



**INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
LABORATORIO CONTINENTAL DE PUNO
ÁREA DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS**

INFORME TÉCNICO

**SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO REPRODUCTIVO DEL
"CARACHI AMARILLO" (*Orestias luteus*) EN LA
CUENCA DEL LAGO TITICACA
(07 de octubre 2019)**



R. GUEVARA



V. YÉPEZ

PUNO, OCTUBRE DE 2019



SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO REPRODUCTIVO DEL "CARACHI AMARILLO" (*Orestias luteus*) EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA (07 de octubre 2019)

I. INTRODUCCIÓN

El "carachi amarillo" *Orestias luteus* vive en asociación principalmente con "carachi gris" *Orestias agassizii* en la zona litoral del lago, entre las plantas sumergidas a profundidades de 1 a 20 m (BUSTAMANTE & TREVINO 1980; TREVINO *et al.* 1984; NORTHCOTE 2000; IMARPE 2008; 2009).

Crece a una longitud asintótica de 18,9 cm de longitud total (LT), con una tasa de crecimiento moderada ($K = 0,93 \text{ año}^{-1}$) lo que permite inferir que el reclutamiento al arte de pesca podría ocurrir entre 0,8 y 1,1 años de edad, y a tamaños entre 10,1 y 12,3 cm LT respectivamente (IMARPE, 2013).

Su alimentación es a base de organismos bentónicos, representados por anfípodos, seguidos de insectos acuáticos, moluscos y zooplancton (SARMIENTO *et al.* 1987; NORTHCOTE 2000; MALDONADO *et al.* 2009; IMARPE 2009; 2016). CANCCAPA & CAZORLA (1990), indican que el "carachi amarillo" es un reproductor parcial de tipo asincrónico.

La pesca de "carachi amarillo" se realiza en forma conjunta con "carachi gris". De los reportes de descargas –desembarques– de la DIREPRO Puno e IMARPE (1981 – 2018), se determinó que la tendencia de la serie muestra un periodo de ascenso gradual entre 1982 y 1987 desde 44,5 t hasta 1 178 t, y a partir de 1988 muestra un periodo corto de estabilización, con una descarga máxima de 1 256 t en 1992.

A partir de 1992 se presenta una declinación gradual hasta 228 t (1996), seguida por un periodo de incremento progresivo en las descargas hasta 2005 (652 t) con un pico en el 2001 (860 t).

Entre el 2006 y 2018 muestra una disminución gradual desde 489 t (2007) hasta 82 t (2018) (IMARPE 2019). Del 2007 al 2018 los desembarques de "carachi amarillo" mostraron una disminución de 93%, lo que coloca a la pesquería de este recurso en situación crítica y/o agotamiento.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Ámbito

El muestreo biológico corresponde a ejemplares de la pesca comercial de la zona Norte (Ramis) del Lago Titicaca, de las que se tomaron sub-muestras seleccionando 10 ejemplares en cada clase de longitud de 0,5 cm LT considerando todos los rangos de tallas de la captura; siguiendo el procedimiento de JOO Y DIAZ (2017).

2.2 Información biológica

En los análisis biológicos de las muestras de peces desembarcados, de cada ejemplar se registró la longitud total (LT), peso total (PT), peso eviscerado (PE), y se extrajo la gónada para su pesaje (PG) y sexado. La longitud de cada ejemplar fue registrada mediante un ictiómetro graduado al cm y para el pesaje se utilizó una balanza digital de 0,01 g de precisión.



R. GUEVARA



V. YÉPEZ



La catalogación de los fases de madurez gonadal (EMS), se realizó acorde con la escala macroscópica definida por Johansen (1924) en BOUCHON *et al.* (2001), que considera ocho (8) fases de madurez gonadal, para ejemplares machos y hembras, tal como se muestra en la Tabla 1. La determinación de la Madurez gonadal de los peces se realizó de forma directa en laboratorio húmedo.

Tabla 1. Fases de Madurez gonadal de Johansen (1924) para machos y hembras

Denominación de Johansen
I Pre virginal
II Virginal
III Madurante inicial o recuperación
IV Madurante
V Madurante avanzado o hidratados
VI Desovante */Expulsante**
VII Parcialmente desovado
VIII Gastado o reversión ovárica

Denominaciones con * a hembras, y con ** a machos

2.3 Análisis de la información

2.3.1 Proporción sexual.- Se realizó el análisis de la proporción sexual del número de hembras vs. número de machos (♀ : ♂), determinando las desviaciones significativas de la razón 1:1 mediante el empleo de la prueba estadística X^2 (chi-cuadrado).

2.3.2 Madurez sexual.- En base a las fases descritas por Johansen; se elaboró el gráfico, mostrando para cada sexo las fases de madurez sexual.

2.3.3 Índice Gonadosomático.- Es la relación entre el peso de la gónada y el peso eviscerado del pez. Nos indica el crecimiento en peso de la gónada (VAZZOLER 1982). Para estimar el IGS se utilizó la ecuación de BUITRÓN *et al.* (2011). Para el análisis se discriminaron los ejemplares del estadio "I y II".

$$IGS = \frac{PG}{PE} * 100$$

Dónde: PG es el peso de la gónada (g) y el PE el peso eviscerado (g) de cada espécimen.



R. GUEVARA

III. RESULTADOS

3.1. Proporción sexual

En base al análisis macroscópico de las gónadas de los ejemplares muestreados se determinó una predominancia ligeramente favorable a las hembras (37 hembras vs. 24 machos) 1.5:1,0; $X^2 = 2,8$.



V. YÉPEZ



3.2 Condición reproductiva

3.2.1. Madurez gonadal e IGS

En la figura 1 se muestra del desarrollo gonadal según sexo. Las hembras mostraron altas frecuencias relativas en el estadio **madurante avanzado** o hidratado (40,5%), seguido de **desovantes** (29,7%). Mientras los machos mostraron altas frecuencias relativas en el estadio **madurante avanzado** (45,8%), seguido de **madurante** (16,7%).

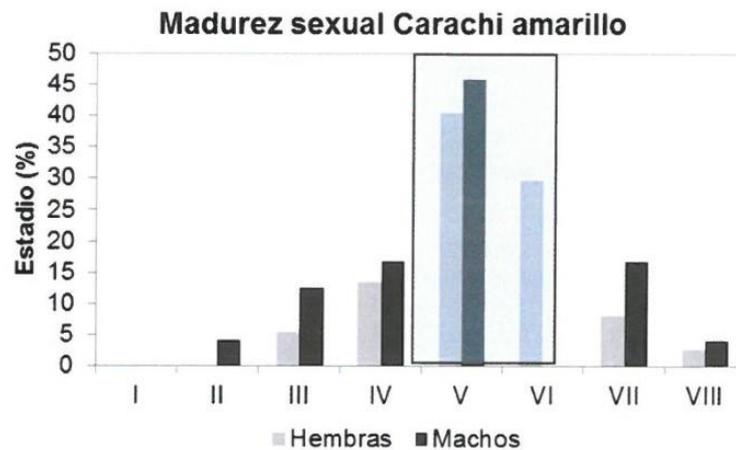


Fig. 1 Madurez gonadal de "carachi amarillo" *Orestias luteus* (07 Octubre 2019).

El índice gonadosomático (IGS) para hembras se estimó en 8,5% y para los machos en 1,4%.

Del análisis de la madurez gonadal e IGS por grupo de tallas se determinó altos porcentajes de individuos adultos de las tallas de 12 a 14 cm LT en ambos sexo en situación de hidratados y desove.

IV. DISCUSIÓN

LAUZANNE (1991) reportó el valor máximo de IGS entre julio y agosto (9%) y altos porcentaje de hembras maduras y de hembras que acaban de desovar entre septiembre y octubre (83%). Otros trabajos realizados en "carachi amarillo" reportan que la época de reproducción se da entre julio y septiembre (BUSTAMANTE & TREVIÑO 1980, PACA *et al.* 2002) o de agosto a septiembre (PACA *et al.* 2003).

En la parte boliviana del lago Titicaca la época de desove de "carachi amarillo" corresponde de junio a octubre (ARTEAGA *et al.* 2002).

Los valores de IGS e IAR resultantes del muestreo efectuado en el Lago Titicaca en el periodo 2009 y 2018 por IMARPE, indican que en el año existen dos periodos principales de desove poblacional de "carachi amarillo": el principal de agosto a octubre y el segundo de enero a marzo.

Los resultados del presente reporte indican que el "carachi amarillo" en ambos sexo se encuentra en la fase final del principal periodo reproductivo (agosto – octubre).





V. CONCLUSIONES

- Acerca de la situación actual del proceso reproductivo del "carachi amarillo" (*Orestias luteus*) en la cuenca del Lago Titicaca se precisa que:
 - las hembras se encuentran en estadio **madurante avanzado** o hidratado (40,5%), seguido de **desovantes** (29,7%)
 - los machos se encuentran en estadio **madurante avanzado** (45,8%), seguido de **madurante** (16,7%).
- El IGS para hembras se estimó en 8,5% y para los machos en 1,4%.
- El recurso se encuentra en la fase final de su principal periodo reproductivo (agosto – octubre).

VI. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de proteger el stock desovante se recomienda:

- ✓ Establecer la veda reproductiva del recurso "carachi amarillo" (*Orestias luteus*) en la cuenca del Lago Titicaca en forma precautorio por un periodo de cuatro (04) semanas para proteger el stock desovante.
- ✓ Realizar posteriormente un seguimiento del proceso reproductivo de esta especie para informar sobre el declinamiento de la curva de desove.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ BOUCHON M., ÑIQUEN M., MORI J., ECHEVARRIA A., CAHUIN S. 2001. Manual de muestreo de la Pesquería Pelágica. Informe Progresivo N° 157 – Noviembre. 14 pp.
- ✓ BUITRÓN B, A PEREA, J MORI, J SÁNCHEZ, ROQUE C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Informe Instituto Mar del Perú. 38(4): 373-383.
- ✓ BUSTAMANTE E, TREVIÑO H. 1980. Descripción de las pesquerías en el Lago Titicaca 1975-1979. Inst. Mar Perú, Puno: 73 p.
- ✓ CANCCAPA J. CAZORLA J. 1990. Estudio histológico de fases de madurez sexual en "carachi amarillo" *Orestias luteus* en la Bahía de puno. Tesis de Pre Grado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. 59 pp.
- ✓ IMARPE. 2008. Anuario Científico Tecnológico IMARPE. Enero – Diciembre. Volumen 8. ISSN 1813-2103. 174:159-161 pp.
- ✓ IMARPE 2009. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2010, Volumen 9: 163-167.
- ✓ IMARPE 2013. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2013, Volumen 13: 169-175.





- ✓ IMARPE. 2016. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2016, Volumen 16: 262-268. ISSN 1813-2103.
- ✓ IMARPE 2019. Sobre grado de explotación de los recursos hidrobiológicos en la cuenca del Lago Titicaca, parte peruana. Opinión Técnico. 14 pp.
- ✓ JOO R., DÍAZ. E. 2017. Tamaño óptimo de muestra para estimar la distribución de tallas y proporción de juveniles de anchoveta por lance a bordo de la flota de cerco peruana. Revista peruana de biología 24(1): 059 - 066 (Abril 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13112>.
- ✓ MALDONADO E., HUBERT N., SAGNES P., DE MÉRONA B. 2009. Morphology-diet relationships in four killifishes (Teleostei, Cyprinodontidae, Orestias) from Lake Titicaca. J. Fish Biol. 74, 502–520. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02140.x>.
- ✓ NORTHCOTE, G. 2000. Ecological interactions among an Orestiide (Pisces: Cyprinodontidae) species flock in the littoral zone of Lake Titicaca. In: Advances in Ecological research: Ancient lakes Biodiversity, Ecology and Evolution (Eds. A. Rossiter & H. Kawanabe), pp. 339-120. Academic Press, N. York.
- ✓ PACA F., PACA R., ATENCIO S., ALFARO R., PACA B., CHURA R. 2002. Desarrollo de programas de pesca artesanal en el ámbito peruano del sistema TDPS. Proyecto PER/98/G-32 Conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca. Subcontrato 24.24. Informe Final. 450 pp. (www.pnud.bo/biodiversidadtdps/proyecto).
- ✓ PACA F., PACA R., ATENCIO S., ALFARO R., PACA B., CHURA R., VILCA J., ARTEAGA F., MARIN R., VEGA R., TARQUI F., ZURITA G. 2003. Programa de Crianza de peces en hábitats de totora – Subcontrato 21.05. Proyecto PER/98/G-32 Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca. IIP Qollasuyo (Perú) & Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (Bolivia). Informe Final. 67 pp. http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/default.html.
- ✓ SARMIENTO J., AZABACHE L., MARIÑO L., HINOJOSA A. 1987. Sinopsis biológica de las Principales Especies Ícticas del Lago Titicaca. OLDEPESCA-Documento de Pesca N° 007. 173 p.
- ✓ TREVIÑO H., TORRES J., LEVY D., NORTHCOTE T. 1984. Pesca experimental en aguas negras y limpias del litoral de la Bahía de puno, Lago Titicaca, Perú. Boletín vol. 8 N° 06, 34 pp.
- ✓ VAZZOLER A.E. 1982. Manual y métodos para estudios biológicos de populacoes de peixes. Reproducción y crecimiento. cnp/pn2, 108 pp.



R. GUEVARA



V. YÉPEZ

Puno, octubre de 2019

RCHC/.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

CONSIDERACIONES REFERENTES A LA VEDA DEL RECURSO "CARACHI AMARILLO" EN CUERPOS DE AGUA ALTOANDINOS DE LA REGIÓN PUNO

La Autoridad Nacional del Agua considera el concepto de cuenca como "Área delimitada por un límite topográfico bien definido (parte aguas). Es una zona geográfica donde las condiciones hidrológicas son tales que el agua se concentra en un punto en particular a partir del cual la cuenca se drena"⁽¹⁾.

Así también, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), plantea que la cuenca hidrográfica incluye el área y los ecosistemas (territorios y ríos menores, aguas subterráneas o acuíferos), y sus interacciones que inciden en el curso de agua, tanto en su cantidad como en su calidad ⁽²⁾.

En tal sentido, debe inferirse como cuenca del Lago Titicaca todo el ámbito geográfico/ hidrológico relacionado con dicho cuerpo lacustre.

Asimismo, entiéndase que el ciclo biológico de las especies acuáticas existentes en el Lago Titicaca, expresan el comportamiento de estas en los cuerpos de agua próximos a su cuenca hidrológica.

Al respecto, se considera que el comportamiento reproductivo del "carachi amarillo" *Orestias luteus* es similar en cuerpos de agua altoandinos de Puno que no pertenecen a la cuenca del Lago Titicaca.

Por consiguiente, se puede considerar la veda para dicho recurso aplicable a los cuerpos de agua de todo el ámbito altoandino de la región Puno.

Callao, setiembre del 2019

SFG-VYP/.

⁽¹⁾<https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/enfoque-de-cuenca>

⁽²⁾https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/cuenca_hidrografica.pdf



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

03

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
LABORATORIO CONTINENTAL DE PUNO
ÁREA DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE LA CONDICIÓN REPRODUCTIVA DEL "CARACHI AMARILLO"
(*Orestias luteus*) EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA
PERIODO (2009 – 2018)



PUNO, JUNIO DE 2019



ESTUDIO DE LA CONDICIÓN REPRODUCTIVA DEL "CARACHI AMARILLO" (*Orestias luteus*) EN LA CUENCA DEL LAGO TITICACA PERIODO (2009 – 2018)

I. INTRODUCCIÓN

El Titicaca, ubicado a 3 810 msnm (es calificado como el lago navegable más alto del mundo, está dividido en dos cuencas lacustres: el Lago Menor y el Lago Mayor (WIRRMAN, 1991). El lago alberga a varios tipos de organismos de flora y fauna, entre ellos peces nativos e introducidos (DEJOUX & ILTIS, 1991). El género *Orestias* es endémico de la cuenca del Lago Titicaca, tiene una distribución entre la provincia de Ancash (Perú) y Antofagasta (Chile), entre los 10° a 22° de LS y dentro la fauna ictiológica existente del lago, se conoce de la presencia de más de treinta especies del género *Orestias*, y entre uno y dos especies del género *Trichomycterus* (SARMIENTO *et al.* 1987).

El género *Orestias*, pertenece a la tribu de los *Orestiini*, subfamilia de los *Orestinae*, familia de los *Cyprinodontidae* según la clasificación de (PARENTI, 1981). De la revisión del género por PARENTI (1984), se reconoce un total de 43 especies en el altiplano andino, 23 especies para el Lago Titicaca (SARMIENTO *et al.* 1987). La taxonomía de "carachi amarillo" *Orestias luteus* fue descrita por Valenciennes, 1846 (TAKAHASHI & MORENO 2015; FROESE & PAULY 2016); vive en asociación principalmente con "carachi gris" *Orestias agassizii* en la zona litoral del lago, entre las plantas sumergidas de 1 a 20 m (BUSTAMANTE & TREVINO 1980; TREVINO *et al.* 1984; NORTHCOTE 2000; IMARPE 2008; 2009).

Entre los aspectos morfológicos del "carachi amarillo" se puede indicar que, presenta el vientre de color amarillo y la cabeza robusta, larga y ancha; de gran altura del cuerpo y el pedúnculo caudal; con ojos relativamente pequeños y carece de escamas en la parte media del vientre (PARENTI, 1984; SARMIENTO *et al.* 1987). Crece a una longitud asintótica de 18,9 cm de longitud total (LT), y con una tasa de crecimiento moderada ($K = 0,93 \text{ año}^{-1}$) lo que permite inferir que el reclutamiento al arte de pesca podría ocurrir entre 0,8 y 1,1 años de edad, y a tamaños de entre 10,1 y 12,3 cm LT respectivamente (IMARPE, 2013). Su alimentación es a base de organismos bentónicos, representados por anfípodos, seguidos de insectos acuáticos, moluscos y zooplancton (SARMIENTO *et al.* 1987; NORTHCOTE 2000; MALDONADO *et al.* 2009; IMARPE 2009; 2016). CANCCAPA & CAZORLA 1990, indican que el "carachi amarillo" es un reproductor parcial de tipo asincrónico.

La pesca de "carachi amarillo" se realiza en forma conjunta con "carachi gris". De los reportes de descargas –desembarques– de la DIREPRO Puno e IMARPE (1981 – 2018), se determinó que la tendencia de la serie muestra un periodo de ascenso gradual entre 1982 y 1987 desde 44,5 t hasta 1 178 t, y a partir de 1988 muestra un periodo de estabilización corta, con una descarga máxima de 1 256 t en 1992. A partir de 1992 se presenta una declinación gradual hasta 228 t (1996), seguida por un periodo de incremento progresivo en las descargas hasta 2005 (652 t) con un pico en el 2001 (860 t). A partir del 2006 hasta 2018 muestra una disminución gradual desde 489 t (2007) hasta 82 t (2018) (IMARPE 2019). Entre 2007 y 2018 los desembarques de "carachi amarillo" mostraron una disminución de 93%, lo que coloca la pesquería de este recurso en situación crítica y/o agotamiento. Las zonas más importantes de desembarques de "carachi amarillo" en la parte peruana del lago, ocurren en las localidades de Barco, Parina y Los Uros de la Bahía de Puno; Ramis y Pusi en la zona Norte; Juli, Villa Ccama y Yunguyo en la zona sur e Isla Anapia en el Lago Pequeño; las mismas que fueron seleccionadas para el muestreo biológico de los desembarques.



C. GAMARRA



J. WASIW



PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

El establecimiento de vedas reproductivas para una especie constituye una medida que se adopta para proteger su stock reproductor durante el principal periodo de desove. Para tal fin, es pertinente que esta medida cumpla los requisitos de periodicidad y oportunidad. Además, debe aplicarse todos los años sin excepción, debiendo tener en cuenta las peculiaridades del ciclo de vida de cada especie y la variabilidad de la ocurrencia de sus fases según la distribución geográfica del recurso.

Desde el año 2009 el Laboratorio Continental del IMARPE – Puno, ha recolectado información biológico-pesquera sobre el "carachi amarillo" en el Lago Titicaca –parte peruana-, lo que ha permitido realizar el presente estudio, a fin de determinar la época de reproducción de dicho recurso.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1 Ámbito

De enero del 2009 a diciembre del 2018 se obtuvo mensualmente muestras biológicas provenientes del desembarque comercial, de las que se tomaron sub-muestras seleccionando 10 ejemplares en cada clase de longitud de 0,5 cm LT considerando todos los rangos de tallas de la captura; siguiendo el procedimiento de JOO Y DIAZ (2017). Las zonas de muestreo fueron a) la Bahía de Puno, b) la Zona Norte del lago, c) la Zona Sur del lago y d) el Lago Pequeño (Figura 1).

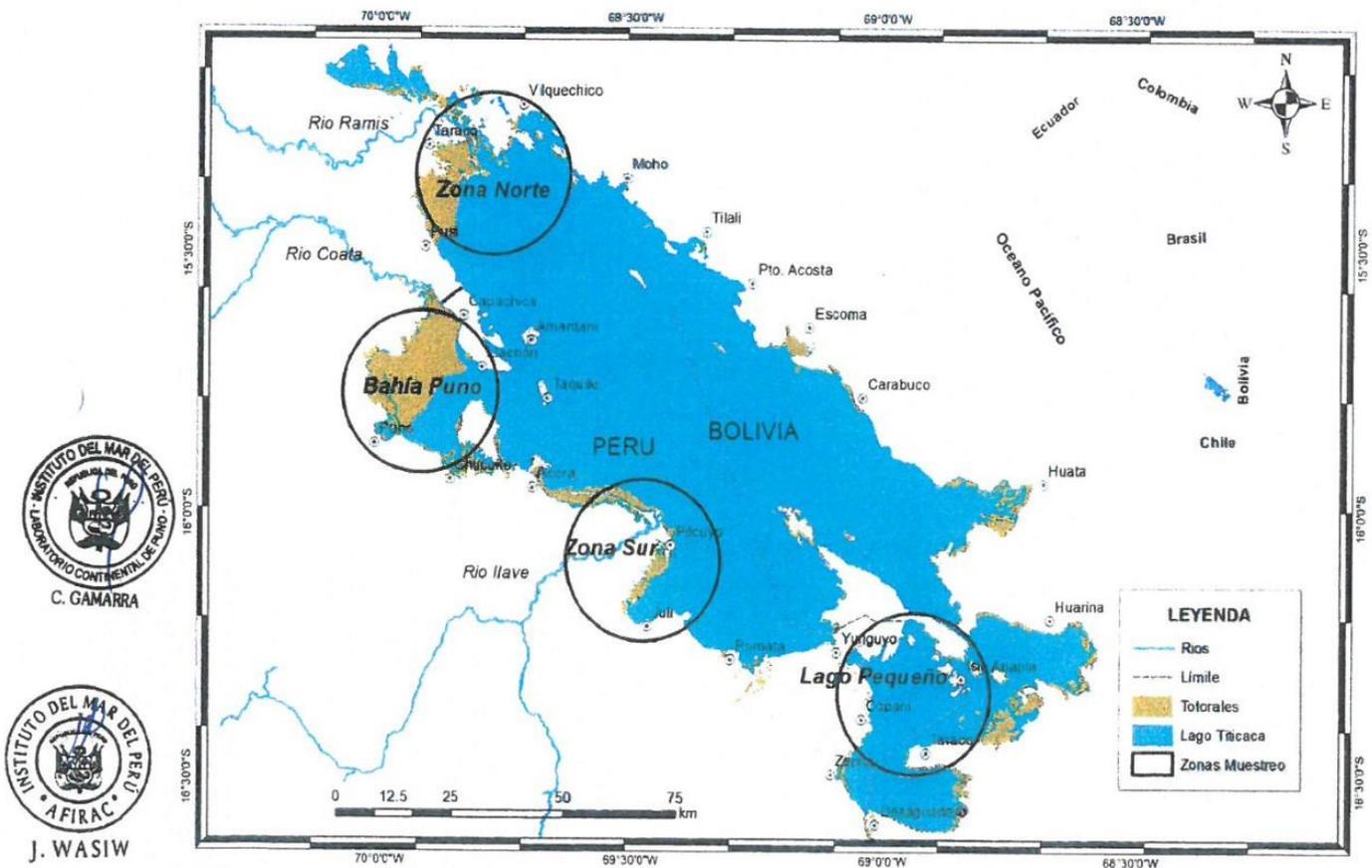


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo del desembarque comercial para "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca (2009 – 2018).



2.2 Información biológica

En los análisis biológicos de las muestras de peces desembarcados, de cada ejemplar se registró la longitud total (LT), peso total (PT), peso eviscerado (PE), y se extrajo la gónada para su pesaje (PG) y sexado. La longitud de cada ejemplar fue registrada mediante un ictiómetro graduado al cm y para el pesaje se utilizó una balanza digital de 0,01 g de precisión.

La catalogación de los Fases de Madurez gonadal (EMS), se realizó acorde con la escala macroscópica definida por Johansen (1924) en BOUCHON *et al.* (2001), que considera ocho (8) fases de madurez gonadal, para ejemplares machos y hembras, los cuales, a su vez, a efectos de facilitar el análisis, se reunieron en 5 grupos tal como se muestra en la Tabla 1.

La determinación de la Madurez gonadal de los peces se realizó de forma directa en laboratorio húmedo.

Tabla 1. Fases de Madurez gonadal de Johansen (1924) para machos y hembras, reunidos en 5 grupos.

Denominación de Johansen	Grupos
I Pre virginal	Virginal
II Virginal	
III Madurante inicial o recuperación	Reposo
IV Madurante	Madurante
V Madurante avanzado o hidratados	
VI Desovante	Desovante* / Expulsante**
VII Parcialmente desovado	
VIII Gastado o reversión ovárica	Recuperación* / Post-expulsante**

Denominaciones con * corresponden a hembras, y denominaciones con ** corresponden a machos

2.3 Análisis de la información

2.3.1 Proporción sexual

Se realizó el análisis de la proporción sexual del número de hembras vs. el número de machos (♀ : ♂), determinando las desviaciones significativas de la razón 1:1 mediante el empleo de la prueba estadística χ^2 (chi-cuadrado). La proporción sexual mensual, se calculó dividiendo el número total de hembras analizadas en todos los meses homónimos del lapso 2009 al 2018, entre el número total de machos analizados en los mismos meses homónimos y en el mismo lapso anual.

2.3.2 Fases de madurez gonadal

En base a la integración en 5 grupos de las fases descritas por Johansen; se elaboraron gráficos, mostrando para cada sexo, la evolución de los promedios interanuales de la frecuencia relativa porcentual mensual; previa discriminación de los individuos del grupo "Virginal".



C. GAMARRA



J. WASIW



2.3.3 Condición reproductiva

El periodo de desove fue determinado mediante los análisis de progresión mensual de: i) las frecuencias relativas de los Fases de madurez gonadal, ii) el Índice Gonadosomático (IGS) promedio y iii) el Índice de Actividad Reproductiva (IAR). Se reconoce actividad reproductiva importante cuando estos índices alcanzan sus más altos valores dentro de un ciclo anual.

El Índice Gonadosomático (IGS) mensual se calculó como el promedio de las muestras interanuales de determinado mes, estando cada muestra compuesta por las razones individuales porcentuales resultantes de dividir el peso de la gónada entre el peso eviscerado de cada espécimen, para lo cual se utilizó la ecuación de BUITRÓN *et al.* (2011). Para el análisis se discriminaron los ejemplares del grupo "Virginal".

$$IGS_{mes} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{PG_i}{PE_i} * 100}{n}$$

Dónde: PG_i es el peso de la gónada (g) y el PE_i el peso eviscerado (g) de cada espécimen i , n es el número total de ejemplares analizados en todos los meses homónimos del lapso 2009 al 2018.

A su vez, el cálculo mensual del índice de Actividad Reproductiva (IAR) para hembras, consideró la fracción porcentual del número de ejemplares correspondientes a los grupos "Madurante" (Fases IV y V) y "Desovante" (Fases VI y VII) entre el número total de hembras adultas (ejemplares en Fases del III al VIII).

$$IAR = \frac{(H_M + H_D)}{H_A} * 100$$

Donde: H_M es el número de hembras en el grupo "Madurante", H_D es el número de hembras en el grupo "Desovante", y H_A es el número total de hembras adultas.

III. RESULTADOS

3.1. Proporción sexual

En base al análisis macroscópico de las gónadas de los ejemplares muestreados se determinó una predominancia altamente significativa de hembras para todo el periodo de estudio (22 555 hembras vs. 15 551 machos; Tabla 2).

En el periodo 2009-2018 en cada mes promedio interanual las hembras presentaron una predominancia altamente significativa ($P \leq 0,01$) (Tabla 2).





"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Tabla 2. Variación mensual de la proporción sexual de "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca.

Mes/Año	Periodo (2009 - 2018)		Total	Prop. Sexual (♀:♂)	χ ²	Significancia
	Hembras ♀	Machos ♂				
Enero	1 548	929	2 477	1,7:1,0	154,2	**
Febrero	1 834	1 147	2 981	1,6:1,0	157,9	**
Marzo	1 793	1 295	3 088	1,4:1,0	80,0	**
Abril	2 041	1 440	3 481	1,4:1,0	103,4	**
Mayo	1 983	1 354	3 337	1,5:1,0	118,2	**
Junio	1 898	1 400	3 298	1,4:1,0	74,9	**
Julio	1 898	1 475	3 373	1,3:1,0	52,8	**
Agosto	1 885	1 528	3 413	1,2:1,0	37,1	**
Septiembre	2 040	1 344	3 384	1,5:1,0	142,7	**
Octubre	1 984	1 377	3 361	1,4:1,0	109,3	**
Noviembre	2 004	1 176	3 180	1,7:1,0	215,1	**
Diciembre	1 647	1 086	2 733	1,5:1,0	114,7	**
Total	22 555	15 551	38 106	1,5:1,0	1287,0	**

(**) Indica diferencia altamente significativa de la proporción sexual 1:1 ($p < 0,01$)

3.2 Condición reproductiva

3.2.1. Fases de madurez gonadal

Las Figuras 2 y 3 muestran la evolución de los promedios mensuales interanuales para el lapso 2009 - 2018 de la frecuencia relativa porcentual de las fases de desarrollo gonadal por sexo.

Las hembras mostraron altas frecuencias relativas en el grupo **Madurante** en enero, mayo, agosto y diciembre, mientras en el grupo **Desovante** en febrero y septiembre y finalmente en el grupo **Recuperación** lo hicieron en junio y noviembre (Figura 2).

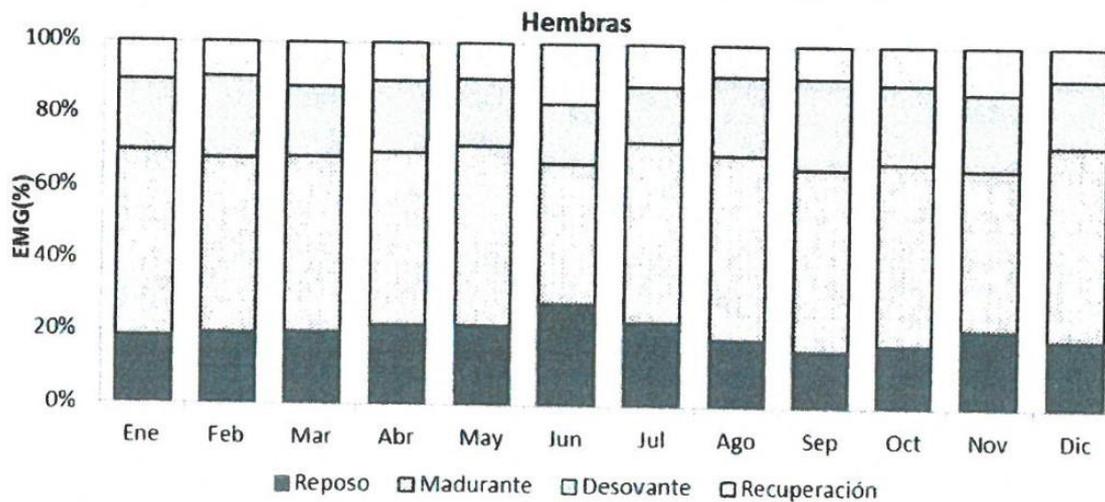


Figura 2. Evolución mensual de los grupos de madurez gonadal de hembras de "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca (2009 - 2018).



C. GAMARRA



J. WASIW



Los machos mostraron altas frecuencias relativas en el grupo **Madurante** en enero, mayo y agosto; en el grupo **Desovante** en marzo, agosto y octubre; y finalmente en el grupo **Post-expulsante** lo hicieron en febrero y octubre (Figura 3).

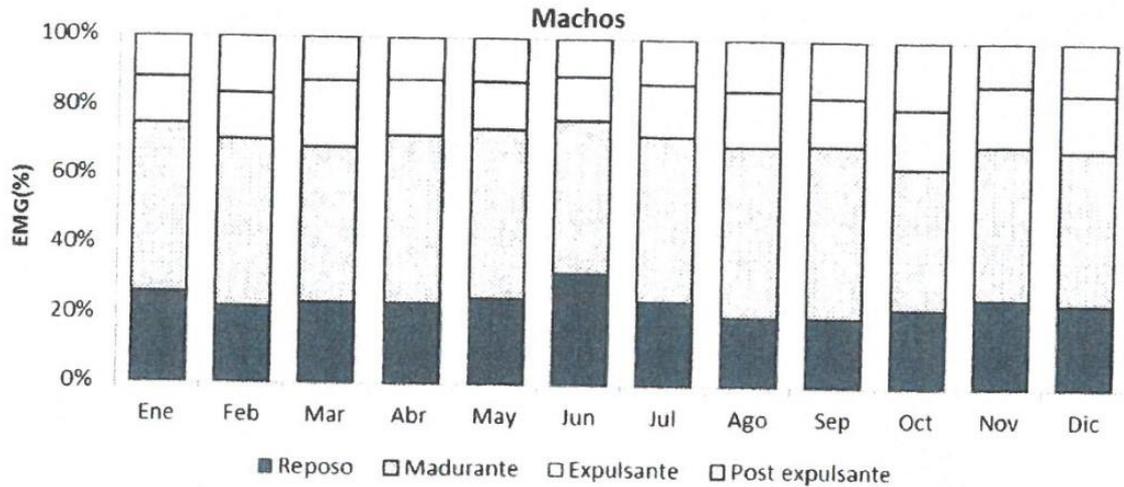


Figura 3. Evolución mensual de los grupos de madurez gonadal de machos de "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca (2009 – 2018).

3.2.2. Índice gonadosomático (IGS)

Los promedios interanuales (periodo 2009 – 2018) del IGS mensual, indican que el "carachi amarillo" tiende a presentar máximos valores de IGS en dos épocas del año. Tanto en hembras como en machos se establecieron los más altos valores de IGS en enero-febrero y en septiembre. El IGS se incrementa progresivamente desde junio hasta septiembre y disminuye hasta noviembre en ambos sexos, luego muestra un segundo incremento desde noviembre (machos) y diciembre (hembras) hasta enero (machos) y febrero (hembras) (Figura 4).

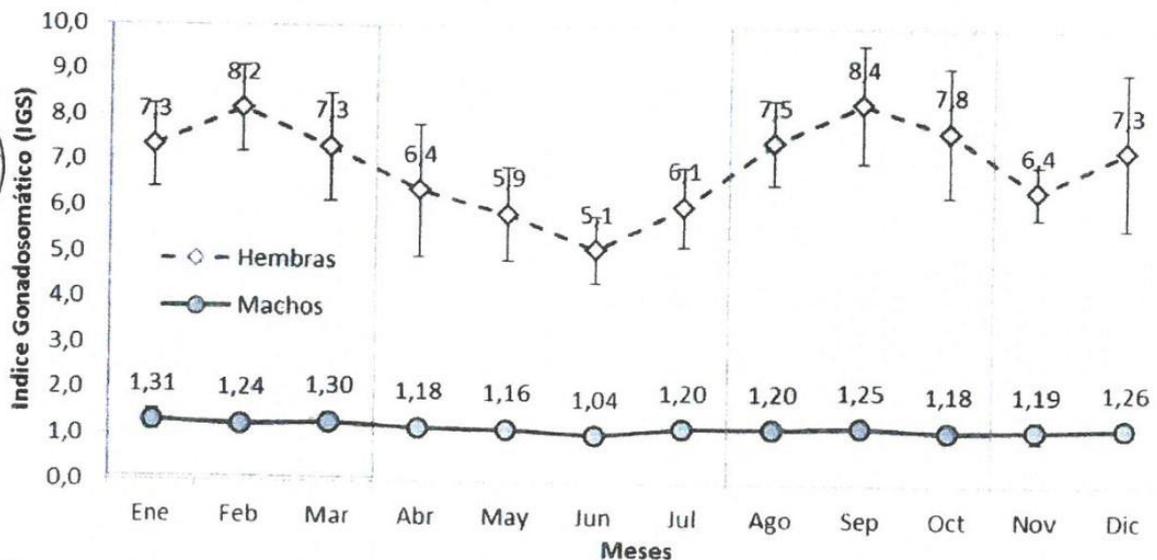


Figura 4. Promedio interanual del IGS mensual por sexos de "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca (2009-2018). Las líneas verticales sobre cada marcador de IGS corresponden a su desviación estándar.



C. GAMARRA



J. WASIW



En base a la evolución del IGS mensual del lapso 2009 - 2018, para el "carachi amarillo" del Lago Titicaca, se puede inferir que, durante el año, el principal periodo de reproducción ocurre de **agosto a octubre**; observándose, además, un periodo secundario de **enero a marzo**.

3.2.3. Índice de actividad reproductiva (IAR)

Del análisis de los valores de IAR, se determinó que son los meses de **septiembre (75,7%)** y **febrero (71%)** los que mostraron la mayor actividad reproductiva del recurso (Figura 5).

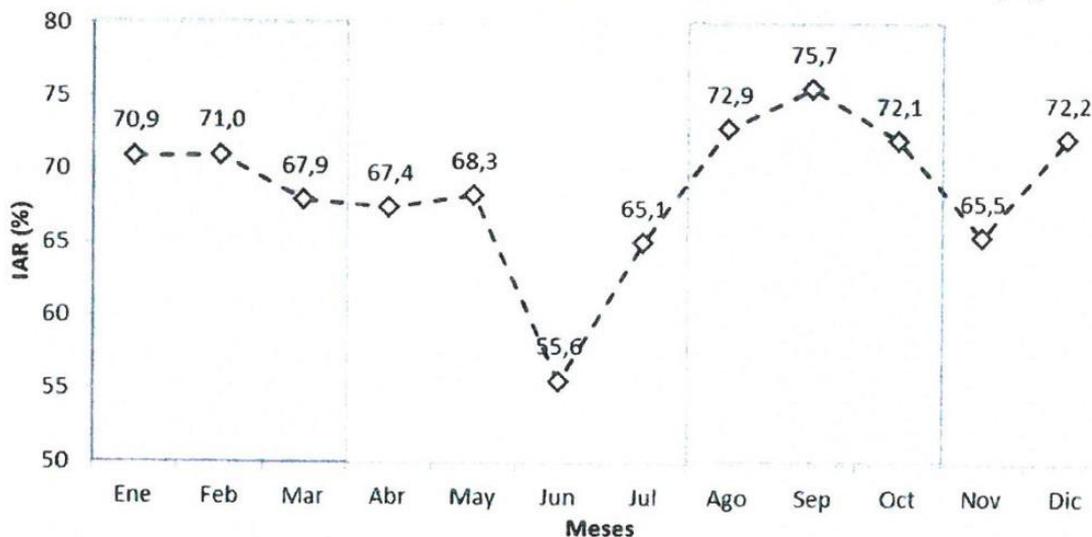


Figura 5. Promedios mensuales interanuales del Índice de Actividad Reproductiva para hembras de "carachi amarillo" *Orestias luteus* en el Lago Titicaca (2009-2018).

Como se aprecia en las Figuras 4 y 5, los promedios interanuales del IGS mensual y el IAR mensual de "carachi amarillo" durante el periodo 2009 - 2018 en el Lago Titicaca presentaron tendencias similares indicando la ocurrencia de dos periodos de desove: uno principal que va de agosto a octubre, y uno secundario de enero a marzo.

IV. DISCUSIÓN

Los valores de IGS e IAR resultantes del muestreo efectuado en el Lago Titicaca en el periodo 2009 y 2018, indican que en el año existen dos periodos principales de desove poblacional de "carachi amarillo": el principal de agosto a octubre y el segundo de enero a marzo. Además, a lo largo de los meses se ha observado estrechos rangos de variación del IGS tanto en hembras (de 5,1% a 8,4%) como en machos (de 1,04% a 1,31%) (Fig. 4), así como la presencia de altos porcentajes de individuos "madurantes" entre 38,9% (junio) y 53,7% (diciembre) en hembras y de 40,9% (junio) a 49,4% (septiembre) (Figuras 2 y 3); lo que demuestra que esta especie se reproduce a lo largo del año (reproducción parcial asincrónica), con dos periodos como los más importantes.

Los estudios de aspectos de la biología reproductiva de "carachi amarillo" para el Lago Titicaca y su cuenca son limitados. LAUZANNE (1991) reportó el valor máximo de IGS entre julio y agosto (9%) y altos porcentaje de hembras maduras y de hembras que acaban de desovar entre septiembre y octubre (83%). Otros trabajos realizados en "carachi amarillo" reportan que la época de reproducción se da entre julio y septiembre (BUSTAMANTE & TREVIÑO 1980, PACA *et al.* 2002) o de agosto a septiembre (PACA *et al.* 2003). En la parte



J. WASIW



boliviana del lago Titicaca la época de desove de "carachi amarillo" corresponde de junio a octubre (ARTEAGA *et al.* 2002).

Los reportes anuales del IMARPE (2007-2008, 2010-2011, 2013-2017) destacan para el "carachi amarillo" la presencia de dos periodos reproductivos bien definidos -similares a los determinados en el presente estudio-, primero de enero a marzo y segundo entre agosto y octubre, considerándose este último como el periodo más importante.

V. CONCLUSIÓN

Para la cuenca del Lago Titicaca, el "carachi amarillo" *Orestias luteus* tiene su principal periodo de reproducción en los meses de agosto, setiembre y octubre.

VI. RECOMENDACIONES

Es pertinente establecer lapsos acerca del inicio y término del periodo de veda reproductiva para el manejo del "carachi amarillo" *Orestias luteus* para la cuenca del Lago Titicaca, relacionadas con los meses en los que el recurso presenta su principal periodo de reproducción.

En tal sentido, se propone:

- ✓ Establecer la veda reproductiva anual del recurso desde inicios de agosto hasta fines de octubre, como periodo permanente en la cuenca del Lago Titicaca.
- ✓ Se debiera considerar la posibilidad de ejecución de monitoreos del estado reproductivo del recurso, en caso de observarse evidencias científicas de cambios en el patrón de maduración gonadal; a fin que como medida de manejo adaptativo adecuar temporalmente la norma a la situación de excepción.
- ✓ Siendo el fin perseguido la conservación del recurso, la aplicación de una norma de esta naturaleza debería acompañarse con la ejecución de acciones y programas de concienciación que propicien su efectivo cumplimiento; tal como de la intensificación de las acciones de control y vigilancia pesquera, a fin de proteger al stock desovante.
- ✓ Se recomienda a la DIREPRO Puno, difundir oportunamente las normas legales que sustenten la instauración de una veda reproductiva para el recurso "carachi amarillo".



C. GAMARRA

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ ARTEAGA F., ZURITA G., VEGA R., MORALES S., SANTIVÁÑEZ R., RAMOS A., SAAVEDRA S. 2002. Desarrollo de programas de pesca artesanal en el ámbito boliviano. Proyecto PER/98/G-32 Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca. Subcontrato 24.24. Informe Final.
- ✓ BOUCHON M., ÑIQUEN M., MORI J., ECHEVARRIA A., CAHUIN S. 2001. Manual de muestreo de la Pesquería Pelágica. Informe Progresivo N° 157 – Noviembre. 14 pp.
- ✓ BUITRÓN B, A PEREA, J MORI, J SÁNCHEZ, ROQUE C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Informe Instituto Mar del Perú. 38(4): 373-383.



J. WASIW



- ✓ BUSTAMANTE E, TREVIÑO H. 1980. Descripción de las pesquerías en el Lago Titicaca 1975-1979. Inst. Mar Perú, Puno: 73 p.
- ✓ CANCCAPA J. CAZORLA J. 1990. Estudio histológico de fases de madurez sexual en "carachi amarillo" *Orestias luteus* en la Bahía de Puno. Tesis de Pre Grado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. 59 pp.
- ✓ DEJOUX D., ILLIS A. 1991. Introducción. In El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento limnológico actual. Dejoux & A. Illis (Eds). OSTOM-HISBOL, La Paz, Bolivia. Pág. 584:31-38.
- ✓ FROESE R., PAULY D. 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (01/2016).
- ✓ IMARPE. 2008. Anuario Científico Tecnológico IMARPE. Enero – Diciembre. Volumen 8. ISSN 1813-2103. 174:159-161 pp.
- ✓ IMARPE 2009. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2010, Volumen 9: 163-167.
- ✓ IMARPE 2013. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2013, Volumen 13: 169-175.
- ✓ IMARPE. 2016. Anuario Científico Tecnológico IMARPE, Enero – diciembre 2016, Volumen 16: 262-268. ISSN 1813-2103.
- ✓ IMARPE 2019. Sobre grado de explotación de los recursos hidrobiológicos en la cuenca del Lago Titicaca, parte peruana. Opinión Técnico. 14 pp.
- ✓ JOO R., DÍAZ. E. 2017. Tamaño óptimo de muestra para estimar la distribución de tallas y proporción de juveniles de anchoveta por lance a bordo de la flota de cerco peruana. Revista peruana de biología 24(1): 059 - 066 (Abril 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13112>
- ✓ LAUZANNE L. 1991. VI.5a Especies nativas: Las *Orestias*. In: C. Dejoux & A. Illis (Eds). El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento limnológico actual. OSTOM-HISBOL, La Paz, Bolivia. 584 p.(Cap.VI): 409-421.
- ✓ MALDONADO E., HUBERT N., SAGNES P., DE MÉRONA B. 2009. Morphology-diet relationships in four killifishes (Teleostei, Cyprinodontidae, *Orestias*) from Lake Titicaca. J. Fish Biol. 74, 502–520. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02140.x>
- ✓ NORTHCOTE, G. 2000. Ecological interactions among an *Orestiide* (Pisces: Cyprinodontidae) species flock in the littoral zone of Lake Titicaca. In: Advances in Ecological research: Ancient lakes Biodiversity, Ecology and Evolution (Eds. A. Rossiter & H. Kawanabe), pp. 339-120. Academic Press, N. York.
- ✓ PACA F., PACA R., ATENCIO S., ALFARO R., PACA B., CHURA R. 2002. Desarrollo de programas de pesca artesanal en el ámbito peruano del sistema TDPS. Proyecto PER/98/G-32 Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca. Subcontrato 24.24. Informe Final. 450 pp. (www.pnud.bo/biodiversidadtdps/proyecto).



C. GAMARRA



J. WASIW



- ✓ PACA F., PACA R., ATENCIO S., ALFARO R., PACA B., CHURA R., VILCA J., ARTEAGA F., MARIN R., VEGA R., TARQUI F., ZURITA G. 2003. Programa de Crianza de peces en hábitats de totora – Subcontrato 21.05. Proyecto PER/98/G-32 Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca. IIP Qollasuyo (Perú) & Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (Bolivia). Informe Final. 67 pp. http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/default.html.
- ✓ PARENTI L. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 168 (4): 334-557.
- ✓ PARENTI L. 1984. A taxonomic revision of the Andean Killfish Genus Orestias (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History 178(2) - December 1983.
- ✓ SARMIENTO J., AZABACHE L., MARIÑO L., HINOJOSA A. 1987. Sinopsis biológica de las Principales Especies Ícticas del Lago Titicaca. OLDEPESCA-Documento de Pesca N° 007. 173 P.
- ✓ TAKAHASHI T., MORENO E. 2015. A RAD-Based Phylogenetics for Orestias fishes from Lake Titicaca. Molecular Phylogenetics and Evolution 93 - August 2015
- ✓ TREVIÑO H., TORRES J., LEVY D., NORTHCOTE T. 1984. Pesca experimental en aguas negras y limpias del litoral de la Bahía de puno, Lago Titicaca, Perú. Boletín vo. 8 N° 06, 34 pp.
- ✓ TREVIÑO H. 2001. Diagnóstico pesquero del lago Titicaca y su cuenca. IMARPE Informe interno, 78 pp.
- ✓ WIRRMANN D., 1991. Capítulo II Morfología y Batimetría. In El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento limnológico actual. Dejoux & A. Iltis (Eds). OSTOM-HISBOL, La Paz, Bolivia. Pág. 584:31-38.



Puno, junio del 2019



J. WASIW

RCHC/SGS/HNL



PERÚ

Ministerio de la Producción



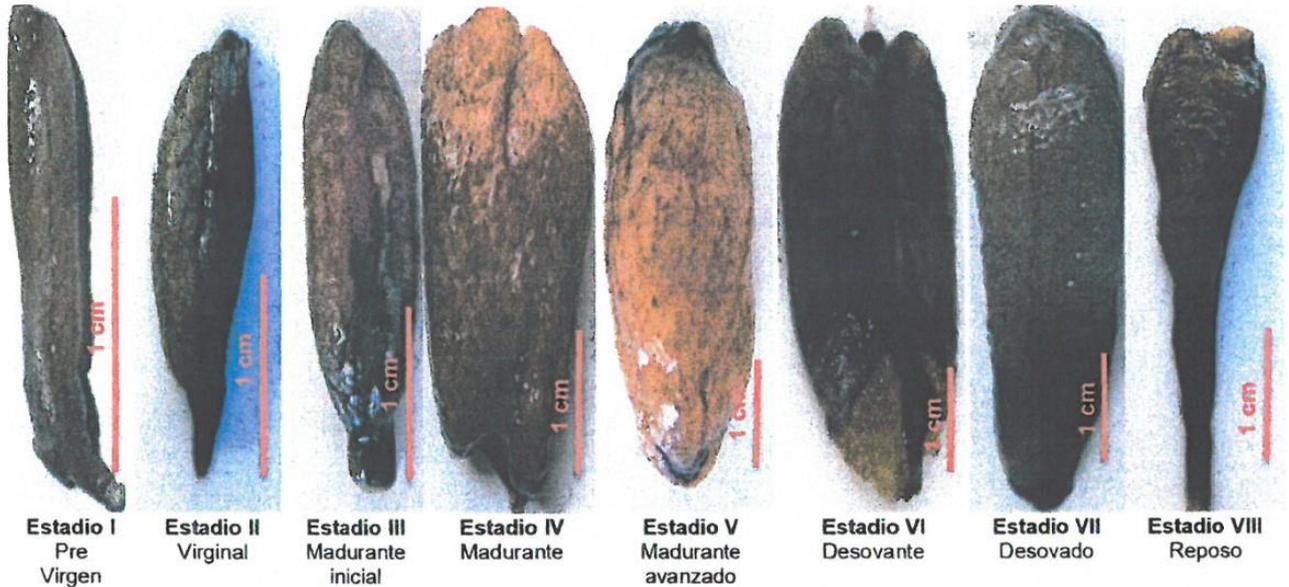
IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ANEXO

Foto 1. Aspecto macroscópico de las gónadas de ejemplares de "carachi amarillo" *Orestias luteus* muestreados del desembarque de capturas provenientes del lago Titicaca, y analizados en el Laboratorio Húmedo del LC Puno: a) Hembras; b) Machos

a)



b)





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres" (2018-2027)
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Foto 2. Extracción de gónada de "carachi amarillo" hembra estadio VI

