

A scenic view of a lake with a small boat and a hill in the background. The text is overlaid on the image.

# **LOS PECES DEL LAGO TITICACA: CARACTERÍSTICAS, PROBLEMÁTICA DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE PROTECCIÓN**

**Adolfo de Sostoa. Universidad de Barcelona**  
**Mario Monroy. Universidad de Barcelona**

# RIQUEZA DE PECES DEL ALTIPLANO



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



# LOS PECES DEL ALTIPLANO ANDINO

- El género *Orestias* (carachis) es autóctono de los lagos de gran altitud y de los ríos de los Andes del Perú, Bolivia y Chile. Pero más de la mitad de las 45 especies de *Orestias* son originarias de la cuenca del Lago Titicaca y 23 de ellas sólo se conocen en el Lago.
- Se han descrito dos especies de *Trichomycterus* (suchis y mauris) en el Lago Titicaca.

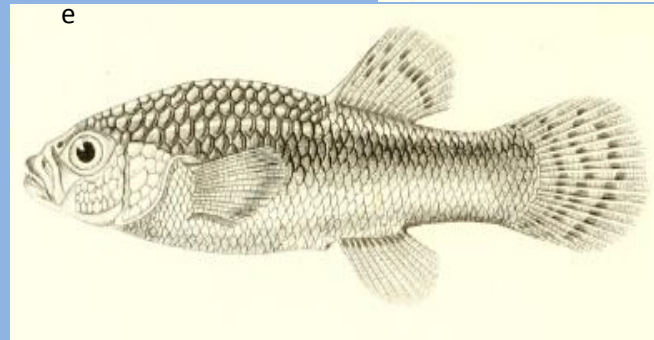
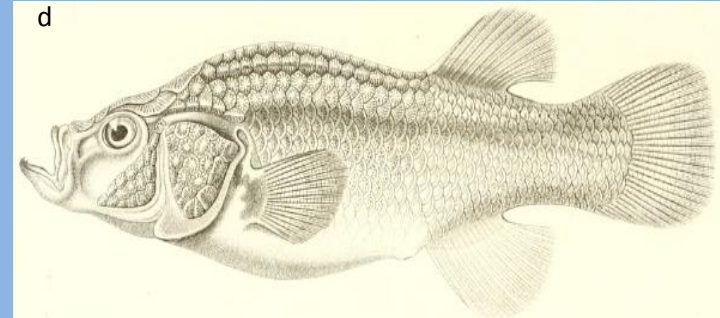
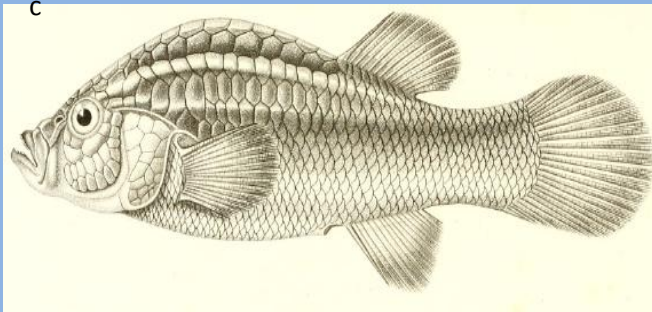
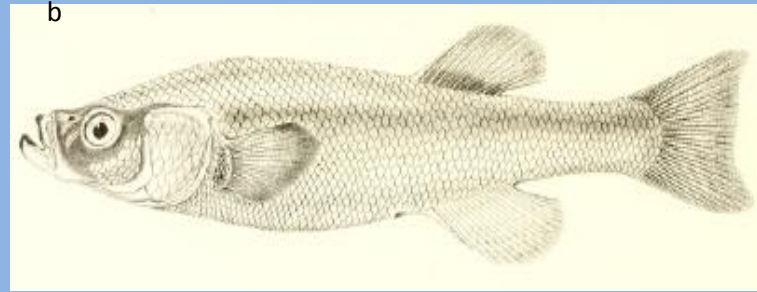
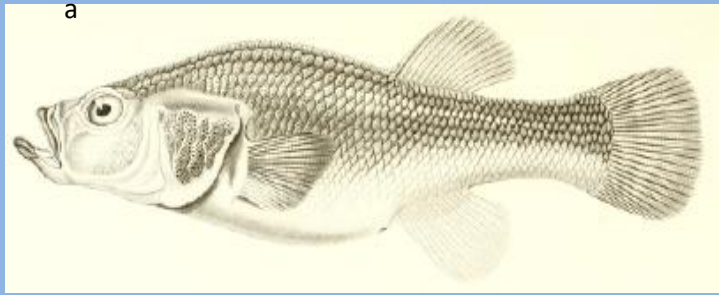


# LA FAUNA DE PECES DEL LAGO TITICACA

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



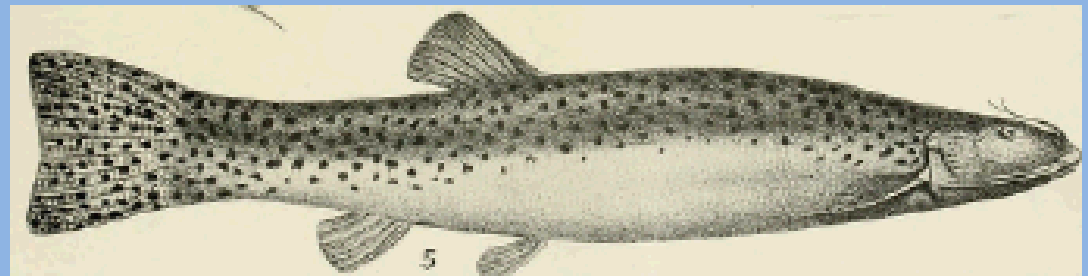
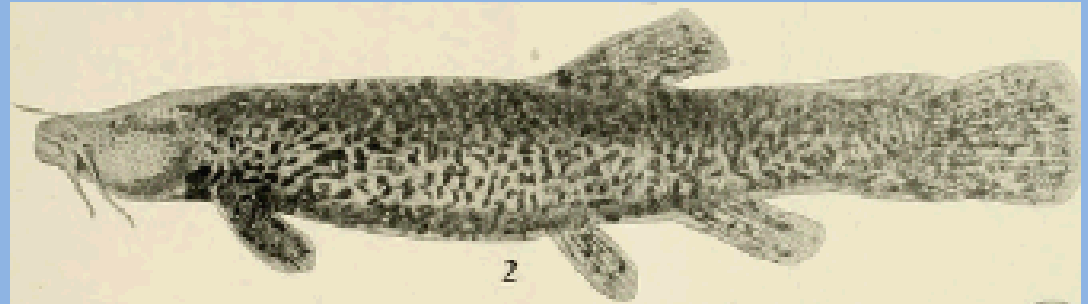
**Algunas especies del género *Orestias* fueron descritas en el siglo XIX y reconocidas por Valenciennes (1846).**





# Especies del género *Trichomycterus* citadas históricamente en el Lago Titicaca.

Dos especies de dicho género han sido citadas en el Lago Titicaca desde los primeros estudios faunísticos : *T. dispar* y *T. rivulatus* (Tschudi 1845, Cuvier y Valenciennes 1846). Aunque existe una gran controversia sobre su validez que este estudio ayuda a clarificar



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

# ESTUDIO GENÉTICO DE LAS ESPECIES ÍCTICAS NATIVAS DEL LAGO TITICACA. CARACTERIZACIÓN Y ESTRUCTURA POBLACIONAL

**Adolfo de Sostoa**  
**Ignacio Doadrio**  
**C. Patricia Ornelas**  
**NunoCaiola Carlos**  
**Pedraza**  
**Orieta Flores**  
**Mario Monroy**  
**Alberto Maceda**



**PERÚ**

Ministerio  
de la Producción

Despacho Viceministerial  
de Pesquería



EMBAJADA  
DE ESPAÑA  
EN PERÚ

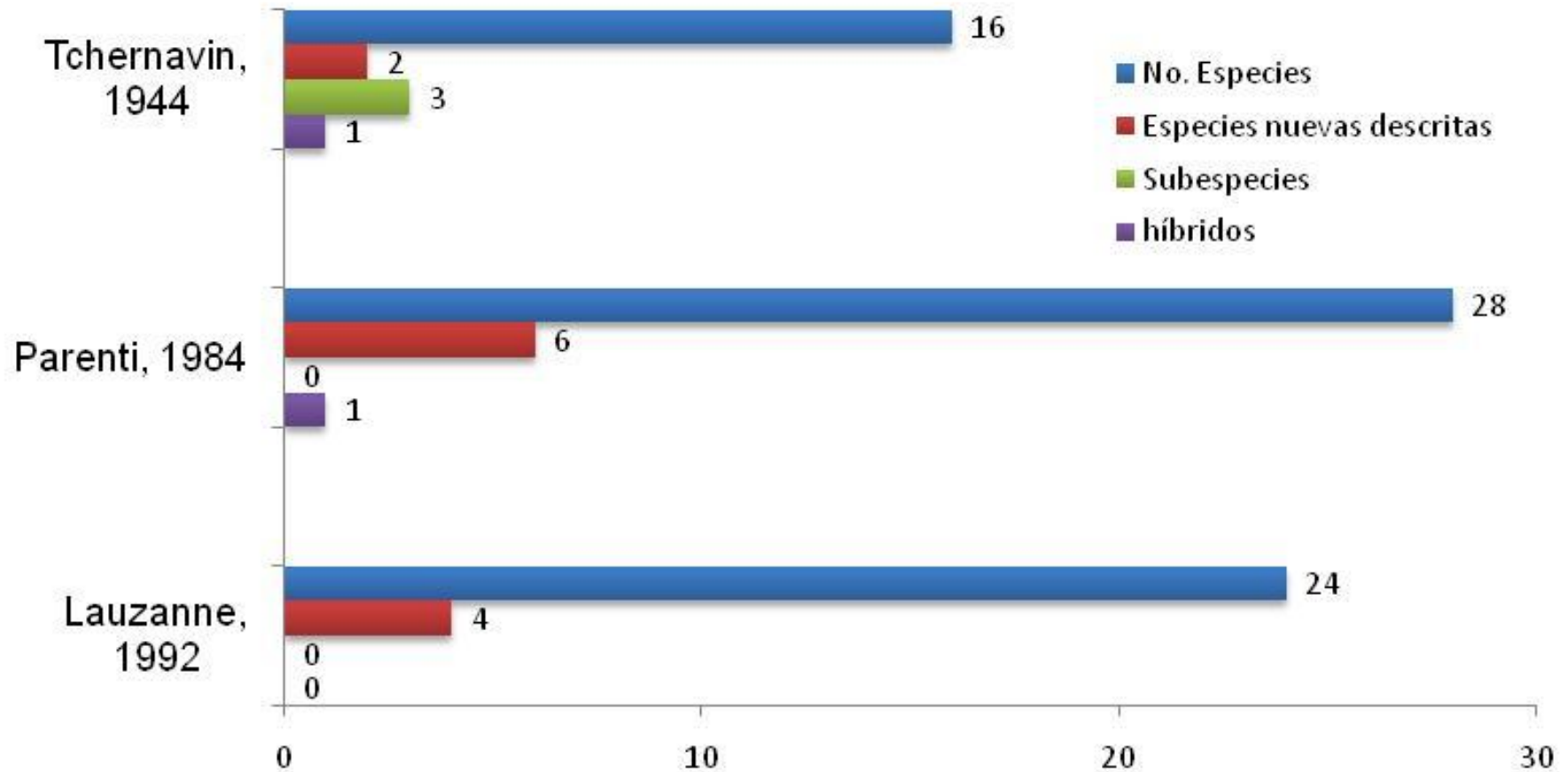


# ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

- En marzo y abril del año 2000, se desarrolló un primer proyecto exploratorio por iniciativa de PADESPA-PERU (AECI) y ejecutado por la Universidad de Barcelona y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, junto con el PELT.
- La finalidad de dicho proyecto fue establecer un plan de trabajo, analizar la problemática *in situ*, realizar una colecta de especies nativas de la cuenca Lago Titicaca, ver si era factible iniciar la caracterización genética de los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*.
- A tal efecto se colectaron 393 especímenes de diversas especies de ambos géneros en 17 localidades de la cuenca del Lago Titicaca.



# Relación histórica del número de especies reconocidas del género *Orestias* en el Lago Titicaca.



# **OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN GENÉTICA**

- Completar el estudio genético iniciado en el año 2000, correspondiente a los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*.**
- Ampliar las localidades de colecta a todo el lago Titicaca.**
- Capturar representantes de todas las especies nativas de peces que habitan el Lago Titicaca, en ambas orillas.**
- Caracterización taxonómica mediante ADN-mitocondrial de las diferentes especies que habitan en el Lago Titicaca.**
- Caracterización y estructura poblacional de las comunidades de peces litorales del Lago Titicaca.**
- Proponer medidas de gestión y conservación para las especies nativas del Lago Titicaca en el marco del “Programa de Apoyo a la Pesca Artesanal, la Acuicultura y el Manejo Sostenible del Ambiente-PROPESCA”**

# ESTUDIO GENÉTICO DE LOS PECES DEL LAGO TITICACA

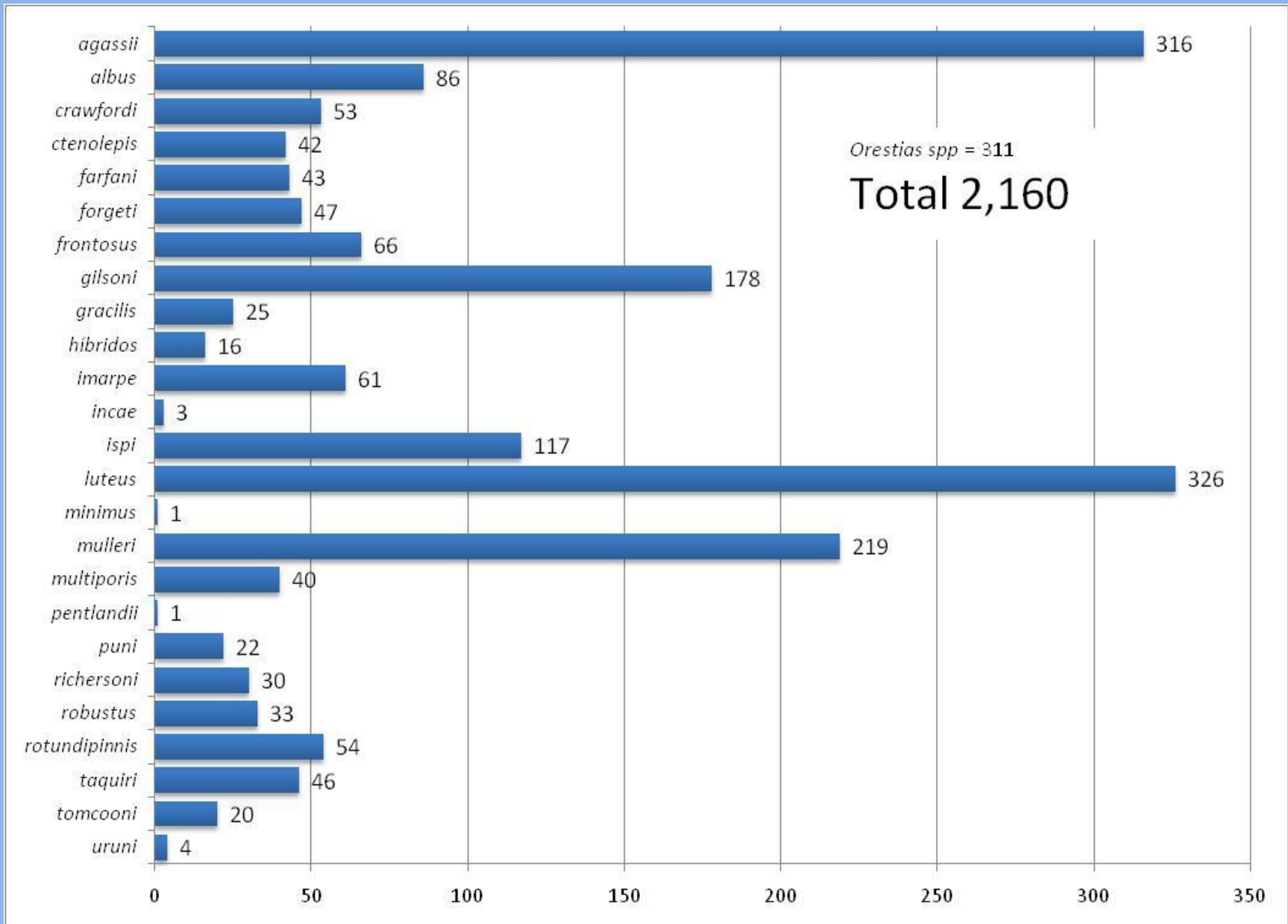
- Se realizaron dos campañas en noviembre de 2008 y febrero de 2009 en 65 localidades. Fueron colectados un total de 2160 tejidos de los géneros *Orestias* y *Trichomycterus*.
- Con el fin de corroborar la determinación taxonómica fueron solicitados los tipos de las especies del género *Orestias* al Museo de Historia Natural de Londres (Natural History Museum), sumando 122 individuos de las diferentes especies.
- La identificación de las diferentes especies está basada en las características morfológicas de acuerdo a Parenti (1984), así como su comparación con ejemplares tipo cedidos por el Museo Británico de Historia Natural.



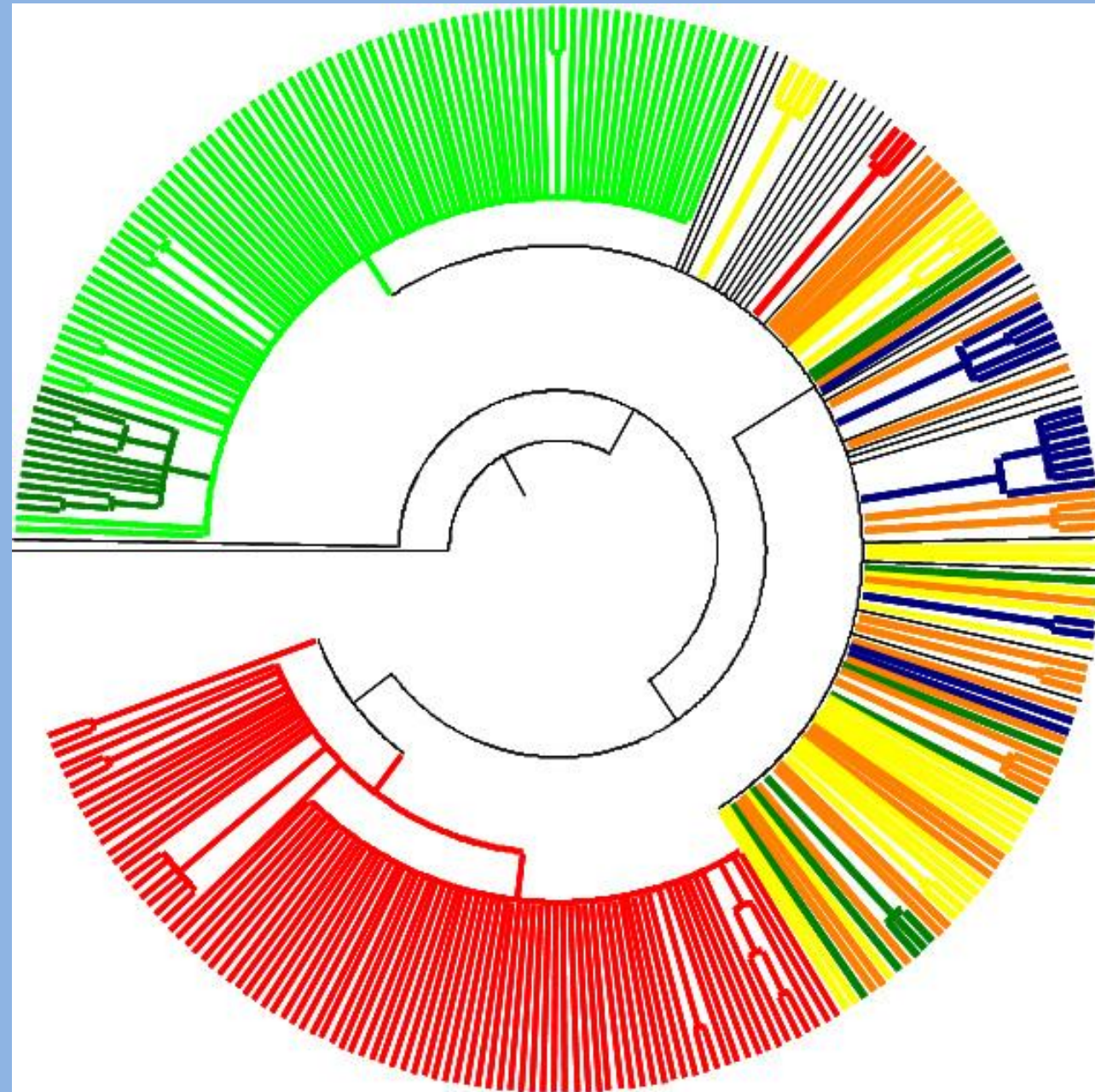
# CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DEL GÉNERO *ORESTIAS*: PROBLEMÁTICA.

- De las **32 especies** descritas para la cuenca del Titicaca, se consideran **válidas 12 especies**: *Orestias agassii*, *O. albus*, *O. crawfordi*, *O. forgeti*, *O. gilsoni*, *O. gracilis*, *O. incae*, *O. ispi*, *O. luteus*, *O. pentlandii*, *O. toomconi* y *O. uruni*.
- Algunas de las especies propuestas **no fueron encontradas (6 especies)**, como: *O. olivaceus*, *O. tutini*, *O. minutus*, *O. tchernavini*, *O. tschudii* y *O. mooni*.
- Algunas están consideradas **oficialmente extintas (1 especie)**: *O. cuvieri*.
- Finalmente ciertas especies **(12) precisan una revisión** más específica **para corroborar su validez**, tales como: *O. ctenolepis*, *O. farfani*, *O. frontosus*, *O. imarpe*, *O. jussiei*, *O. minimus*, *O. multiporis*, *O. puni*, *O. richersoni*, *O. robustus*, *O. rotundipinnis* y *O. taquiri*.

# ESPECIES Y EJEMPLARES COLECTADOS DEL GÉNERO *ORESTIAS*



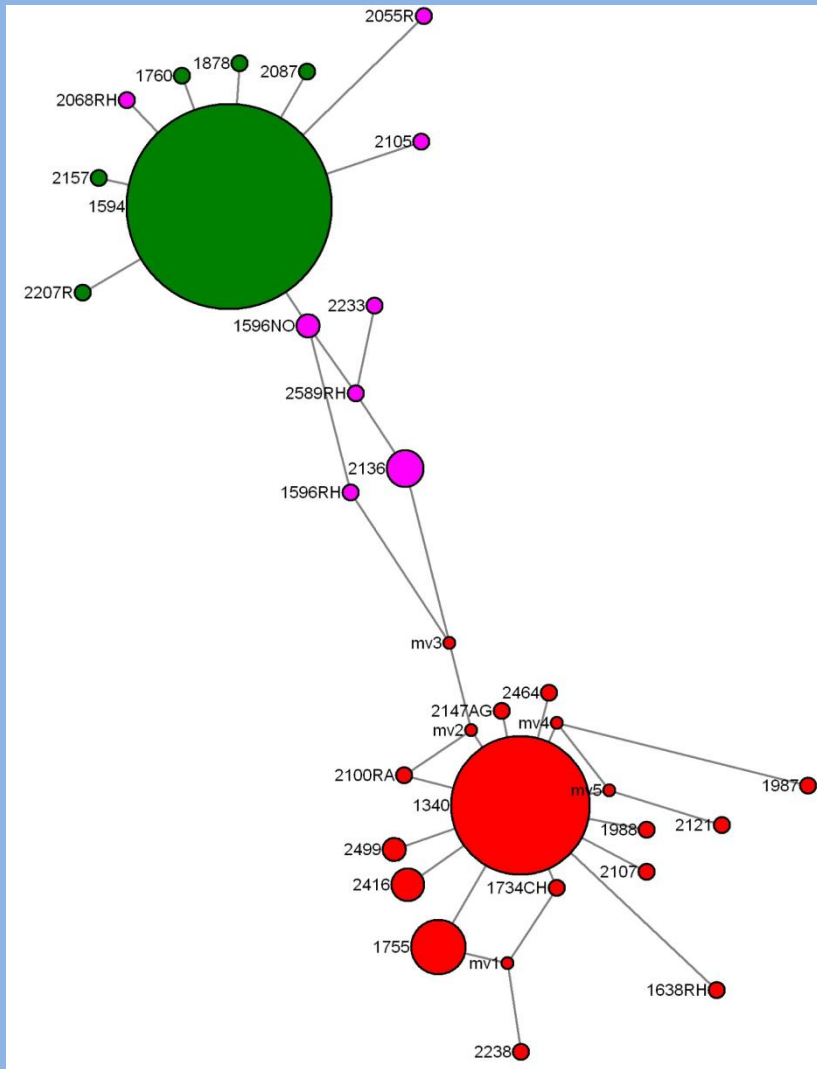
# ÁRBOL FILOGENÉTICO DE *ORESTIAS*



- Complejo *cuvieri*
- Complejo *mulleri*
- Complejo *gilsoni*
- Complejo *agassii*  
*sin* *luteus*, *albus*, *farfani* *rotundipinnis*
- *luteus* / *rotundipinnis* / *farfani*
- *albus*



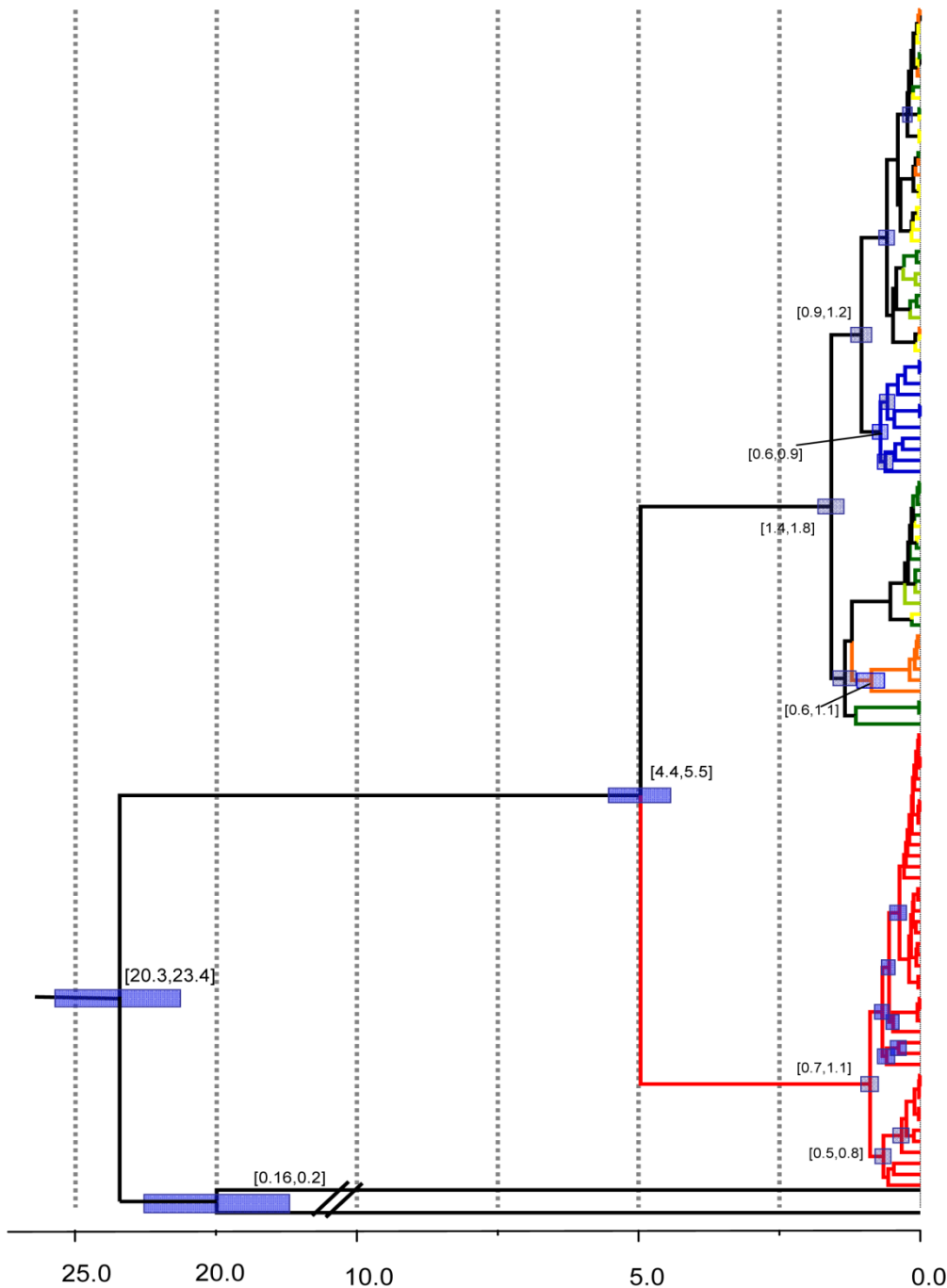
# LINAJES DE *ORESTIAS*



Se muestran 2 linajes. En el extremo superior de la red tenemos las poblaciones relacionadas con *O. aff. agassii*. y en el segundo grupo agrupa a los complejos *cuvieri*, *mulleri* y *gilsoni*, además de las especies del grupo *luteus*

# RELOJ MOLECULAR

La datación molecular mostró que la división entre los dos principales grupos ocurrió durante el Mioceno Tardío, entre 4.4 y 5.5 millones años. Pero la mayoría de especies son mucho más recientes, posteriores a la formación de los paleolagos (entre 12,000 y 20,000 años).



# CONCLUSIONES ESTUDIO GENÉTICO

- La evolución de las especies del género *Orestias* ha sido relativamente reciente, en realidad actualmente sigue el proceso evolutivo.
- Algunas especies descritas no se reconocen genéticamente, debido a que probablemente no son válidas o debido a que la especiación es reciente y han de realizarse pruebas más específicas.
- Se identifican abundantes procesos de hibridación que forman parte del proceso evolutivo.
- Se reconocen como válidas 14 especies del género *Orestias* en el Lago Titicaca.
- Se reconoce como válida una sola especie del género *Trichomycterus* en el Lago Titicaca.



# RECOMENDACIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO GENÉTICO (1)

- Unas pocas especies de *Orestias* son dominantes en el lago, pero la mayoría son minoritarias y deben protegerse para evitar su extinción.
- Controlar la translocación de especies nativas entre diferentes masas de agua para evitar la pérdida de biodiversidad por hibridación.
- Establecer reservas genéticas en los lagos altoandinos.
- Proponer áreas de protección especial, tanto en ríos como en lagunas y Lago Titicaca, debido a su elevada riqueza faunística y valor ecológico.

# **RECOMENDACIONES DERIVADAS DEL ESTUDIO GENÉTICO (2)**

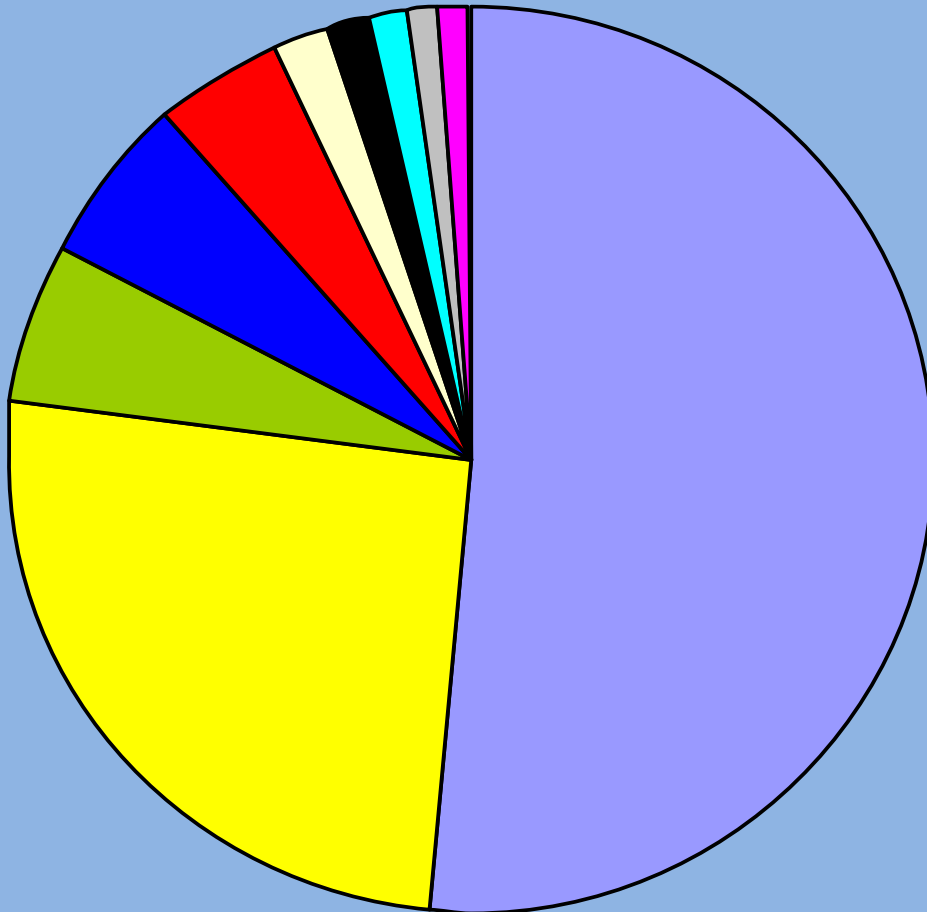
- Evitar la suelta de especies introducidas en las aguas libres del Lago. Su presencia debería estar restringida a áreas cerradas, balsas, receptáculos o jaulas para su uso en acuicultura, y que garanticen su aislamiento de las aguas libres.**
- Protección de los híbridos naturales como parte del proceso evolutivo que tiene lugar.**

# CARACTERIZACIÓN Y ECOLOGIA POBLACIONAL

- Simultáneamente a las campañas de colecta genética se realizó un estudio preliminar sobre las comunidades de peces
- Se utilizaron redes de multifilamento de captura científica.
- Se capturaron un total de 4010 ejemplares distribuidos en 30 localidades.
- El género *Orestias* fue el de mayor riqueza de especies.
- Las especies más abundantes fueron: *O. mulleri* (51,3%), *O. gilsoni* (25,6%) y *O. ispi* (6%).

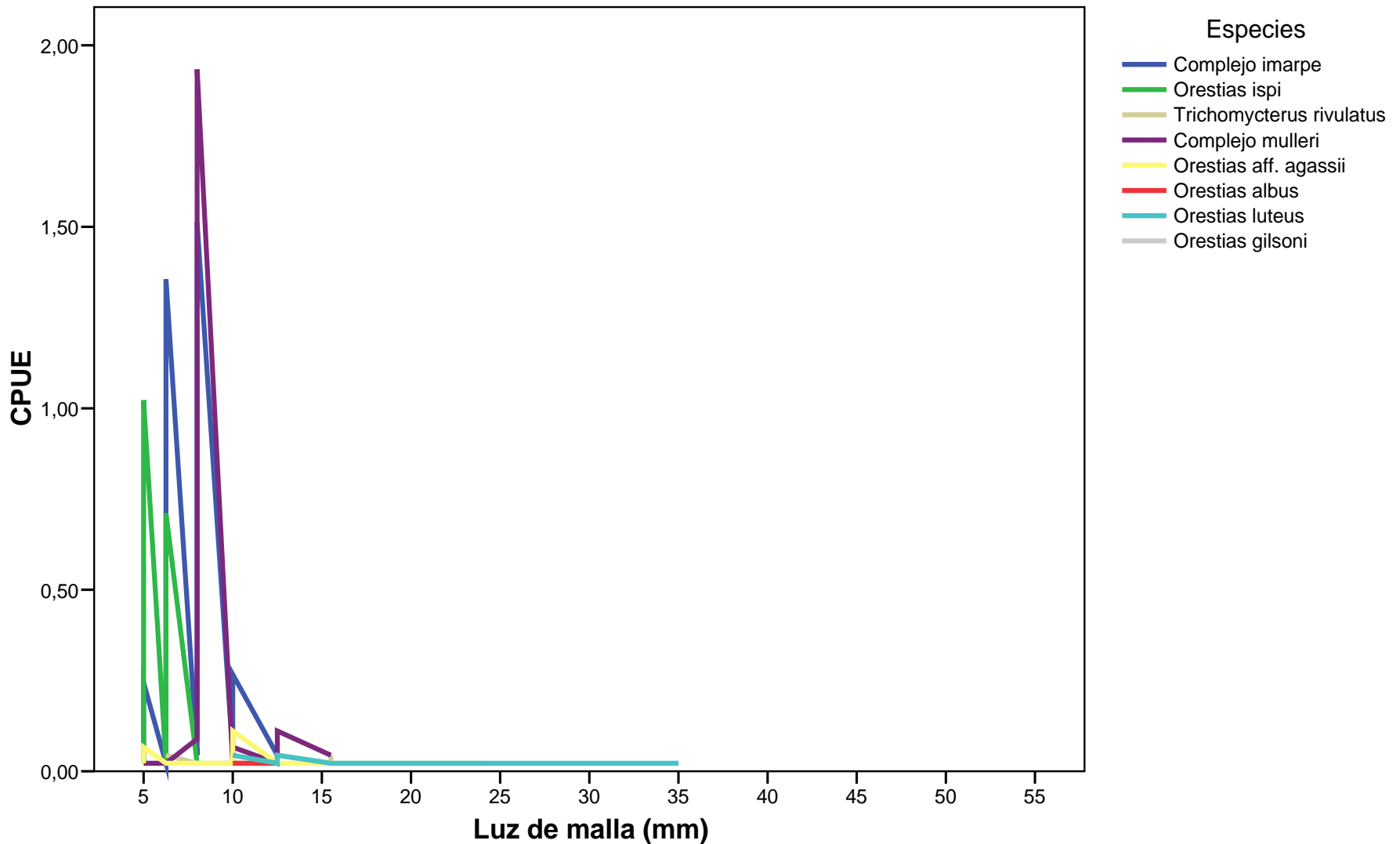


# CAPTURAS DE LAS ESPECIES NATIVAS DOMINANTES



- Complejo mulleri
- Orestias gilsoni*
- Orestias ispi*
- Complejo imarpe
- Orestias aff. agassii*
- Orestias luteus*
- Trichomycterus rivulatus*
- Odontesthes bonariensis*
- Orestias sp.*
- Otras

# CAPTURAS POR LUZ DE MALLA EN ZONAS DE TOTORAL



# PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS (1)

- En líneas generales la densidad de peces en el lago es moderada o baja y dominan un número reducido de especies.
- Las áreas de totoral actúan como *nursery* o refugio de la mayoría de especies, especialmente de formas juveniles y especies de pequeña talla.
- Por su valor ecológico 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 de totorales, uso de redes isperas, etc.



# **PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES NATIVAS (2)**

- El estudio de selectividad de redes llevado a cabo 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 las más amenazadas. Se recomienda no utilizar mallas de luz inferiores a los 10mm.**
- 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 DE LAS ESPECIES NATIVAS (3)**

- Se recomienda revisar la magnitud del esfuerzo de pesca, los artes y sistemas de extracción , así como establecer períodos de vedas, zonas de reserva de pesca y tallas mínimas de extracción.**
- Es necesario conocer con más precisión los ciclos biológicos y parámetros básicos de las principales especies para establecer la dinámica poblacional y llevar a cabo una gestión sostenible de los recursos pesqueros.**

# “Estudio de las comunidades de especies nativas de peces del lago Titicaca: caracterización ecológica y su uso como bioindicadores del estado de conservación”

**Adolfo de Sostoa  
Nuno Caiola  
Mario Monroy  
Silvia Rodríguez  
Patricia Prado**

**Noviembre 2010  
– junio 2011.**



# OBJETIVOS DEL PROYECTO

- **Estudio de las comunidades bentónicas y pelágicas de las especies de peces del lago Titicaca.**
- **Determinar el nivel trófico de las principales especies ícticas del lago mediante isótopos estables de C y N.**
- **Conocer la estructura poblacional y la distribución batimétrica de comunidades de peces.**
- **Plantear el uso de los peces como bioindicadores del estado de conservación del Lago, mediante el uso de biomarcadores hematológicos y de genotoxicidad.**



**¡MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN!**

