9 mm, y de 105.9 mm para el Lago Poopó. Destaca que la talla media, así como las modas, se encontraron cercanas o por debajo de la talla mínima de captura establecida por la normativa peruana (120 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE). Es decir, las poblaciones están compuestas principalmente por ejemplares juveniles (65%), resaltando la necesidad de mejoras en la gestión y fiscalización de la actividad pesquera binacional.

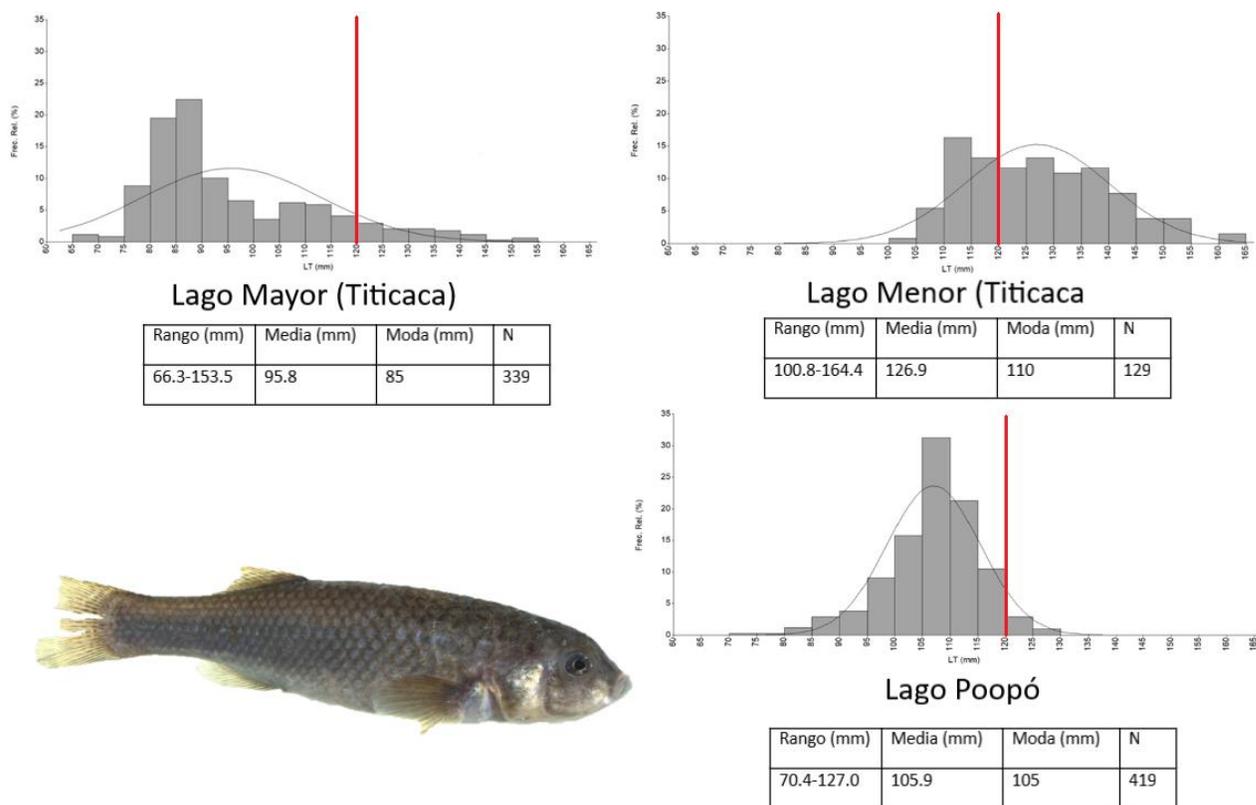
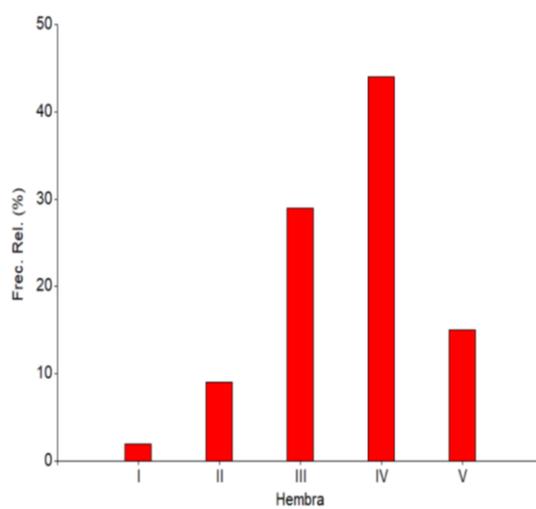
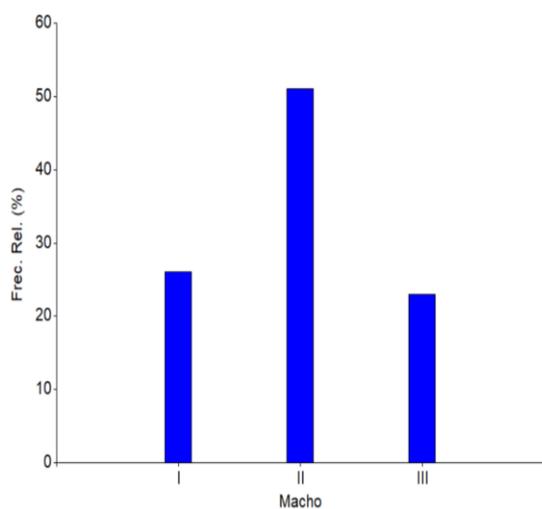
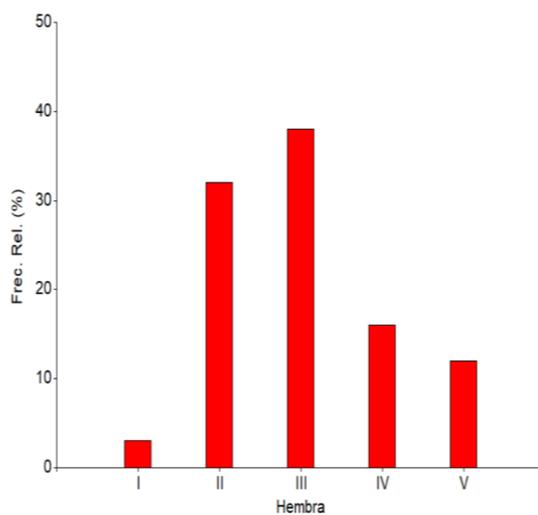
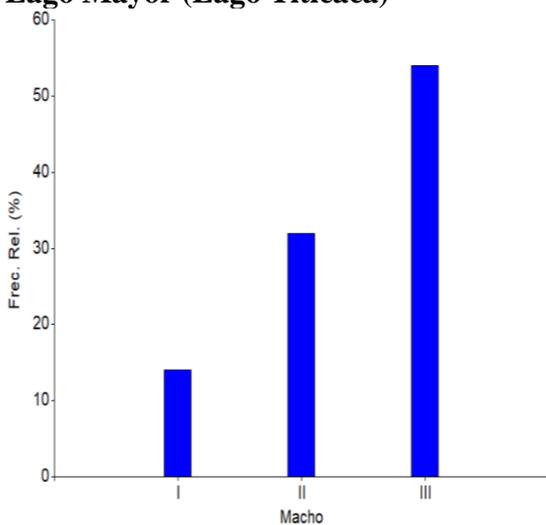


Figura 7. Estructura de tallas de las poblaciones de *O. agassizii* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó. La línea roja representa la marca de clase de la talla mínima de captura para esta especie (120 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE)

La proporción sexual fue de 0.12:1.0 (macho: hembra) a favor de las hembras en el Lago Mayor; 0.81:1.0 para el Lago Menor y 0.04:1.0 para el Lago Poopó. Asimismo, se evidenció que, en el Lago Mayor, la población de hembras se encontraba en estadios de maduración (estadio III y IV), al igual que los machos. Mientras que las hembras del Lago Menor se encontraban en primeras fases de maduración (estadio III) con machos ya maduros (estadio III). En el caso de la población del Lago Poopó, se evidenció que tanto hembras como machos se encontraron en estadios de reproducción avanzados (estadio III en machos, y estadios IV y V en hembras; Figura 8).



Lago Mayor (Lago Titicaca)



Lago Menor (Lago Titicaca)

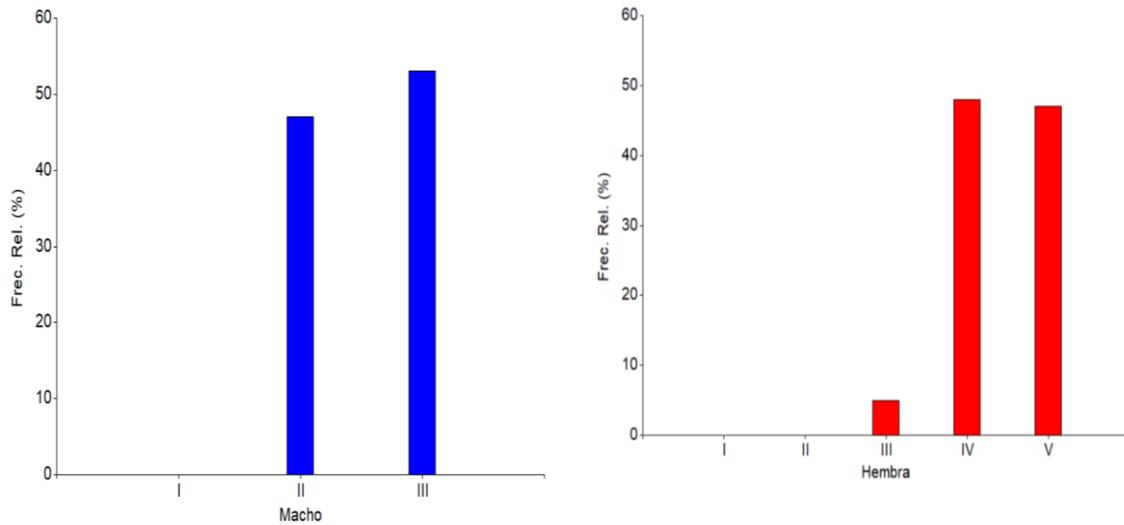


Figura 8. Estadios de madurez sexual de *O. agassizii* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.

A partir de los valores de la regresión entre la talla (LT en mm) y el peso (g), se determinaron los valores de b para cada subcuenca del Lago Titicaca y el Lago Poopó (Figura 9). El crecimiento de *O. agassizii* observado es de tipo alométrico negativo, con valores < 3 . En el caso del Lago Mayor, se observa que peces juveniles se encontrarían en mejor condición somática, debido al ajuste que presentan sobre la línea de tendencia, mientras que en el Lago Poopó son los individuos de mayor talla los que presentan esta característica, al igual que la población del Lago Menor. Por otra parte, el índice de condición de Fulton (K) muestra que la condición corpórea es relativamente baja en todas las poblaciones (Figura 10), con un rango de valores entre 1 y 2. No obstante, es necesario mencionar que este resultado puede estar siendo influenciado por la alometría negativa de *O. agassizi*. La condición de las poblaciones de *O. agassizii* del Lago Menor y el Lago Poopó son bastante similares, mientras que las poblaciones del Lago Mayor mostraron una condición aún menor.

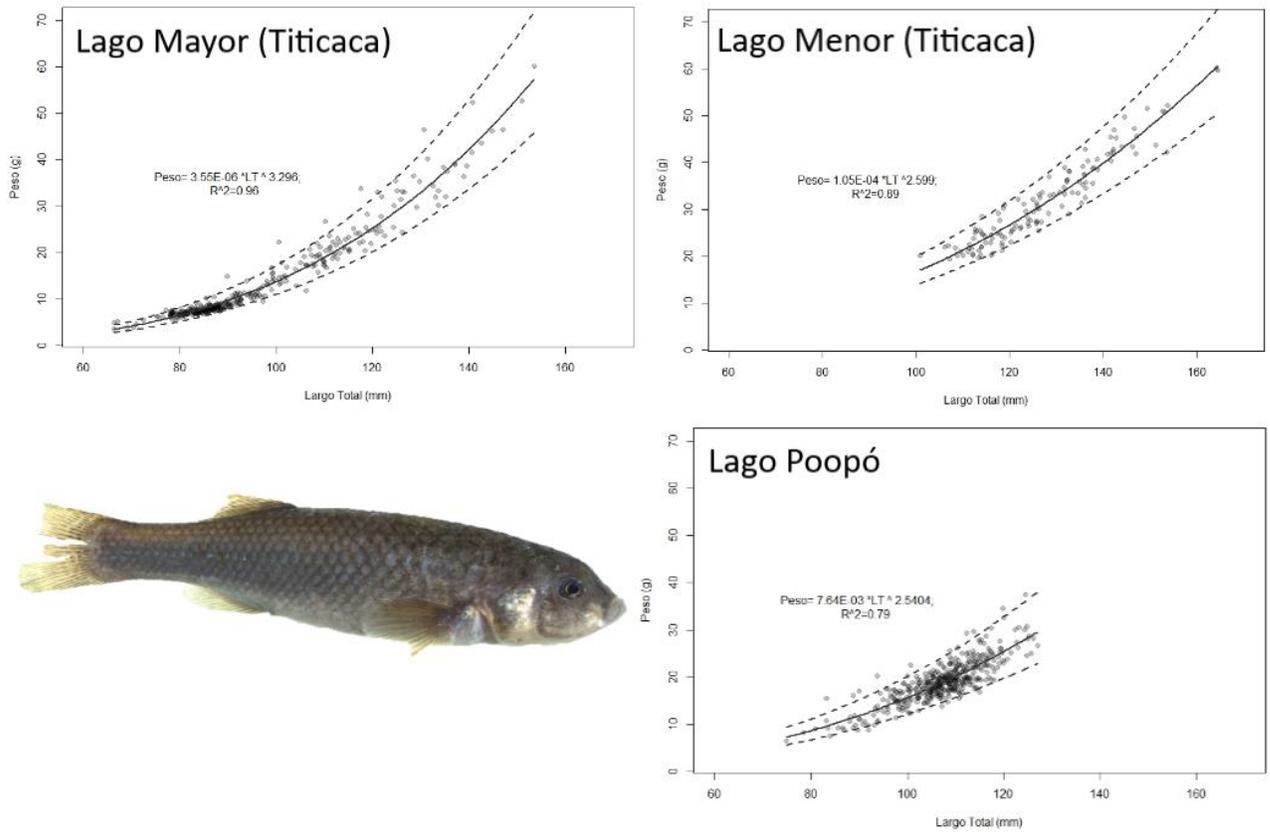


Figura 9. Relación longitud-peso de *O. agassizii* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.

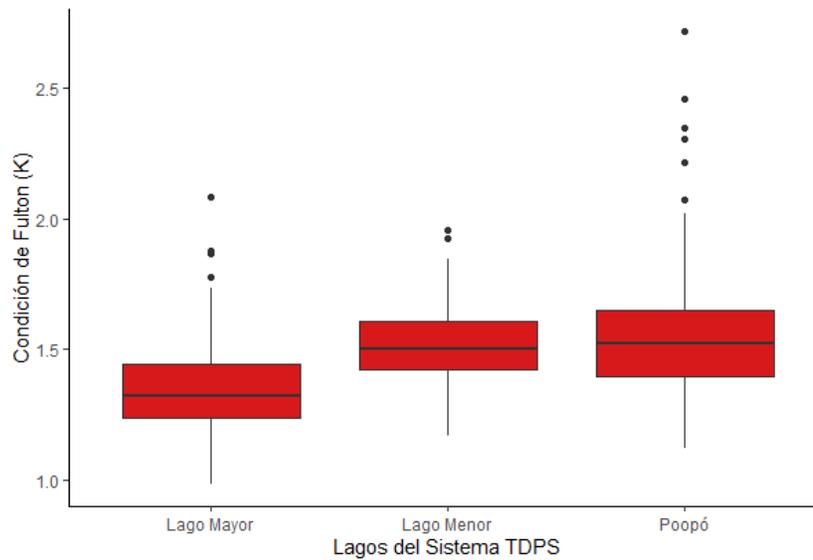


Figura 10. Factor de Condición (K) de *O. agassizii* del Lago Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor) y el Lago Poopó.

Orestias luteus

Del muestreo biométrico de 909 especímenes para un rango de talla desde 38 - 165 mm se estimó la estructura de tallas en las poblaciones de *O. luteus* de la subcuenca del Lago Mayor, Menor, Uru Uru y Poopó. Las poblaciones de *O. luteus* del Lago Mayor mostraron un rango amplio de tallas que fueron desde los 38.3 mm a los 164.6 mm, con una media de 112.2 mm y una distribución bimodal en 65 mm y 125 mm (Figura 11). La población del Lago Menor tuvo una talla media similar (111.9 mm), y una moda de 105 mm. Las poblaciones del Uru Uru y el Poopó mostraron una talla media de 81.4 mm y 124.2 mm respectivamente. Al igual que en el caso de *O. agassizii*, llama la atención que las tallas medias observadas en el Lago Mayor, Menor y el Lago Poopó fueron muy inferiores a las tallas mínimas de captura normadas en el Perú (R.M. 271-2010-PRODUCE), particularmente para el Lago Poopó, con una alta incidencia de juveniles (95%).

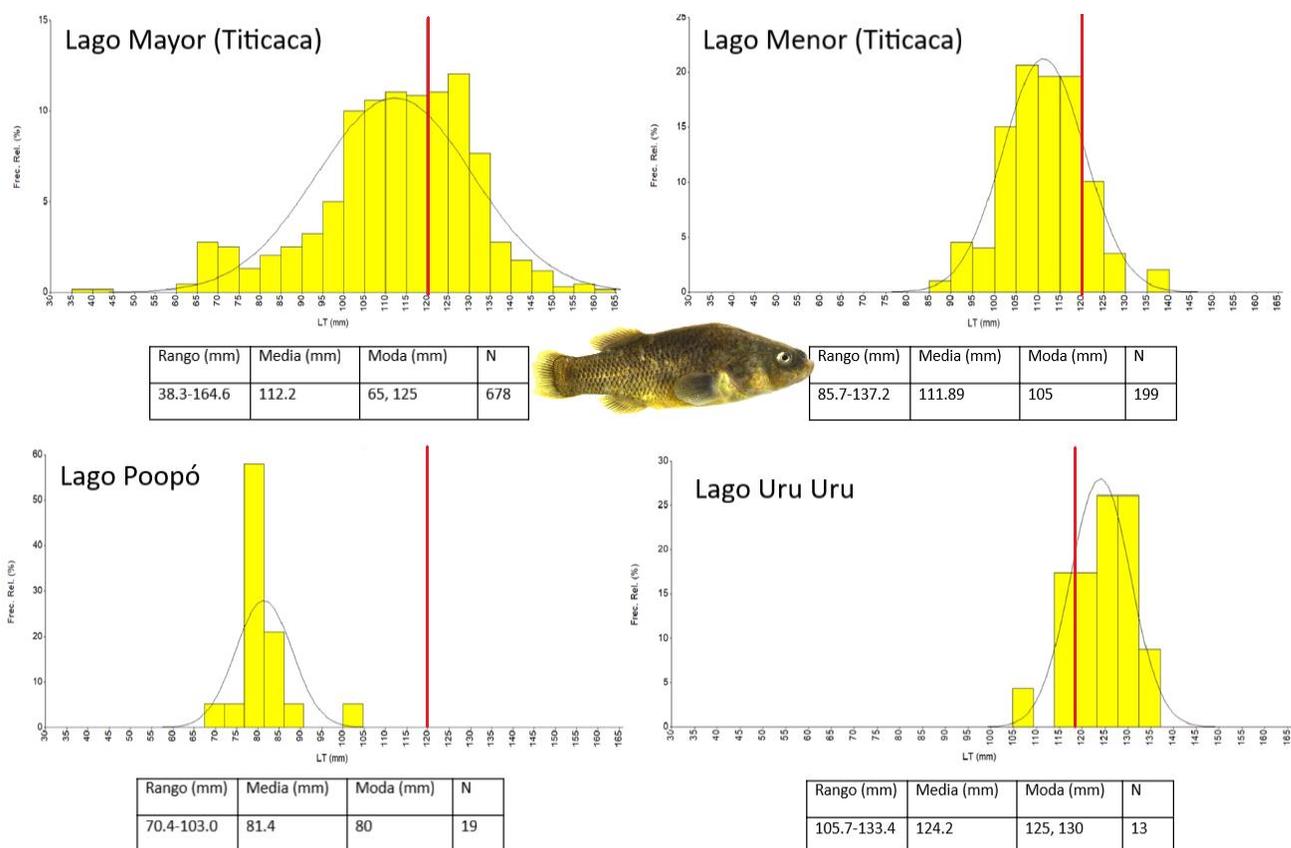
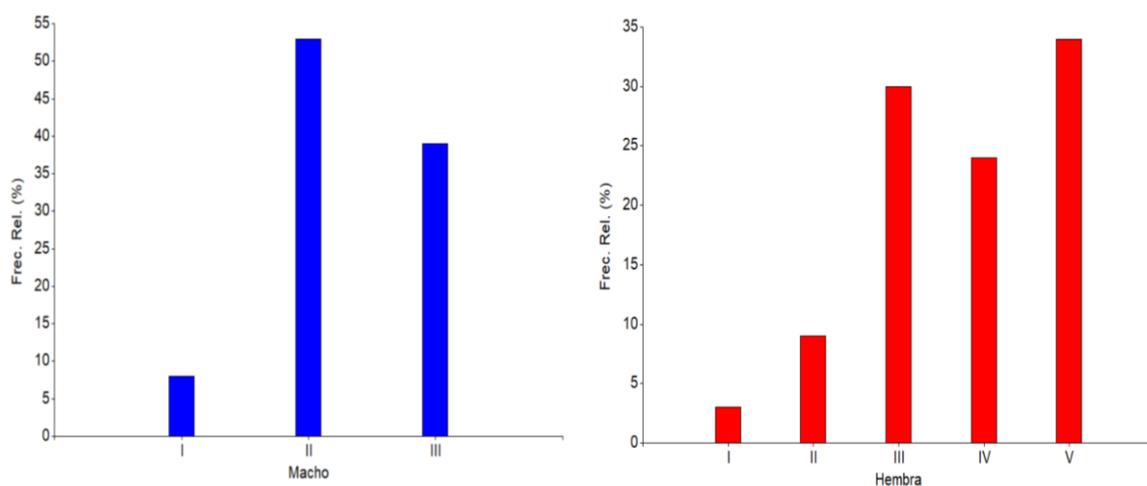


Figura 11. Estructura de tallas de las poblaciones de *O. luteus* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó. La línea roja representa la marca de clase de la talla mínima de captura para esta especie (120 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE).

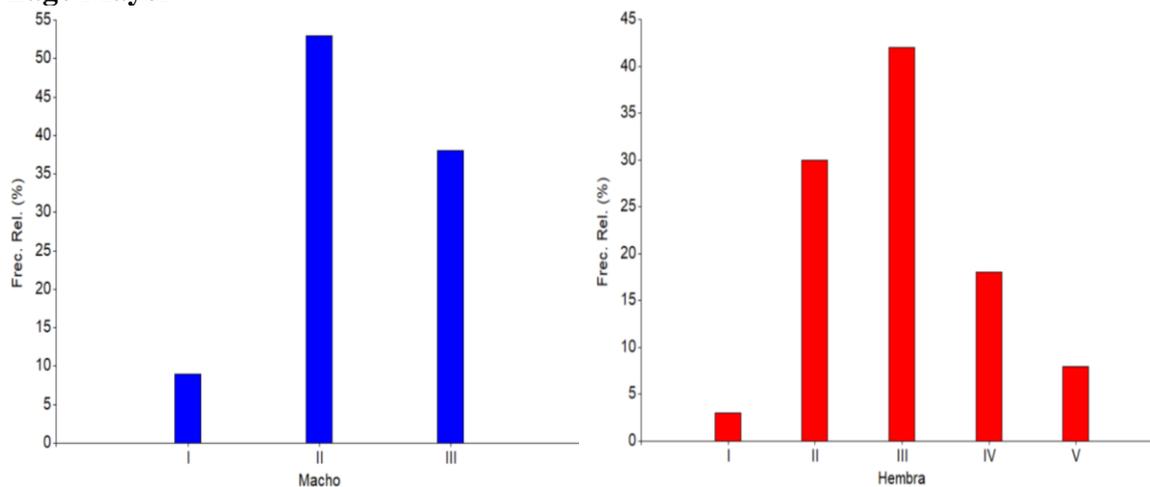
En cuanto a la proporción sexual, esta fue en favor de las hembras, con un 0.56:1.0 (macho: hembra) para el Lago Mayor; 0.64:1.0 para el Lago Menor y 1.25:1.0 para el Lago Poopó. No se registraron ejemplares machos en el Lago Uru Uru. Se evidenció una madurez sexual mayor para las hembras del Lago Mayor (estadio IV y V), mientras que el resto de las

poblaciones se encontraba aún en estadios de desarrollo (estadio III, Figura 12). Este mismo patrón se evidenció en las poblaciones de machos de *O. luteus*, por lo que estas poblaciones se encontraban en pleno proceso de maduración.

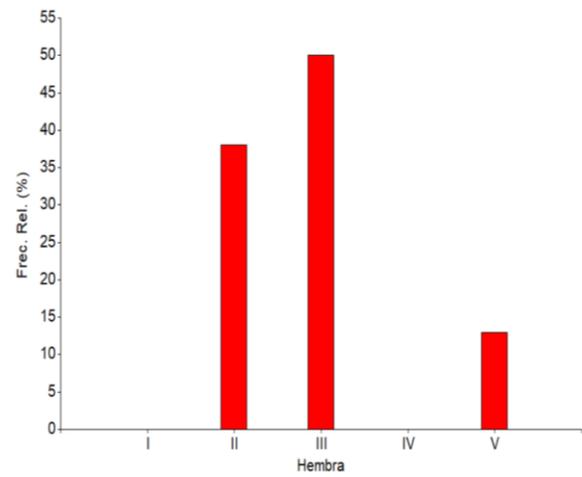
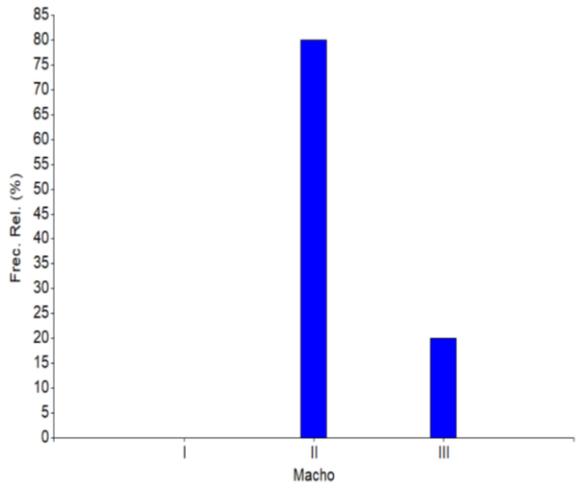
A partir de los valores de la regresión de la talla (LT mm) y el peso (g) se determinaron los valores de b para cada población, con lo que se puede mencionar que el crecimiento de *O. luteus* es de tipo isométrico en el Lago Titicaca y el Lago Uru Uru, pero de crecimiento alométrico negativo en el Lago Poopó (Figura 13). En cuanto a la condición corporal de las poblaciones de *O. luteus*, este mostró una mejor condición para la población pequeña del Lago Uru Uru. La población en una condición corporal menor es la del Lago Poopó, mientras que las poblaciones del Lago Titicaca se encuentran en situaciones muy similares (Figura 14). La condición de la población del Lago Poopó puede estar influenciada por el rango de tallas de dicha población.



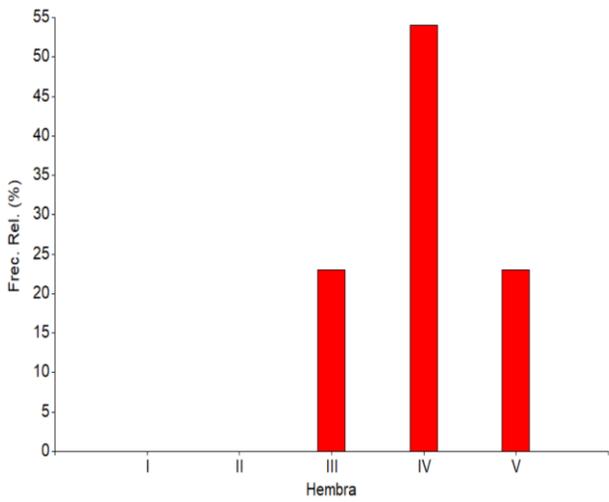
Lago Mayor



Lago Menor



Lago Poopó



Lago Uru Uru

Figura 12. Estadios de madurez sexual de *O. luteus* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó.

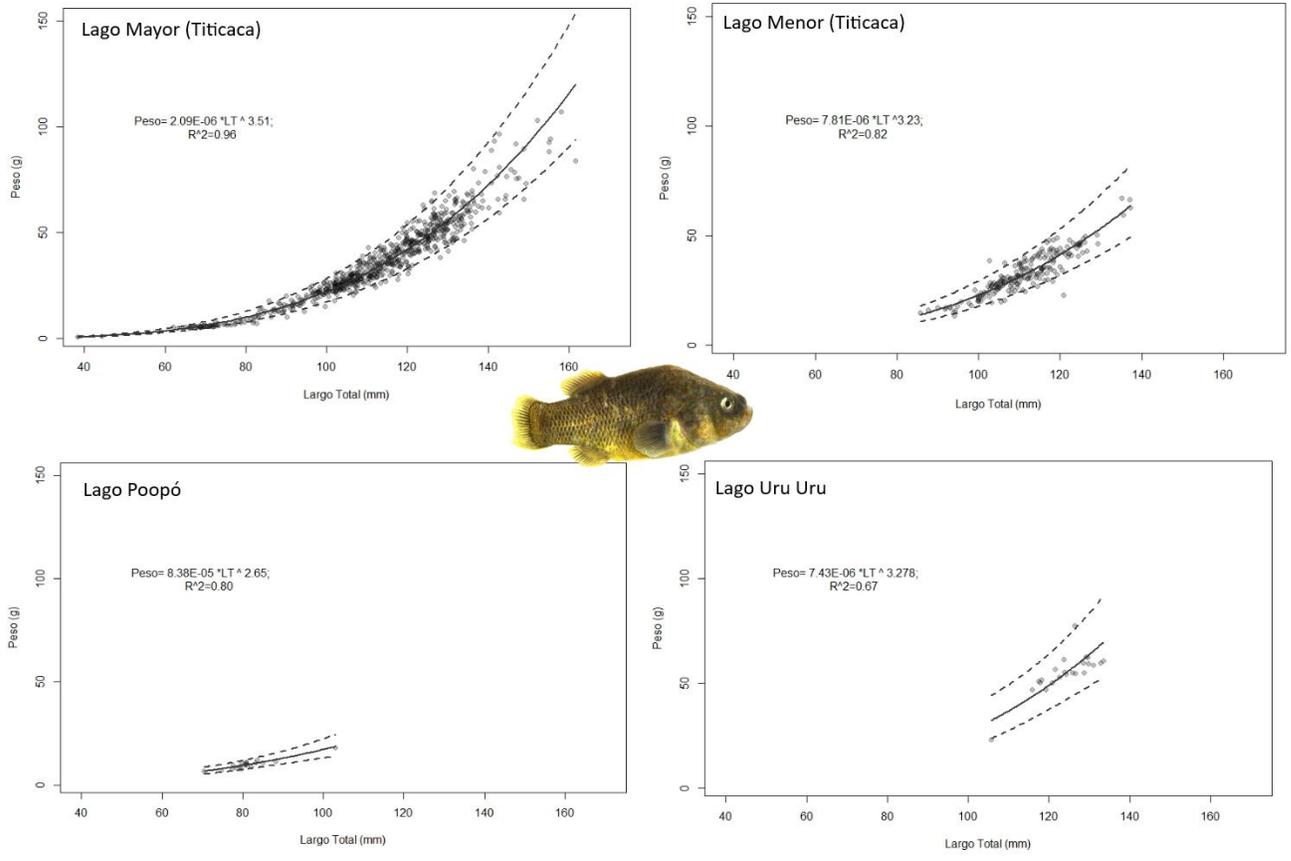


Figura 13. Relación longitud-peso de *O. luteus* en los lagos Titicaca (Lago Mayor, Lago Menor), Uru Uru y Poopó.

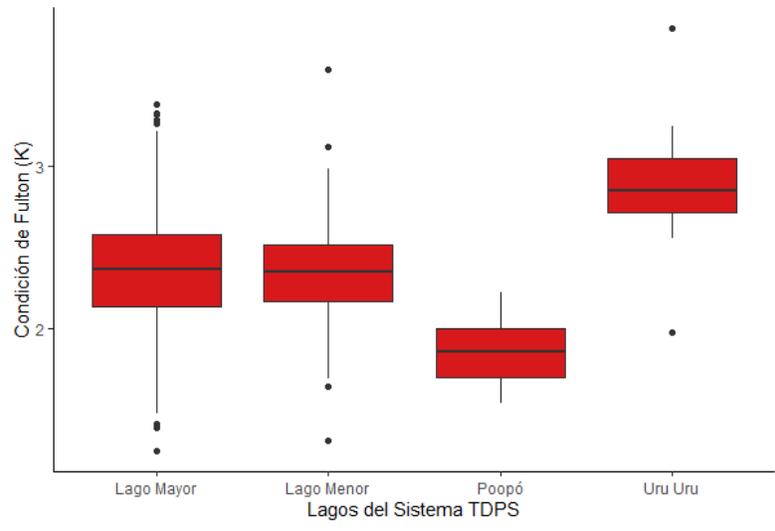


Figura 14. Factor de Condición (K) de las poblaciones de *O. luteus* de los lagos Titicaca (Lago Mayor y Lago Menor), Poopó y Uru Uru

Orestias crawfordi

En total se evaluaron 192 ejemplares que presentaron un rango de talla entre los 66.6 – 93.8 mm de largo total, con una talla media de 79.6 mm y una distribución unimodal ($M_o=70.5$ mm; Figura 15a^a). El sex ratio para esta población fue de 0.01:1.0 (macho: hembra) a favor de las hembras. Las hembras se encontraron en estadios maduros (estadio IV y V; Figura 15b), mientras que el estadio de madurez sexual de los machos no es preciso, debido a que solamente se encontraron dos ejemplares en la población. En cuanto a los valores de regresión de la talla y el peso, se determinó que los valores de b para esta especie muestran una tasa de crecimiento isométrico ($b = 3.35$), además que un 82% de la variación del peso se explica por las variaciones de la talla por lo que el restante porcentaje podría corresponder a una influencia ambiental (alimentación o condiciones del hábitat; Figura 15c). En cuanto al índice de condición (K), al igual que para *O. agassizii* este fue bajo ($K_{media}=1.65$). Este resultado podría estar evidenciando que los peces de esta población se encuentran en mala condición, ya sea por falta de recurso alimenticio.

Orestias imarpe

Se analizaron 123 ejemplares que presentaron un rango de talla entre los 39 – 61.2 mm de largo total, una talla media de 47.4 mm y una distribución normal unimodal, con una moda de 48.4 mm, Figrua 16a^a). La proporción macho: hembra identificada fue de 0.08:1.0 en favor de las hembras, las cuales se encontraron en estadios reproductivos avanzados (estadio IV y V), a diferencia de los machos evaluados (Figura 16b). Se determinó que esta especie muestra un crecimiento alométrico negativo ($b = 1.94$), además que solamente un 54% de la variación del peso pudo ser explicada por las variaciones de la talla (Figura 16c). Este bajo valor del coeficiente b se observa en el factor de condición también, tiendo un valor relativamente bajo, siendo aún menor en la población de Capachica (Figura 16d). En este caso, el factor de condición podría estar influenciado por la talla y el tipo de crecimiento de estos peces.

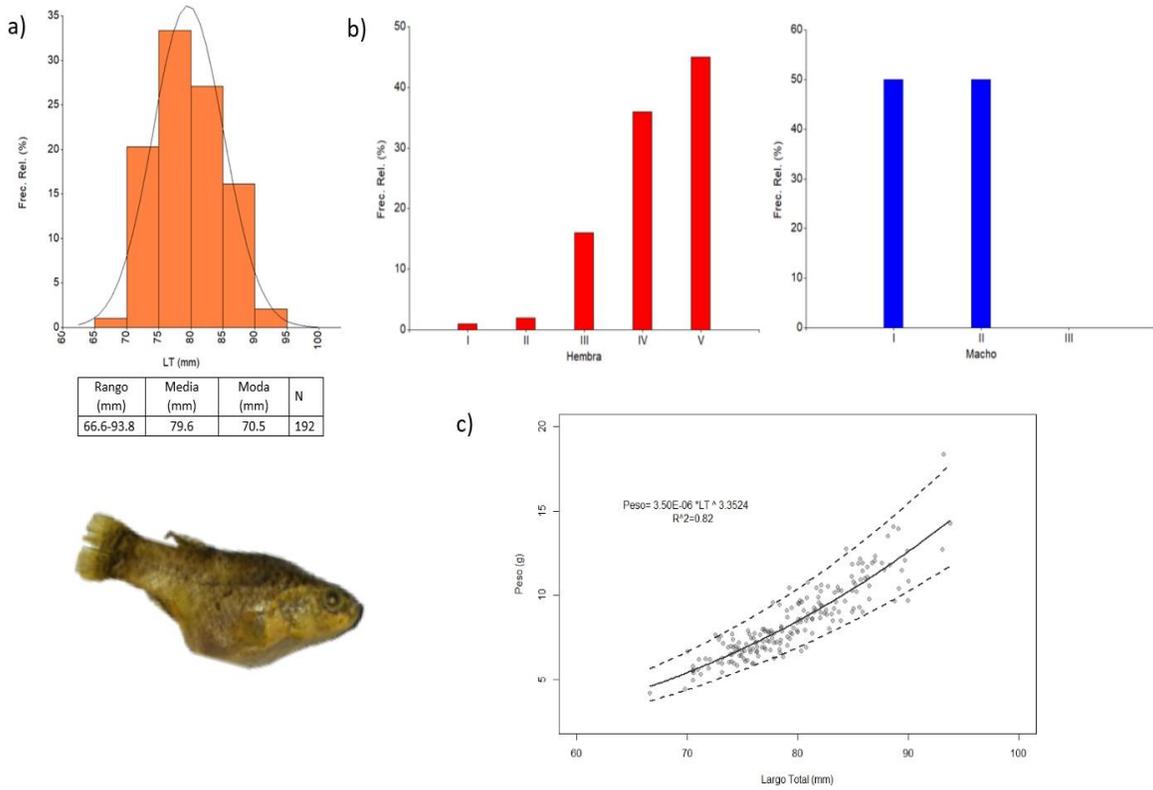


Figura 15. a) Estructura de tallas de las poblaciones de *O. crawfordi* en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de *O. crawfordi* en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de *O. crawfordi* en el Lago Titicaca.

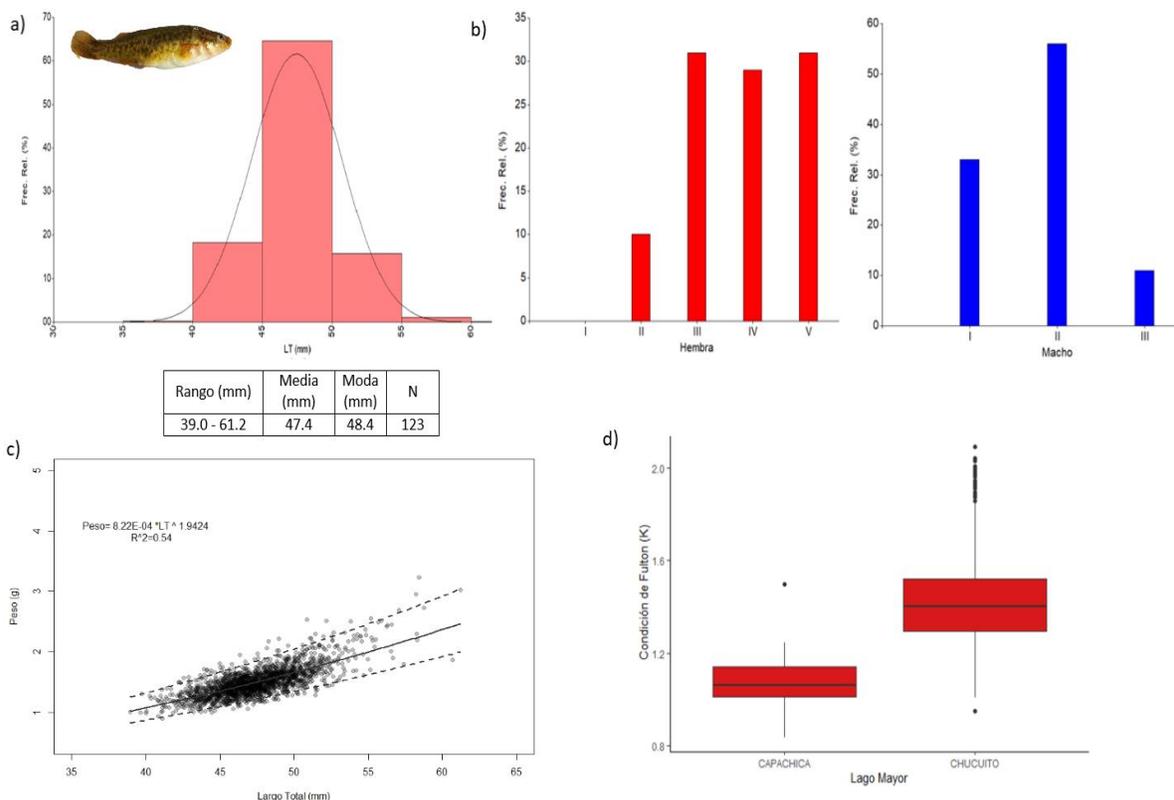


Figura 16. a) Estructura de tallas de las poblaciones de *O. imarpe* en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de *O. imarpe* en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de *O. imarpe* en el Lago Titicaca; d) Factor de Condición (K) de las poblaciones de *O. luteus* de los lagos Titicaca (Lago Mayor y Lago Menor), Poopó y Uru Uru.

Orestias ispi

La población de ispi evaluada presentó un rango de talla entre los 46 – 80 mm de largo total, y una talla media de 59.2 mm con una moda en 60 mm (Figura 17a^a). No obstante, tanto la talla media como la moda se encuentran por debajo de la talla mínima establecida por la normativa peruana (63 mm; R.M. 271-2010-PRODUCE), donde el 47% de la población fueron juveniles. El sex-ratio de esta población fue de 0.18:1.0 a favor de las hembras. Un gran número de hembras encontraba en estadios reproductivos avanzados (estadio IV y V), al igual que los pocos machos encontrados (Figura 17b). A partir de la relación longitud peso, se determinó que esta especie muestra un crecimiento alométrico negativo ($b = 2.12$), aunque solamente un 64% de la variación del peso puede ser explicada por las variaciones de la talla (Figura 17c).

Orestias gr. gilsoni

La población del grupo gilsoni evaluada presentó un rango de talla entre los 39 – 88.4 mm de largo total, y una talla media de 61.1 mm con una distribución bimodal en 55 mm y 65 mm (Figura 18a^a). La proporción macho: hembra fue de 0.08:1.0 en favor de las hembras,

las cuales se encontraban en estadios reproductivos avanzados (estadio V), es decir desovante (Figura 18b). A partir de la relación longitud peso se determinó que la población tuvo un crecimiento isométrico ($b = 3.2$), además que el 90% de la variación del peso pudo explicarse por las variaciones de la talla (Figura 18c). Si bien este grupo mostró un crecimiento isométrico, el índice de condición corporal revela una mala condición corpórea, con un valor medio levemente superior a 1 (Kmedio= 1.56), lo cual podría estar influenciado por alteraciones en el régimen alimenticio.

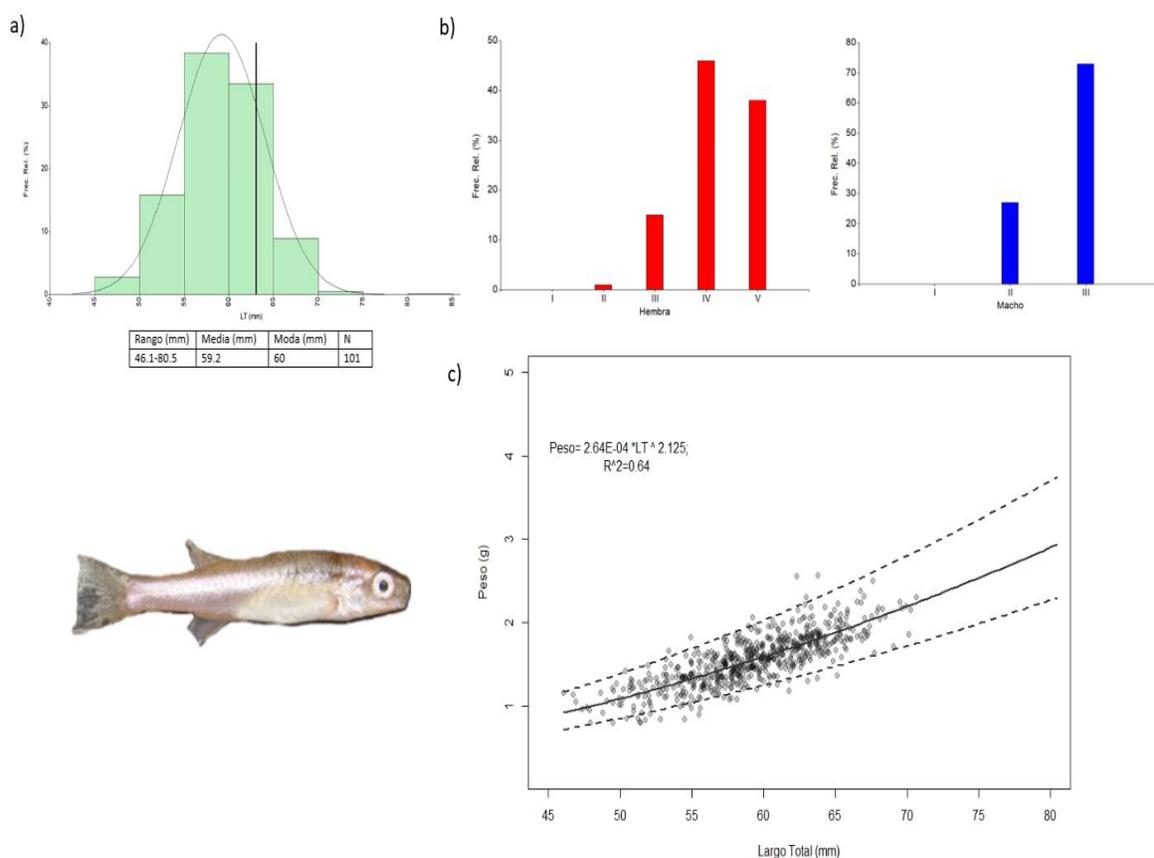


Figura 17. a) Estructura de tallas de las poblaciones de *O. ispi* en el Lago Titicaca. La línea negra muestra la talla mínima de captura (63 mm) regida para esta especie en el sector peruano del Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de *O. ispi* en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de *O. ispi* en el Lago Titicaca.

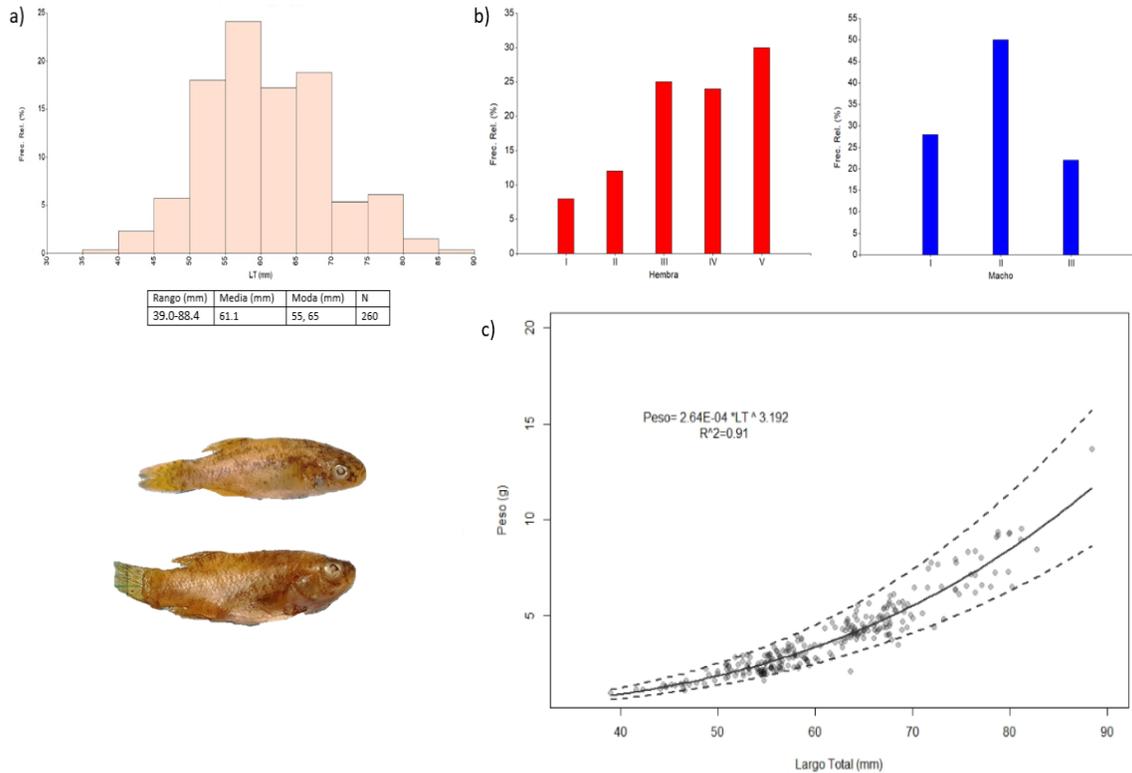


Figura 18. a) Estructura de tallas de las poblaciones de *Orestias gr gilsoni* en el Lago Titicaca; b) Estadios de madurez sexual de *Orestias gr gilsoni* en el Lago Titicaca; c) Relación longitud-peso de *Orestias gr gilsoni* en el Lago Titicaca.

Consideraciones generales de la evaluación poblacional realizada

En base al análisis de información y el diagnóstico situacional de las poblaciones del género *Orestias*, es posible mencionar que las principales dudas en cuanto a la sistemática y filogenia del género se centran en las especies del Lago Titicaca, teniéndose incertidumbres aún sobre el número de especies y la validez de algunas de ellas.

Si bien las amenazas al género *Orestias* son varias, los esfuerzos de conservación pueden centrarse en reducir la sobrepesca, y la pérdida y degradación del hábitat, ya que la reducción de la vegetación macrófita en el Lago Titicaca, y la contaminación de las aguas en los lagos Uru Uru y Poopó, fueron los principales problemas identificados para los ecosistemas acuáticos del Sistema TDPS. Esto se hace evidente por la alta incidencia de juveniles observada durante el diagnóstico, y el reducido número de ejemplares en los Lagos Uru Uru y Poopó, cuyo declive se hace cada vez más evidente.

A partir del diagnóstico se pudieron identificar diferencias en cuanto a los tipos de crecimiento y la estructura de tallas de las especies de mayor abundancia (*O. agassizii* y *O. luteus*), siendo necesaria una evaluación más detallada de estas especies en los lagos Uru Uru y Poopó.

Es necesario mencionar que las principales dificultades para la conservación del género *Orestias* no son solo ambientales, sino también sociales, gubernamentales e institucionales. Por ejemplo, el Sistema TDPS, al ser un sistema transfronterizo tiene dificultades en cuanto a la gobernanza, siendo importante unificar normativas pesqueras entre ambos países, donde las normativas deberían establecer una zonificación y regulaciones en cuanto al arte de pesca, tallas mínimas de captura y periodos de veda. Para esto será necesario contar con adecuados sistemas de vigilancia para los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó, así como el desarrollo de capacidades y herramientas de manejo pesquero para estos ecosistemas.

De igual forma, es necesario continuar con investigaciones en función a los vacíos de conocimiento sobre la abundancia, biología y ecología de las especies del género *Orestias*, necesarios para implementar medidas adecuadas de mitigación y manejo, así como para evaluar su vulnerabilidad frente a las amenazas existentes, ya que estas especies tienen un alto valor cultural, social, genético, sistemático, biogeográfico, económico y ambiental.

3. MARCO NORMATIVO

3.1. Marco normativo del Perú

Las organizaciones Nacionales o Subnacionales que a continuación se mencionan y el extracto de artículos o acápite de las normas son las que atañen a las líneas de acción planteadas en este Plan de Acción Binacional.

A nivel general, se debe tomar en cuenta la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y la Ley marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – SNGA - (Ley N° 28245) así como las otras normas relevantes. El SNGA funciona mediante la implementación de las políticas, normas e instrumentos de gestión que sirven para dar cumplimiento a la Política Nacional del Ambiente. El SNGA cuenta con cinco sistemas funcionales: El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) y el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH).

El **Ministerio del Ambiente (MINAM)** en su calidad de autoridad ambiental nacional propone lineamientos, estrategias, políticas e instrumentos de gestión ambiental, sin embargo, las acciones enmarcadas en el SNGA se ejecutan a través de diversas instancias del nivel nacional, regional y local, según sus funciones y competencias mediante los Ministerios, sus organismos públicos descentralizados, los organismos públicos reguladores, gobiernos regionales, y gobiernos locales.

Referido a aspectos de Aprovechamiento Sostenible de Recursos Naturales, además de las provisiones se cuenta con la Ley N° 26821 – Ley orgánica para el Aprovechamiento Sostenible, que en el Artículo 28 indica: “...los recursos naturales deben ser aprovechados en forma sostenible”. Lo que implica el manejo racional, tomando en cuenta la capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación y reposición cualitativa y cuantitativamente, de ser el caso. En este sentido hay una vinculación entre SNGA tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, por lo que, ambas se encuentran estrechamente vinculadas.

Por otro lado, la Ley General de Pesca, Decreto Ley N. 25977 y sus modificaciones confiere al **Ministerio de la Producción (PRODUCE)** que con base de evidencias científicas disponibles y de factores socioeconómicos, determinará según el tipo de pesquerías, los sistemas de ordenamiento pesquero, las cuotas de captura permisibles, las temporadas y zonas de pesca, la regulación del esfuerzo pesquero, los métodos de pesca, las tallas mínimas de captura y además normas que se quieran para la preservación y explotación racional de los recursos hidrobiológicos. Asimismo, indica que **PRODUCE** según el tipo de pesquería de los recursos que se explotan establecerá el sistema de ordenamiento, que concilie el principio de sostenibilidad de los recursos pesqueros o conservación en el largo plazo, con la obtención de los mayores beneficios económicos y sociales.

Otras disposiciones como el reglamento de la Ley General de pesca aprobado por el Decreto Supremo N° 012-2001 – PE, dispone la aprobación de reglamentos de ordenamiento pesquero, que tiene la finalidad de establecer principios, normas y medidas regulatorias aplicables a los recursos hidrobiológicos que deben ser administrados como unidades diferenciadas. Asimismo, establece los mecanismos para la declaración de recursos en recuperación (Art 9) y se resalta que esta Ley indica que “los titulares de actividades de pesca artesanal deberán desarrollar las mismas, adoptando medidas para la protección y conservación de los ecosistemas que sirven de sustento a su actividad y acciones de control de la contaminación y deterioro ambiental”. Ambas normas, la Ley General de Pesca y su reglamento, permiten la adopción de medidas y mecanismos para preservación y explotación racional de los recursos hidrobiológicos entre los que se encuentran las especies del género *Orestias* spp.

De manera complementaria, la Ley General de Acuicultura (Decreto Legislativo N° 1195) y su reglamento (Decreto Supremo N° 003-2016-PRODUCE) clasifica las actividades acuícolas según sus niveles de producción (AREL, AMYPE, AMYGE), establece requerimientos de certificaciones ambientales para cada una de estas con excepción de la AREL. Asimismo, indica que PRODUCE administra y actualiza el Catastro Acuicola

Nacional, y establecelos criterios para la habilitación de áreas para el desarrollo de la actividad acuícola entre los que destacan que “*En el ámbito continental la habilitación de área acuática considerará la isobata mínima de 15 m*”. Esta última previsión, junto a las obligaciones asociadas a las certificaciones ambientales, son relevantes para la conservación y aprovechamiento de las especies del género *Orestias*, considerando la importancia ecológica de las zonas con profundidades menores a 15 metros para las especies del Lago Titicaca.

Sobre la base de las normas mencionadas anteriormente y otras normas relevantes se aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental de los Subsectores Pesca y Acuicultura mediante Decreto Supremo N° 012-2019-PRODUCE que tiene por objeto regular la gestión ambiental, la conservación y aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos en el desarrollo de los proyectos de inversión y actividades de los subsectores pesca y acuicultura. Si bien la pesca artesanal, no se encuentra enmarcada en el SEIA, PRODUCE promueve la gestión ambiental en las actividades no sujetas al SEIA, incluyendo la pesca artesanal. Esto es de particular relevancia para el ámbito del Lago Titicaca, considerando su alto nivel de actividad acuícola, particularmente la categoría AMYPE, que requieren una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para su operación y que es aprobada por el **Gobierno Regional Puno (GORE)**.

Considerando los elementos mencionados anteriormente, la Política Nacional del Ambiente plantea Objetivos Prioritarios y Servicios Asociados a fin de abordar los principales problemas públicos del sector ambiente. De particular interés es el Objetivo Prioritario 1 de “Mejorar la Conservación de Especies y Diversidad Genética” donde se describen servicios vinculados a la vigilancia y control continuo de las ANAP (SERNANP), la Supervisión continua del cumplimiento de la normativa pesquera y acuícola dirigido a unidades pesqueras y acuícolas (PRODUCE), así como el Objetivo Prioritario 2 de “Reducir los Niveles de Deforestación y *Degradación de Ecosistemas*” que incluye servicios como el Fortalecimiento de capacidades sobre conservación y recuperación de los ecosistemas dirigido a los tres niveles de gobierno (MINAM), el Objetivo Prioritario 6 “Fortalecer la Gobernanza Ambiental con Enfoque Territorial en las Entidades Públicas y Privadas” con servicios como el fortalecimiento de capacidades en materia de evaluación ambiental de las ***actividades de pesca y acuicultura*** dirigido a gobiernos regional y locales desarrollados de manera continua (PRODUCE), el fortalecimiento de capacidades de fiscalización ambiental dirigido a las Entidades de Fiscalización Ambiental (OEFA), el fortalecimiento de capacidades asociados al SNGA, el SEIA y la Gestión Integrada de Recursos Naturales (MINAM).

En el ámbito regional, resaltan la actualización del Sistema Regional Ambiental de Puno, en el marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) y aprobado por Ordenanza Regional 07-2017-GR PUNP-CRP. El SRGA es un reflejo del SNGA a nivel regional y es

rectorado por el Gobierno Regional de Puno, y en particular por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente que es responsable de dirigir, proponer, formular, ejecutar, controlar y administrar los planes y políticas de la Región en materia ambiental, áreas naturales protegidas y de recursos naturales, así como a las otras gerencias que integran el SRGA quienes tienen como función la ejecución de la Política Ambiental Regional, así como el cumplimiento de las normas, planes, estrategias, agendas y programas regionales que se deriven del proceso de toma de decisiones ambientales.

Uno de los Planes relevantes del ámbito regional es la “***Estrategia Regional de Diversidad Biológica***” y su respectivo Plan de Acción al 2021, el cual se deriva de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021, y que tiene entre sus objetivos estratégicos el “Conservar y restaurar ecosistemas estratégicos y especies focales” y “Fortalecer los sistemas de vigilancia sobre conservación y manejo de diversidad biológica”. Adicionalmente, en el marco de sus competencias como parte del Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental, se desarrolla anualmente el Plan de Evaluación y Fiscalización Ambiental (PLANEFA) el cual es implementado por las direcciones competentes del GORE-Puno entre las que se encuentra la Dirección Regional de Producción (DIREPRO) en el ámbito de las actividades pesqueras y acuícolas.

Sobre el ámbito pesquero y acuícola, el Reglamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola (ROPA) para la Cuenca Titicaca, aprobado mediante Decreto Supremo N° 023-2008-PRODUCE, tiene como objetivo “*establecer las bases para el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos hidrobiológicos, desarrollo de la pesquería y actividades acuícolas en la cuenca del Lago Titicaca, de acuerdo a los principios del Código de Conducta para la Pesca Responsable, así como la preservación de los ecosistemas y de la diversidad biológica*” (Art 2.a)..

En materia de investigación y capacitación pesquera y acuícola se destaca las que se preveen “*Realizar estudios biológico pesqueros de los recursos hidrobiológicos y su interrelación con el ambiente acuático, desarrollando sistemas de monitoreo, con el fin de establecer los puntos de referencia biológicos, áreas de pesca y acuicultura, épocas de pesca y reproducción de peces, composición por especies, talla y edad de las capturas; así como el conocimiento de la biomasa y el stock disponible, renovación poblacional y efectos de la pesca y del desarrollo de la acuicultura sobre las poblaciones hidrobiológicas en la cuenca de dicho Lago, entre otros estudios*” (Art 3.a). La Dirección Regional de la Producción de Puno - DIREPRO Puno es la entidad que coordina con la sede regional del Instituto del Mar del Perú - IMARPE y otros actores el desarrollo de estas investigaciones.

En materia de conservación de recursos hidrobiológicos, se indica que “*el Ministerio de la Producción, a propuesta de la DIREPRO Puno y sobre la base del Informe Técnico del*

IMARPE, establece, mediante Resolución Ministerial, las tallas mínimas y porcentaje de tolerancia de ejemplares menores a las tallas mínimas de extracción, acopio o almacenaje, transporte, procesamiento y comercialización de especies” (Art. 4.1). También se “prohíbe la pesca utilizando artes, aparejos o procedimientos que atenten contra la conservación de los recursos hidrobiológicos, tales como: chinchorros, espineles, obstrucción (tapada) de las desembocaduras de los ríos, desvío de ríos o brazos de río, así como el uso de explosivos, sustancias contaminantes y materiales tóxicos (barbasco o similares) y/o llevar dichos elementos en las embarcaciones de pesca” (Art 4.3).

Por otra parte, “*Con fines de conservación, queda prohibida la extracción, acopio o almacenaje, transporte, procesamiento, comercialización y uso de recursos hidrobiológicos en cualquier estadio de desarrollo, que pertenezcan a las especies siguientes: Trichomycterus rivulatus “suche”, Trichomycterus dispar “mauri”, Orestias pentlandii “boga”, Salmo fontinalis “trucha de arroyo”, y Salmo trutta fario “trucha marrón”. Asimismo, se incluye en esta prohibición a todas las especies del género Orestias existentes en la cuenca del Lago Titicaca, a excepción de Orestias luteus “carachi amarillo”, Orestias agassii “carachi negro” y las especies de Orestias del “complejo ispi” o “ispi”.*” (Art 4.4). Asimismo, “*se prohíbe la extracción de todas las especies ícticas existentes en la cuenca del Lago Titicaca para destinarlas al consumo humano indirecto en cualquier estado de conservación, particularmente como alimento en acuicultura*” (Art 4.10). Finalmente, se indica que “*la DIREPRO Puno, basada en las recomendaciones del IMARPE propone el establecimiento de zonas prohibidas o de reserva pesquera para la protección de especies ícticas nativas, que constituirán bancos de germoplasma ictico, áreas de reproducción, larvaje y alevinaje, donde esté prohibida toda actividad priorizando las lagunas Umayo (Atuncolla, Vilque, Tiquillaca. Mañazo), Pacharia (Cuyo-Cuyo), Saracocha, Chacchura, Maquera y Alonso (Santa Lucia), Quearia (Muñani), y Huarasani (Vilquechico)*” (Art 4.12).

En este contexto, mediante Resolución Ministerial N° 271-2010-PRODUCE, se establecen tallas mínimas de captura y tamaños mínimos de malla de redes tipo cortina para las operaciones de extracción de diversos recursos hidrobiológicos en la cuenca del Lago Titicaca entre los que se encuentran 3 especies del género *Orestias* spp. (“Carachi amarillo”, *Orestias luteus*; “Carachi gris”, *Orestias agasiizzi*, y “Ispi” o “Complejo Ispi”, *Orestias* spp.).

Finalmente, en terminos de vigilancia y control, “La DIREPRO Puno y la Dirección General de Seguimiento Control y Vigilancia - DIGSECOVI, según corresponda, efectúan las acciones de control y vigilancia para el cumplimiento de las normas establecidas el ROPA del Titicaca” (Art 8.1), lo cual se suma a las funciones relativas a la fiscalización ambiental.

El **Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca** - PELT, corresponde a un órgano desconcentrado de ejecución dependiente del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), siendo la unidad ejecutora del presupuesto del MIDAGRI. Posteriormente a través de la Resolución Ministerial N° 0332-2017-MINAGRI del 21 de agosto de 2017, se aprobó el Manual de Operaciones del PEBLT, donde se establece los alcances del Manual de

Operaciones de dicha entidad con relación a la gestión institucional, con el fin de encargarse del estudio, manejo y aprovechamiento integrado de los recursos del Lago Titicaca. De manera particular, la Dirección de Desarrollo Agroeconómico y Recuperación de Ecosistemas tiene como función ejecutar acciones o proyectos de inversión dirigidos a la recuperación, preservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad en los cursos y cuerpos de agua; entre los que se encuentra las especies nativas como las del género *Orestias* spp.

Por otra parte, un sector de la Unidad Hidrográfica del Lago Titicaca se ha establecido como una **Reserva Nacional del Titicaca (RNT)**, declarada por Decreto Supremo N° 185-78- AA, promulgada en 1978. La administración de dicha Reserva depende actualmente **del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado del Perú (SERNANP)**. El objetivo de su creación es de conservar la excepcional flora y fauna y la belleza paisajística que guarda estas muestras representativas del Lago Titicaca. La administración de la RNT realiza actividades como: control, vigilancia y monitoreo constante de los recursos naturales, dando énfasis a las aves y a los totorales (MINAM, 2013) y cuenta con un Plan Maestro 2021-2025¹ donde si bien no se plasman acciones específicas sobre las especies del género *Orestias*, si se reconoce la importancia del mantenimiento de la calidad del cuerpo acuático a fin de prevenir la afectación a la vida silvestre, incluyendo las especies del género *Orestias* spp.

Finalmente, en Decreto Supremo N° 075 – 2013 – PCM se crea la Comisión Multisectorial para la Prevención y Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca y sus Afluentes cuyo Plan de Acción 2020-2024 incluye acciones como Implementación de acciones de educación, comunicación y ciudadanía ambiental para promover la participación en la conservación de los recursos hídricos e hidrobiológicos (ALT, PELT, MINAM, ANA, DIREPRO Puno, Gobiernos locales), el Fortalecimiento de la Dirección Regional de Producción en vigilancia y fiscalización pesquera y acuícola (GORE Puno, DIREPRO Puno, ALT), y la Elaboración e implementación de un Plan de Ordenamiento Pesquero y Acuícola en el lago Titicaca Perú-Bolivia, incorporando criterios de pesca y acuicultura sostenible y su adaptación al cambio climático (PRODUCE).

3.2. Marco normativo de Bolivia

Las organizaciones Nacionales o Subnacionales que a continuación se mencionan y el extracto de artículos o acápites de las normas son las que atañen a las líneas de acción planteadas en este Plan de Acción Binacional. En relación con aspectos normativos bolivianos que prevén la conservación y el uso sustentable de los recursos, estos se encuentran establecidos en la Constitución Política del Estado Plurinacional, que en su artículo 342

¹ Resolución de Presidencia N° 038-2021-SERNANP

menciona que es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente. El derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, complementando al artículo 33 que refiere que el ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Por otra parte, la Ley Marco de la Madre Tierra menciona que el sistema es viviente dinámico conformado por la comunidad indivisible de todos los sistemas de vida y los seres vivos, interrelacionados, interdependientes y complementarios, que comparten un destino común. La Madre Tierra es considerada sagrada; alimenta y es el hogar que contiene, sostiene y reproduce a todos los seres vivos, los ecosistemas, la biodiversidad, las sociedades orgánicas y los individuos que la componen.

Otra normativa vigente es la Ley 1333, que en su artículo 57, menciona que los organismos competentes normarán, fiscalizarán y aplicarán los procedimientos y requerimientos para permisos de caza, recolección, extracción y comercialización de especies de fauna, flora, de sus productos, así como el establecimiento de vedas. Esta misma Ley en su artículo 99, complementa que las contravenciones a los preceptos de esta Ley y las disposiciones que de ella deriven serán consideradas como infracciones administrativas, cuando ellas no configuren un delito. Estas violaciones serán sancionadas por la autoridad administrativa competente y de conformidad con el reglamento correspondiente.

Por otro lado, la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable de Bolivia Ley N° 938 confiere al **Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT)** la competencia de formular, aprobar y gestionar políticas, estratégicas, planes, programas y proyectos, para asegurar la sustentabilidad de las actividades de la Pesca y agricultura. Gestionar recursos financieros y técnicos para el desarrollo de los múltiples actores de la pesca y acuicultura en coordinación con Ministerios competentes. Regular y establecer mecanismos para viabilizar servicios, transferencia de tecnología e infraestructura para la pesca y acuicultura. Asimismo, confiere al **Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)** la conservación de los recursos hidrobiológicos que en condonación con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras implementarán políticas, estrategias, planes, programas y proyectos. El **Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)** en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, son los designados para la implementación de Tratados, Acuerdos, Convenios, Protocolos y Reglamentos Internacionales, en temas de pesca y acuicultura en aguas internacionales como en materia comercial. Finalmente, la mencionada Ley indica que el **Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Rural (MDPyEP)** coordinará y coadyuvará también con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras en el cumplimiento y/o implementación de programas y proyectos en temas de pesca y acuicultura.

La Ley N° 938, promulgada el 5 de mayo de 2017, a la fecha no cuenta con una reglamentación. La Ley, considera de forma general las tres cuencas más importantes de Bolivia: la cuenca del Amazonas, la cuenca del Plata y la cuenca del Altiplano o endorreica cuyo objeto es regular, fomentar, incentivar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional, con la finalidad del desarrollo integral y sustentable de la pesca y acuicultura sustentable. La aplicación de la Ley es para personas jurídicas y naturales que desarrollen actividades vinculada con la pesca y la acuicultura como ser la extracción, producción, procesamiento, investigación, transporte, comercio e industrialización de los productos hidrobiológicos. Está Ley se aplica por el nivel central del Estado y las Entidades Territoriales Autónomas.

La Ley presenta definiciones de: acuicultura, aguas continentales, términos de veda y su implicancia, remarcando la definición de especies nativas y exóticas, de las especies amenazadas bajo lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), entre otras más. La Ley establece claramente el estatus de la **Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura “IPD-PACU”**, dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, que tiene entre sus atribuciones ser la ejecutora de programas y proyectos de desarrollo integral de Pesca y Acuicultura en el territorio Nacional y que es reconocida como autoridad competente en el ámbito de pesca y acuicultura.

Las responsabilidades de IPD-PACU son enunciadas de forma explícita:

- a. Proponer y ejecutar políticas, estrategias, programas, proyectos y normativa para el fortalecimiento de la producción primaria, industrialización, procesamiento y consumo de los productos de la Pesca y Acuicultura.
- b. Promover la articulación de políticas y acciones relacionadas con las actividades de Pesca y Acuicultura, de manera concurrente con los Servicios Departamentales y Municipales.
- c. Promover y proponer planes, programas y proyectos de fomento e incentivo para el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos.
- d. Coordinar con ministerios y entidades del sector público y privado, el desarrollo y aplicación de políticas y acciones para el fortalecimiento de la Pesca y Acuicultura.
- e. Emitir directrices para la emisión de autorizaciones, licencias y registros para las actividades de Pesca y Acuicultura.
- f. Promover la capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología a pescadores, acuicultores y sectores vinculados con la comercialización.
- g. Otorgar licencias y autorizaciones, prorrogarlas, renovarlas, declarar su caducidad, nulidad o resolución, supervisar el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias, así como aplicar las sanciones correspondientes en coordinación con las Entidades Territoriales Autónomas.

- h. Planificar y participar en la ejecución de estrategias de investigación y desarrollo de recursos pesqueros y acuícolas, en coordinación con la entidad competente, universidades, y organizaciones e instituciones de investigación técnica y científica.
- i. Elaborar y establecer un sistema de monitoreo permanente de los recursos hidrobiológicos en coordinación con las Entidades Territoriales Autónomas.
- j. Elaborar políticas, planes, programas y proyectos para la recuperación de las especies hidrobiológicas de interés económico en peligro de extinción.
- k. Apoyar a los pescadores y acuicultores en el acceso al crédito y financiamiento de proyectos productivos piscícolas a través del sistema financiero.
- l. Gestionar la suscripción de convenios o acuerdos de coordinación interinstitucional.
- m. Desarrollo de estrategias para el incentivo e incremento del consumo de pescado y productos derivados, mediante coordinación interinstitucional, a objeto de la posible incorporación en los programas de subsidio prenatal, de lactancia y de alimentación escolar, conforme al consumo regional.
- n. Establecer los aranceles y gravámenes por concepto de licencias, autorizaciones y registros.
- o. Coordinar con el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), la investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de tecnología en materia de Pesca y Acuicultura.
- p. Desarrollar proyectos de pre inversión e inversión en forma concurrente con las Entidades Territoriales Autónomas.
- 1. Otras definidas en Decreto Supremo.

A nivel Departamental, la Ley menciona que los **Gobiernos Autónomos Departamentales**, en el ámbito de su jurisdicción, deben establecer y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos para desarrollar las actividades de Pesca y Acuicultura y el fortalecimiento de la industrialización, procesamiento y consumo de los productos de la Pesca y Acuicultura, con la participación de las organizaciones sociales relacionadas, en concordancia con las políticas a nivel central del Estado. Así también coordinar con IPD-PACU en la supervisión de las actividades de Pesca y Acuicultura y recopilar y consolidar a nivel departamental, la información estadística, monitorear, cumplir políticas, planes, programas y proyectos para la recuperación de especies hidrobiológicas de interés económico en peligro de extinción, entre otros.

En relación al límite de aprovechamiento y para que la captura sea sustentable, el IPD-PACU, en coordinación con los Gobiernos Departamentales y Municipales, normará las cuotas de pesca o extracción, los espacios geográficos, tallas de peces y especies cuya captura este permitida y para el tema de vedas, el IPD-PACU establecerá las siguientes medidas: i) Prohibir pesca en época de veda, por factores que pongan en peligro una u otras especies.ii) Poner en práctica la veda de una especie determinada, previo establecimiento de criterios

técnicos, requisitos y procedimientos administrativos y otros factores pertinentes y iii) Comunicar el establecimiento de la veda, con al menos treinta (30) días antes de su entrada en vigencia.

Uno de los instrumentos de política y planificación estratégica es la **Política Estratégica Plurinacional de Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad - Plan de Acción 2019-2030** que busca promover y orientar la Gestión Integral y Sustentable de la Biodiversidad a través de acciones que desarrollan, fomentan y fortalecen la conservación, el aprovechamiento sustentable y el desarrollo del conocimiento intercientífico. De tal forma que se consoliden sistemas productivos sustentables y compatibles entre sí, manteniendo las funciones ambientales, reconociendo el desarrollo económico-social de los actores, sus conocimientos y saberes tradicionales. La Estrategia y Plan de Acción 2019-2030 se ha diseñado sobre la base de la normativa de planificación nacional y la articulación multisectorial y subnacional, y abarca cinco Ámbitos Estratégicos: Político - Normativo; Institucionalidad y Gobernanza Territorial; Uso, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Biodiversidad; Gestión Ambiental Integral para la Conservación de la Biodiversidad y Gestión y Movilización del Conocimiento, cuyas acciones estratégicas buscan ser implementadas de manera articulada a nivel multisectorial y subnacional, a escala local, departamental y nacional con una visión amplia y adaptativa.

Por otra parte, el Decreto Supremo N° 3048 de fecha 11 de enero de 2017, sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, establece que la (s) Autoridad (es) Científicas (s) serán designada (s) a través de una resolución expresa por la Autoridad Administrativa Competente (Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 28/2019 del 17 de octubre) y donde se señalan las funciones que deben desempeñar las mismas.

Es así, que el **Museo Nacional de Historia Natural – MNHN**, mediante CITE: MNHN N°131/2019 de fecha 17 de septiembre de 2019, confirma y acepta su participación para ser designada como Autoridad Científica de la Convención para el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Con las siguientes funciones remarcando las relacionadas con el presente Plan de Acción Binacional: d) Efectuar estudios acerca de la situación biológica de las especies afectadas por el comercio, para proponer su inclusión, exclusión o transferencia en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. En caso de que se requiera, analizar las propuestas enviadas por otros Estados Parte de la Convención, f) Apoyar en la identificación taxonómica de especímenes de vida silvestre, a solicitud de Autoridades de Observancia. h). Apoyar a la Autoridad Administrativa Competente, que es el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos de Gestión y Desarrollo Forestal – VMABCCGDF, en la preparación de propuestas de prioridad nacional

para su presentación en la Conferencia de Partes, las Reuniones del Comité de Fauna y Flora de la Convención y del Comité Permanente de la Convención; y otras que la Autoridad Administrativa CITES requiera.

3.3. Entidades y convenciones de alcance internacional

Autoridad Binacional Autónoma (ALT)

La Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, río Desaguadero, Lago Poopó, Salar de Coipasa (ALT), corresponde a una unidad de derecho internacional con plena autonomía de decisión y gestión en el ámbito técnico, administrativo-económico y financiero, depende funcionalmente de los Ministerios de Relaciones Exteriores del Perú y Bolivia. Creada en 1996 por convenio binacional entre los gobiernos de Bolivia y Perú aprobado con Resoluciones Legislativas de ambos países (26873 en Perú y Ley N° 1972 en Bolivia). El presidente de la ALT reporta sus actividades a los cancilleres de ambos países, atiende y cumple las disposiciones políticas conjuntas de ambos países. La sede de la ALT es la ciudad de La Paz en Bolivia, sin embargo.

El objetivo de creación de la ALT es promover y conducir las acciones, programas y proyectos; y dictar y hacer cumplir las normas de ordenamiento, manejo, control y protección en la gestión del agua, del Sistema Hídrico Titicaca - Desaguadero - Poopó - Salar de Coipasa, en el marco del Plan Director Global Binacional del Sistema Hídrico TDPS ().

Posterior a la creación de la ALT, en 1997 se promulga la Resolución Legislativa N° 26873 y Decreto supremo N° 043-97-RE, se ratifica el acuerdo al establecimiento de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hidrológico lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y Salar de Coipasa (ALT). Asimismo, en la Ley N° 1972, del 30 de abril de 1999 se aprueba y ratifican los acuerdos por notas reversales suscritos en la República del Perú relativos a la creación y funcionamiento de la Autoridad Binacional Boliviano - Peruana del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa de fecha 12 de diciembre de 1992, 18 de mayo y 15 de junio de 1993 y 29 de mayo de 1996.

Convenio RAMSAR

El lado Titicaca lado peruano bajo la ficha técnica de 1996 ha sido declarado sitio RAMSAR como tipo 5 (Lago dulce de agua permanente), el Centro de Datos para la conservación (CDC-UNALM 1991), considera dentro de sus asociaciones: al Lago Titicaca humedal emergente palustre (total altoandino), casi totalmente protegido (ocupa aproximadamente el 80% de la superficie de la Reserva Nacional del Titicaca (Ministerio de la Agricultura y Riego, 1996).

En Bolivia el Lago Titicaca fue declarado sitio RAMSAR el 26 de agosto de 1998 abarcando 800.000 ha. Dentro de la Estrategia para la gestión integral de los humedales y sitios RAMSAR en Bolivia se han realizado varios planteamientos, el actual Ministerio de Medio Ambiente y Agua, trabaja en el fortalecimiento de la protección del medio ambiente promoviendo el desarrollo en equilibrio con la Madre Tierra, el objetivo es realizar una

gestión integral de los recursos hídricos y el manejo del medio ambiente y los ecosistemas. Es desde esta institución que se trabaja en la construcción de estrategias que promuevan la protección, conservación y desarrollo integral sostenible de los recursos naturales como los humedales (MMaYA 2017).

ACTORES CLAVES

Para fines de la operativización del Plan propuesto, se han identificado a cuatro grupos de actores (Figura 19), según el ámbito de acción y sus competencias en ambos países (Bolivia y Perú), estos corresponden a:



Figura 19. Tipos de actores relacionados a la conservación y manejo de la biodiversidad.

De acuerdo a la categorización sugerida, **las instituciones públicas gubernamentales** identificadas tienen la función y la finalidad de administrar, regular, organizar y aplicar según su campo de acción y competencias específicas, así como la generación de estrategias para fortalecer la gestión y planificación eficaz.

Entre las **entidades de cooperación externa e internacionales**, contribuyen con el financiamiento para la realización de proyectos de desarrollo, gestión y planificación, inversión e investigación básica y/o aplicada principalmente. Por lo tanto, juegan un rol importante, en colaborar con financiamiento para la realización de proyectos, canalizados a través de diferentes instrumentos.

Entre las **organizaciones sociales locales** de pescadores, alternan la actividad pesquera con la agrícolapecuaria y la actividad comercial, la cual ha incrementado con la reducción de pesca. Les permite agruparse en organizaciones específicas, pero los registros pueden ser variables, por las actividades antes mencionadas y por los últimos acontecimientos (reducción del stock pesquero, cambios climáticos, contaminación y otros). Son 48

organizaciones de pescadores en el Perú con un total de 1437 afiliados. En el lado boliviano se hace una relación de comunidades campesinas productoras de pescado, para el lago Mayor son 19 y 17 para el lago Menor haciendo un total de 400 pescadores (Comisión de las Comunidades Europeas 1993), sin embargo, a nivel de asociaciones son 4 asociaciones, con un total de 104 afiliados (Observación realizada durante el trabajo de campo, no contamos con registro por parte de IDP-PACU). En los lagos Uru Uru y Poopo el número de asociaciones u organizaciones es incierto, esto debido luego del evento climático de muerte masiva de peces en 2014, cuando se declaró zona de desastre al lago Poopó. Las asociaciones actualmente son pocas y no con el objetivo de venta y comercialización, realizan pescas más para el consumo humano (Observación realizada durante el trabajo de campo, no contamos con registro municipal o del gobierno departamental). Las asociaciones se distribuyen por diferentes zonas del Lago Titicaca se presentan en anexos (Anexo 7.3).

En cuanto a las **instituciones académicas y de investigación**, su función es responder a las necesidades y demandas sociales, en cuanto a la generación y movilización de información para apoyo a la toma de decisiones, incremento del conocimiento científico, entre otros similares.

Los diferentes tipos de actores mencionados se detallan para Bolivia y Perú en la Tabla 8.

Tabla 8. Entidades o instituciones identificadas como actores clave para el presente Plan en los ámbitos boliviano y peruano.

Tipo de actor	Entidad o institución	
	Bolivia	Perú
Públicos	Ministerio de Medio Ambiente y Agua - MMAyA	Ministerio del Ambiente-MINAM
	Ministerio De Desarrollo Rural y Tierras – MDRyT. Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura - IPD PACU	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI
	Ministerio de Defensa, Servicio de Hidrografía Naval -SNHN	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP (Reserva Nacional del Titicaca)
	Ministerio De Relaciones Exteriores	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-MIDAGRI
	Unidad Operativa Boliviana de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico – TDPS (UOB-ALT)	Autoridad Nacional del Agua–ANA
	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI	Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca-PEBLT
	Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro Gobiernos Autónomos Municipales	Ministerio de la Producción Instituto del Mar de Perú–IMARPE Gobierno Regional de Puno Dirección Regional de Producción.
Académicas y de investigación	Universidad Mayor de San Andrés – UMSA	Universidad Nacional Del Altiplano De Puno-UNAP
	Universidad Técnica de Oruro - UTO	Universidad Nacional de Juliaca --UNJ
Cooperación Externa e internacionales	Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) Autoridad Binacional del Lago Titicaca–ALT.	
Sociales locales	Asociaciones de pescadores (4)	Asociaciones de pescadores (48)

4. METODOLOGÍAS DEL PLAN DE ACCIÓN BINACIONAL

La construcción y validación del “PLAN DE ACCION BINACIONAL PARA LA CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *ORESTIAS* spp. EN LOS LAGOS TITICACA POOPÓ Y URU URU 2022 – 2027”, implicó 3 fases de forma resumida (Figura 19):

- La Fase I correspondió: a la identificación de actores gubernamentales, nacionales, regionales y locales, así como identificar el número de pescadores en todo el sistema TDPS. Además del relevamiento bibliográfico y su sistematización de toda la información generada sobre el estado de conservación del género *Orestias*. En esta fase también se presentó el primer taller binacional donde se identificó las problemáticas de los tres principales lagos Titicaca, Poopó y Uru Uru.
- La Fase II: En esta fase se realizó el levantamiento de datos a través del trabajo de campo, que considero una época de muestreo, pero se tomaron datos complementarios de otros proyectos. En esta fase también se realizó el segundo taller binacional, donde se puso en consideración las líneas estratégicas identificadas.
- La Fase III siguió un proceso participativo con un total de alrededor de 21 personas de 9 instituciones. Se desarrollaron 3 talleres binacionales llevados a cabo entre el 2021 y 2022. En estos talleres se involucraron actores de diversos sectores de ambos países.

Asimismo, se involucró a los actores intersectoriales, multisectoriales, subnacionales y académicos, así como también los correspondientes equipos técnicos del Proyecto GIRH-TDPS de Bolivia y Perú, aspecto relevante dado que, de acuerdo a sus competencias, visión y experiencia, aportaron con elementos para la construcción del Plan.

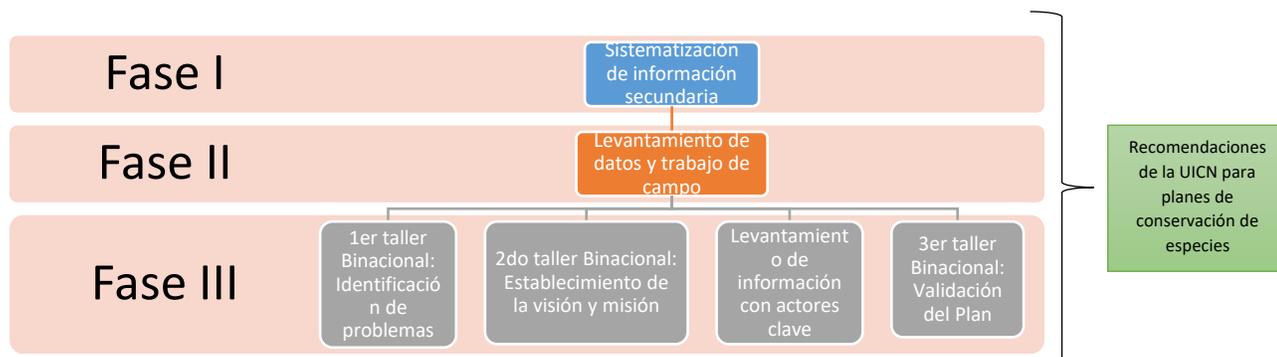


Figura 20. Proceso metodológico de elaboración del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género *Orestias* spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.

Además de los talleres, como parte de las fases de construcción del Plan, se desarrollaron una serie de reuniones presenciales y virtuales individuales y con diversas entidades, que aportaron diferentes tipos de insumos, sugerencias, complementaciones y otros consolidados en la propuesta de Plan, presentada en el último taller Binacional, desarrollado el 12 de enero del 2022. En dicho taller se analizó de forma conjunta las acciones y alcances temporales de las actividades planteadas. A partir de dicho taller se contribuyó a la retroalimentación y validación de la propuesta del Plan de Acción propuesto, los actores participantes se detallan en el Anexos.

5. PLAN DE ACCIÓN BINACIONAL

5.1 Enfoque y principios del Plan de Acción Binacional (PAB)

El enfoque y principios de la formulación del Plan de Acción Binacional (PAB), se basó en las directrices recomendados para los procesos de planificación de Planes de conservación de las especies de la UICN, dichas recomendaciones se presentan en la Figura 20.



Figura 20. Procedimiento y directrices recomendado por UICN para la formulación de Planes de conservación de las especies.

Además de las directrices recomendadas por la UICN, se consideraron de forma relevante los objetivos Obejetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, para la formulación de las acciones del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género *Orestias* spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027. Los ODS y sus indicadores más relacionados con el Plan desarrollado son el 8, 11, 12 y 14. Un detalle de los mismos se presenta en la Figura 21.

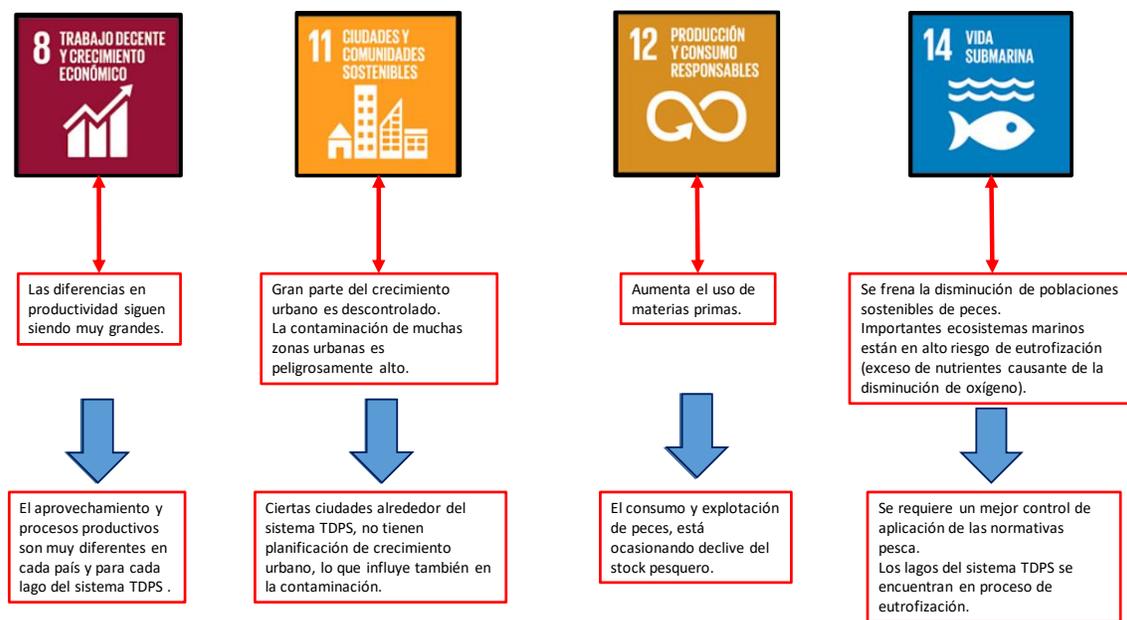


Figura 21. Objetivos de Desarrollo Sostenible considerados dentro de la formulación de la propuesta del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género *Orestias* spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.

Finalmente, el sentido y alcance territorial del Plan y sus respectivas acciones tienen un carácter binacional, considerando que se trata de un Sistema compartido por Perú y Bolivia y el PAB apunta a una gestión integral. Sin embargo, es importante aclarar que, considerando las competencias y diferentes tipos de actores vinculados actualmente en la gestión de este Sistema, las ejecuciones de las acciones planteadas deben estar estrechamente relacionadas con las estrategias nacionales y regionales, capacidades técnicas y tecnológicas, presupuesto y otras consideraciones relevantes.

5.2 Misión y Visión

Misión

*Promover la conservación de las especies del género *Orestias* mediante la recuperación de hábitats degradados, la actualización del conocimiento del estado de estas especies nativas, y el fortalecimiento de la gestión y planificación pesquera sustentable a través de un trabajo coordinado entre gobiernos nacionales, regionales, locales y otros actores hasta el año 2027, en armonía con la conservación del medio ambiente.*

Visión

*Al 2051² Bolivia - Perú logran la conservación de las especies del género *Orestias* spp. y sus hábitats en los lagos Titicaca, Poopó y Uru Uru, así como el uso y aprovechamiento sostenible, mediante la reducción de las presiones ambientales, la adaptación a los efectos del cambio climático, y la participación comprometida de los diferentes actores.*

5.3. Objetivo del Plan de Acción Binacional

Objetivo general

Contribuir a la protección y conservación de la diversidad de las especies del género *Orestias* spp., la estructura y función de los ecosistemas de los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó, así como promover la implementación de medidas de manejo adecuadas para asegurar la conservación, recuperación, uso y aprovechamiento sostenible de estas especies, profundizando el conocimiento sobre la biología, ecología y las pesquerías de estas especies en estos lagos.

Objetivos Específicos:

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 1: Fortalecer las capacidades técnicas de los actores relacionados a la gestión de los recursos ícticos y fomentar la cultura de conservación de las especies del género *Orestias* spp.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 2: Fortalecer y complementar el control y fiscalización de las actividades pesqueras mediante la actualización, construcción e implementación de mecanismos de monitoreo.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 3: Identificar, sistematizar y generar información técnico-científica específica útil para la toma de decisiones en la gestión integral de las especies del género *Orestias* spp.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 4: Fortalecer la coordinación binacional y el marco normativo de Perú y Bolivia para realizar un adecuado monitoreo, control, y fiscalización de aspectos relacionados al género *Orestias* spp. en ambos ámbitos del Sistema TDPS.

² La temporalidad de la visión al 2051 ha sido definida de acuerdo a criterios biológicos, ecológicos y dinámica poblacional (monitoreos, reproducción ex situ, éxito de repoblamientos), principalmente de las especies del género *Orestias*, analizadas en actividades participativas con los actores que han contribuido a la construcción del presente plan.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 5: Coadyuvar a la reducción y control de las presiones³ sobre las especies del género *Orestias* spp. para su conservación y uso sostenible.

5.4. Líneas estratégicas del Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del género *Orestias* spp. en los lagos Titicaca Poopó y Uru Uru 2022 – 2027.

A partir de todo el proceso desarrollado se han planteado y organizado cinco líneas estratégicas, que corresponden a:

- Línea estratégica 1. Fortalecimiento de capacidades técnicas y sensibilización ciudadana en torno a la gestión y conservación de las especies del género *Orestias* spp.
- Línea estratégica 2. Fortalecimiento de mecanismos para el monitoreo de las actividades pesqueras.
- Línea estratégica 3. Generar información técnico-científica específica, que ayude en la toma de decisiones para la gestión integral del género *Orestias* spp.
- Línea estratégica 4. Fortalecimiento la coordinación binacional para el monitoreo, control, y fiscalización de aspectos relacionados al género *Orestias* spp en todo el sistema TDPS.
- Línea estratégica 5. Reducción de las presiones identificadas sobre las especies del género *Orestias* para su conservación y uso sostenible.

Temporalidad del Plan de Acción Binacional

La implementación del Plan de Acción está impulsada, por las acciones priorizadas a través de la definición de la temporalidad a corto, mediano y largo plazo. Recordando que es un Plan que debería ser implementado a través de acciones multisectoriales a través de diversas entidades del nivel público, privado, entre otros. En tal sentido en su primera fase de implementación se postula para el plazo de un año, a partir de su aprobación. A mediano plazo se establece un periodo posterior al primer año hasta el segundo año y a largo plazo posterior al segundo año hasta el quinto año.

³ En este caso se entiende por presiones la problemática ambiental, social, comercial y otros que provoca reducción de las especies del genero *Orestias* spp.

5.5 Acciones y medios de implementación, por cada línea estratégica

Línea de Acción Estratégica 1: Fortalecimiento de capacidades técnicas y sensibilización ciudadana en torno a la gestión y conservación de las especies del género *Orestias* spp.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 1: Fortalecer las capacidades técnicas de los actores relacionados a la gestión de los recursos ícticos y fomentar la cultura de conservación de las especies del género *Orestias* spp.

Resultado de la Línea de Acción Estratégica 1: Las capacidades técnicas de los actores locales relacionados a la gestión de los recursos ícticos se han visto fortalecidas mediante procesos de formación, y la ciudadanía en general ha sido sensibilizada mediante campañas, estrategias educativas y de sensibilización ambiental en torno a la conservación de las especies del género *Orestias* spp.

Acciones	Indicador	Plazos:	Meta	Instituciones responsables
		C, M, L		
Desarrollar campañas y actividades de educación y sensibilización ambiental para la promoción y difusión de la importancia de la conservación del género <i>Orestias</i> spp. y su hábitat natural, dirigido a los diversos tipos de actores que interaccionan con la gestión y planificación del Sistema TDPS.	Número de campañas y/o actividades de comunicación realizadas	C	Un reporte anual con al menos cinco campañas y/o actividades de comunicación realizadas por cada país a lo largo de la implementación del Plan.	Perú: Gobiernos Locales, MINAM, PRODUCE, entidades académicas. Bolivia: MMAyA, MNHN y otras entidades públicas y académicas
Establecer acuerdos y convenios con entidades de investigación y aprovechamiento sustentable del género <i>Orestias</i> spp. para apoyo al fortalecimiento de capacidades de los diversos actores implicados.	Número de acuerdos y/o convenios establecidos o firmados	M	Tres acuerdos y/o convenios establecidos o firmados por cada país.	Perú: DIREPRO, ALT, PEBLT, IMARPE. Bolivia: Ministerio de Relaciones Exteriores (Bolivia), MMAyA, MDRyT.

Desarrollar procesos de formación dirigidos a técnicos y gestores públicos locales, sobre manejo y aprovechamiento sustentable del género <i>Orestias</i> spp.	Número de procesos de formación desarrollados.	de	L	Cuatro procesos de formación (i.e Cursos, Diplomados o similares) desarrollados por cada país o a nivel binacional.	Bolivia: MDRyT. (IPD PACU). Unidad Operativa Boliviana de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico – TDPS (UOB-ALT). Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro Gobiernos Autónomos Municipales. Peru: DIREPRO, PRODUCE, IMARPE y PEBLT.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------	----	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Línea de Acción Estratégica 2: Fortalecimiento de mecanismos para el monitoreo de las actividades pesqueras.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 2: Fortalecer y complementar el control y fiscalización de las actividades pesqueras mediante la actualización, construcción e implementación de mecanismos de monitoreo.

Resultado de la Línea de Acción Estratégica 2: La capacidad de monitoreo de las actividades pesqueras de las instituciones competentes se ha visto fortalecida mediante el establecimiento y actualización de protocolos y sistemas de monitoreo.

Acciones	Indicador	Plazos:	Meta	Instituciones responsables
		C/M/L		
Seguimiento del monitoreo a la implementación de las medidas del control y fiscalización para el cumplimiento de la normatividad para la conservación y uso sostenible del género <i>Orestias</i> spp.	Número de reportes de seguimiento de control y fiscalización	M	Un reporte anual de seguimiento de control y fiscalización binacional o por país desarrollado anualmente.	Perú: GORE Puno, IMARPE, MINAM, PRODUCE. Bolivia: MDRyT (IDP-PACU), MMAyA, MNHN.

<p>Levantamiento y sistematización de información de la captura y esfuerzo de la pesquería artesanal para evaluar la abundancia relativa (CPUE estandarizada) de las principales especies de <i>Orestias</i>⁴</p>	<p>Número de monitoreos de levantamiento de información.</p>	<p>C</p>	<p>Un monitoreo binacional o por país desarrollado anualmente.</p>	<p>Perú: DIREPRO, IMARPE, PRODUCE, entidades académicas. Bolivia: MDRyT. (IPD PACU), MNHN, Unidad Operativa Boliviana de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico – TDPS (UOB-ALT). Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro Gobiernos Autónomos Municipales. Entidades académicas.</p>
<p>Formular y validar protocolos estandarizados de monitoreo periódico y continuo de: estimación poblacional, zonas de desove, grado de perturbación, potenciales áreas de repoblamiento entre otros de relevancia del género <i>Orestias</i> spp., diferenciando especies de</p>	<p>Número de protocolos establecidos elaborados y validados por ambos países</p>	<p>M</p>	<p>Tres protocolos establecidos elaborados y validados por ambos países</p>	<p>Perú: DIREPRO, IMARPE, PRODUCE, MINAM, entidades académicas. Bolivia: MDRyT. (IPD PACU), MNHN, Unidad Operativa Boliviana de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico – TDPS (UOB-ALT). Gobiernos Autónomos</p>

⁴ Metodología desarrollada en el Estudio Complementario de Elaboración de la Propuesta de Estrategia y Plan de Acción Binacional para la conservación y aprovechamiento sostenible de las especies del género *Orestias* spp. en los lagos Titicaca, Poopó y Uru Uru desarrollado por el Proyecto GIRH-TDPS.

importancia comercial y pequeñas a nivel binacional.				Departamentales de La Paz y Oruro. Gobiernos Autónomos Municipales. Entidades académicas.
Desarrollar un sistema/módulo de reportes de monitoreo biológico binacional de las poblaciones del género <i>Orestias</i> spp.	Número de reportes que emite el modulo desarrollado sobre el monitoreo biológico binacional de las poblaciones del género <i>Orestias</i>	M	Un reporte anual emitido por modulo de monitoreo biológico binacional de las poblaciones del género <i>Orestias</i> spp. A partir del tercer año de implementación del Plan.	Perú: GORE Puno, IMARPE, MINAM. Bolivia: MDRyT (IDP-PACU), MMAyA, MNHN.
Establecer un módulo informático y/o aplicación para reportes de control y fiscalización del cumplimiento de vedas, áreas de pesca, entre otros.	Número de reportes de control y fiscalización emitidos anualmente	M-L	Al menos cuatro reportes anuales de control y fiscalización emitidos anualmente, a partir del tercer año de implementación del Plan.	Peru: DIREPRO, PRODUCE. Bolivia: MDRyT.
Diseño de protocolos de atención de eventos de muerte masiva de especies del género <i>Orestias</i> spp.	Número de protocolos elaborados y validados.	M	Un protocolo binacional elaborado y validado para la atención de eventos de muerte masiva de especies del género <i>Orestias</i> spp	Perú: MINAM, IMARPE Bolivia: MMAyA, MNHN MDRyT (IDP-PACU).

Línea de Acción Estratégica 3: Generación de información técnico-científica específica para la gestión integral del género *Orestias* spp.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 3: Identificar, sistematizar y generar información técnico-científica específica útil para la toma de decisiones en la gestión integral de las especies del género *Orestias* spp.

Resultado de la Línea de Acción Estratégica 3: Se ha desarrollado información técnico-científica específica sobre las especies de género *Orestias* spp. y esta es utilizada para el proceso de toma de decisiones en la gestión integral del dicho género.

Acciones	Indicador	Plazos:	Meta	Instituciones responsables
		C/M/L		
Desarrollar estudios sobre temáticas relevantes a las condiciones biológicas y ecología de las especies del género <i>Orestias</i> spp. ⁵ .	Número de estudios e investigaciones sobre las temáticas mencionadas	M-L	Al menos cuatro estudios e investigaciones desarrolladas con alcance binacional.	Perú: DIREPRO, IMARPE, PEBLT y entidades de investigación. Bolivia: MMayA, MNHN y entidades de investigación.
Desarrollar estudios sobre la potencial afectación de las especies del género <i>Orestias</i> spp. por presiones ambientales ⁶	Número de estudios e investigaciones sobre presiones ambientales sobre el género <i>Orestias</i> spp.	M-L	Al menos tres estudios e investigaciones sobre presiones ambientales sobre el género <i>Orestias</i> spp.	Perú: DIREPRO IMARPE, PEBLT y entidades de investigación Bolivia: MMayA, MNHN y entidades de investigación.
Desarrollar estudios sobre la relevancia socioeconómica y cultural de las especies del género <i>Orestias</i> spp. ⁷ .	Número de estudios sobre la relevancia socioeconómica y cultural de las especies del género <i>Orestias</i> spp.	M	Un estudio binacional o por país sobre la relevancia actual socioeconómica y	Perú: DIREPRO IMARPE, PEBLT y entidades de investigación Bolivia: MMayA, MNHN y entidades de investigación.

⁵ Ecología trófica, taxonomía, genética, reproducción, desarrollo y crecimiento, aspectos nutricionales y de comportamiento, enfermedades infecciosas, ciclo biológico, y diagnóstico situacional de las poblaciones aplicando nuevas técnicas como ADN ambiental de las especies del género *Orestias* spp.

⁶ Potencial interacción de las especies de peces introducidas, variación de la disponibilidad hídrica por cambio climático, contaminación incluyendo contaminantes emergentes sobre las especies del género *Orestias* spp.

⁷ Conocimiento etno-ictiológico de las especies del género *Orestias* spp.; Análisis del impacto social, económico y ambiental del género *Orestias* spp. y la potencial aplicación de una veda prolongada para la pesca de la especie.

			cultural de las especies del género <i>Orestias</i> spp	
Investigar y definir áreas y/o ecosistemas acuáticos aptos para su uso como bancos de germoplasma naturales y artificiales para las especies del género <i>Orestias</i> spp.	Número de áreas y/o ecosistemas acuáticos identificadas y mapeadas considerados aptos para bancos de germoplasma naturales y artificiales.	M	Al menos dos áreas identificadas y mapeadas considerados como aptos para bancos de germoplasma naturales y artificiales por país.	Perú: DIREPRO, IMARPE, PEBLT, PRODUCE y entidades de investigación Bolivia: MMAyA, MNHN y entidades de investigación.
Sistematización periódica y continua de las publicaciones, estudios científicos y de otra índole relacionadas a las poblaciones del género <i>Orestias</i> .	Número de repositorios con base de datos bibliográfica continuamente actualizada con los documentos sistematizados.	C	Un repositorio que contengan base de datos bibliográfica binacional con documentos sistematizados y procedimiento de actualización	Perú: DIREPRO, MINAM Bolivia: MMAyA, MNHN y entidades de investigación.
Establecer un protocolo para el manejo sanitario, manipulación y repoblamiento de las especies del género <i>Orestias</i> spp., diferenciando ecosistemas vulnerables e incluyendo métodos de evaluación de efectividad.	Número de protocolos formulado y validado para el manejo sanitario, manipulación y repoblamiento de las especies del género <i>Orestias</i> spp., diferenciando ecosistemas vulnerables.	L	Un protocolo formulado y validado para el manejo sanitario, manipulación y repoblamiento de las especies del género <i>Orestias</i> spp., diferenciando ecosistemas vulnerables.	Perú: DIREPRO, PEBLT, PRODUCE, IMARPE, SANIPES. Bolivia: MDRyT (IPD PACU), MNHN, Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro. Gobiernos Autónomos Municipales.

Línea de Acción Estratégica 4: Fortalecimiento la coordinación binacional para el monitoreo, control, y fiscalización de aspectos relacionados al género *Orestias* spp. en todo el sistema TDPS.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 4: Fortalecer la coordinación binacional y el marco normativo de Perú y Bolivia para realizar un adecuado monitoreo, control y fiscalización de aspectos relacionados al género *Orestias* spp. en ambos ámbitos del Sistema TDPS.

Resultado de la Línea de Acción Estratégica 4: Las normas y regulaciones de Perú y Bolivia son compatibles y permiten que el monitoreo, control y fiscalización de aspectos relacionados al género *Orestias* spp. en la totalidad del Sistema TDPS se realice de manera compatible y coordinada mediante mecanismos binacionales.

Acciones	Indicador	Plazos:	Meta	Instituciones responsables
		C/M/L		
Proponer el establecimiento y/o actualización de un régimen binacional de control y fiscalización de vedas y de las actividades de pesca continuo y periódico.	Número de documentos con propuestas de un régimen binacional de control y fiscalización de las actividades de pesca continuo y periódico.	M	Un documento técnico que sustente la implementación régimen binacional de control y fiscalización de las actividades de pesca continuo y periódico.	Perú: PRODUCE, IMARPE. Bolivia: MDRyT. (IPD PACU). Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro Gobiernos Autónomos Municipales.
Establecer mecanismos ⁸ de articulación interinstitucional binacional en temas específicos (gestión y conservación) del género <i>Orestias</i> spp.	Número de encuentros/actividades conjuntas desarrolladas para articulación interinstitucional binacional en temas específicos del género <i>Orestias</i> spp.	M	Al menos tres encuentros/actividades conjuntas desarrolladas para articulación interinstitucional binacional en temas específicos del género <i>Orestias</i> spp.	Ministerio de Relaciones Exteriores de ambos países en coordinación de otras entidades públicas.

⁸ Comités y/o mesas técnicas y/o grupos de trabajo binacional

Proponer la designación de un área protegida dentro del Lago Titicaca, lado boliviano.	Número de documentos de propuesta de designación de un área protegida dentro del Lago Titicaca, lado boliviano.	C	Una propuesta de documento de designación del área protegida dentro del Lago Titicaca, lado boliviano, en análisis para potencial aprobación.	Bolivia: MMAyA, SERNAP.
Evaluar en mesas técnicas binacionales la posibilidad de implementar de forma transitoria las medidas de manejo relacionadas a temporadas de regulaciones establecidas de veda, tallas mínimas de captura y otros del Perú, hasta el establecimiento de normativa específica por Bolivia.	Número de sesiones de evaluación de las mesas técnicas binacionales para evaluar la aplicación de regulaciones transitorias.	C	Una regulación binacional transitoria establecidas, hasta el establecimiento de normativa específica por Bolivia.	Peru: PRODUCE, IMARPE, PEBLT. Municipalidades Provinciales y Distritales. Bolivia: MDRyT (IPD PACU), MMAyA. Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro Gobiernos Autónomos Municipales.

Línea de Acción Estratégica 5: Reducción de las presiones identificadas sobre las especies del género *Orestias* para su conservación y uso sostenible.

Objetivo de la Línea de Acción Estratégica 5: Coadyuvar a la reducción y control de las presiones sobre las especies del género *Orestias* spp. para su conservación y uso sostenible.

Resultado de la Línea de Acción Estratégica 5: Las presiones sobre las especies del género *Orestias* spp. se encuentran siendo abordadas a través de los mecanismos establecidos por las autoridades competentes para tal fin.

Acciones	Indicador	Plazos:	Meta	Instituciones responsables
		C/M/L		

Implementar de proyectos de mitigación, restauración de ecosistemas acuáticos degradados y/o de monitoreo continuo con especial énfasis en áreas fuertemente contaminadas.	Número de proyectos de mitigación, recuperación y/o restauración de ecosistemas acuáticos ejecutados	L	Al menos dos proyectos de mitigación y/o recuperación y/o restauración de ecosistemas acuáticos ejecutados	Perú: GORE-Puno, MINAM. Bolivia: MMAyA, MDRyT (IPD-PACU), Gobiernos departamentales y municipales.
Identificar y conservar los ecosistemas acuáticos de relevancia para el género <i>Orestias</i> spp., en coordinación con otras iniciativas de conservación de otras especies relevantes (zambullidor, totorales, rana gigante etc.).	Número de mapas de zonificación de ecosistemas identificados para la conservación de otras especies relevantes (<i>Orestias</i> , zambullidor, totorales, rana gigante etc.).	C	Al menos dos zonas identificadas para la conservación de otras especies relevantes (<i>Orestias</i> spp., zambullidor, totorales, rana gigante etc.).	Perú: Gore-Puno, PRODUCE, IMARPE, MINAM. Bolivia: MMAyA, MDRyT (IPD-PACU), MNHN, entidades de investigación, Gobiernos departamentales y municipales.
Desarrollar un estudio de zonificación que permita identificar las zonas de mayor presión pesquera sobre las especies nativas de <i>Orestias</i> spp.	Número de mapas de zonificación de presión pesquera de las especies nativas de <i>Orestias</i> spp.	C	Un mapa compuesto de todo el sistema TDPS de zonificación de presión pesquera de las especies nativas de <i>Orestias</i> spp. Un mapa de zonificación de presión pesquera de las especies nativas de <i>Orestias</i> spp. en el sistema TDPS	Perú: DIREPRO, PRODUCE, IMARPE, PEBLT. Bolivia: MDRyT (IPD PACU), MMAyA, MNHN. Gobiernos Autónomos Departamentales de La Paz y Oruro

				Gobiernos Autónomos Municipales.
Evaluar la necesidad y desarrollar, de ser el caso, una propuesta de reordenamiento de las áreas de cultivo de truchas de acuerdo a la identificación de áreas vulnerables de poblaciones de <i>Orestias</i> .	Número de una propuesta de reordenamiento de las áreas de cultivo de truchas.	C	Una propuesta de reordenamiento de las áreas de cultivo de truchas.	Perú: DIREPRO, PRODUCE, IMARPE, PEBLT. Bolivia: MDRyT (IPD PACU), MMAyA. Gobiernos departamentales y municipales.
Aplicar medidas de control para minimizar de la eutrofización y/o contaminación provocada por actividades mineras, industriales, agropecuarias y otros que generan impactos ambientales sobre la biodiversidad.	Número de reportes o informes sobre las medidas de control aplicadas para el control de la eutrofización y/o contaminación	C	Dos reportes o informes anuales sobre las medidas de control aplicadas para el control de la eutrofización y/o contaminación	Perú: GORE-Puno, OEFA, ANA, MINAM. Bolivia: MMAyA en coordinación con otras entidades publicas, privadas y academicas.
Desarrollar propuestas de regulación de las actividades de quema de totorales.	Número de propuestas de medidas de control para regular la quema de totorales.	M	Una acción de control anual para regular la quema de totorales en ambos países.	Perú: GORE-Puno, PEBLT, SERNANP. Bolivia: MMAyA, MNHN, Gobiernos departamentales y municipales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, L. F., Aguayo, R., Balderrama, J., Cortez, C., Tarifa, T., Van Damme, P. A., Arteaga, L., & Peñaranda, D. (2009). El método de evaluación del grado de amenaza para especies (MEGA). En Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia (pp. 7-18). Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- ALT. (2020). Diagnóstico Binacional Pesquero y Acuícola en el ámbito del Sistema Hídrico Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar Coipasa-TDPS.
- Amaru Chambilla, G. R., Yujra Flores, E., & Gamarra Peralta, C. (2016). Hermafroditismo en *Orestias Agassi* (carachi gris) del lago Titicaca en Puno, Perú: Reporte de caso. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(4), 467. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.239>
- Arias, J. A. (1996). Reproducción artificial de la boga (*Orestias pentlandii*) y su importancia en el mercado [Tesis de Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Arratia, G., Vila, I., Lam, N., Guerrero, C.J., Quezada-Romegialli, C., 2017. Morphological and taxonomic descriptions of a new genus and species of killifishes (Teleostei: Cyprinodontiformes) from the high Andes of northern Chile. *PLOS ONE* 12, e0181989. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181989>
- Beltrán Farfán, D. F., Palomino Calli, R. P., Moreno Terrazas, E. G., Peralta, C. G., & Montesinos-Tubée, D. B. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 335. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>
- Blackwell, B. G., Brown, M. L., & Willis, D. W. (2000). Relative Weight (Wr) Status and Current Use in Fisheries Assessment and Management. *Reviews in Fisheries Science*, 8(1), 1-44. <https://doi.org/10.1080/10641260091129161>
- Bolger, T., & Connolly, P. L. (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34(2), 171-182. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x>
- 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. Ministerio de agricultura, ganadería y desarrollo rural.
- Castañon, V. A. (1994). Evaluación de técnicas de desove e incubación artificial para *Orestias agassizi* y *Orestias luteus* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Castañon, V., De la Quintana, & Limachi. (1995). Reproducción artificial de ispi (*Orestias ispi*). Centro de Investigación y Desarrollo Piscícola del Altiplano.
- Chuctaya, J., Donin, L., Valenzuela, S., & Hidalgo, M. (2017). Peixe da vez, *Orestis alba Valenciennes* 1846. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 124, 41. https://www.researchgate.net/publication/323294773_PEIXE_DA_VEZ_Orestias_alba_Valenciennes_1846/related

- Chura, R., & Treviño, H. (2012). Pesquería en el Lago Titicaca (Perú). III Congreso de Ciencias de Mar de Perú, Lima, Perú. <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.1.1170.1368>
- CIDAB. (2002). Reproducción artificial de *Orestias agassii* y *Orestias luteus* La Paz, Bolivia. [Manual].
- Comisión de las Comunidades Europeas. 1993. Plan director Global Binacional de Protección - Prevención de Inundaciones y Aprovechamiento de los Recursos del Lago Titicaca, Rio Desaguadero, Lago Poopó y Lago Salar de Copiaca (Sistema T.D.P.S.)
- Comisión Multisectorial para la Prevención y Recuperación Ambiental del Lago Titicaca y sus Afluentes. (2014). Estado de la calidad ambiental de la cuenca del lago Titicaca ámbito peruano. D. S. N. 075-2013-PCM. pp. 162
- Cone, R. S. (1989). The Need to Reconsider the Use of Condition Indices in Fishery Science. *Transactions of the American Fisheries Society*, 118(5), 510-514. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1989\)118<0511:TNTRTU>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1989)118<0511:TNTRTU>2.3.CO;2)
- Cruz-Jofré, F., Valladares, M. A., Vila, I., & Méndez, M. A. (2013). The genus *Orestias* (Teleostei: Cyprinodontidae): nomenclatural errors in the assignation of species names. *Zootaxa*, 3746(4), 597. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3746.4.7>
- Csirke, J., 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma.
- Cubillos, L. (2005). Biología Pesquera & Evaluación de stock. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.
- Decreto Supremo N. 023- 2008, PRODUCE. 2008. Reglamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola para la Cuenca del Lago Titicaca. El Peruano. Perú. Pp. 7.
- De La Barra, E., Maldonado, M., Vila, I., Ibañez, C., Jegú, M., & Carvajal-Vallejos, F. M. (2020). Review of the biology and taxonomy of the genus *Orestias* Valenciennes 1839 (Actinopterygii, Cyprinodontiformes). *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*, 1(2), 185-224. https://editorial-inia.com/wp-content/uploads/2021/01/NHAC_1_2_2020_De-la-Barra.pdf
- De Sostoa, A., I. Doadrio, C. Ornelas, N. Caiola, C. Pedraza, O. Flores, M. Monroy, & A. Maceda, 2010. Estudio genético de las especies icticas nativas del Lago Titicaca, caracterización y estructura poblacional.
- Esquer - Garrigos, Y., Hugueny, B., Koerner, K., Ibanez, 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(3), 373-394.
- Esquer-Garrigos, Y., Hugueny, B., Ibañez, C., Zepita, C., Koerner, K., Lambourdière, J., Couloux, A., & Gaubert, P. (2015). Detecting natural hybridization between two vulnerable Andean pupfishes (*Orestias agassizii* and *O. luteus*) representative of the Altiplano endemic fisheries. *Conservation Genetics*, 16(3), 717-727. <https://doi.org/10.1007/s10592-015-0695-3>

- Flores, A. (2013). Ecomorfología y ecología alimentaria del género *Orestias* (Pisces cyprinodontiformes) en la puna xerófitica de la provincia de Sud Lípez, Potosí Bolivia [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-05/010066594.pdf
- Flores, E. (2003). Lago Titicaca y la convención Ramsar. Society for Conservation Biology.
- Flores, O. (2010). Reproducción artificial de especies nativas *Orestias*.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Froese, R., and Pauly, D. (Eds). 2019. FishBase, version 05/2019. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org (last accessed 7 November 2019)
- Fulton, T.W., 1904. The rate of growth of fishes. *Twenty-Second Annu. Rep.* 141–241.
- Guerlesquin, M. (1992). Charophytes. En C. Dejoux & A. Iltis (Eds.), *Lake Titicaca: A synthesis of limnological knowledge* (Vol. 68, pp. 232-240). Springer Netherlands. <http://link.springer.com/10.1007/978-94-011-2406-5>
- Gutierrez, R. (2013). Análisis del contenido estomacal del Ispi (*Orestias ispi*) [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4282/T-1812.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzmán, J. A., & W. Sielfeld, 2009. Dieta de *Orestias agassii* (Cuvier & Valenciennes, 1846) (TELEOSTEI: CYPRINIDONTIDAE) del salar del Huasco, norte de Chile. *Gayana (Concepción)* 73:, http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382009000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- Herbas, K. (2011). Variabilidad morfológica y régimen alimenticio de *Orestias agassii* (Pisces-Cyprinodontidae) en sistemas acuáticos de altura, La Paz-Bolivia [Tesis de Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Hoffman, G. L. (1970). Intercontinental and transcontinental dissemination and transfaunation of fish parasites with emphasis on whirling disease (*Myxosoma cerebralis*). *Bulletin Wildlife Disease Association*, 5(3), 371. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/1017146>
- Ibañez, H., Córdova, E., 1976. Cuatro especies nuevas de nematodos del sur del Perú y redescrición de *Hedruris orestiae* Moniez, 1889. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 74, 231–253.
- Ibañez, C., Hugueny, B., Esquer-Garrigos, Y., Zepita, C., & Gutierrez, R. (2014). Biodiversidad ictica en el lago Titicaca. In *Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca* (p. 312).
- Ibañez, C. (2015). Relación de la dieta y las características morfológicas de las poblaciones del género *Orestias* (Cyprinodontidae) en el lago Titicaca, La Paz, Bolivia. *International Conference of the Research Network on Amazonian Ichthyofauna*

- (RIIA), 4, Cochabamba, Bolivia. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-01/010069054.pdf
- IMARPE. (2019). Reportes de pesca artesanal mensual. Laboratorio Continental de Puno-IMARPE. http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/Titicaca/arch_bol_limn.html
- Jara, F., Soto, D., & Palma, R. (1995). Reproduction in Captivity of the Endangered Killifish *Orestias ascotanensis* (Teleostei: Cyprinodontidae). *Copeia*, 1995(1), 226. <https://doi.org/10.2307/1446821>
- Jones, R. E., R. J. Petrell, & D. Pauly, 1999. Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering* 20: 261–276, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144860999000205>.
- Larsen, T., Brehm, G., Navarrete, H., Franco, P., Gomez, H., Mena, J. L., Morales, V., Argollo, J., Blacutt, L., & Canhos, V. (2011). Range Shifts and Extinctions Driven by Climate Change in the Tropical Andes: Synthesis and Directions. En S. Herzog, R. Martínez, P. Jorgensen, & H. Tiessen (Eds.), *Climate change and biodiversity in the tropical Andes* (Vol. 1, pp. 47-67). Inter-American Institute for Global Change Research: SCOPE.
- Lauzanne, L. (1992). Native species the *Orestias*. En C. Dejoux & A. Iltis (Eds.), *Lake Titicaca: A synthesis of limnological knowledge* (Vol. 68, pp. 405-419). Springer Netherlands. <http://link.springer.com/10.1007/978-94-011-2406-5>
- Lazzaro, X., Alcoreza, P., Lanza, W. G., Flores, A., Fernández, P., Fernández Paz, A., Zepita, C., Loayza, E., & Ibañez, C. (2016). Expedición binacional de evaluación de recursos pesqueros y condiciones limnológicas del Lago Titicaca – CR.1507-08 – Jul-Ago 2015 – Informe técnico del Equipo Boliviano (p. 95). IE/UMSA & BOREA/IRD.
- Lazzaro, X., & Gamarra, C. (2014). Funcionamiento limnológico y fotobiología del Lago Titicaca. En *Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos e hidrobiológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca* (pp. 155-217).
- Loayza, E. (2016). Dieta y ecomorfología del aparato mandibular del género *Orestias* en grupos del Lago Titicaca [Tesis de Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Loayza, E. (2019). Seasonal and depth variations in diet composition and dietary overlap between three native killifish of an emblematic tropical-mountain lake: Lake Titicaca (Bolivia) [Preprint]. *Ecology*. <http://biorxiv.org/lookup/doi/10.1101/635821>
- Loayza, E., Bertrand, A., Guillard, J., La Cruz, L., Lebourges-Daussy, A., Vargas, G., & Lazzaro, X. (2020). First Hydroacoustic Assessment Of Fish Abundance And Distribution In The Shallow Sub-Basin Of Lake Titicaca. *Aquaculture & Fisheries*, 4(2), 1-7. <https://doi.org/10.24966/AAF-5523/100034>
- Loubens, G. (1989). Observations on the fishes of the Bolivian part of Lake Titicaca. IV. *Orestias* spp., *Salmo gairdneri* and management problems. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 22, 157-177.
- Lüssen, A., Falk, T. M., & Villwock, W. (2003). Phylogenetic patterns in populations of Chilean species of the genus *Orestias* (Teleostei: Cyprinodontidae): results of

- mitochondrial DNA analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 29(1), 151-160. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00077-0](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00077-0)
- Macaya, C., Lam, N., & Vila, I. (2019). Embryological development of the high-altitude killifish *Orestias ascotanensis* Parenti 1984 (Teleostei: Cyprinodontidae). *Environmental Biology of Fishes*, 102(5), 675-684. <https://doi.org/10.1007/s10641-019-00859-6>
- 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(3), 502-520. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02140.x>
- Marengo, J., Pabón, J., Diaz, A., Rosas, G., Ávalos, G., Montealegre, E., Villacis, M., Solman, S., & Rojas, M. (2011). Climate Change: Evidence and Future Scenarios for the Andean Region. En S. Herzog, R. Martínez, P. Jorgensen, & H. Tiessen (Eds.), *Climate change and biodiversity in the tropical Andes* (Vol. 1, pp. 110-127). Inter-American Institute for Global Change Research: SCOPE.
- Miller, M. J., Capriles, J. M., & Hastorf, C. A. (2010). The fish of Lake Titicaca: Implications for archaeology and changing ecology through stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science*, 37, 317-327. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.09.043>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2014). Plan de Acción para la conservación y el uso sustentable del Sitio Ramsar Lagos Poopó y Uru Uru, Oruro – Bolivia (p. 75).
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI. 1996. Fiche técnica Lago Titicaca (Sector Peruano), propuesta para su designación como sitio RAMSAR. Perú, Pp. 24
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI. 2017. Resolución Ministerial N.0332-2017. Aprobación del manual de operaciones del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PEBLT). Normas Legales, 23 de agosto 2017. El Peruano.
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI. 2017. Manual de operaciones del proyecto especial binacional Lago Titicaca – PEBLT. Perú. Pp. 16.
- Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI. 2019. Lineamientos y procesamientos para la formulación, aprobación, seguimiento y modificación de directivas, en el Proyecto espacial binacional Lago Titicaca. Directiva específica N. 006 – 2019 MINAGRI – PEBLT – DE. Perú. Pp. 11.
- MMAyA. (2009). Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia (Ministerio de Medio Ambiente y Agua).
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2017. Estrategia para la Gestión Integral de los Humedales y Sitios RAMSAR en Bolivia, La Paz – Bolivia. 86 pp. Derechos Reservados: 2017, Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Ministerio del Ambiente. 2013. Línea base ambiental de la cuenca del Lago Titicaca. Perú, Lima. Pp 85.

- MMAyA/VRHR. (2018). Plan Director de la Cuenca Katari y su Estrategia de Recuperación Integral de la Cuenca y del Lago Menor del Titicaca. Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Molina, C., Ibañez, C., & Gibon, F.-M. (2012). Proceso de biomagnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopó, Oruro, Bolivia): Posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología en Bolivia*, 47(2), 99-118.
- Molina, C., Lazzaro, X., Guédron, S., & Achá, D. (2017). Contaminación de la Bahía de Cohana, Lago Titicaca (Bolivia): Desafíos y oportunidades para promover su recuperación. *Ecología en Bolivia*, 52(2), 65-76. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-12/010072081.pdf
- Monroy, M. (2014). Principales impactos antrópicos y sus efectos sobre la comunidad de peces del lago Titicaca [Tesis doctoral]. Universidad de Barcelona.
- Monroy, M., Maceda-Veiga, A., Caiola, N., & De Sostoa, A. (2014). Trophic interactions between native and introduced fish species in a littoral fish community: Trophic interactions in Lake Titicaca fishes. *Journal of Fish Biology*, 85(5), 1693-1706. <https://doi.org/10.1111/jfb.12529>
- Muñoz-Saravia, A. (2018). Foraging strategies and ecology of Titicaca water frog (*Telmatobius culeus*) [Ph. D. Thesis, Ghent University. Faculty of Veterinary Medicine, Merlbeke, Belgium.]. <http://hdl.handle.net/1854/LU-8577989>
- Navarro Torres, V. F., Zamora Echenique, G., & Singh, R. N. (2012). Environmental Hazards Associated with Mining Activities in the Vicinity of Bolivian Poopó Lake. *Journal of Mining and Environment*, 3(1), 15-26. <https://doi.org/10.22044/jme.2012.72>
- Ochochoque, J. M., & Ancca, S. M. (2016). Producción de alevinos en *Orestias luteus* (carachi amarillo) mediante reproducción artificial con alimentación natural para su conservación en el lago Titicaca, Puno-Perú. *Revista Campus*, 21(22), 165-172.
- Parenti, L. (1981). A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha) (Vol. 168). <http://hdl.handle.net/2246/438>
- Parenti, L. (1984). A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Ciprinodontidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 178(2), 214. <http://hdl.handle.net/2246/575>
- Pari Quispe, D., & Mamani Flores, M. (2019). Consumo de *Orestias agassii* y *Orestias luteus* “Carachi” en la ciudad de Puno. *Revista De Investigación Universitaria*, 9(1), 149-159. <http://www.revistas.unu.edu.pe>
- Pauly, D., Watson, R., & Alder, J. (2005). Global trends in world fisheries: Impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453), 5–12. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1574>
- Peña Dominguez, C., & Tisnado Angulo, W. (2006). Ichthyophthiriasis en Peces Nativos Del Lago Titicaca en Puno (Perú). *Comunicación Científica*, 541-546. www.civa2006.org
- Pinto, M. & Vila, I., 1987. Relaciones tróficas y características morfofuncionales de *Orestias laucansis* Arratia 1982 (Pisces, Cyprinodontidae). *Mus Hist Nat Valpso*. 18, 77–84.

- PNUD. (2016). Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Sistema Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipasa (TDPS).
- Polo, M. E. (2005). Reproducción artificial e incubación artesanal in situ del qañu (*Orestias albus*) para fines de reproducción [Tesis de Licenciatura]. Universidad Mayor de San Andrés.
- 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. UMSA.
- Quintanilla, J., Ramos, O., & García, M. E. (2008). Hidroquímica y contaminación de la cuenca de los lagos Poopó y Uru Uru. En O. Rocha & S. Aguilar (Eds.), Bases técnicas para el plan de manejo del sitio Ramsar Lagos Poopó y Uru Uru.
- Ramsar, I. (2002). Humedales: Agua, vida y cultura. 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. Valencia, España, 18.
- Ronchail, J., Espinoza, J. C., Labat, D., Callède, J., & Lavado, W. (2014). Evolución del nivel del Lago Titicaca durante el siglo XX. En M. Pouilly, X. Lazzaro, D. Point, & M. Aguirre (Eds.), Línea base de conocimientos sobre los recursos hidrológicos e hidrobiológicos en el sistema TDPS con enfoque en la cuenca del Lago Titicaca (pp. 1-13).
- Sarmiento, J., & S. Barrera, 1997. Observaciones preliminares sobre la ictiofauna de la vertiente oriental andina de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 2: 77-99.
- Takahashi, T., & Moreno, E. (2015). A RAD-based phylogenetics for *Orestias* fishes from Lake Titicaca. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 93, 307-317. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.08.012>
- Tarqui, F. (2002). Técnicas de reproducción artificial de las especies ícticas del Lago Titicaca (CIDAB & MAGDER, Eds.).
- Treviño, H., Torres, J., & Roncal, M. (1989). Ichthyological potential. The fishery potential. En T. G. Northcote, D. A. Morales, & M. S. Greaven, Pollution in Lake Titicaca, Peru: Training, research, and management. Westwater Research Centre, University of British Columbia; Instituto de Aguas Alto Andinas, Universidad Nacional del Altiplano. //catalog.hathitrust.org/Record/002204450
- UNEP. (1996). Cap. III. Recursos naturales: Uso, situación y perspectiva. En Diagnóstico Ambiental del Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia-Perú. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. <http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea31s/begin.htm#Contents>
- Van Damme, P., Carvajal-Vallejos, F., Sarmiento, S., Barrera, S., Osinaga, K., & Miranda-Chumacero, G. (2009). Capítulo 2: Peces. En Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, pp. 25-90). Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Vila, I., Morales, P., Scott, S., Poulin, E., Véliz, D., Harrod, C., & Méndez, M. A. (2013). Phylogenetic and phylogeographic analysis of the genus *Orestias* (Teleostei:

- Cyprinodontidae) in the southern Chilean Altiplano: the relevance of ancient and recent divergence processes in speciation: phylogeny of Chilean *Orestias*. *Journal of Fish Biology*, 82(3), 927-943. <https://doi.org/10.1111/jfb.12031>
- Willcock, W. (1983). El género *Orestias* y su evolución en el Altiplano del Perú y Bolivia. Informe final IX: 59-66.
- Wurstbaugh, W. A., & Tapia, R. A. (1988). Mass mortality of fishes in Lake Titicaca (Peru–Bolivia) associated with the protozoan parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117(2), 213-217.
- Yates, F. (1984). Test of Significance for 2×2 Contingency Tables. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 147(3), 426. <https://doi.org/10.2307/2981577>
- Zabaleta, V., & Bremer. (1993). La degradación ambiental de los recursos pesqueros del Lago Poopó. serie Marra N°14.
- 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 de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/010059860.pdf

7. ANEXOS

7.1 Actividades participativas realizadas

Primer taller binacional

TITULO DEL TALLER		PRIMER TALLER BINACIONAL: ESTADO DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL GÉNERO ORESTIAS EN EL SISTEMA TDPS
FECHA		19 de noviembre de 2020
OBJETIVO DEL TALLER	DEL	Presentación de los avances del diagnóstico y validación de la metodología, recopilación de información y perspectivas de políticas del Plan de Acción Binacional
PARTICIPANTES ENTIDADES	Y	Delegaciones del Perú y Bolivia, actores de instituciones técnico-científicas

Segundo taller binacional

TITULO DEL TALLER		SEGUNDO TALLER BINACIONAL: ESTADO DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL GÉNERO ORESTIAS EN EL SISTEMA TDPS
FECHA		11 de marzo de 2021
OBJETIVO DEL TALLER	DEL	Definición de la Misión, Visión y Construcción de las Bases para las Líneas estratégicas del Plan de Acción Binacional (PAB).
PARTICIPANTES ENTIDADES	Y	Delegaciones del Perú y Bolivia, actores de instituciones técnico-científicas

Tercer taller binacional

TITULO DEL TALLER TERCER TALLER BINACIONAL: PRESENTACIÓN DE LAS
LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN
DE ACCIÓN BINACIONAL

FECHA		12 de enero de 2022
OBJETIVO DEL TALLER		Definición de la Misión, Visión y Construcción de las Bases para las Líneas estratégicas del Plan de Acción Binacional (PAB).
PARTICIPANTES ENTIDADES	Y	Delegaciones del Perú y Bolivia, actores de instituciones técnico-científicas

Lista de participantes del Tercer taller binacional

UNEP	BOLIVIA	PERÚ
Danna Lara	Marília Ríos	Frida Rodríguez
Analía Guachalla Terrazas	Julio Pinto	Rene Chura
Diego Manya	Sara Ramos	Yuri Beraún
Katherine Zapata	Eleuterio Maraza Ochoa	Flores Ana
Gaby Arpasi	Alberto Cruz	Víctor Hugo Apaza
Eliana Ballivian	Joel Navia	María del Carmen Quevedo
Omar Marca		Walter Huamani
Jean Poirier		Cenaida Ramos

7.2 Participantes entrevistados en el proceso de construcción y validación Plan de Acción Binacional para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de las Especies del Género *Orestias* spp. en los Lagos Titicaca Poopó y Uru Uru.

NRO.	NOMBRES Y APELLIDOS	INSTITUCIÓN
1	Cesar Gamarra	IMARPE
2	Rene Chura	IMARPE
3	Esteban Aragón	PELT
4	Hipólito Mollocondo	Director de Producción Gobierno regional Perú
5	Víctor Hugo Apaza	SERNANP
6	Frida Rodríguez	Dirección General de Diversidad Biológica - MINAN
7	Gonzalo Lora	Consultor individual Bolivia
8	Valeria Fernández	VRHR- MMAyA
9	Juan José Ocola	ALT
10	Alan Ñahuincopa	ALT
11	Esteban Aragón	Consultor en pesquerías Puno

7.3. Lista de las asociaciones de pescadores de Bolivia y Peru

Nº	País	Provincia	Localidad	N. de la Organización	Nº Pescadores registrados
1	Perú	Puno	Chimu	Central Chimu	25
2	Perú	Puno	Chimu	Jesús de Nazaret Chimu Zona Sur	10
3	Perú	Puno	Huata	Sector Titino Ccapi los Uros	40
4	Perú	Puno	H. Huaraya	H. Huaraya	15
5	Perú	Puno	Villa Socca	Vintallani	50
6	Perú	Puno	Villa Socca	Lacustre Chaulluta	20
7	Perú	Puno	Titilaca	San Isidro	30
8	Perú	Puno	C.P Perka	San Pedro de Perka	25
9	Perú	Puno	C.P Perka	Villa del Lago Perka Norte	9
10	Perú	Puno	C.P Perka	S. de la Exaltación, Sec.Kellajani	10
11	Perú	Puno	C.P Perka	4 Vientos de Pen. De Chucuito-Karina y Churo	23
12	Perú	Puno	C.C Luquina Grande	Luquina Grande (sin asoc.)	12
13	Perú	Puno	C.C San José Pucani	San Pedro de Pucani	5
14	Perú	Puno	Tacasaya	San Francisco de la C. Tacasaya	45
15	Perú	Puno	C.C Parina	San Pablo de Parina	60
16	Perú	Puno	C.C Karana	Los Balseros de Jilapunta	45
17	Perú	Puno	Sector Barco	Litoral Barco	40
18	Perú	Puno	C.C Cusipata- La Raya	San Pablo de Parina	5
19	Perú	Chucuito	C.C Huacani	10 de Julio Huacani	15
20	Perú	El Collao	C.P. Cachipampa	F. Bolognesi	45
21	Perú	El Collao	C.C. Chaullacumani	Nueva Unión	20
22	Perú	El Collao	C.C Vilca Maquera	Los Aymaras de Pilcuyo	19
23	Perú	El Collao	C.P S.P de Huayllata	San P. de Huayllata	60
24	Perú	Chucuito	C.C Olla	S.P y San Pablo	30
25	Perú	Yunguyo	C.C Kaje Chucasuyo	San Salvador	15
26	Perú	Yunguyo	C.C. Challapampa	S. P de Challapampa	30
27	Perú	Yunguyo	C.C Isani	Menores Pedro y Pablo	25
28	Perú	Yunguyo	C.C Cumi	Ollanta Cumi	21
29	Perú	Yunguyo	C.C Santa Cruz	3 de Mayo de Santa Cruz	20
30	Perú	Yunguyo	Barrio Villa S. Pedro	Central Zepita	35
31	Perú	Yunguyo	C.C Jachapampa	San Cristobal	22
32	Perú	Yunguyo	C.C Copan	Menores Miguel Grau	34
33	Perú	Chucuito	Chuchito	C.C V. Santiago	50
34	Perú	Puno	C.P Sanchas	San Pedro de Sanchas	18
35	Perú	Puno	C.P Yancacco	Brisas del Lago	15
36	Perú	Puno	C.C Capano	29 de Junio	35
37	Perú	Puno	Sect. Tamán	José Olaya	15
38	Perú	Puno	Sect. Chifron	José Olaya de Chifrón	18
39	Perú	Puno	C.P Ccotos	San Pero	90
40	Perú	Puno	C.P Iscallani	Manco Cápac	45

41	Perú	Puno	C.P Iscallani	Real Titicaca	45
42	Perú	Huancané	C.C Carabuco	Túpac Amaru	90
43	Perú	Huancané	C.P Huarisani	Huracán de Huarisani	20
44	Perú	Huancané	Parc. Jonsani	San Pablo de Jonsani	40
45	Perú	Huancané	Parc. Lopesani	Tahuantinsuyo Popesani	14
46	Perú	Huancané	Parc. Piata	Pesc. Artesanales de Piata	40
47	Perú	Moho	Conima	Unión Lacustre Parc. Cambría	20
48	Perú	Azángaro	Samán	Miguel GraúnCentral Samán	22
49	Bolivia	Manco Kapac	Villa San Martín	Asociacion de Pesca y Piscicola Multiactiva "Villa San Martín"	12
50	Bolivia	Manco Kapac	Yampupata	Asociación de Pescadores y Turismo Yamputours	54
51	Bolivia	Ingavi	Tintuma Janq o Marka Kassa Wilacolo	Asociación de Pescadores "Zona B"	23
52	Bolivia	Omasuyos	Chua Cayacoto	Asociación de pesqueros y servicios turisticos "Rosario"	15

7.4. Instituciones gubernamentales subnacionales vinculadas con el sistema TDPS del Perú.

N.	Municipio	N.	Municipio	N.	Municipio	N.	Municipio
1	Yunguyo Copani	24	Lampa Santa Lucía	47	Moho Titali	70	Azángaro Chupa
2	Yunguyo Cuturapi	25	Lampa Cabanilla	48	Huancané Huancané	71	Azángaro Caminaca
3	Yunguyo Tinicachi	26	Lampa Paratia	49	Huancané Pusi	72	Azángaro Achaya
4	Yunguyo Yunguyo	27	Lampa Ocuwiri	50	Huancané Taraco	73	Azángaro Arapa
5	Yunguyo Ollaraya	28	Lampa Vilavila	51	Huancané Huatasani	74	Azángaro Pupuja
6	Yunguyo Unicachi	29	Lampa Pucara	52	Huancané Inchupalla	75	Azángaro San Julián Salinas
7	Chucuito Pisacoma	30	Lampa Lampa	53	Huancané Vilque Chico	76	Azángaro Choquehuanca
8	Chucuito Huacullani	31	Lampa Palca	54	Huancané Rosapata	77	Azángaro Azángaro
9	Chucuito Anapia	32	Lampa Nicaso	55	Huancané Cojata	78	Azángaro Tirapata
10	Chucuito Kelluyo	33	Lampa Calapuja	56	Puno Pichacani	79	Azángaro Asillo
11	Chucuito Desaguadero	34	Melgar Llalli	57	Puno Acora	80	Azángaro San José
12	Chucuito Zepita	35	Melgar Cupi	58	Puno Platería	81	Azángaro Muñani
13	Chucuito Pomata	36	Melgar Umachuri	59	Puno Chucuito	82	Azángaro San Anton
14	Chucuito Juli	37	Melgar Ayaviri	60	Puno Puno	83	Azángaro Potoni
15	Puno Coata	38	Melgar Macari	61	Puno San Antonio	84	Juliaca Cabanillas
16	Puno Capachica	39	Melgar Santa Rosa	62	Puno Tiquillaca	85	Juliaca Cabana
17	Puno Amantani	40	Melgar Orurillo	63	Puno Mañazo	86	Juliaca Juliaca
18	Puno Atuncolla	41	Melgar Nuñoa	64	Puno Vilque	87	Juliaca Caracato
19	Moho Huayrapata	42	Melgar Antauta	65	Puno Paucarcolla	88	El Collao Santa Rosa
20	Moho Moho	43	Carabaya Crucero	66	Puno Huata	89	El Collao Conduriri
21	Moho Comina	44	Carabaya Ajoyani	67	Azángaro Saman	90	El Collao Ilave
22	El Collao Pilcuyo	45	S.A. de Putina Putina	68	S.A. de Putina Quilcapuncu	91	S.A. de Putina Sina
23	El Collao Capazo	46	S.A. de Putina Vilca Apaza	69	S.A. de Putina Ananea	92	Sandía Cuyo Cuyo

7.5. Instituciones gubernamentales subnacionales vinculadas con el sistema TDPS, de los departamentos de La Paz y Oruro.

N.	Institución	Ubicación	N.	Institución	Ubicación
1	Gobierno Autónomo Municipal Murillo	El Alto La Paz	41	Gobierno Autónomo Municipal Gualberto Villarroel	Chacarilla La Paz
2	Gobierno Autónomo Municipal Omasuyos	Achacachi La Paz	42	Gobierno Autónomo Municipal J.M. Pando	Santiago de Machaca La Paz
3	Gobierno Autónomo Municipal Omasuyos	Huarina La Paz	43	Gobierno Autónomo Municipal J.M. Pando	Catacora La Paz
4	Gobierno Autónomo Municipal Omasuyos	Santiago de Huata La Paz	44	Gov. Autónomo Municipal Bautista Saavedra	Gral. Juan J. Pérez La Paz
5	Gobierno Autónomo Municipal Omasuyos	Ancoraimes La Paz	45	Oruro Cercado	Oruro Oruro
6	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Coro Coro La Paz	46	Oruro Avaroa	Caracollo Oruro
7	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Calacoto La Paz	47	Oruro Avaroa	El Choro Oruro
8	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Comanche La Paz	48	Oruro Avaroa	Soracachi Oruro
9	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Charaña La Paz	49	Oruro Avaroa	Challapata Oruro
10	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Waldo Ballivián La Paz	50	Oruro Avaroa	Santiago de Quillacas Oruro
11	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Nazacara La Paz	51	Oruro Sajama	Curawara de Carangas Oruro
12	Gobierno Autónomo Municipal Pacajes	Santiago de Callapa La Paz	52	Oruro Sajama	Turco Oruro
13	Gobierno Autónomo Municipal Camacho	Puerto Acosta La Paz	53	Oruro Carangas	Corque Oruro
14	Gobierno Autónomo Municipal Camacho	Escoma La Paz	54	Oruro Carangas	Choquecota Oruro
15	Gobierno Autónomo Municipal Camacho	Humanata La Paz	55	Oruro Litoral	Huachacalla Oruro
16	Gobierno Autónomo Municipal Camacho	Mocomoco La Paz	56	Oruro Litoral	Escala Oruro
17	Gobierno Autónomo Municipal Camacho	Puerto Carabuco La Paz	57	Oruro Litoral	Cruz de Machaca Oruro
18	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Viacha La Paz	58	Oruro Litoral	Yunguyo del Litoral Oruro
19	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Guaqui La Paz	59	Oruro Litoral	Esmeralda Oruro
20	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Tiawanaku La Paz	60	Oruro Poopó	Poopó Oruro
21	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Desaguadero La Paz	61	Oruro Poopó	Pazña Oruro
22	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	San Andrés de Machaca La Paz	62	Oruro Poopó	Antequera Oruro
23	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Jesús de Machaca La Paz	63	Oruro Dalence	Huanuni Oruro
24	Gobierno Autónomo Municipal Ingavi	Taraco La Paz	64	Oruro Ladislao Cabrera	Machacamarca Oruro
25	Gobierno Autónomo Municipal Los Andes	Pucarani La Paz	65	Oruro Atahualpa	S. de García Mendoza Oruro
26	Gobierno Autónomo Municipal Los Andes	Laja La Paz	66	Oruro Saucarí	Pampa Aullagas Oruro
27	Gobierno Autónomo Municipal Los Andes	Batallas La Paz	67	Oruro Tomás Barrón	Sabaya Oruro
28	Gobierno Autónomo Municipal Los Andes	Puerto Pérez La Paz	68	Oruro Sur Carangas	Coipasa Oruro
29	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Sica Sica La Paz	69	Oruro San Pedro de Totora	Chipaya Oruro
30	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Umala La Paz	70	Oruro Sebastián Pagador	Toledo Oruro
31	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Ayo Ayo La Paz	71	Oruro Mejillones	Eucaliptus Oruro
32	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Calamarca La Paz	72	Oruro Nor Carangas	Andamarca Oruro
33	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Patacamaya La Paz	73	Oruro Nor Carangas	Belén de Andamarca Oruro
34	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Colquencha La Paz	74	Oruro Mor Carangas	Totora Oruro
35	Gobierno Autónomo Municipal Aroma	Collana La Paz	75	Oruro Mor Carangas	Santiago de Huari Oruro
36	Gobierno Autónomo Municipal Manco Kápac	Copacabana La Paz	76	Oruro Mor Carangas	La Rivera Oruro
37	Gobierno Autónomo Municipal Manco Kápac	San Pedro de Tiquina La Paz	77	Oruro Mor Carangas	Todos Santos Oruro
38	Gobierno Autónomo Municipal Manco Kápac	Tito Yupanqui La Paz	78	Oruro Mor Carangas	Carangas Oruro
39	Gobierno Autónomo Municipal Gualberto Villarroel	Sn. Pedro de Curawara La Paz	79	Oruro Mor Carangas	Huayllamarca Oruro
40	Gobierno Autónomo Municipal Gualberto Villarroel	Papel Pampa La Paz			