

COMPARACIÓN DE BIOMETRIAS EN TRES ESPECIES DE CARACHI (*Orestias luteus*, *O. olivaceus* y *O. agassi*) OBTENIDOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO, PROVENIENTES DEL LAGO TITICACA (Artículo de investigación)

Cardoso G. Ariadne¹, Chávez S. Katherine², Mollericona A. Marcela³

Resumen

El propósito de la presente investigación fue determinar y comparar diferentes medidas biométricas de tres especies de carachis, que fueron muestreados en la ciudad de El Alto, provenientes del Lago Titicaca, dada la dificultad existente en la identificación y diferenciación entre las diferentes especies. Esta investigación tuvo un alcance descriptivo, la fuente de datos fue documental y de campo, según su finalidad fue del tipo aplicada o práctica y transversal. La población de estudio estuvo compuesta por 90 ejemplares; 30 de cada especie comprendidos con 15 hembras y 15 machos. De las medidas obtenidas se calculó los promedios por especie, se realizó la prueba T student con diferentes variables, además se realizó el cálculo del coeficiente de determinación R^2 . Teniendo como resultados que las hembras del carachi negro (*Orestias agassi*) en promedio presentaron mayor longitud total (12,11 cm), furcal (10,63 cm) de cabeza (2,82 cm), peso total (28,53 g) y mayor porcentaje de cabeza (23,42%) mientras que, para la longitud estándar y la altura máxima las hembras del carachi amarillo (*Orestias luteus*) presentaron mayores medidas. Con la prueba T student las especies *O. luteus* y *O. olivaceus* para longitud total presentaron diferencias significativas entre hembras y machos y para la altura máxima en las especies *O. agassi* y *O. olivaceus* también presentaron diferencias significativas. En el caso del coeficiente de determinación, para longitud total y longitud estándar se obtuvo un R^2 igual a 0,90 en *O. agassi* y un R^2 de 0,78 para *O. luteus*, que presentaron una alta relación entre sí y para las variables de longitud total y longitud furcal con un R^2 de 0,81 para la especie *O. agassi*. Se concluye que existen diferencias en cuanto a las medidas morfométricas entre especies y entre hembras y machos.

Palabras clave: *Orestias*, biometría, carachi.

INTRODUCCIÓN

Los *Orestias* son peces endémicos del Lago Titicaca, cuentan con más de 24 especies diferentes (Sarmiento et al., 2009). El carachi negro también llamado *Orestias agassi* tiene una distribución geográfica que abarca a toda la cuenca del lago Titicaca, se distinguen por su coloración variada, que resaltan más en los estadios juveniles. Los ejemplares adultos, son más negros en el dorso y más claras en los flancos y blancos en el vientre. Es capturado conjuntamente con el Carachi amarillo, en zonas donde abunda la vegetación acuática (Apaza, s.f.).

El carachi amarillo conocido como *Orestias luteus* es un pez típico del lago Titicaca, se desplaza verticalmente entre el día (superficie) y la noche (fondo), se alimentan de moluscos y logran alcanzar tallas de 22 centímetros y un peso de 130 gramos. Se reproduce entre los meses de invierno. Sus poblaciones han sufrido una importante disminución a causa de las especies introducidas como el pejerrey y también por una pesca inadecuada (Apaza, s.f.).

¹ Estudiante, octavo semestre, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5027-3094>. ariadnecardoso0123@gmail.com

² Estudiante, octavo semestre, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3332-5838>. kjchavez1@umsa.bo

³ Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8243-781X>. marcela.mollericonaalfaro@yahoo.com

Orestias olivaceus según Castañón (2002) citado por Mendoza-Mamani (2008), tiene el cuerpo de color amarillo con pequeñas manchas tipo leopardo, en su cabeza cuenta con parásitos muy pequeños que hasta la fecha no han sido identificados, de todas formas, es consumida tanto en muchos lugares rurales y urbanos. Es la especie menos cotizada en los mercados, por lo tanto, su precio es bajo.

Apaza (s.f.) indica que la población de este género fue disminuyendo desde 1941 que fue el año que se introdujo la trucha donde muchas especies se perdieron y otras se encuentran en peligro de extinción. Este desequilibrio ecológico se atribuye a diferentes factores como:

- Depredación por aves, peces (trucha y pejerrey) y algunos sapos.
- Competencia (por el alimento y el hábitat).
- Sobrepesca, ejercida por una población creciente de pescadores.
- Baja tasa de fecundidad.

Según el Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano en 2003, las principales características de los *Orestias* son las siguientes:

- Ausencia de aletas ventrales en todas las especies.
- La línea lateral clara, uniforme y consiste en una hilera regular de escamas perforadas y ranuradas a lo largo del canal sensorial.
- Las espinas y los ganchos que se encuentran en las escamas ctenoideas y los radios; existen en menor número y en menor grado en las hembras maduras.
- Cuentan con una sola gónada (ovario, testículo).
- Tiene dos aletas pectorales, una dorsal posterior, una anal y una caudal. La aleta anal y dorsal se encuentran a la misma altura.
- La aleta pectoral se inicia al final del opérculo.

Huaycho y Quispe (2018) presentaron su investigación sobre “Biometría del carachi negro (*Orestias agassi*) comercializados en la zona del Cementerio general de la ciudad de La Paz”, analizaron 32 ejemplares, hembras y machos obteniendo los resultados de un peso promedio en machos 38,26+/- 6,88 gr y hembras 40,10+/- 9,99 gr demostrando que las hembras poseen un peso corporal mayor al de los machos, además de la longitud total promedio de machos 13,26+/- 0,87 y de las hembras 13,62+/- 1,21 y una longitud estándar promedio en machos es de 11,38+/- 0,76 y de las hembras un promedio de longitud estándar de 11,76+/- 1,10.

Por tanto, este trabajo tuvo el objetivo de comparar las medidas biométricas de las tres especies de carachis: *Orestias agassi*, *Orestias luteus* y *Orestias olivaceus*, por motivo de la dificultad existente por las personas, al momento de realizar la identificación, tomando en cuenta: la longitud total (Lt), longitud estándar (Le), longitud furcal (Lf), altura máxima (A máx.), longitud de la cabeza (Lc) y también el peso de las tres especies, esto para facilitar su identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Los pescados se adquirieron de la ciudad de El Alto en el mes de abril del 2023, teniendo una muestra de 30 por especie y un total de 90 pescados. Los peces fueron obtenidos de la Av. Juan Pablo segundo y calle 1 Tunari, El Alto. 30 pescados del género *Orestias agassi* o carachi negro, 30 pescados del género *Orestias luteus* o carachi amarillo y 30 pescados del género *Orestias olivaceus* o carachi enano. Cada

muestra por especie contó con 15 hembras y 15 machos, respectivamente. Mediante consulta directa a la vendedora, se verificó que los pescados provenían del Lago Titicaca.

Metodología

Este trabajo tuvo un alcance descriptivo. La fuente de datos fue documental y de campo, según su finalidad es del tipo aplicada o práctica, con una evaluación del tipo transversal. Para el análisis estadístico del presente artículo se utilizó los softwares Excel de Microsoft y el programa Infostat 2019. Para su medición se utilizó una cinta métrica y para su pesaje se utilizó una balanza eléctrica. En todo momento se manejó al pescado con guantes por temas de bioseguridad.

De cada especie se realizó todas las medidas especificadas en la Figura 1 añadiendo el pesaje total (Pt). Se midió: longitud total (Lt) que consiste en medir desde el extremo de la boca hasta la punta de la cola, longitud estándar (Le) que consiste en medir desde el extremo de la boca hasta la raíz de la cola, longitud furcal (Lf) que consiste en la medida del extremo de la boca hasta la separación de la cola, longitud de la cabeza (Lc) que consiste en la medida del extremo de la boca hasta donde termina el opérculo del pez y la altura máxima (A máx.) que consiste en medir la parte más alta del pescado.

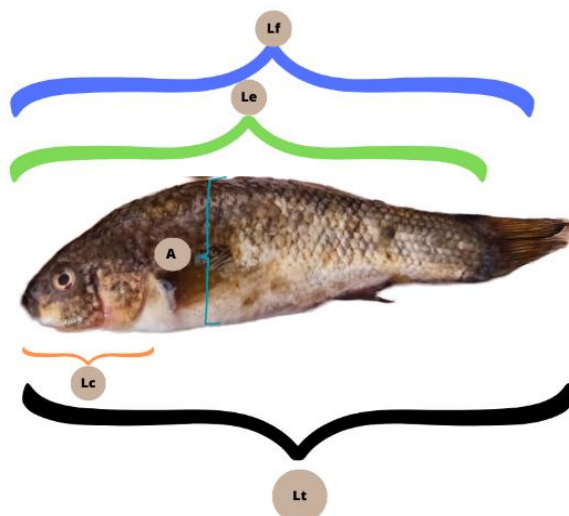


Figura 1. Medidas biométricas. Nota. Longitud total (Lt), Longitud furcal (Lf), Longitud estándar (Le), Longitud cabeza (Lc), Altura máxima (A).

Se utilizó la prueba de t de student en el programa de Infostat para la comparación de los resultados entre hembras y machos por cada especie (*O. luteus*, *O. olivaceus*, *O. agassii*) tomando en cuenta las variables de longitud total (Lt), altura máxima (A máx.) y longitud de cabeza (Lc), esto para poder determinar si existen diferencias significativas. Además, se determinó el coeficiente de determinación con sus respectivos gráficos para las medidas ya mencionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La especie de mayores dimensiones según las medidas recolectadas es la hembra del carachi negro (*Orestias agassii*) que presenta una longitud total (Lt) de 12,11 centímetros, una longitud furcal (Lf) de 10,63 centímetros, la longitud de la cabeza (Lc) de 2,82 centímetros, un peso total de 28,53 gramos y el porcentaje de cabeza respecto a su longitud con un total de 23,42%. Para la longitud estándar y la altura máxima la hembra del carachi amarillo (*Orestias luteus*) es la que presenta mayor medida.

Tabla 1. Medidas biométricas en 3 especies de *Orestias* (*luteus*, *olivaceus*, *agassi*).

	Promedio	Lt (cm)	Lf (cm)	Le (cm)	Lc (cm)	A. máx. (cm)	Pt (g)	Cabeza (%)
M	<i>O. luteus</i>	10,28	9,45	9,2	2,35	3,22	23,33	22,91
	<i>O. olivaceus</i>	8,22	7,44	6,83	1,35	2,16	9,2	16,53
	<i>O. agassi</i>	11,5	10,18	9,63	2,5	2,81	23,46	21,72
H	<i>O. luteus</i>	11,16	9,72	10,55	2,36	3,4	27,73	21,14
	<i>O. olivaceus</i>	8,86	8,35	7,72	1,48	2,42	11,26	16,74
	<i>O. agassi</i>	12,11	10,63	10,29	2,82	3,2	28,53	23,42

Nota. M (macho), H (hembra), Lt (longitud total), Lf (longitud furcal), Le (longitud estándar), Lc (longitud cabeza), A. máx. (altura máxima), Pt (peso total).

Las hembras de las dos especies (*Orestias agassi* y *Orestias luteus*) fueron las que tuvieron mayor talla y peso en todas las variables consideradas presentadas en la tabla 1 (Pt, Lt, Le, Lf, Lc, A. max y % cabeza). Flores (2013), indica que en el género *Orestias* las hembras son de mayor magnitud que los machos coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Según M. Gutiérrez (comunicación personal, marzo de 2023) las hembras presentan mayor longitud total, mayor altura y su cabeza normalmente es más grande; la última característica se atribuye que sea posible por la presencia de parásitos en esta especie, siendo las hembras usualmente las más parasitadas. Ellas dejan sus ovas en la totora y se quedan vigilando para que las mismas no sean devoradas. Siendo así, que las hembras solo tienen a disposición caracoles para su alimento.

Para Altamirano et al. (2020), los caracoles son el primer hospedero intermediario del *Diplostomum*, la hembra ingiere el caracol y se convierte en el segundo hospedero del *Diplostomum* por lo cual este parásito se convierte en metacercaria y migra al cerebro del pez. Haciendo así a la hembra más predisponente que el macho a tener mayor tamaño de la cabeza en relación a su cuerpo.

Tabla 2. Prueba T student Largo total (Lt).

Obs(1)	Obs(2)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
M	H	15	-0,89	10,28	11,17	0,70	-4,87	0,0002
M	H	15	-0,66	8,23	8,89	0,88	-2,90	0,0116
M	H	15	-0,61	11,51	12,11	1,15	-2,04	0,0604

Nota. Obs. (observación), M (macho), H (hembra), N (número de datos), DE (desviación estándar).

Realizada la prueba T de student presentada en la Tabla 2 para las tres especies se puede indicar que obteniendo un valor p de la especie *Orestias luteus* de 0,0002 las hembras presentan diferencias significativas con respecto a la longitud total de los machos. En el caso de la *Orestias olivaceus* se puede indicar que el valor p es 0,0116 por lo tanto las hembras presentan diferencia con respecto a la longitud total de los machos. Por último para la especie *Orestias agassi* obteniendo el valor de p igual a 0,0604, se tiene que las hembras no presentan diferencias significativas con respecto a la longitud total de los machos.

Tabla 3. Prueba T student Altura máxima (A máx.).

Obs(1)	Obs(2)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
M	H	15	-0,18	3,22	3,40	0,42	-1,67	0,1174
M	H	15	-0,26	2,17	2,43	0,26	-3,89	0,0016
M	H	15	-0,39	2,81	3,21	0,56	-2,74	0,0160

Nota. Obs. (observación), M (macho), H (hembra), N (número de datos), DE (desviación estándar).

En la Tabla 3 realizada la prueba t de student se obtuvo que en la especie *Orestias luteus* no presenta diferencia significativa respecto a la altura de hembras y machos teniendo un valor de p de 0,1174, en la especie *Orestias olivaceus* la prueba T student dió un valor de p de 0,0016 indicando que hay una

diferencia significativa respecto a la altura de hembras con machos. Por último, para la especie *Orestias agassi* la prueba realizada dio un valor de p de 0.0160 lo cual indica que existe una diferencia estadística respecto a la altura de hembras y machos.

Tabla 4. Prueba T student Longitud de cabeza (Lc).

Obs(1)	Obs(2)	N	Media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
M	H	15	-0,01	2,35	2,36	0,25	-0,10	0,9207
M	H	15	-0,13	1,35	1,48	0,21	-2,31	0,0364
M	H	15	-0,33	2,50	2,83	0,47	-2,68	0,0181

Nota. Obs. (observación), M (macho), H (hembra), N (número de datos), DE (desviación estándar).

En la Tabla 4 se puede observar los datos obtenidos al realizar la prueba T student para longitud de cabeza de hembras y machos obteniendo los siguientes resultados: para la especie *Orestias luteus* indica que no existe diferencias estadísticas respecto a la longitud de cabeza de machos y hembras mientras que para la especie *Orestias olivaceus* si hay diferencias, así como para la especie *Orestias agassi* existen diferencias significativas respecto a la longitud de cabeza de hembras y machos.

Por último, se calculó el coeficiente de determinación (R^2) presentado en la Tabla 5 para comprobar si las variables Lt (largo total), A máx. (altura máxima), Pt (peso total), Le (longitud estándar), Lf (longitud furcal), de las tres especies analizadas están relacionadas, para esto se tomó a hembras y machos para cada especie.

Tabla 5. Comparación de relación por especie *O. luteus*, *O. olivaceus* y *O. Agassi*.

Variabes	Especie	R ²
Lt-A. máx.	<i>O. luteus</i>	0,197
	<i>O. olivaceus</i>	0,1393
	<i>O. agassi</i>	0,1836
Lt-Pt	<i>O. luteus</i>	0,3833
	<i>O. olivaceus</i>	0,1196
	<i>O. agassi</i>	0,5024
Lt-Le	<i>O. luteus</i>	0,7823
	<i>O. olivaceus</i>	0,4734
	<i>O. agassi</i>	0,908
Lt-Lf	<i>O. luteus</i>	0,3047
	<i>O. olivaceus</i>	0,4303
	<i>O. agassi</i>	0,8159
Le-Pt	<i>O. luteus</i>	0,4796
	<i>O. olivaceus</i>	0,2426
	<i>O. agassi</i>	0,5501
A. máx.-Pt	<i>O. luteus</i>	0,531
	<i>O. olivaceus</i>	0,2745
	<i>O. agassi</i>	0,3666

Nota. R^2 = coeficiente de determinación, Lt (longitud total), Pt (peso total), Le (longitud estándar), Lf (longitud furcal), Pt (peso total), A máx. (altura máxima).

En la Tabla 5 se observa los coeficientes de determinación obtenidos para cada especie donde los valores con más relevancia obtenidos son: para longitud total (Lt) y longitud estándar (Le) en la especie *O. luteus* el R^2 obtenido fue de 0,7823 y para la especie *O. agassi* el R^2 fue de 0,908. Y en el caso de longitud total y longitud furcal (Lf) el que presenta relevancia es de la especie *O. agassi* con un R^2 obtenido igual a 0,8159.

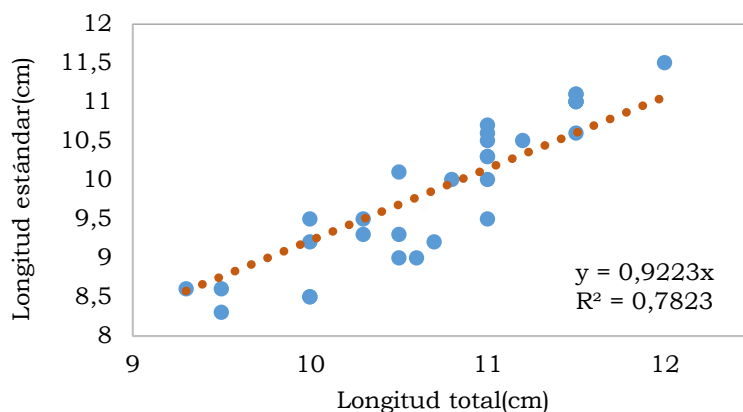


Figura 2. Relación longitud total (Lt)-longitud estándar (Le) para la especie *O. luteus*.

En la Figura 2 se puede observar para la especie *O. luteus*, un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,7823$, este muestra que el largo total tiene un 78% de relación respecto a la longitud estándar de la especie, lo cual indica que el largo total influye considerablemente respecto a la longitud estándar. Huaycho y Quispe (2018) en su estudio sobre biometría del carachi negro *O. agassi* consiguieron los resultados para correlación de las variables longitud total y longitud estándar en la especie *O. agassi* con un $R = 0,973$ indicando que a mayor longitud estándar se tendrá mayor longitud total

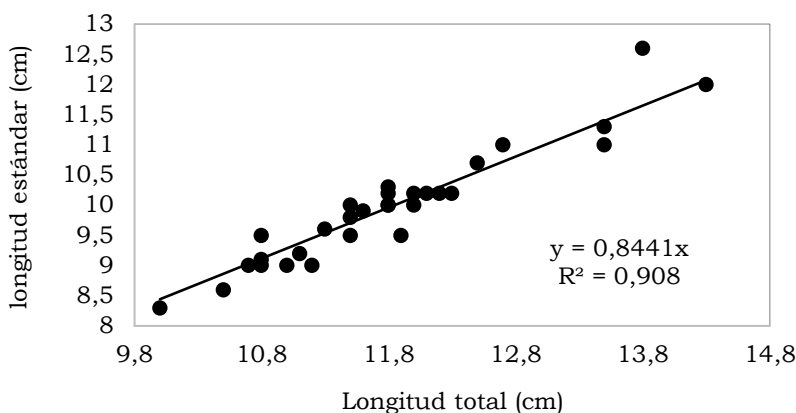


Figura 3. Relación Longitud total (Lt)-longitud estándar (Le) para *O. agassi*.

En la Figura 3 se puede observar la relación entre la longitud total y la longitud estándar de la especie *O. agassi*, obteniendo el R^2 más alto que es 0,908, este tomando en cuenta las medidas de hembras y machos. Esta indica que, a mayor longitud total, la longitud estándar será mayor.

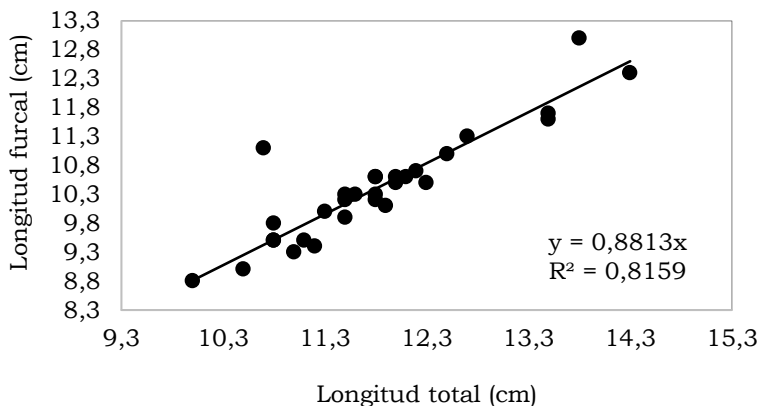


Figura 4. Gráfico determinación longitud total-longitud furcal de *O. agassi*.

En la Figura 4 se observa la relación de longitud total y longitud furcal de la especie *O. agassi* que se describe con un R^2 de 0,8159, teniendo que a mayor longitud total se presentará mayor longitud furcal. Este coeficiente de determinación es el que presenta mayor relevancia para longitud total y longitud furcal.

CONCLUSIONES

Se analizó un total de 90 ejemplares: 30 de la especie *Orestias luteus*, 30 de la especie *Orestias olivaceus* y 30 de la especie *Orestias agassi* los resultados obtenidos con mayor relevancia son para largo total en *O. agassi* con 11,5 cm para machos y para hembras 12,3 cm en promedio, en el caso de altura máxima las hembras de la especie *O. luteus* obtuvo el máximo con 3,4 cm promedio seguido de hembras la especie de *O. agassi* con 3,2 cm.

Para las especies con menores medidas promediadas fueron *O. olivaceus* con 7 cm para machos y 7,1 cm para hembras en longitud total, para altura máxima las especies que presentaron menores medidas fueron *O. olivaceus* para machos con un promedio de 1,8 cm. Para el peso total las especies que presentaron mayores pesos promedio fueron las hembras de *O. agassi* con un peso promedio de 28,53 g seguido de las hembras de la especie *O. luteus* con un peso de 27,73 g.

Con la prueba T student se comprobó que en el caso de las especies *O. luteus* y *O. olivaceus* para longitud total presentan diferencias significativas entre hembras y machos, al contrario de *O. agassi* que no presenta diferencias significativas de hembras y machos. En el caso de la prueba T student para la variable altura máxima de hembras y machos, en las especies *O. agassi* y *O. olivaceus* presentan diferencias significativas machos y hembras al contrario de *O. luteus* que no presenta diferencias significativas entre machos y hembras.

Por último, mediante el coeficiente de determinación, se puede indicar que las variables que presentan mayor relación por especie sin separar machos de hembras son: para longitud total y longitud estándar con un R^2 (coeficiente de determinación) de 0,90 *O. agassi* y para *O. luteus* con un R^2 de 0,78 y para las variables de longitud total y longitud furcal con un R^2 de 0,81 para la especie *O. agassi*.

BIBLIOGRAFÍA

Altamirano-Aguilar, S., Apaza, B., Beltrán-Loredo, L., Gorriti-Leaño, M., Mendiola-Barrios, H., Molio-Poma, M., Pacosillo-Condori, M. & Quispe-Apaza, L. (2020). Incidencia de *Diplostomum spp.* en el Karachi. *Revista Estudiantil Agro-Vet* vol, 4 no. 1. <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/13/12>

Apaza (s.f.). Reproducción artificial de peces nativos de la Cuenca del Lago Titicaca. Dirección regional del área de la producción-Puno, PRODUCE. https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA_OTRO/difusion-publicaciones/pepa-puno/MANUAL%20REPRODUCCION%20SPP%20NATIVAS_saman.pdf

CIDAB, (2003). Guía técnica reproducción y crianza de género *Orestias*. Asociación IIP Qollasuyo – CIDAB. Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano. <https://docplayer.es/27464056-Asociacion-iip-qollasuyo-cidab-subcontrato-programa-de-crianza-de-peces-en-habitats-de-totora-peru-bolivia-guia-tecnica.html>

Flores-Arzabe, A. (2013). Ecomorfología y ecología alimentaria del género *Orestias* (pisces cyprinodontiformes) en la puna xerofítica de la provincia de sud Lípez, Potosí Bolivia. [Tesis de grado,

Universidad Mayor de San Andrés]. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-05/010066594.pdf

Huaycho, E. y Quispe M. (2018). Biometría del Carachi Negro (*Orestias Agassii*) comercializados en la zona del Cementerio General de la ciudad de La Paz. *Revista Estudiantil AGRO - VET*, 2(2), 213-219 <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/download/95/87>

Mendoza-Mamani, F. (2008). Evaluación del procesamiento ecológico de caviar con ovas de carachi enano (*Orestias olivaceus*) [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4399/T-1230.pdf?sequence=1>

Sarmiento, J., Barrera, S., De la Barra, E., & Maldonado, M. (2009). Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia. https://www.researchgate.net/profile/Luis-Aguirre-20/publication/298784137_Libro_rojo_de_la_fauna_de Vertebrados_de_Bolivia/links/571e1f5508aed056fa226575/Libro-rojo-de-la-fauna-de-vertebrados-de-Bolivia.pdf