

# La gestión y conservación de las poblaciones de peces del Lago Titicaca

Adolfo de Sostoa  
Mario Monroy

Universidad de Barcelona  
Barcelona. España



UNIVERSITAT DE BARCELONA



# PRINCIPALES ESTUDIOS REALIZADOS

- **Caracterización genética de las especies nativas de la cuenca del Lago Titicaca**
- **Estudio del nicho trófico y hábitos alimentarios mediante el uso de isótopos estables**
- **El uso de los peces como bioindicadores del estado de conservación**
- **Distribución y composición batimétrica de las comunidades ícticas del Lago Titicaca**



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



EMBAJADA  
DE ESPAÑA  
EN PERÚ



IRTA  
RECERCA I TECNOLOGIA  
AGROALIMENTARIES



UNIVERSITAT DE BARCELONA



# ICTIOFAUNA DEL ALTIPLANO ANDINO

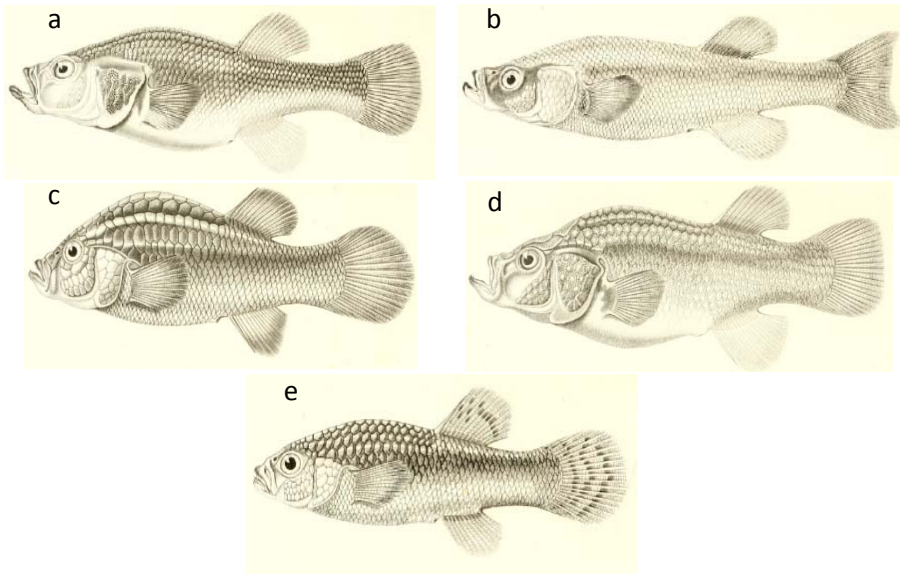


El altiplano andino posee una reducida diversidad íctica debido a razones históricas y ecológicas, sólo tres géneros: *Orestias*, *Astroblepus* y *Trichomycterus*, y un total de unas 58 especies.

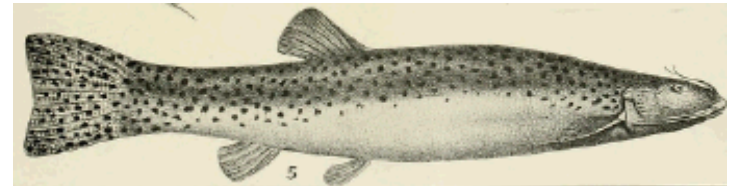
El género *Orestias* se caracteriza por una gran plasticidad fenotípica y una alta diversidad genética.

# PRIMEROS ESTUDIOS TAXONÓMICOS

Algunas especies del género *Orestias* fueron descritas en el siglo XIX y reconocidas por Valenciennes (1846). También las especies del género *Trichomycterus* (*T. dispar* y *rivulatus*) fueron citadas (Tschudi 1845, Cuvier y Valenciennes 1846)



a-e: especies del género *Orestias*



2: *T. rivulatus*, 5: *T. dispar*. Modificado de Eigenmann (1918) Pl. XLV

# LA FAUNA DE PECES DEL LAGO TITICACA

La ictiofauna nativa del Lago Titicaca está representada principalmente por dos géneros: *Orestias* y *Trichomycterus*, siendo el primero el más diverso.



# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LAS ESPECIES NATIVAS DEL LAGO

- En el año 2000, se desarrolló un primer proyecto de caracterización genética de los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*.
- Se reanudan los estudios genéticos en 2008 y 2009. Fueron colectados un total de 2160 tejidos de ambos géneros en 65 localidades de Perú y Bolivia.
- De las 32 descritas para la cuenca del Titicaca, se consideran válidas 13 especies
- Algunas de las especies propuestas no fueron localizadas: 6 especies.
- Algunas están consideradas oficialmente extintas: 1 (*O. cuvieri*).
- Finalmente ciertas especies (un total de 13) precisan una revisión más específica para corroborar su validez.

# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LAS ESPECIES NATIVAS DEL LAGO: CONCLUSIONES

- Existe evidencia genética de hibridación entre diferentes especies del género *Orestias*.
- La mayoría de individuos de “suche” y “mauri” corresponden a la especie *Trichomycterus rivulatus*.



- Hay una alta diversidad taxonómica, tanto morfológica como genética y por tanto es preciso establecer planes de conservación que permitan el mantenimiento de su biodiversidad.

# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LAS ESPECIES NATIVAS DEL LAGO: CONCLUSIONES

- Algunas especies de *Orestias* son dominantes en el Lago, pero la mayoría son minoritarias y deben protegerse para evitar su extinción.



- Es preciso controlar la translocación de especies nativas entre diferentes masas de agua para evitar la pérdida de biodiversidad por hibridación.
- Pero, por otra parte, es necesario la protección de los híbridos naturales como parte del proceso evolutivo que tiene lugar.



# CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LAS ESPECIES NATIVAS DEL LAGO: CONCLUSIONES

- La evolución de las especies del género *Orestias* ha sido relativamente reciente.
- Algunas especies descritas no se reconocen genéticamente, por no ser válidas o porque la especiación es muy reciente.
- Se identifican abundantes procesos de hibridación que forman parte del proceso evolutivo.
- Para preservar la biodiversidad se propone establecer, en base a la riqueza faunística y valor ecológico, áreas de protección especial y reservas en toda la cuenca.

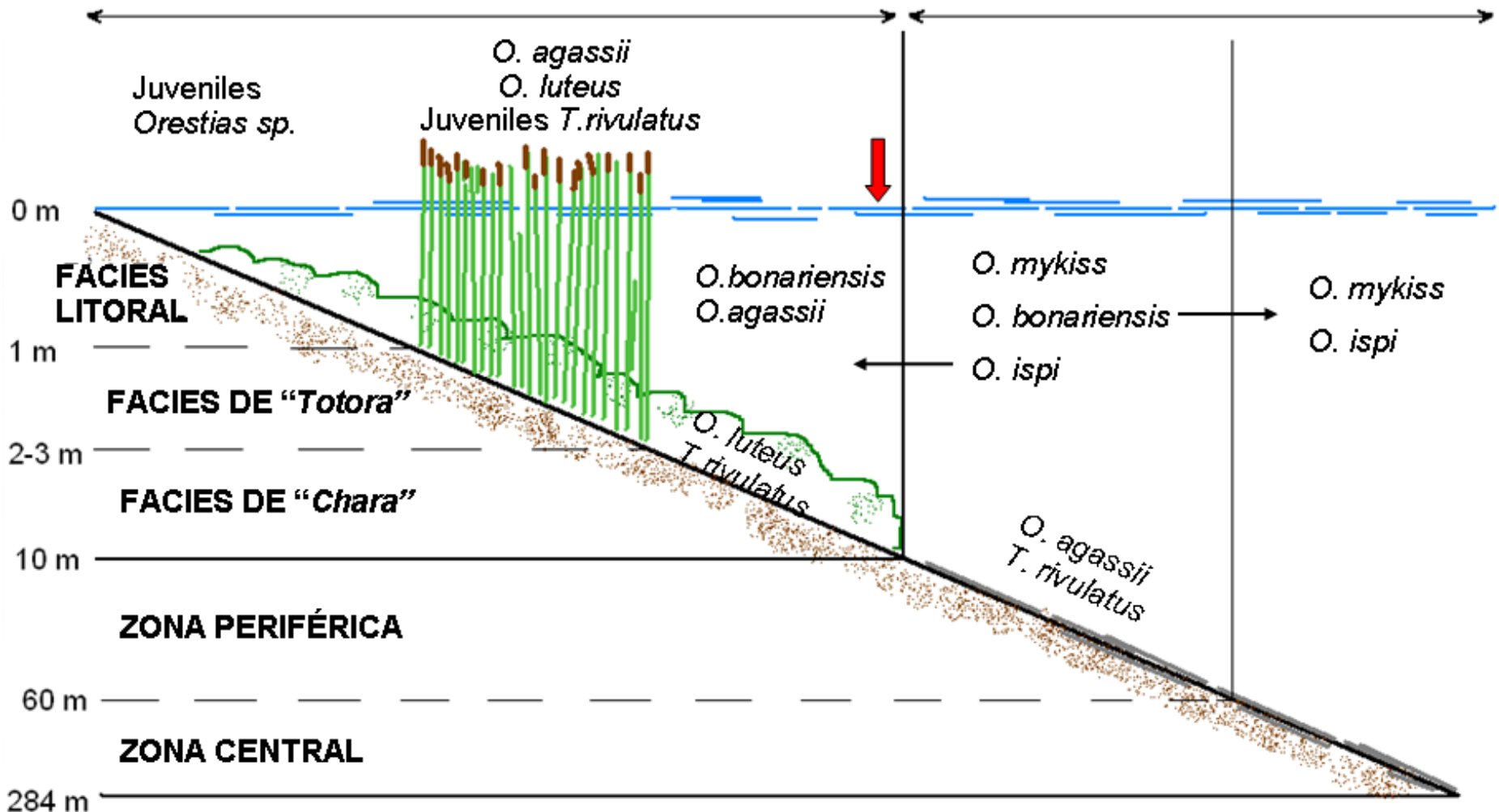
# **ESTUDIO DEL NICHOS TRÓFICO Y HÁBITOS ALIMENTARIOS MEDIANTE ISÓTOPOS ESTABLES**

- **Las especies nativas ocupan nichos diferentes y específicos en la zona litoral, bentónica y pelágica, existiendo una división de los recursos y una especialización o preferencia por el tipo de alimento.**
- **Se ha podido caracterizar por primera vez la estructura trófica de la comunidad íctica del Lago utilizando Isótopos estable.**
- **Se han puesto de manifiesto las interacciones tróficas de las especies exóticas sobre las nativas, basada en un modelo de mezcla isotópico**

# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES

Fondos cubiertos de macrófitas

Fondos desnudos

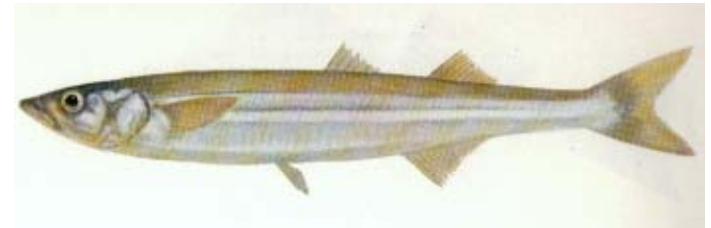
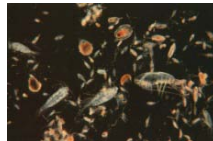


Diferentes hábitats del lago y distribución de sus especies más características , coincidencia con los valores isotópicos ( modificado de Lauzanne, 1991)

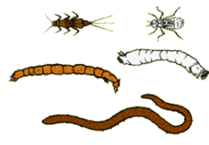
# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES

## Efecto de las especies exóticas sobre las nativas

- Pejerrey argentino es un depredador más especializado



- Trucha arco iris es un depredador más generalista



# ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES : CONCLUSIONES

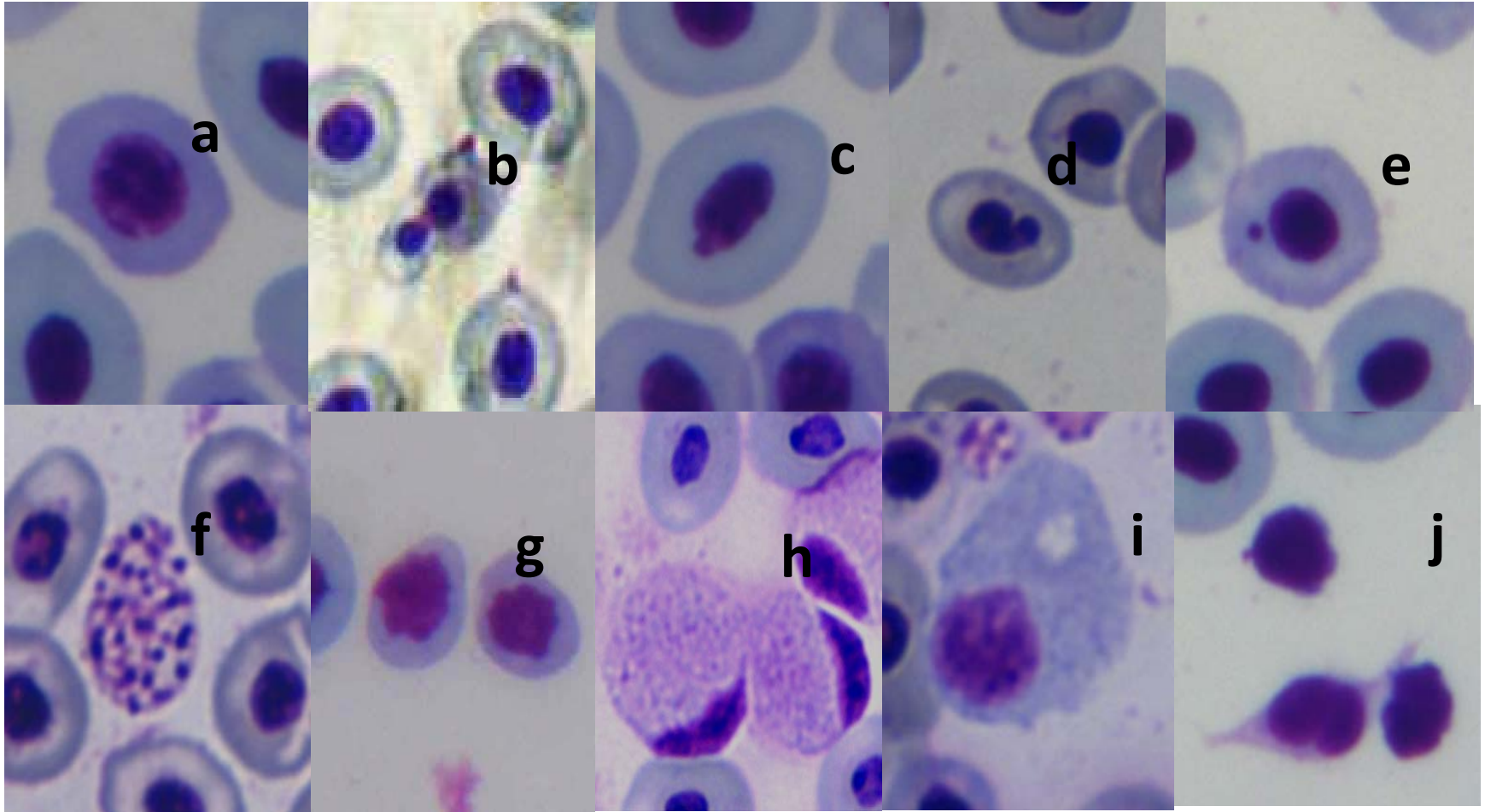
- **Algunas especies han cambiado sus hábitats y preferencias alimentarias como consecuencia de la competencia con las especies introducidas.**
- **Algunas especies son más vulnerables por solapar su nicho trófico con las especies introducidas (*O. imarpe*, *O. gilsoni*, *O. gracilis*, *O. tomcooni* y *O. ispi*).**
- **Los análisis de isótopos estables (SIA) y modelos de mezcla son aptos para caracterizar relaciones tróficas de la comunidad íctica del Lago.**

# HERRAMIENTAS DE CONTROL: EL USO DE LOS PECES COMO BIOINDICADORES

- Los peces continentales son organismos ideales para hacer un monitoreo ambiental de la contaminación.
- Los parámetros hematológicos son indicadores del estrés ambiental. La alta endemicidad y el estatus de conservación de de las especies nativas hacen necesario el desarrollo de técnicas de diagnóstico poco invasivas y fáciles de utilizar.



# HERRAMIENTAS DE CONTROL: EL USO DE LOS PECES COMO BIOINDICADORES



Células y anomalías de la sangre de los peces nativos del Lago Titicaca. a. Eritrocito joven; b. Eritrocito en división; c. Eritrocito lobulado; d. Eritrocito con incisión; e. Eritrocito con micronúcleo; f. Punteado basófilo; g. Eritrocito degenerado; h. Neutrófilo; i. Monocito; j. Linfocito

# HERRAMIENTAS DE CONTROL: EL USO DE LOS PECES COMO BIOINDICADORES

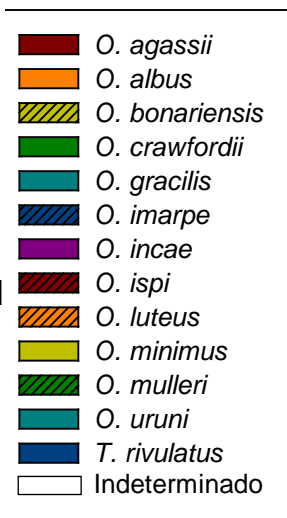
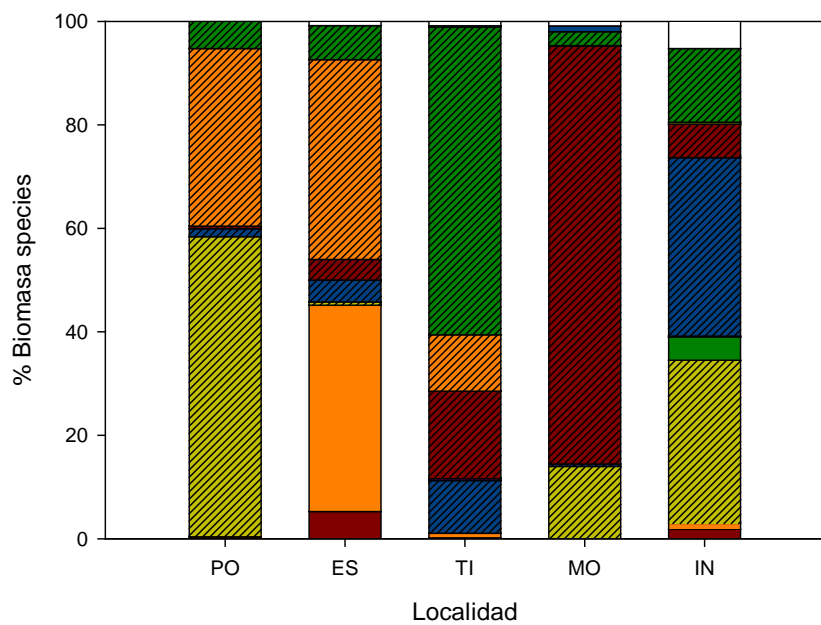
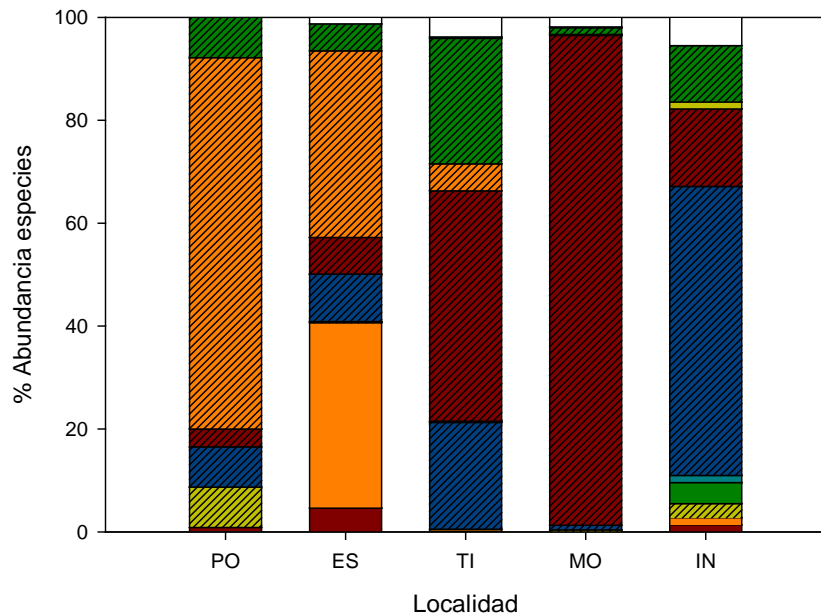
- Se utilizaron 3 especies nativas comunes: *Orestias agassii*, *O. luteus* y *Trichomycterus rivulatus*, en 10 localidades del Lago Titicaca.
- En ambas especies de *Orestias* se detectaron efectos citolíticos y genotóxicos. Los mayores porcentajes de células degeneradas y la mayor sensibilidad a la contaminación se encontró en *O. agassii*.
- *T. rivulatus* tiene un rango de tolerancia más alto que los *Orestias*.
- Podemos concluir que uso de los parámetros hematológicos sirve para detectar disfunciones fisiológicas y diagnosticar el estado y vulnerabilidad de los peces frente a los contaminantes.



# DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN BATIMÉTRICA DE LAS COMUNIDADES DE PECES

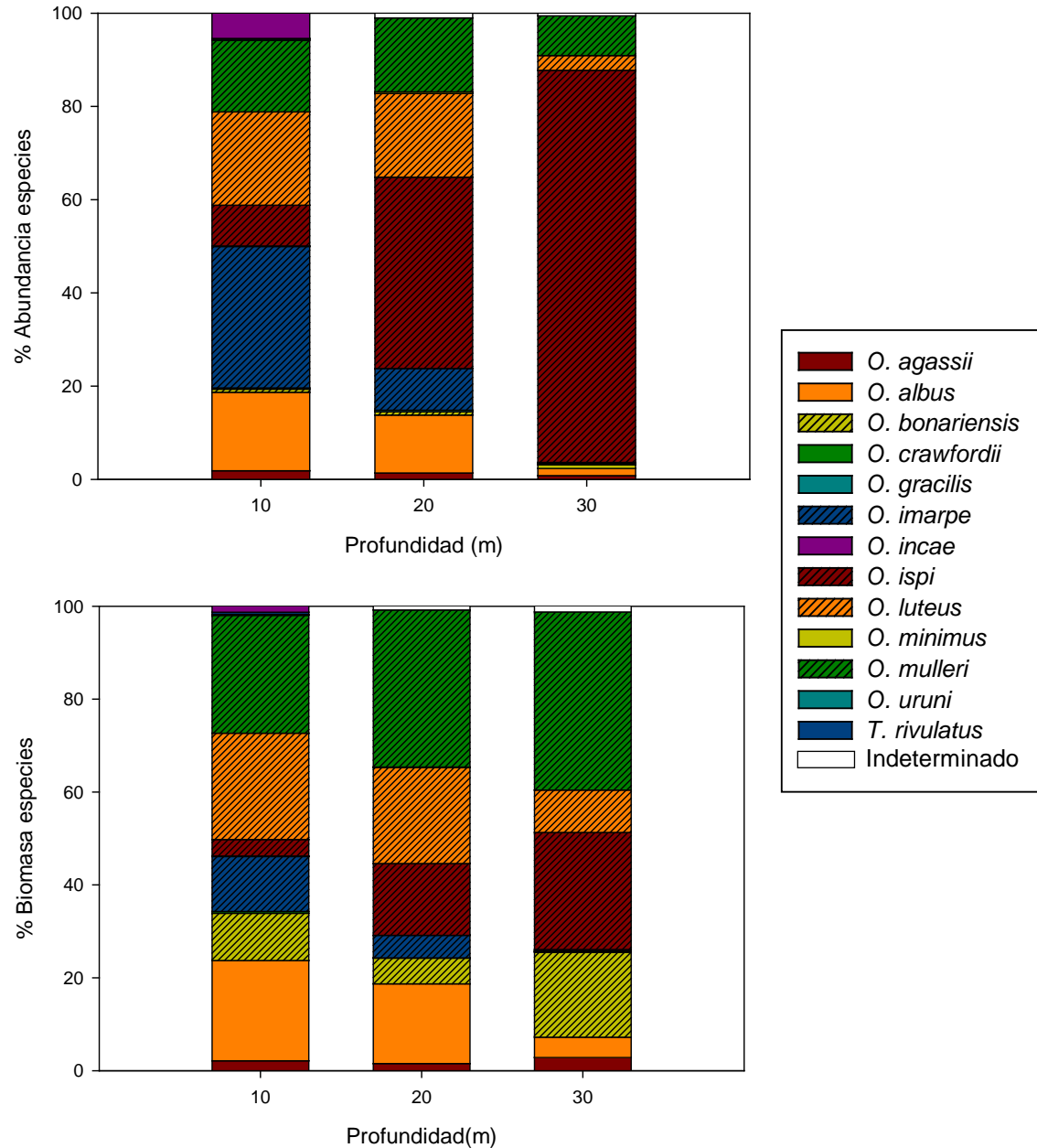
- Un total de 14 especies fueron capturadas en febrero de 2011 durante los muestreos realizados en 5 localidades y a 3 profundidades (10m, 20m y 30m) mediante el uso de artes de pesca de tipo bentónico y pelágico
- Las especies más abundantes en términos de número de individuos son *Orestias imarpe*, *O.ispi*, *O. luteus* y *O. mulleri*, mientras que a nivel de biomasa, *Odontesthes bonariensis* también ejerce una contribución importante
- Se detecta una gran variación de la composición de la comunidad ictica en las distintas localidades evaluadas, tanto en abundancia como en biomasa de especies

# DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES POR LOCALIDADES



**Abundancia (%) y biomasa (%) de especies por localidad (i.e., capturas bentónicas y pelágicas a 10, 20 y 30 m de profundidad en cada localidad de muestreo. PO (Pomata), ES (Pusi-Escallani), TI (Tilali), MO (Moho) y IN (Inka-Chaka).**

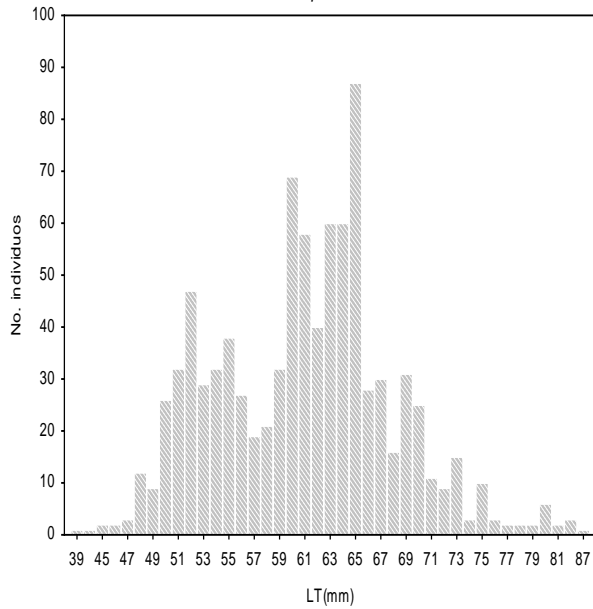
# DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES POR PROFUNDIDADES



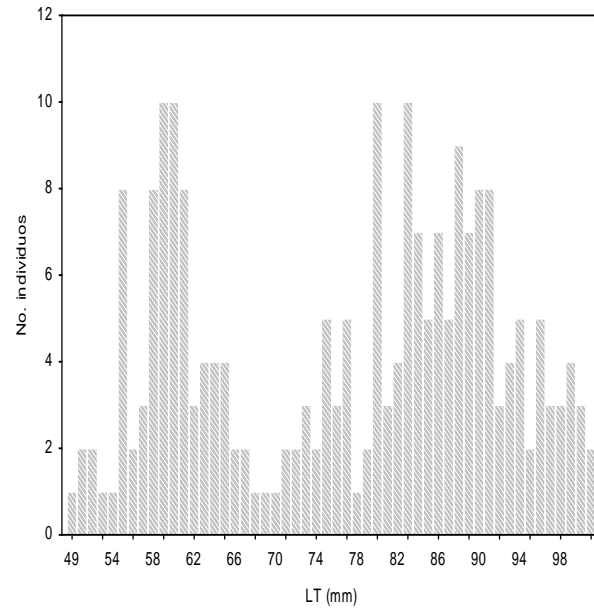
**Abundancia (%) y biomasa (%) de especies por profundidad (p.ej.: capturas bentónicas y pelágicas de todas las localidades).**

# ESPECIES MAS ABUNDANTES CAPTURADAS

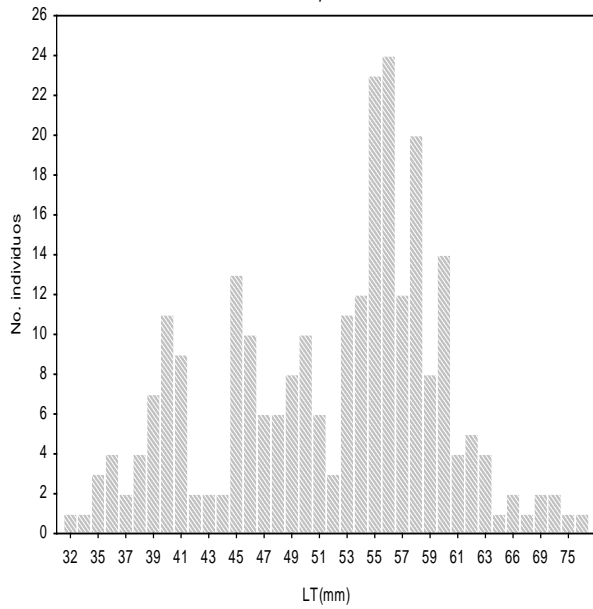
*O. ispi*



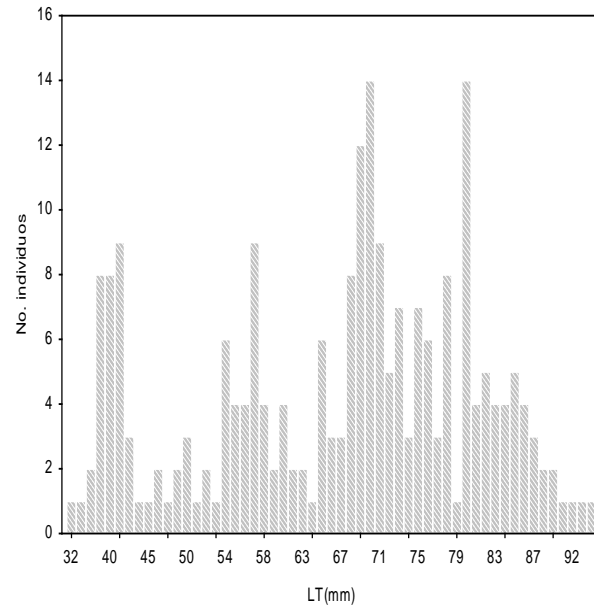
*O. mulleri*



*O. imarpe*



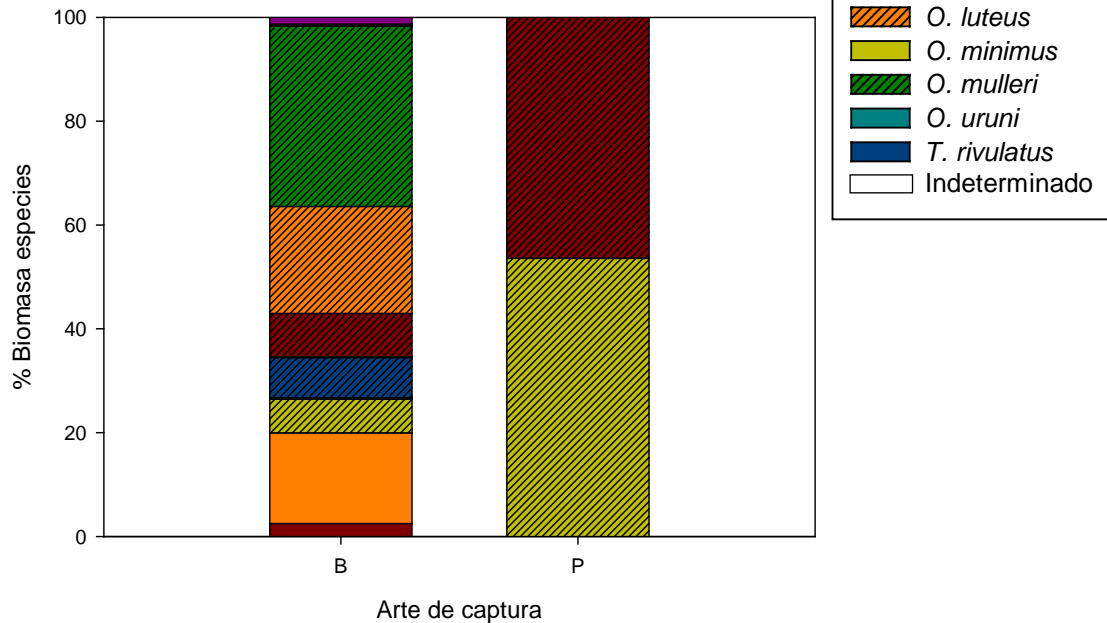
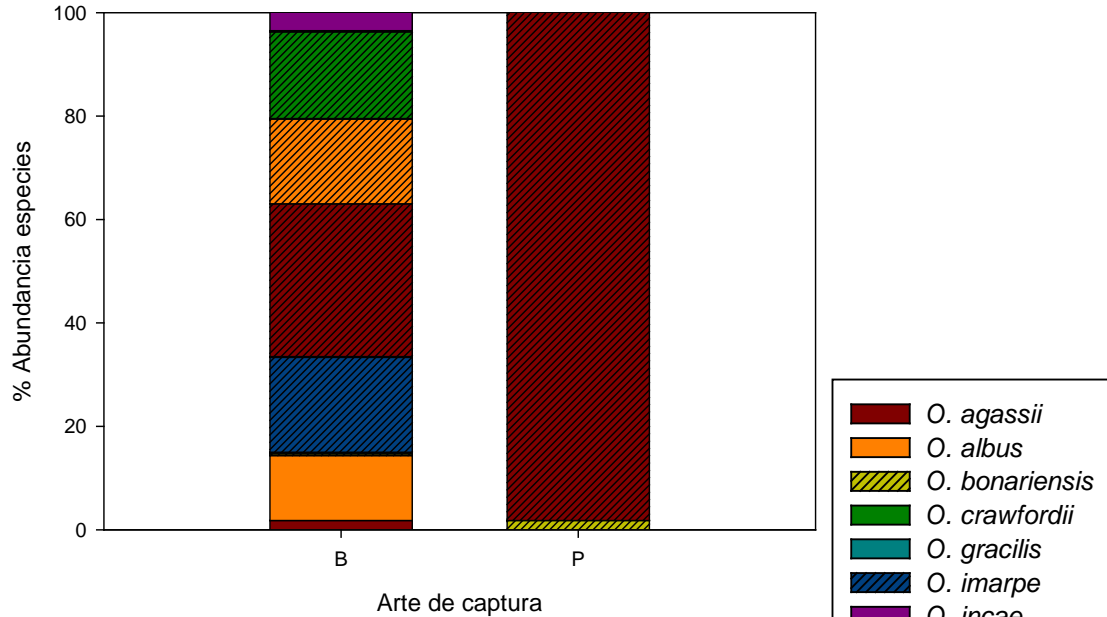
*O. luteus*



***Orestias ispi*, *O. imarpe*, *O. mulleri* y *O. luteus*, fueron las más representativas y abundantes del Lago Titicaca en las pescas experimentales**



# CAPTURAS SEGÚN ARTE DE PESCA



Abundancia (%) y biomasa (%) de especies según arte de captura científica: **bentónica (B)** y **pelágica (P)**



# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN

- A partir de 1939 se introdujeron la trucha común (*Salmo trutta*) y la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), entre otras especies; y en la década del 50 el pejerrey argentino *Odontesthes bonariensis*.
- La introducción de especies exóticas y el manejo de especies con interés en la acuicultura afectó a la fauna autóctona directa (depredación, competencia) e indirectamente (patógenos, parásitos, p.ej.: episodio de punto blanco, el protozoo ciliado *Ichthyophthirius multifiliis*).



# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN

- **La competencia interespecífica y la depredación, así como la sobrepesca, la alteración del hábitat físico (en especial la disminución de cobertura macrofítica) y la contaminación por tributarios, han causado alteraciones importantes en la estructura y composición de la comunidad íctica del Lago.**



# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN

- La densidad de peces es moderada o baja y dominan un número reducido de especies.
- Las áreas de totoral actúan como refugio de la mayoría de especies, especialmente de formas juveniles y especies de pequeña talla.
- Los totorales deberían protegerse de determinadas actividades que pueden resultar lesivas para la fauna de peces, tales como: la extracción de plantas acuáticas (macrófitas), quema, uso de redes isperas, etc.





# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN

- El estudio de selectividad de redes en la zona de totoral pone de manifiesto que la mayoría de los individuos se capturaron con redes de luz de malla pequeña y son, por tanto, los juveniles o las especies de escasa talla, entre las más amenazadas.
- Las mayores capturas corresponden a especies de hábitats litorales, generalmente bentónicas o demersales y asociadas a la costa, que es la zona donde se producen la mayoría de actividades e impactos.



# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN

- **Se recomienda la aplicación y cumplimiento del ROPA.**
- **Profesionalizar la pesca y establecer asociaciones o cofradías de pescadores de obligada afiliación.**
- **Establecer un catálogo oficial de las especies del Lago.**
- **Conocer con más precisión los ciclos biológicos y parámetros básicos de las principales especies para conocer la dinámica poblacional y llevar a cabo una gestión sostenible de los recursos pesqueros.**
- **Implementación de bases de datos para la conservación.**





**¡MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN!**