

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Escuela Profesional de Biología**



**EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD DE OVAS DE SUCHE  
(*Trichomycterus rivulatus*) EN DOS TIPOS DE INCUBADORAS**

**TESIS  
PRESENTADA POR:**

**Br. CHARLES PABLO AVILA CHARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA MORTALIDAD DE OVAS DE SUCHE (*Trichomycterus rivulatus*) EN DOS TIPOS DE INCUBADORAS

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. CHARLES PABLO AVILA CHARCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 DE JULIO DEL 2017

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

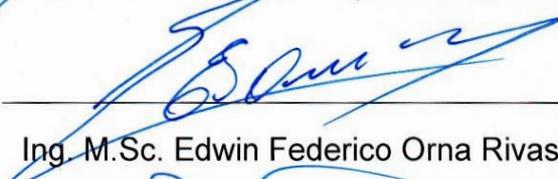
PRESIDENTE

:

  
Ing. M.Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo

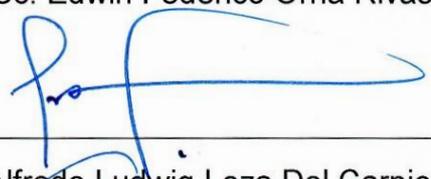
PRIMER MIEMBRO

:

  
Ing. M.Sc. Edwin Federico Orna Rivas

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
M.Sc. Alfredo Ludwig Loza Del Carpio

DIRECTOR DE TESIS

:

  
Blgo. Herminio René Alfaro Tapia

ASESOR DE TESIS

:

  
M.Sc. María Elena Suaña Quispe

AREA: CIENCIAS BIOMEDICAS

LINEA: ACUICULTURA

TEMA: TECNOLOGIA DE CONSERVACION DE RECURSOS PESQUEROS



**DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación de tesis A las personas que supieron darme su apoyo incondicional, mis hermanos y hermanas.*

*A mi Padre: Pablo Avila Vivanco quien desde el cielo ilumina mi sendero, la Sra. Julia por darme la vida por el amor incondicional y Hermanos, quienes fueron el motor y empuje a seguir en un ambiente de perseverancia y superación, por alentarme para lograr los objetivos de mi vida.*

*A mi Hijo, quien supo enseñarme que la alegría todo lo convierte en oro.*

## AGRADECIMIENTO

- Al Coordinador y personal del IMARPE (Instituto del Mar del Perú), por su apoyo en todo el transcurso de mi trabajo de investigación.
  
- A mi hermana Ruth Bertila Avila Charca, por sus consejos oportunos que han sido primordiales en el logro de mis aspiraciones.
  
- Al M.Sc. Alfredo Loza del Carpio, sus valiosas sugerencias han contribuido a la mejora de mi trabajo de tesis.
  
- Al Ing. Ernesto Yujra Flores, sus sugerencias y exigencias han marcado el perfil de mi objetivo académico.
  
- A mi Director de tesis Blog. Herminio Rene Alfaro Tapia, por su valioso apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación.
  
- A mi asesor de tesis Lic. María Elena Suaña Quispe, su apoyo constante ha contribuido al logro de esta meta trazada.
  
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – Puno, por la motivación y enseñanzas impartidas durante mi formación académica.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE CONTENIDO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Generalidades .....	3
2.2. Marco teórico y conceptual .....	5
2.2.1. Marco teórico .....	5
2.3. Marco Conceptual .....	11
III. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.1. Determinación de mortalidad de ovas de “Suche” <i>Trichomycterus rivulatus</i> en dos tipos de incubadoras. ....	13
3.3. Monitoreo de los parámetros físico-químicos en dos sistemas de incubadoras. ....	19
3.4. Método experimental .....	19
3.4.2. Equipos y materiales.....	20
IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.1. Porcentaje de mortalidad de ovas de suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) en las incubadoras del sistema Veys de flujo ascendente. ....	23
5.2. Porcentaje de mortalidad de ovas de suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) en las incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar). ....	25
5.3. Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) en los sistemas de incubación Veys y Willanson. ....	27
5.4. Parámetros temperatura, pH y oxígeno en el desarrollo de las ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ), en dos tipos de incubadoras.....	29
CONCLUSIONES .....	35
RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA .....	37
ANEXOS .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema de distribución de unidades experimentales.....	19
Tabla 2. Porcentajes de mortalidad (%) de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según estadio de desarrollo en incubadoras 01 (Sistema Veys de Flujo Ascendente) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	23
Tabla 3. Mortalidad de ovas de suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) en el sistema de incubación Veys, según días de incubación investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	24
Tabla 4. Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según estadio de desarrollo en incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	25
Tabla 5. Mortalidad de ovas de suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) en el sistema de incubación - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	27
Tabla 6. Comparación de porcentaje de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según tipo de incubadoras Veys y Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	28
Tabla 7. Temperatura (°C) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	30
Tabla 8. Grados día para diferentes estadios embrionarios en sistema Veys - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	31
Tabla 9. Grados día para diferentes estadios embrionarios en sistema Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	31
Tabla 10. Oxígeno disuelto (mg/l) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	32
Tabla 11. pH (unidades) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación fotográfica del Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) Fuente: (Atencio.2000) .....	5
Figura 2. Diagrama de funcionamiento de incubadora tipo Veys, Fuente propia.....	13
Figura 3. Diagrama de funcionamiento de incubadora Willanson (Fuente propia).....	14
Figura 4. Diagrama de captura del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ), Fuente propia....	15
Figura 5. Diagrama del flujo del método volumétrico. (Fuente propia).....	17
Figura 6. Diagrama de flujo de la reproducción artificial del “Suche” <i>Trichomycterus rivulatus</i> (Fuente propia) .....	18
Figura 7. Mapa de ubicación de zona de captura de reproductores de <i>Trichomycterus rivulatus</i> .....	22
Figura 8. Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según estadio de desarrollo en incubadoras 01 (Sistema Veys de Flujo Ascendente) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	24
Figura 9. Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según estadio de desarrollo en incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	26
Figura 10. Comparación de porcentajes de mortalidad de ovas de Suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) según tipo de incubadoras Veys y Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	28
Figura 11. Temperatura (°C) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	30
Figura 12. Oxígeno disuelto (mg/l) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	33
Figura 13. pH (unidades) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche ( <i>Trichomycterus rivulatus</i> ) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) .....	34
Figura 14. Diagrama del flujo del sistema de recirculación de agua (SRA) utilizado en la incubadora de ovas de suche. - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE).....	45

Figura 15. Etapas del desarrollo embrionario de la trucha arco iris considerando el prototipo para peces teleósteos .....	45
Figura 16. Lavado de la incubadora tipo Willanson (flujo laminar) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO.....	54
Figura 17. Armado de los bastidores para el acuario tipo Willanson - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO.....	54
Figura 18. Instalación del acuario Willanson - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO .....	54
Figura 19. Proceso de Armado e instalación de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO.....	55
Figura 20. Proceso de limpiado de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO .....	55
Figura 21. Proceso de funcionamiento de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO .....	55
Figura 22. Panel de proceso de reproducción artificial del Suche.....	56
Figura 23. Panel de proceso de homogenización de las ovas fecundadas del Suche .....	56
Figura 24. Panel de proceso de conteo de ovas método volumétrico reproducción artificial del Suche .....	56
Figura 25. Panel de proceso de conteo de ovas Muertas del Suche.....	57
Figura 26. Panel fotográfico de un termostato.....	57

## RESUMEN

El estudio “Evaluación de la mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en dos tipos de incubadoras”, se realizó en el Laboratorio Regional del Instituto del Mar del Perú-Puno (IMARPE). Se inició el 19 de Octubre y concluyó el 28 de Diciembre del 2015, Los objetivos fueron: 1) determinar el porcentaje de mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*), en incubadoras del sistema Veys de flujo ascendente. 2).Determinar el porcentaje de mortalidad de ovas en incubadoras del sistema Willanson de flujo laminar, 3).Monitorear los parámetros de temperatura, pH y oxígeno en el desarrollo de las ovas de suche en dos sistemas de Incubadoras. El estudio fue experimental, la incubación se realizó en dos tipos de incubadoras Veys de 2.2 litros de capacidad con un caudal de 0.020 L/seg, la cantidad de ovas por litro fue 1800 unid/L, en la incubadora tipo Willanson con capacidad de 89 L/seg fue de 4000 ovas por bastidor, se aplicó un sistema de recirculación de agua, se registró la mortalidad total en cada incubadora en los estadios de ova inicio, formación de ojos y eclosión, los parámetros de temperatura, pH y oxígeno se registraron utilizando un equipo multiparámetro; el análisis estadístico fue análisis de varianza y prueba de Tukey. Los resultados fueron: la mortalidad acumulada instantánea promedio de ovas en sistema de incubación Veys fue 15,44% y en Willanson 23,3%; la mortalidad instantánea de ovas en el sistema Veys fue 3,22% en estadio ova inicio, 2,48% en formación de ojos y 0,83% en eclosión, siendo mayor la mortalidad en estadio de ova inicio ( $p=0.001$ ). La mortalidad de ovas en incubadora Willanson por etapas, fue de 2,84% en estadio ova inicio, 1,94% en formación de ojos y 1,48% en eclosión, siendo mayor la mortalidad en estadio de ova ( $p=0.001$ ). Los parámetros temperatura, pH y oxígeno disuelto del agua en los dos sistemas de incubación no presentaron diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ).

Palabras clave: reproducción artificial, incubación, mortalidad, *Trichomycterus rivulatus*.

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los ecosistemas importantes de América es la cuenca del Titicaca y dentro de ella el lago Titicaca, esta última por su ubicación altitudinal (3810 msnm), su valor termorregulador en el ecosistema del altiplano peruano – boliviano y especialmente por su riqueza hidrobiológica.

Entre los recursos hidrobiológicos de mayor importancia socio económico del lago Titicaca se consideran a las especies ícticas nativas, que se caracterizan principalmente por su endemismo y escasa diversidad, que está representada sólo por dos géneros: *Orestias* y *Trichomycterus*. Por estas razones, las especies ícticas nativas, han sido motivo de investigación por expediciones científicas desde siglos pasados (Donaires, 2003).

Sin embargo la sobre-captura y el bajo control y vigilancia por las entidades responsables, así como el deterioro de los hábitats de las especies nativas y dentro de ellas del suche, llevaron a la disminución de sus poblaciones de manera constante, por lo que es necesario conocer aspectos bioecológicos y en especial aquellos relacionados a su reproducción en cautiverio de estas especies, para implementar futuros programas de repoblamiento y poblamiento en diferentes recursos lenticos de la cuenca del lago Titicaca (FAO, 2010)

La necesidad de obtener ovas y alevinos de suche (*Trichomycterus rivulatus*) con fines de cultivo para repoblamiento de cuerpos acuáticos, tomó mayor importancia por parte de la población e instituciones inmersas en el sector acuícola pesquero y de conservación. Este paso determinó que era prioritario la obtención de semilla, conocer sobre el manejo y etapas vulnerables en la incubación de esta especie.

En el presente estudio se buscó evaluar el sistema apropiado para la incubación artificial del suche, la investigación se desarrolló como un estudio experimental con diseño en bloques aleatorios, considerando dos sistemas de incubación (Veys y Willanson), debido a sus diferencias respecto al uso de agua; la respuesta del estudio fue analizando el porcentaje de mortalidad y evaluando el más apropiado para los fines de reproducción artificial de esta especie, adicionalmente se analizó los principales parámetros físicos y químicos del agua, como son temperatura, pH y oxígeno disuelto.

Planteándonos los siguientes objetivos:

**Objetivo General:**

Evaluar la mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) en dos tipos de incubadoras.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar el porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) en incubadoras del Sistema Veys de Flujo Ascendente.
- Determinar el porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) en incubadoras del Sistema Willanson de Flujo Laminar.
- Monitorear los parámetros de temperatura, pH y oxígeno en el desarrollo de las ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*), en los dos sistemas de incubadoras.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Generalidades

El *Trichomycterus sp* "mauri" es un género endémico que tiene una distribución geográfica entre la provincia Ancash al norte del Perú y Antofagasta al norte de Chile, ubicados entre los 10° a 22° de latitud sur aproximadamente. La etapa de alevinaje habita en las regiones someras del litoral, en sitios de vegetación acuática abundante. En la etapa de crecimiento emigran hacia las zonas profundas. En cuanto a la temperatura ideal para el crecimiento de esta especie está dentro un rango de 15 a 20 °C. (Sarmiento, 1991) y la pesquería de (*Trichomycterus sp*)"mauri" es amplia en su distribución, comprendiendo las lagunas de Arapa, Saracacha, Lagunillas y el lago Titicaca, siendo en esta última la de mayor disponibilidad en la zona Norte, Sur y bahía de Puno. dentro de la pesquería del Altiplano Peruano representa el 30% del volumen, la distribución territorial, abarca especialmente la península de Chucuito, islas de los Uros, y siendo la época de mayor extracción las de lluvia, cuando salen a buscar zonas de desove, (Ayala, 1983) el (*Trichomycterus dispar*) "mauri" tiene hábitos bentónicos en profundidades de 0 a 20 m, con fondos cenagosos o terrosos con abundante vegetación acuática sumergida, prefiriendo fondos arenosos, formados en su mayoría por cantos rodados; además elige habitar aguas tranquilas, sin mucha corriente buscando albergarse entre plantas acuáticas o algún otro obstáculo como medio de defensa contra los predadores y en casos muy especiales realizan el fenómeno del mimetismo,( Ayala, 1983).

Los sistemas de incubación de circuito cerrado y abierto de los bioensayos 1 y 2 no encontraron diferencias significativas al 95 % de confianza entre los promedios de los porcentajes de fecundación y eclosión de los huevos, el promedio del porcentaje de fecundación para el SICC fue de  $81,8 \pm 2,5$  y para el sistema de incubación de circuito abierto SICA de  $81,5 \pm 4,4$ , ( $t = -0,328$ ,  $P = 0,75$ ;  $P > 0,05$ ). Después de cinco días de incubación, el promedio del porcentaje de eclosión para el SICC fue de  $42,9 \pm 34,5$  y para el SICA fue de  $0,0 \pm 0,0$  ( $t = 2,348$ ,  $P = 0,06$ ;  $P > 0,05$ ).

Los sistemas de incubación comparados para diferentes especies marinas (*Sparus aurata*, *S. maximus*, *Paralichthys microps* y *G. chilensis*) poseen características y funcionamiento de incubación similares y algunas diferentes a los utilizados por los

sistemas de incubación de masas de huevos de *G. chilensis*. Los tanques incubadores son normalmente de color oscuro (negro, gris, verde), cónicos y pequeños (100 a 500 L) por su facilidad de manejo y eliminación diaria de huevos muertos; contienen agua microfiltrada (1 micra), esterilizada (UV 30.000  $\mu$ watts seg-1 cm-2) y recirculada. Estos tanques poseen aireación suave de forma continua y una renovación de agua cada 2 a 6 h, que es suficiente para mantener el nivel de oxígeno disuelto próximo al 80-100% de saturación, (Silva, 2005). La Proporción sexual según la teoría de (Dominique y Acebedo 2000). Indican que, para el proceso de fecundación artificial se debe tener en cuenta la proporción sexual de 2 machos por 1 hembra en “mauri” y 1 a 1 para “suche”, y los Productos sexuales, señalan que el diámetro de ovas es diferente para cada especie en función a la talla y madurez sexual. El color de las ovas va entre amarillo y amarillo transparente; mientras que el semen es de color blanco lechoso para el V estadio y blanco pálido en el VI estadio (Paca y Chura 2000).

El desove y fecundación, es por el método seco (Brasky), donde se extrae la totalidad de las ovas aptas de la hembra, sobre una bandeja completamente seca siguiendo un proceso similar para los machos, se extiende el líquido seminal sobre la ovas, luego se mezcla los dos productos sexuales con la ayuda de una pluma de ave, para que se produzca la fecundación de las ovas y dar origen al huevo o cigoto. Los productos sexuales se dejan reposar una hora para una mejor fecundación. Posteriormente se lavan las ovas fecundadas con agua fresca hasta que queden translucidas.(Dominique y Acebedo 2000),es por eso que para la Incubación y el Desarrollo Embrionario para el suche, señalan que la incubación es el proceso que comprende la fecundación, el desarrollo embrionario y termina con la eclosión. Este proceso dura de 30 a 40 días, dependiendo de la temperatura del agua. La incubación en las ovas fecundadas de suche lo hicieron en incubadoras de flujo vertical “vasos tipo Chasse”, al cual se colocaron en promedio de 2000 a 3000 ovas (Paca y Chura 2000).

## 2.2. Marco teórico y conceptual

### 2.2.1. Marco teórico

#### a. Taxonomía de *Trichomycterus rivulatus*

Sarmiento (1991), señala una descripción taxonómica basada en estudios de otros autores, lo cual se resume de la siguiente manera:

REINO	Animal
PHYLLUM	Chordata
SUB PHYLLUM	Vertebrata
GRUPO	Gnathostomata
SUPER CLASE	Pisces
CLASE	Osteichthyes
SUB CLASE	Actinopterygii
DIVISIÓN	Teleostei
SUPER ORDEN	Silurimorpha
ORDEN	Siluriformes CUVIER, 1817
SUB ORDEN	Siluroidei
FAMILIA	Trichomycteridae GILL, 1872
GÉNERO	<i>Trichomycterus</i> HUMBOLDT, 1811
ESPECIE	<i>T. rivulatus</i> "suche" VAL, 1846

#### b. Situación actual

El suche es poco abundante en los lagos Titicaca y Poopó, entre los años 1989 – 1992 y 1993 – 1994, su extracción anual fue de 2760 y 2100 kg. Respectivamente. De acuerdo a Eigenmann y Allen (1942), entre los recursos hidrobiológicos de mayor importancia socio económica del lago Titicaca, se consideran las especies ícticas nativas que se caracterizan principalmente por su endemismo y escasa diversidad que está representada por dos géneros: *Orestias* y *Trichomycterus*. Durante los años 80, la especie representó menos del 4% de la captura en el lago Titicaca (Octove *et. al* 1991).

#### c. El Suche (*Trichomycterus rivulatus*)



**Figura 1.** Representación fotográfica del Suche (*Trichomycterus rivulatus*) Fuente: (Atencio.2000)

Presenta la cola comprimida, cabeza deprimida, dorso ventralmente, aproximadamente tan larga como ancha, ojos equidistantes desde el extremo del hocico y el final del opérculo, barbillas nasales alcanzan el borde posterior del ojo más largo en los jóvenes, barbillas maxilares superiores hasta el borde del preopérculo, no alcanza los extremos de las espinas operculares (Valenciennes, 1846). Con un Ancho de la boca  $1/3$  de la longitud de la cabeza, aleta pectoral redondeada y generalmente con un filamento en el primer radio, origen de la aleta dorsal equidistante del extremo caudal y un punto entre el occipucio y las narinas posteriores, radios accesorios muy numerosos, aleta caudal redondeada, no cóncava (Eigenmann, 1918); presenta dientes viliformes con una banda ancha en cada mandíbula, los ojos son pequeños y dirigidos hacia arriba, presenta odontodos o espinas curvadas en el opérculo y preopérculo, 9-12 en la serie externa del interoperculo dorsal de 5-7, y anal de 4-6 radios bifurcados pueden medir hasta 350mm de longitud estándar (Ohashi, *et al.*, 1992).

El color del suche es café rojizo oscuro los costados con manchas o vermiculaciones finas, blancas o plateadas los especímenes de más de 100mm grisáceos o café oscuro con marcas más oscuras, los jóvenes con una banda oscura interrumpida a lo largo de los lados (Eigenmann, 1918) y en tal sentido el Sucho tiene el dorso desnudo y carece de escamas; el adulto alcanza hasta una longitud de 40 cm, no tiene aleta adiposa, en la parte superior de la cabeza tiene un par de barbos y en la parte inferior de la boca presenta dos pares de barbos; la coloración del cuerpo varía desde el grisáceo verduzco con manchas negras de formas irregulares

Son especies consideradas en el Libro Rojo de los Vertebrados de Bolivia, como vulnerables, es decir, como aquellas que enfrentan una alta probabilidad de extinción en un mediano plazo (Ergueta *et al.* 1996).

Las características morfológicas y anatómicas del Sucho (*Trichomycterus rivulatus*), considerando el sub orden Siluroidei posee boca protractil (en caso del genero *Trichomycterus* “suches” y “mauri” no presenta este tipo de boca), con dientes generalmente con barbillas sensitivas, cuerpo desnudo (sin escamas) o con placas óseas, las especies americanas desnudas y con aletas adiposas (Store 1961) el “suche y “mauri”, son peces bentónicos por lo cual su cuerpo y algunos órganos están adaptados funcionalmente. El cuerpo soporta altas presiones producidas por el gran volumen de

agua, por la cual presenta en el tercio posterior, el vientre es aplanado. La forma de su cuerpo es deprimido, dorso ventralmente, en los dos tercios anteriores, piel sin escamas, alcanzan talla hasta 324 mm y peso hasta 419 gr., a diferencia del *T. dispar* “mauri”, en la aleta pectoral tienen de siete a más radios blandos ramificados. Tienen un par de ojos pequeños. Son peces ostarioficios (con aparato de transmisión de weber), bóveda craneana con un hueso unitario, el parieto-occipital, procedente de la fisión de los aprietales y el supraoccipital y con vejiga natatoria atrofiada (Watanabe, 1998).

El hábitat de *Trichomycterus dispar* “mauri” son bentónicos en profundidades de 0 a 20 m, con fondos cenagosos o terrosos con abundante vegetación acuática sumergida, prefiriendo fondos arenosos, formados en su mayoría por cantos rodados; además elige habitar aguas tranquilas, sin mucha corriente buscando albergarse entre plantas acuáticas o algún otro obstáculo como medio de defensa contra los predadores y en casos muy especiales realizan el fenómeno del mimetismo (Ayala, 1983), son peces bentónicos que viven en profundidades hasta de 30 m sobre substratos arenosos o blandos, vive en lechos que le sirven de refugio o escondites, que generalmente son rocas, pequeños socavones, asociada a algunas plantas acuáticas sumergidas, habitan, mayormente en medios lenticos (lagos y lagunas), existiendo también en medios loticos (ríos), su distribución es por toda la cuenca del lago Titicaca. Algunos autores indican una distribución desde el lago Junín (Perú), hasta el lago Poopó (Bolivia).

La alimentación del suche en ambientes naturales, en su estado de alevinaje es en base de fitoplancton y zooplancton, cuando esta especie alcanza la madurez la preferencia en cuanto a su alimentación es de carácter carnívoro y/o carroñero, dicha afirmaciones es evidente al analizar el contenido estomacal hallándose organismos como: Hyalellas, Chironómidos, Odonatas, Moluscos, ovas y algas, En cuanto a su alimentación se consideran como peces carnívoros, consumen toda variedad de organismos que tengan contacto con el fondo, crustáceos, larvas de insectos invertebrados; efemerópteros, dípteros y tricopteros (Calvacanti et al, 1999) la dieta de *T. punctulatus* estuvo constituida en total por 13 ítems alimenticios, correspondientes a macroinvertebrados bentónicos, *Simuliidae*, *Chironomidae*, indeterminados, *Corydalidae*, *Elmidae*, *Coleoptera* indeterminados, *Hydropsychidae*, *Hydroptilidae*, *Hydrobiosidae*, *Trichoptera* indeterminados y un vertebrado: *Rhinella limensis* (Valenciennes, 1846) Manifiestan

también que la alimentación del “suche” es de tipo eurífago, es decir su espectro alimenticio está constituido de diversos componentes, su primera alimentación exógena constituyen algas unicelulares y estadios iniciales de zooplankton como: cladóceros, ostracodos, copépodos y anfípodos, esto se da en edades juveniles y adultos, la base de su alimentación la constituye *Hyaella sp* “camaroncillo del lago”, ovas de peces, larvas de insectos, larvas y alevinos de peces; complementando por cladóceros, copépodos y escasamente micrófitos acuáticos y algas (Nikolsky 1971).

La distribución de esta especie puede ocupar diversos hábitats, el ambiente preferido es diferente de acuerdo con la edad de los especímenes, los juveniles de hasta 25 mm de longitud total prefieren vivir cerca de las riberas, entre piedras y vegetación acuática donde las aguas son más tranquilas. Posteriormente, se produce un desplazamiento de los peces a la zona muerta de torrentes (formas bentónicas y torrentícolas) En general esta especie prefiere fondos pedregosos, irregulares y también con limo fino y coloración oscura, pudiendo al igual que otros bagres, adaptar la coloración de acuerdo al tipo de substrato (Arratia, 1982) Esta especie se distribuye en lagos y ríos de la Alta Puna en Tarapacá (Mann, 1954) Lagos, lagunas, ríos y esteros del altiplano (Perú, Bolivia y Chile), sobre los 4, 000 metros de altura (Arratia, 1982) Se encuentra únicamente en la primera Región. (Campos et al, 1998) Ha sido además colectado en la I Región, en el Bofedal de Parinacota, Río Isluga, Río Lauca y Salar de Huasco (Vila et al, 2006).

Las Incubadoras, son las que mantienen los huevos fecundados y embrionadas en un ambiente ideal y al mismo tiempo permiten continuo tratamiento y vigilancia de la incubación, generalmente se instalan bajo techo: la sala de incubación debe estar cubierta para proteger los aparatos de incubación que se encuentran en el exterior, para no permitir la incidencia directa de los rayos solares que desembocaría en una mortandad importante (Sánchez 2011).

Básicamente las incubadoras se clasifican en 2 tipos: de corriente horizontal y de corriente vertical.

#### **d. Tipos de incubadoras**

- **Incubadoras de corriente horizontal.**

Piletas con canasto: son los más tradicionales, y consisten en canastos de aproximadamente de 40 cm de longitud por 35 cm de ancho y 15 cm de

profundidad, con orificios en toda su superficie. En el fondo del canasto se ubican las ovas en una capa, y todo el conjunto se introducen una pileta por la cual circula el agua. Generalmente se introducen varios canastos en serie por piletas. Es importante aclarar que el agua debe ingresar por debajo del canasto, bañar las ovas de manera ascendente, homogénea y suavemente. Los orificios deben tener un tamaño tal que no permita la caída de las ovas, pero si el pasaje de los alevines una vez eclosionadas (Sánchez, 2011).

- **Piletas con bandeja:** el sistema anterior ha sido mejorado gracias al uso de bandejas de menor altura (solo para la ubicación de las ovas y un correcto pasaje de agua), plásticas y apilables. Este es el sistema más utilizado en las piscifactorías del mundo. El desarrollo de este tipo de bandejas permite optimizar el uso de la superficie, donde antes en un solo canasto se colocaban ovas hacinadas, en este sistema permite colocar una sola fila de ovas por cada bandeja, apilándolas para aprovechar los espacios (Sánchez, 2011).
- **Incubadoras de corriente vertical.**  
Vasos de incubación: se utiliza principalmente para ovas de peces con tendencia al aglutinamiento. El flujo de agua puede ser ascendente o descendente. En nuestro país es utilizado para la cría del suche y otros. El agua penetra por un tubo central con salida en el fondo del vaso, luego se dirige hacia arriba a través de un disco cribado cubierto con piedras, saliendo por el pico vertedor superior, es imprescindible, al igual que en el sistema de bandejas, los tratamientos preventivos contra hongos, ya que la extracción de ovas muertas es dificultosa (Sánchez, 2011).
- **Tubos de incubación:** los vasos de incubación son problemáticos durante el periodo del huevo verde, donde una vez fecundadas las ovas, deben permanecer en quietud absoluta. Para ello, se diseñaron los tubos de incubación, que constan de caños de 1m de largo por 20 cm de diámetro, con un extremo cerrado. Por su interior corre un caño menor con orificios por donde ingresa el agua, la cual baña a las ovas cuando atraviesa un disco cribado, saliendo del caño principal por una abertura en su parte superior. Debido a que presenta un flujo bajo de agua, los huevos se mantienen viables hasta la etapa de ovas con ojos, momento en el cual son llevados a los vasos o botellas de incubación (Horvath *et al*, 1985).

e. **Descripción histológica en ciclos de madurez sexual**

La madurez sexual para *Orestias luteus* “carachi amarillo” se presenta para hembras  
Estadio I.- Predominan los oogonios y los oocitos de primer orden. La pared de ovario aunque es delgada, en su mayor parte presenta zonas en las que se observa ligeramente engrasadas. Se aprecian espacios entre los lóbulos de tejido conectivo entre los lobulillos más o menos abundantes.

Estadio II.- Se aprecian oocitos II, así como algunos óvulos maduros, aunque se puede observar en los lobulillos oogonios y oocitos I en buen porcentaje. En este estadio se puede observar algunos folículos post – ovulatorios y folículos atrésicos, lo que indicaría que el espécimen ha desovado anteriormente y está en proceso de recuperación (Cancapa y Cazorla 1990).

Estadio III.- Hay predominancia de óvulos maduros y oocitos II, El tejido conectivo se redujo, desplazado por los óvulos. En menor porcentaje se encuentran los oogonios y oocitos I. Se pueden encontrar algunos folículos atrésicos.

Estadio IV.- Predominan los óvulos maduros, pero se observan oocitos en todos los estadios, la pared del ovario se encuentra bastante adelgazada y el tejido conectivo parece desaparecer entre los óvulos maduros.

Estadio V.- Predominancia de los folículos post – ovulatorios y los folículos atrésicos, pero se pueden observar oocitos en todos los estadios de madurez.

Para machos: Estadio I.- Podría denominarse como estadio de las células germinales por la predominancia de las mismas en los testes, al corte testículo presenta ya una forma ligeramente de presa casi triangular; existe bastante tejido conectivo.

Estadio II.- Las células germinales dan origen a los espermatogonios, éstas se ubican en la base de los lóbulos, y por división dan origen a los espermatocitos I y II, éstas se ubican en la luz del lóbulo. Los espermatogonios y espermatocitos primarios se aprecian en cistos de la base de los lóbulos. También se pueden encontrar células germinales.

Estadio III.- Los espermatocitos secundarios dan lugar a los espermatocitos que se ubican en el centro de los lóbulos encontrándose espermatocitos II en cistos en la base de los lóbulos. Asimismo pueden encontrarse espermatocitos I y espermatogonias e incluso células germinales primarias.

Estadio IV.- Se forman los espermatozoides a partir de los espermátides, los espermatozoides se ubican a la luz de cada lóbulo, por donde van a trasladarse hasta llegar por intermedio de los conductos al exterior.

Estadio V.- Presencia de lóbulos seminíferos vacíos en predominancia, observándose también espermatoцитos en todos los órdenes, (Cancapa y Cazorla 1990).

### 2.3. Marco Conceptual

**Crecimiento:** aumento continuo del tamaño en un organismo consecuencia de la proliferación celular que conduce al desarrollo de estructuras más especializadas del mismo (Klink y Eckmann, 1985).

**Diseño:** Traza (delineación o dibujo de alguna cosa) descripción o bosquejo, hecho por las palabras diseño de experimentos para asignar variantes de un tratamiento a diversos seres, parcelas etc. A fin de conocer los efectos de dicho tratamiento de la manera más compleja. (Pokorný, *et al*, Šrámek, 1992).

**Desarrollo embrionario:** proceso que ocurre en el cigoto desde la fecundación hasta el rompimiento del corion o nacimiento del nuevo ser (eclosión) Chura (2001).

**Dimorfismo:** condición de las especies animales o vegetales que presentan dos formas o dos aspectos Anatómicos diferentes. (Pérez y Gardey, 2011)

**Estenocora:** se dice de la especie que tiene una distribución geográfica muy restringida, de unos pocos Km. También estenotipio (Vildoso, 1998).

**Fecundación del pez.-** fusión o unión de dos células sexuales o gametos en el curso de la reproducción sexual, dando lugar a la célula huevo o cigoto donde se encuentran reunidos los cromosomas de los dos gametos (Dominique y Acebedo, 2000).

**Madurez sexual.-** es la etapa en la cual un organismo obtiene la capacidad para llevar a cabo la reproducción, los peces son sexualmente maduros cuando las

gónadas salen de su latencia presentando cambios que culminan con la presencia de óvulos y espermatozoides (Paca y Chura 2000).

**Ova verde.-** denominación que se da a la ova fertilizada antes de alcanzar la etapa de ojo (Paca y Chura 2000).

**pH del agua.-** el potencial de hidrogeno es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, el pH indica la concentración de iones hidronio ( $H_3O^+$ ) presente en determinadas sustancias la sigla significa “potencial de hidrogeno” (Paca y Chura 2000).

**Reproducción artificial.-** es un proceso biológico que permite la creación de nuevos organismos, siendo una característica común de todas las formas de vida conocida (Dominique y Acebedo, 2000).

**Sobrevivencia:** capacidad de aquellos seres vivos que logran mantenerse con vida en situaciones adversas, por medio de la adaptación y que por lo general habrían muerto o extinguido en un determinado Hábitat. (Canales, 1982).

**Temperatura del agua.-** magnitud física que expresa el calor en grados centígrados (Sarmiento 1991).

**Vitelo:** conjunto de sustancias almacenadas dentro de un huevo para la nutrición del embrión (Paca y Chura 2000).

### III. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Determinación de mortalidad de ovas de “Suche” *Trichomycterus rivulatus* en dos tipos de incubadoras.

Con el fin de llegar al objetivo planteado, realizamos la fabricación o elaboración de las incubadoras y su instalación con un sistema recirculante de agua, las cuales se detallan a continuación.

##### a) La frecuencia y variación de muestreo:

La frecuencia de toma de datos fue 3 veces por día, con una variación de tiempo en el horario de 09:00 h. 13:00 h y 17:00 h. (ANEXO - Tablas, 19-26)

##### b) Materiales utilizados:

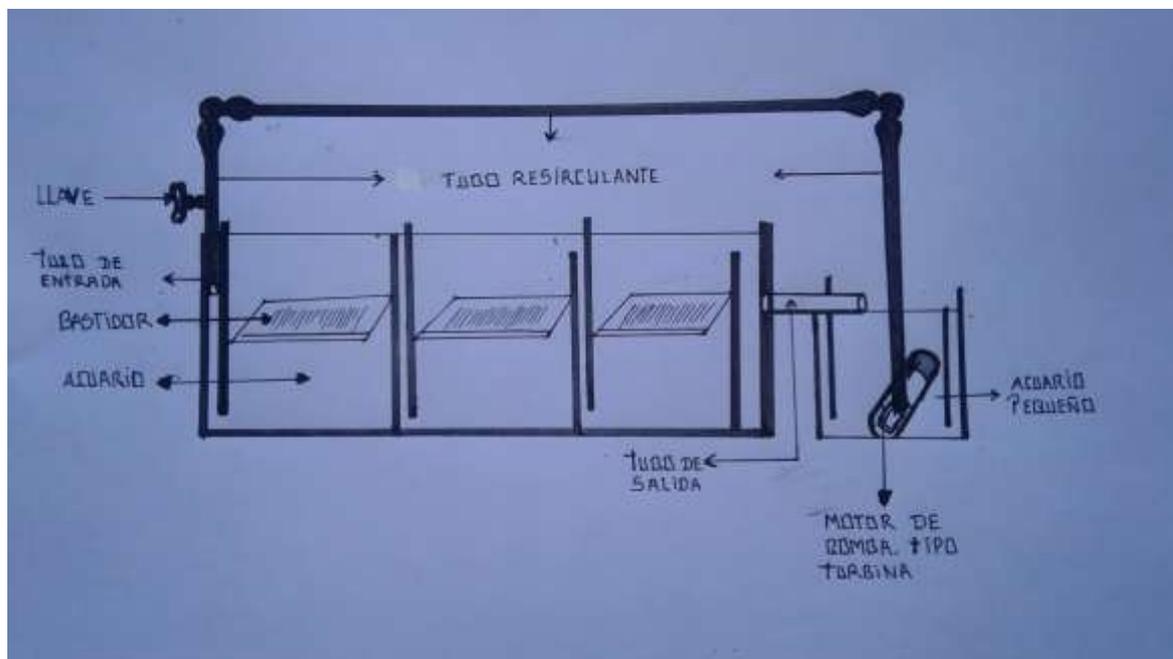
*Construcción tipo Veys:* Se utilizó botellas de vidrio de 2,4 litros de capacidad, selladas con corchos y resina; para desaguar las aguas se hizo el levantamiento de altura a todas las botellas utilizando mica transparente y resina, se dejó una abertura con celosilla en el área de desagüe para así evitar la salida de las ovas; para obtener el flujo ascendente se introdujo cánulas con difusoras de aire conectadas al aireador (Figura 2).



**Figura 2.** Diagrama de funcionamiento de incubadora tipo Veys, *Fuente propia.*

Para el caso de la incubadora **tipo Willanson** el IMARPE, facilitó un acuario, el cual tenía las siguientes dimensiones, 80 cm de largo por 32 cm de ancho, 32 cm de alto con

3 divisores, con una distancia de 24 cm, entre cada división existe una diferencia de 2 cm de altura hasta el área de desagüe (en forma de gradiente) esto con el fin de obtener el flujo laminar del sistema de incubación, el cual brinda una capacidad promedio de 85 L y un caudal de 4 L/min. (Figura. 3).



**Figura 3.** Diagrama de funcionamiento de incubadora Willanson (Fuente propia).

### C) Variables:

#### Instalación de incubadoras con sistema de recirculación de agua (SRA)

Los dos sistemas de incubadoras funcionaron con la ayuda de un sistema de recirculación de agua (SRA); las tres incubadoras tipo Veys se instalaron en serie, conectada a un reservorio de agua con una capacidad de 9 litros (30\*15\* 20 cm), en cuyo interior se dispuso una bomba de agua marca **VETIX 0.74 Kw/1H** de una potencia de 1200 l/h. Cada incubadora tuvo un ingreso independiente de agua controlado por una llave de paso con un caudal en cada botella de 1 l/min, el agua que salía por los desagües estuvo provista de una esponja para evitar la salida de las ovas del interior de la incubadora. El agua se colectaba en una canaleta la que regresaba nuevamente al reservorio. Para mejorar la calidad de las aguas se tuvo previsto ejecutar cambios y aumento de agua en un 50% diariamente.

Siguiendo con el proceso con la incubadora tipo Willanson el cual contaba con un reservorio de capacidad de 20 litros (30\*26\* 26 cm), con una bomba de agua de las

mismas características que la anterior, conectada a una tubería de polietileno de 16 mm, el cual transportaba el agua desde el reservorio hacia la incubadora y retornaba al reservorio, los bastidores eran amoldados al acuario (Anexo - Figura 4).

Para la aireación de los dos tipos de incubadoras se utilizó una compresora con una capacidad de 35 l/min.

### 3.1.1. Obtención de reproductores.

Los reproductores se adquirieron de los pescadores de la zona de Chucuito; políticamente, la península comprende parte de los distritos de Chucuito y Platería, en la provincia de Puno, dentro de la región del mismo nombre, las coordenadas fueron Latitud sur  $8^{\circ}54'8.00''$  E y  $8^{\circ}24'362,8''$  S.

CAPTURA DEL SUCHE (*Trichomycterus rivulatus*).

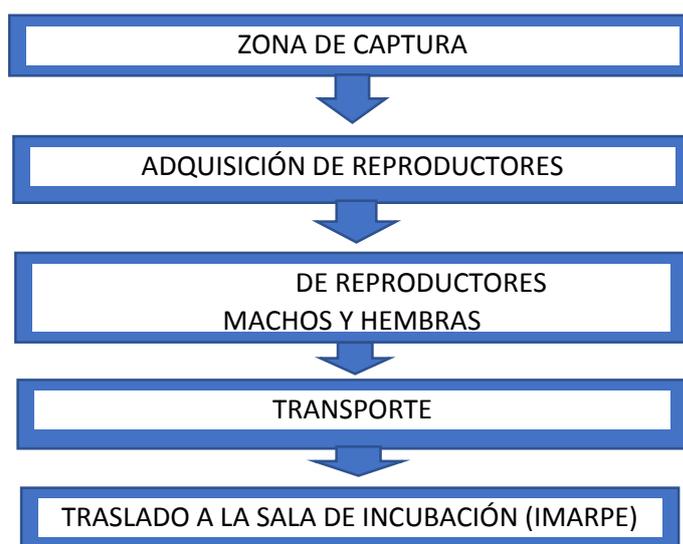


Figura 4. Diagrama de captura del sucche (*Trichomycterus rivulatus*), Fuente propia

### 3.1.2. Madurez sexual.

Se seleccionaron reproductores en estadio V y VI, según la escala de madurez sexual de Johansen (1924).

Estado V: este estado presenta las gónadas anchas y grandes en relación al cuerpo del pez. Con los ovarios repletos de óvulos esféricos de color naranja, en algunos casos el ovario izquierdo se presenta con menor tamaño, los testículos con semen denso, no fluye, pudiendo salir por presión y es de consistencia líquida, color blanco.

Estado **VI**: este estado presenta las gónadas de fácil reconocimiento, grandes; ovarios llenos de óvulos esféricos y transparentes que fluyen con facilidad al igual que el semen de los testículos. En la parte proximal a la abertura genital se aprecia cierta sanguinolencia, debido a vasos que lo irrigan.

Durante este proceso de incubación se tomó en cuenta dos periodos característicos y notorios durante su desarrollo, teniendo en cuenta el desarrollo embrionario de la Trucha arco iris como prototipo para peces teleósteos echa por Wales 1941. el primer periodo se considera desde (A) Ova fecundada, en formación Disco Germinal= a, hasta la (I) lóbulo Olfatorio=m, futuro lóbulo óptico =n, cerebro posterior=o. El segundo periodo comprende desde (J) lóbulo óptico =p, capsula óptica= q, futura aleta pectoral = r (aparición de ojos), hasta (o) Ecllosion = u, larva=v. los detalles se observaran en el (Anexo- Figura - 6) del presente trabajo. Tomados en cuenta sus características y periodos de su desarrollo embrionario.

### **3.1.3. Desove y fecundación.**

En este proceso de fecundación se utilizó el método *seco o de Brasky* el cual fue utilizado y recomendado por Amaru (2013), que consiste en desovar en un recipiente seco y estéril, continuando con el proceso se agrega el semen del macho, para luego juntarlos homogéneamente utilizando una pluma de ave y/o con la cola del mismo pez, realizando movimientos circulares. Después de 5-10 minutos las ovas fecundas son enjuagadas repetidas veces y son colocadas en frascos para luego ser trasladadas a las incubadoras; en todo momento se evita el contacto directo de las ovas con la luz solar.

### **3.1.4. Conteo de ovas.**

Previo a la distribución en cada incubadora, las ovas fecundadas son contadas aplicando el método volumétrico, para lo cual se utiliza una probeta graduada de 250 ml y por conteo directo, el promedio de los conteos replicados fue de 100 unid/ml.

Procedimiento: Primeramente en una probeta de 250 ml insertamos 100ml de agua, se adicionan las ovas fecundadas, donde nos indica el incremento en la probeta, seguidamente pasamos a medir los huevos aplicando el método volumétrico.

### MÉTODO VOLUMÉTRICO

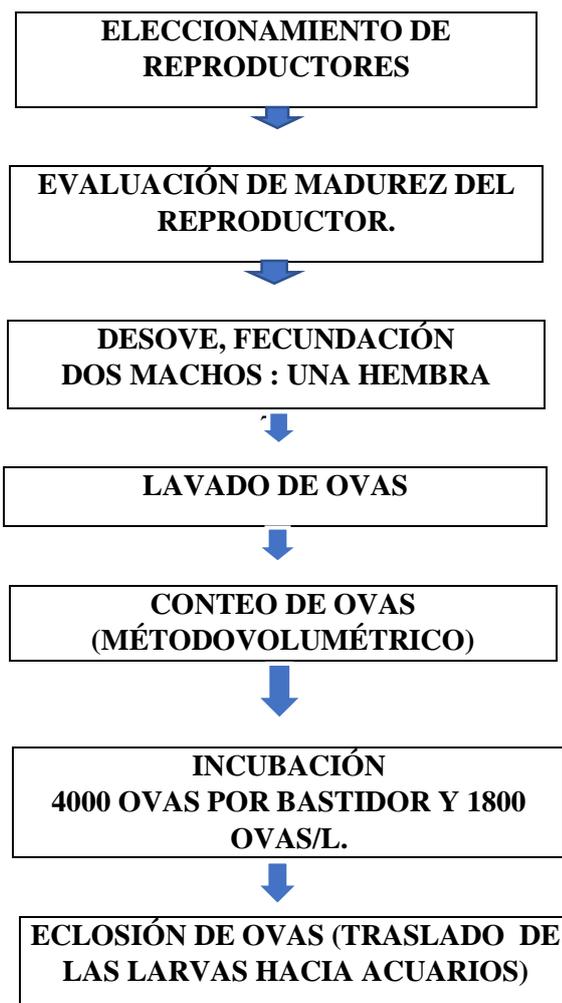


**Figura 5.** Diagrama del flujo del método volumétrico. (Fuente propia)

#### 3.1.5. Sistemas de incubación.

Para todos los tipos de incubadoras se aplicó el sistema de recirculación de agua (SRA) utilizando bombas de agua y aireadores con el fin de darle el flujo requerido en la incubación de las ovas de suche.

- a. **Incubadora tipo Veys:** Botellas con flujo ascendente, instaladas las tres b. botellas con 2,2 litros de capacidad c/u, con un caudal de 1 L/min.
- b. **Incubadora tipo Willanson:** acuario de flujo laminar, con una capacidad de 85 litros (80\*32\*32 cm) y un caudal de 4 L/min, con 3 divisores, con una distancia de 24 cm entre ellos, existiendo una diferencia de 2 cm de altura para formar una gradiente hasta el desagüe, esto con el fin de obtener el flujo laminar del sistema de incubación, con bastidores de 24\*20 cm para la incubación de las ovas.



**Figura 6.** Diagrama de flujo de la reproducción artificial del “Suche” *Trichomycterus rivulatus* (Fuente propia)

### 3.2. Determinación del porcentaje de mortalidad de ovas

Según IMARPE para el tipo Veys se tiene una capacidad por litro de 1800 ovas, por lo que para la incubadora tipo Veys con una capacidad de 2,2 litros, tuvo una capacidad de 4000 ovas por incubadora. La incubadora de tipo Willanson tiene una capacidad de 4000 ovas por Bastidor.

Se trabajó con 4 muestras para cada incubadora y cada una con un determinado número de ovas embrionadas.

En cada una de ellas se realizó el monitoreo y extracción de las ovas muertas con la ayuda de una bombilla; ejecutamos el conteo de mortalidad para cada sistema de incubación, proceso que se realiza hasta llegar al 100% de eclosión de las ovas; se realizaron 4 réplicas en cada sistema de incubación.

### 3.3. Monitoreo de los parámetros físico-químicos en dos sistemas de incubadoras.

Durante el proceso de incubación se tomó en cuenta el monitoreo de temperatura, oxígeno disuelto y pH, En el proceso de incubación artificial con los dos sistemas, los horarios de registros fueron a las 09.00, 13.00 y 17.00 horas.

#### a) Temperatura y oxígeno disuelto.

En este tipo de monitoreo de parámetros, utilizamos un Oxímetro Digital Marca Mettler Toledo, para el control de ambos parámetros.

#### b) Potencial de hidrogeniones (pH).

Se utilizó un Potenciómetro marca INOLAB serie 730, de lectura directa.

#### c) Ficha de seguimiento.

Elaboramos fichas de registro, el cual nos sirvió para todos los datos obtenidos en pleno proceso de monitoreo como, biometría de los reproductores, cantidad inicial de las ovas incubadas, mortalidad de ovas, aparición de ojos durante todo el proceso de incubación, parámetros físicos y químicos en los tres horarios del día, en los dos sistemas de incubación.

### 3.4. Método experimental

Diseño Experimental: Se utilizó el diseño bloque completo al azar (DBCA), considerando como tratamientos los dos sistemas de incubación artificial y los bloques las etapas de desarrollo embrionario, el esquema para llevar a cabo el experimento fue el siguiente.

**Tabla 1.** Esquema de distribución de unidades experimentales

Etapas	Sistema de incubación artificial						
	incubadora tipo Veys			incubadora tipo Willanson			
	Vaso flujo ascendente (réplica)		Vaso flujo laminar (replicas)	Vaso flujo laminar (replicas)			
I (octubre)	1	1	1	1	1	1	06
II(noviembre)	1	1	1	1	1	1	06
III(noviembre)	1	1	1	1	1	1	06
IV(diciembre)	1	1	1	1	1	1	06
<b>TOTAL</b>	4	4	4	4	4	4	24

I etapa embrionaria ova verde

II etapa embrionaria ova ojo.

El total de unidades experimentales, fueron de seis por cada fecha de eclosión, donde se realizó el conteo de las ovas muertas en las etapas de desarrollo haciendo un total 24 conteos.

El modelo lineal aditivo según tres repeticiones para cada tratamiento del diseño experimental fue el siguiente.

$$X_{ij}=u + B_j+ T_i + E_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = % de mortalidad

U = promedio general

$B_j$  = (bloque 04 etapas embrionarios)

$T_{ij}$  = tratamientos (02 tipos de incubadoras)

$E_{ij}$ = error experimental

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), además para determinar la diferencia entre cada tratamiento se utilizó la prueba de Tukey con un  $\alpha=0.05$ .

### **3.4.1. Descripción del método.**

El tipo de investigación que se realizó para el presente estudio fue experimental, puesto que se manipulo intencionadamente el factor de estudio (tipo de incubación), esperando una respuesta de ambos tipos de incubación utilizados.

### **3.4.2. Equipos y materiales**

Los materiales que se utilizó, para este sistema de incubación fue de 6 botellas de vidrio; para el recinto incubador, 6 tapas de vaso de incubación en 6 unidades, 5 metros de mangueras de acuario para el diseño de recirculación de las aguas, 12 llaves de acuario, 3 metros de acuario, 6 unidades de tapón de jebe para cada botella, motor tipo turbina para el logro de la presión del agua a la incubadora según sea el método incubador, 6 unidades de válvulas check de acuario, un Ictiómetro, un termómetro, guantes descartables; para el respectivo manipuleo en el proceso de desove.

Los materiales de laboratorio utilizados fueron, un tanque de 500 litros de agua de lago; el cual abasteció la distribución recirculante del agua a los acuarios e incubadoras, 6 unidades de difusores de oxigenación; para el acoplamiento al acuario o incubadora en

caso sea escasa la oxigenación, también se utilizó una bandeja de porcelana; para el respectivo proceso de desove artificial en el método seco de Brasky, en el cual se necesitó 1 pluma de ave; agua hidratante después del proceso de germinación o fecundación de las ovas, desinfectante, depósitos de transporte de ovas, tamices, etc. En todos los casos se utilizó agua del lago Titicaca, realizando en forma diaria el recambio al 50% de volumen así como la limpieza.

Se realizó 4 réplicas por reproductor, lo que significa que se utilizaron 3 acuarios por reproductor.

#### IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

La captura de reproductores se realizó en la península de Chucuito; políticamente, la península comprende parte de los distritos de Chucuito y Platería, la que pertenece a la provincia y región de Puno, siendo las coordenadas geográficas de  $8^{\circ}54'8.00''$  E y  $8^{\circ}24'362,8''$  S.

El estudio experimental se realizó en el laboratorio continental del instituto del Mar del Perú en Puno (IMARPE), el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Puno, a una altitud de 3820 m.s.n.m. con las coordenadas geográficas siguientes:  $15^{\circ}53'15''$  S,  $69^{\circ}53'21''$  W.



**Figura 7.** Mapa de ubicación de zona de captura de reproductores de *Trichomycterus rivulatus*

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Porcentaje de mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en las incubadoras del sistema Veys de flujo ascendente.

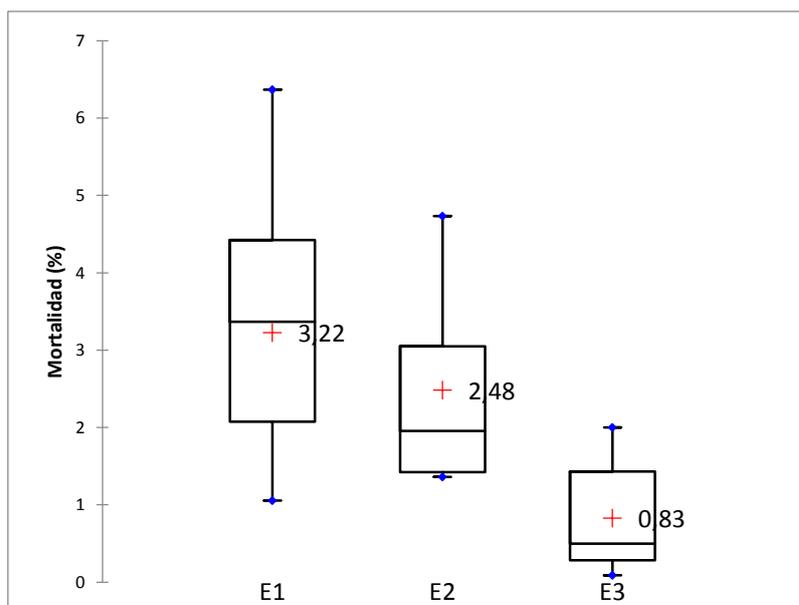
Para el estadio de ova (E1) se tiene una mortalidad mínima de 1,05% y máxima de 6,37%, el promedio fue de 3,22% y desviación estándar de 1,56% para un total de 16 observaciones. Para el estadio de formación de ojos (E2) se observó una mortalidad mínima de 1,36% y máxima 4,73%, el promedio de la misma fue 2,48% y desviación estándar de 1,40% para un total de 8 observaciones. Para el estadio de eclosión (E3) se tiene mortalidad mínima 0,09% y máxima de 2,00%, con promedio de 0,83% y desviación de 0,66% para un total de 16 observaciones, el análisis estadístico señala que el estadio de ova inicio (E1) y formación de ojos (E2) muestran un mayor promedio de mortalidad ( $p < 0,05$ ), mientras que el estadio de eclosión (E3) muestra menor, como se observa en la (Tabla 2 y Figura 10).

**Tabla 2.** Porcentajes de mortalidad (%) de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según estadio de desarrollo en incubadoras 01 (Sistema Veys de Flujo Ascendente) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Ova inicio (E1)	Formación de ojos (E2)	Eclosión (E3)
Observaciones (n)	16	8	16
Mínimo (%)	1.05	1.36	0.09
Máximo (%)	6.37	4.73	2.00
Media (%)	3.22(A)	2.48(A)	0.83(B)
Desviación estándar	1.56	1.40	0.66

*Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes entre sí ( $p < 0.05$ )*

El estadio ova inicio (E1) muestra el mayor promedio de mortalidad, así como una mayor dispersión de datos comparativamente a los dos estadios posteriores, lo cual señala que en dicho estadio se produce una mayor mortalidad de ovas, considerando que por lo general las primeras etapas de desarrollo son las más sensibles.



**Figura 8.** Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según estadio de desarrollo en incubadoras 01 (Sistema Veys de Flujo Ascendente) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

La mortalidad por días y el total en el sistema Veys es del 15,44% a partir del total de ovas embrionadas, debemos aclarar que este porcentaje está dentro de lo que se considera “normal” (Del valle 1989), debido a que está por debajo del 20% que se obtiene en la mayoría de los centros de alevinaje. Sabiendo que el periodo total embrionario expresado en días en silúriiformes llega a  $33,3 \pm 0,57$  y el periodo de eclosión con un total de  $0,6 \pm 0,57$ , en ambos datos se aprecia valores superiores a los 12 días que obtuvimos, total superándonos en 6 días manifestado por Barile, (Escudero y Jara, 2016) para las especies de agua dulce.

**Tabla 3.** Mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en el sistema de incubación Veys, según días de incubación investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Días	FECHA	Nro. ovas	MORTALIDAD	ACUMULADO
0	19/10/2015	7500	0	0
1	20/10/2015	7403	97	97
2	21/10/2015	7213	190	287
3	22/10/2015	7122	91	378
4	23/10/2015	7019	103	481
5	24/10/2015	6911	108	589
6	25/10/2015	6809	102	691
7	26/10/2015	6676	133	824
8	27/10/2015	6559	117	941
9	28/10/2015	6448	111	1052
10	29/10/2015	6342	106	1158
<b>TOTAL</b>				15,44%

El análisis estadístico, señala diferencia estadística significativa entre los estadios respecto a la mortalidad observada ( $F=20,941$   $p=0,0001$ ) en el sistema Veys, siendo los estadios E1 y E2 (ova inicio y formación de ojos) los que presentan una mortalidad superior al estadio de eclosión, lo que indica que al inicio de la fecundación las ovas primeramente no llegaron a tener fecundación en su totalidad, lo que se traduce en una mayor mortalidad, posteriormente las ovas son más débiles hasta la formación de ojos, el crecimiento embrionario hasta la eclosión tiende a ser una etapa de mayor dureza de las ovas, así mismo se observa que el estadio de formación de ojos es el menos extenso comparativamente con los otros dos.

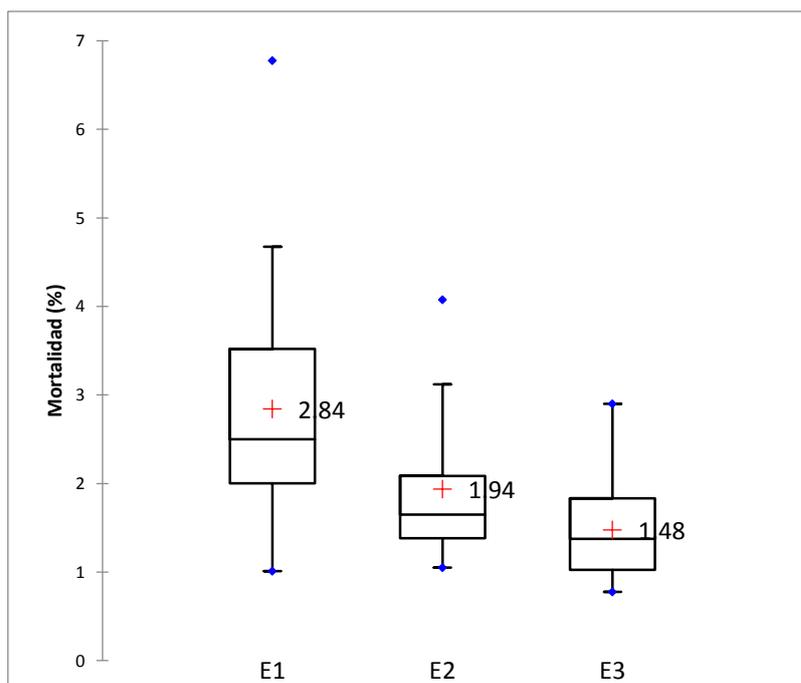
## 5.2. Porcentaje de mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en las incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar).

Para el estadio de ova inicio (E1) se tiene una mortalidad mínima de 1,01% y máxima de 6,78%, el promedio fue de 2,84% y desviación estándar de 1,33% para un total de 24 observaciones realizadas. Para el estadio de formación de ojos (E2) se observó una mortalidad mínima de 1,05% y máxima 4,08%, el promedio de la misma fue 1,94% y una desviación estándar de 0,87% para un total de 12 observaciones. Mientras que para el estadio de eclosión (E3) se tiene mortalidad mínima 0,78% y máxima de 2,90%, con promedio de 1,48% y desviación de 0,61% para un total de 16 observaciones (Tabla 4-Figura 11).

**Tabla 4.** Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según estadio de desarrollo en incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Ova inicio (E1)	Formación de ojos (E2)	Eclosión (E3)
Observaciones (n)	24	12	16
Mínimo (%)	1.01	1.05	0.78
Máximo	6.78	4.08	2.90
Media	2.84(A)	1.94(B)	1.48(B)
Desviación estándar	1.33	0.87	0.61

*Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes entre sí ( $p<0.05$ )*



**Figura 9.** Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según estadio de desarrollo en incubadoras 02 (Sistema Willanson de Flujo Laminar) investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

El análisis estadístico (análisis de varianza), señala la existencia de diferencia estadística significativa entre los estadios respecto a la mortalidad observada teniendo una  $F= 8,738$  ( $p=0,001$ ), siendo los estadios E1 (ova inicio) el que presentó una mortalidad superior a los estadios E2 y E3 (formación de ojos y eclosión), así mismo se observa que el estadio de formación de ojos es el menos extenso comparativamente con los otros dos. Lo comentado para el sistema Veys es similar para el sistema Willanson donde la mayor mortalidad se aprecia en las ovas inicio que debe ser respuesta a la no fecundación de ovas.

Respecto a la duración del periodo de incubación en el sistema Willanson se tiene una duración total de 13 días, donde se evidencia la mayor mortalidad en el estadio de ova inicio (E1), atribuible a la presencia de ovas no fertilizadas que no logran su desarrollo posterior, mientras que los estadios de formación de ojos y eclosión (E2 y E3) la mortalidad se redujo significativamente, en general se obtuvo una mortalidad acumulada de 23,3% (Tabla 5).

**Tabla 5.** Mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en el sistema de incubación - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Willanson

Días	FECHA	Nro. Ovas	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	ACUMULADO
		9000			0
1	20/10/2015	8909	91		91
2	21/10/2015	8786	123		214
3	22/10/2015	8503	283		497
4	23/10/2015	8306	197		694
5	24/10/2015	8138	168		862
6	25/10/2015	7942	196		1058
7	26/10/2015	7768	174	Ojos	1232
8	27/10/2015	7586	182		1414
9	28/10/2015	7442	144		1558
10	29/10/2015	7280	162	Inicio de eclosión	1720
11	30/10/2015	7144	136		1856
12	31/10/2015	7011	133		1989
13	01/11/2015	6903	108	Eclosión final	2097
<b>TOTAL</b>					23,3%

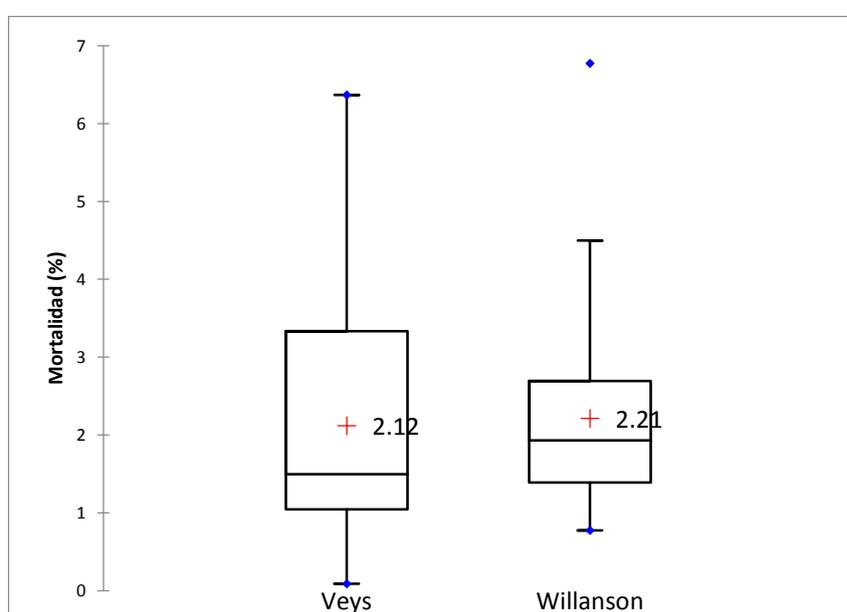
### 5.3. Porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) en los sistemas de incubación Veys y Willanson.

Los resultados comparativos de mortalidad del suche (*Trichomycterus rivulatus*) en dos sistemas de incubación, se observa inicialmente que el sistema Veys presenta una menor duración temporal con 40 observaciones mientras que el sistema Willanson presenta 52 observaciones. La mortalidad mínima fue 0,09% y máxima 6,37% en Veys, en Willanson fue 0,78% y 6,78% respectivamente, el promedio de mortalidad fue 2,12% en Veys y 2,21% en Willanson, siendo sus desviaciones estándar de 1,63 y 1,20 respectivamente (Tabla 6 Figura 12).

Las incubadoras que se utilizan con regularidad son aquellas que tienen flujo ascendente, que es el caso del trabajo realizado por Hernández y Gonzales (2012) que en tilapia señala una sobrevivencia entre el 50 y 100% dependiendo de la temperatura.

**Tabla 6.** Comparación de porcentaje de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según tipo de incubadoras Veys y Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Veys	Willanson
Observaciones	40	52
Mínimo	0.09	0.78
Máximo	6.37	6.78
Media	2.12 (A)	2.21 (A)
Desviación estándar	1.63	1.20



**Figura 10.** Comparación de porcentajes de mortalidad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) según tipo de incubadoras Veys y Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

El análisis estadístico, señala que no existe diferencia estadística entre los sistemas de incubación respecto a la mortalidad observada ( $F=0,174$   $p=0,678$ ), por lo cual podemos considerar que en ambos sistemas la mortalidad promedio no es diferente.

De los resultados de la mortalidad observada bajo los dos sistemas de incubación de ovas de suche, se evidencia que con ambos sistemas se logra el propósito de incubación para esta especie, como lo señalan otros autores (Paca y Chura, 2000). Lo cual indica que el uso de agua del lago Titicaca y un sistema de recirculación que permita la oxigenación

de las ovas, así como una temperatura adecuada serían suficientes para lograr la eclosión adecuada de las mismas.

En el desarrollo embrionario lo más importante es la aparición de los ojos, entre los piscicultores es conocido que luego de este periodo las ovas pueden ser manipulables, por lo que se aprecia que las mayores mortalidades se presentan hasta lo que señalamos como formación de ojos (E2) en las ovas; un periodo que no se toma en cuenta que antes de la eclosión las ovas deben también estar sin movimientos bruscos (E3), este desconocimiento eleva la mortalidad, como fue el caso de nuestro experimento.

Se conoce que en condiciones naturales el mayor peligro para el proceso de incubación, es la falta de zonas de desove, la no fertilización adecuada de los óvulos y la predación de las ovas por otras especies nativas o introducidas en el lago Titicaca, por lo que el proceso de incubación artificial garantiza la obtención de alevinos que servirían posteriormente para programas de repoblamiento y/o crianza en cautiverio de ser el caso.

#### **5.4. Parámetros temperatura, pH y oxígeno en el desarrollo de las ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*), en dos tipos de incubadoras.**

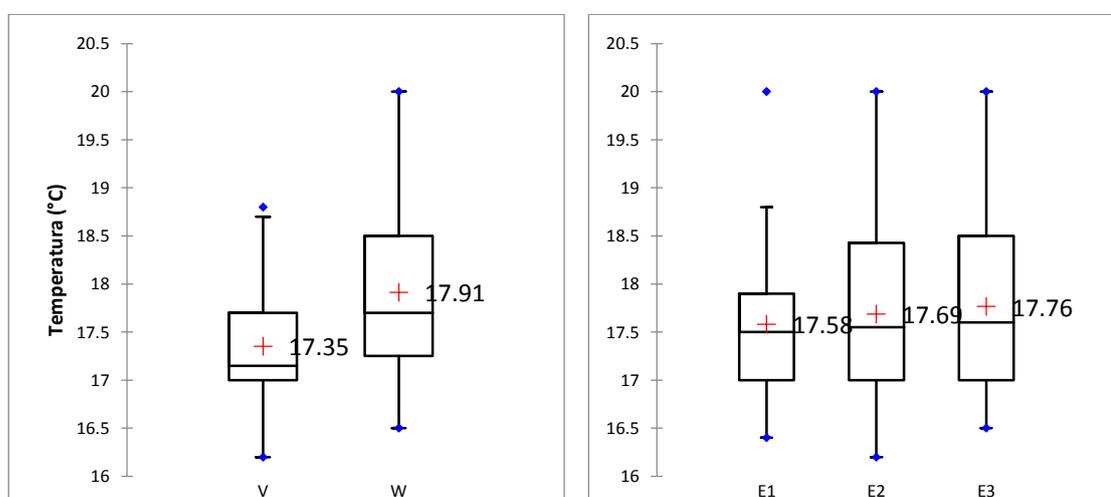
##### **a. Temperatura**

Se observan los resultados de medición de la temperatura del agua en dos sistemas de incubación, en el sistema Veys la temperatura promedio fue de 17,35 °C con mínimo de 16,2 y máxima de 18,8, en el sistema Willanson el promedio fue 17,91 °C con mínima de 16,50 y máxima 20 °C, no evidenciándose variaciones importantes en ambos sistemas ( $p>0,05$ ), del mismo modo para los estadios de desarrollo la temperatura del agua se mantuvo constante ( $p>0,05$ ) (Tabla 7-Figura13).

En relación a los resultados obtenidos tenemos lo que manifiesta Saavedra (2006), que indica para tilapia es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño se reproduce entre 20 a 23 °C el huevo de mayor tamaño es más eficiente para su eclosión y fecundidad por lo que su desarrollo a diferencia del Suche de agua dulce tiene una significancia en su mayor temperatura ya que son trópicos.

**Tabla 7.** Temperatura (°C) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del sucbe (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Incubadoras		Estadios		
	Veys	Willanson	E1	E2	E3
Observaciones	40	52	40	20	32
Mínimo	16.20	16.50	16.40	16.20	16.50
Máximo	18.80	20.00	20.00	20.00	20.00
Media	17.35	17.91	17.58	17.69	17.76
Desviación estándar	0.65	0.92	0.83	0.93	0.85



**Figura 11.** Temperatura (°C) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del sucbe (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Respecto al estadio de desarrollo (tiempo), se tiene que en el estadio E1 (ova inicio) la temperatura promedio fue 17,58 °C, en el estadio E2 (formación de ojos) fue 17,69 y en E3 (eclosión) de 17,76, no mostrando variaciones importantes a lo largo del periodo de estudio.

La temperatura del agua en condiciones de incubación controlada presenta variaciones respecto al sistema natural de incubación, considerando la temperatura del lago Titicaca entre 10 a 15 °C, en el estudio obtuvimos un promedio de 17,35 en el sistema Veys, por lo que por la instalación de este sistema de incubación produce un incremento de la temperatura del agua, por estar en condiciones controladas y protegidas de las variaciones ambientales (Tabla 8-Figura 13).

**Tabla 8.** Grados día para diferentes estadios embrionarios en sistema Veys - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

OBSERVACIONES	°C	Grados día
<b>Ova inicio</b>	17	0
	17	17
	16,5	33
	16,5	50
	18,2	73
<b>Ojos</b>	18,6	93
	18,5	111
<b>inicio eclosión</b>	18,8	132
	18,1	145
	18,5	167
<b>Final</b>	18,7	187

La temperatura del agua en condiciones de incubación controlada para el sistema Willanson, presentó variaciones respecto al sistema natural de incubación del suche, considerando la temperatura del lago Titicaca varía entre 10 a 15 °C, en el estudio obtuvimos un promedio de 17,91 °C en el sistema Willanson, por lo que la instalación de este sistema de incubación produjo un incremento de la temperatura del agua, por estar en condiciones controladas y protegidas de las variaciones ambientales propias de los ecosistemas naturales (Tabla 9).

**Tabla 9.** Grados día para diferentes estadios embrionarios en sistema Willanson - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

OBSERVACIONES	°C	Grados día
	16,5	17
<b>Ova inicio</b>	17,0	34
	16,5	50
	17,0	68
	16,9	85
	17,0	102
<b>Ojos</b>	17,0	119
	16,6	133
	17,1	154
<b>Inicio de eclosión</b>	17,3	173
	17,5	193
	17,9	215
<b>Eclosión final</b>	17,6	229

Caudales 0,2 a 0,4 l/min

Los resultados de la temperatura del agua señalan que se encuentran dentro del rango que permite la incubación de especies ícticas como lo señala Morphol (2012) para la

incubación de *Psetta máxima* indicando el logro de incubación con temperaturas de 12,5 a 18,5°C, indicando además que la mayor mortalidad se presenta en los tres primeros de la incubación, lo cual coincide con nuestros resultados respecto a la mayor mortalidad en el estadio de ova inicio.

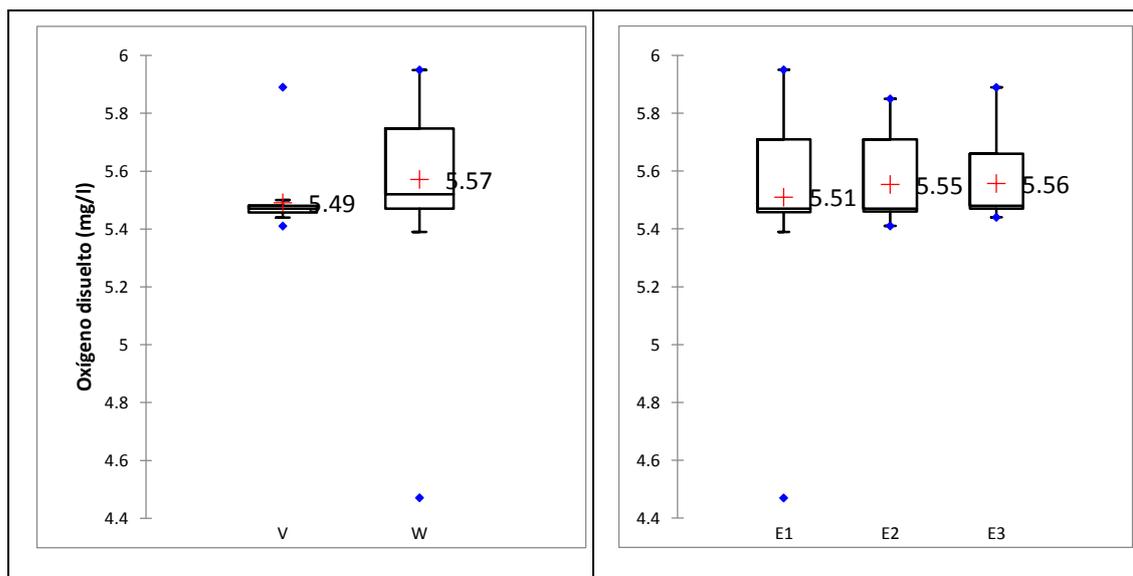
#### b. oxígeno disuelto.

En el sistema Veys el oxígeno promedio fue de 5,49 mg/l con mínimo de 5,41 y máxima de 5,89, en el sistema Willanson el promedio fue 5,57 mg/l con mínima de 4,47 y máxima 5,95, no evidenciándose variaciones importantes en ambos sistemas ( $p > 0,05$ ) (Tabla 10 y Figura 14).

Sotomayor (2016), manifiesta que para tilapia se obtuvieron valores promedios para el oxígeno disuelto entre 6,48 a 6,78 mg.l-1, con porcentajes de saturación entre 94.08 a 98.43%, por lo que nuestros resultados presentan un contenido de oxígeno ligeramente inferior al señalado, sin embargo estos niveles de oxígeno permitieron el desarrollo de las ovas de suche.

**Tabla 10.** Oxígeno disuelto (mg/l) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Incubadoras		Estadios		
	Veys	Willanson	E1	E2	E3
Observaciones	40	52	40	20	32
Mínimo	5,41	4,47	4,47	5,41	5,44
Máximo	5,89	5,95	5,95	5,85	5,89
Media	5,49	5,57	5,51	5,55	5,56
Desviación estándar	0,09	0,27	0,29	0,15	0,15



**Figura 12.** Oxígeno disuelto (mg/l) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

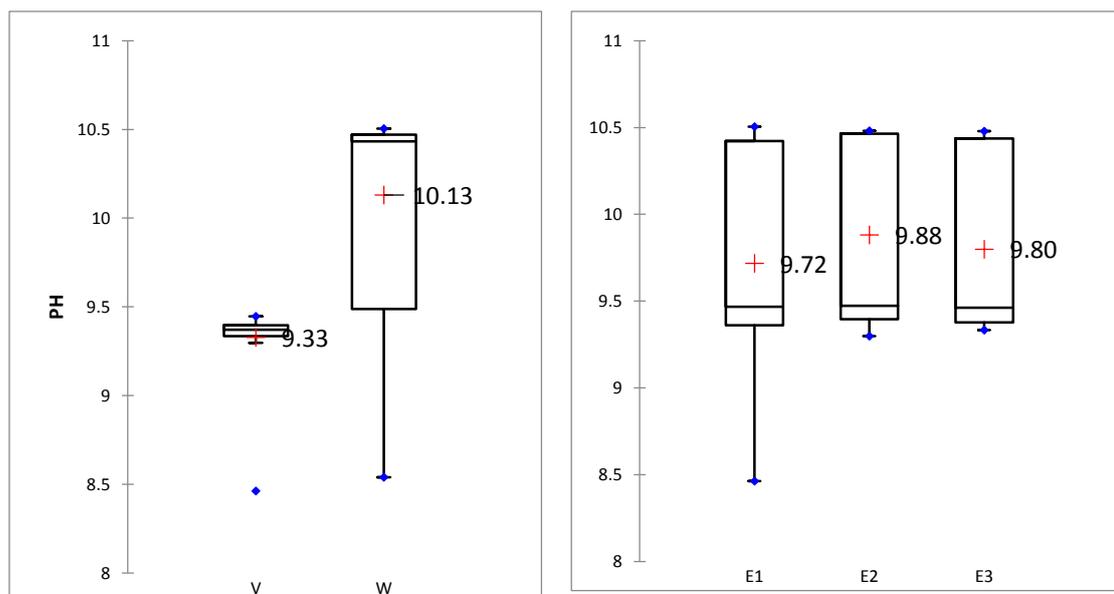
Respecto al estadio de desarrollo (tiempo), se tiene que en el estadio E1 (ova) el oxígeno disuelto promedio fue 5,51 mg/l, en el estadio E2 (formación de ojos) fue 5,55 y en E3 (eclosión) de 5,56, no mostrando variaciones estadísticas tanto para los sistemas de incubación como estadios de desarrollo ( $p > 0,05$ ).

**c. Potencial de hidrógeno.**

En el sistema Veys el pH promedio fue de 9,33 con mínimo de 8,46 y máxima de 9,45, en el sistema Willanson el promedio fue 10,13 con mínima de 8,54 y máxima 10,5, no mostrando diferencia estadística en tanto en los sistemas de incubación como los estadios de desarrollo ( $p > 0,05$ )(Tabla 11 y Figura 15).

**Tabla 11.** pH (unidades) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Estadísticos	Incubadoras		Estadios		
	Veys	Willanson	E1	E2	E3
Observaciones	40	52	40	20	32
Mínimo	8,46	8,54	8,46	9,30	9,33
Máximo	9,45	10,50	10,50	10,48	10,48
Media	9,33	10,13	9,72	9,88	9,80
Desviación estándar	0,20	0,50	0,61	0,54	0,52



**Figura 13.** pH (unidades) en dos tipo de incubadoras (Veys y Willanson) y tres estadios de desarrollo de ovas del suche (*Trichomycterus rivulatus*) - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Respecto al estadio de desarrollo (tiempo), se tiene que en el estadio E1 (ova inicio) el pH promedio fue 9,72, en el estadio E2 (formación de ojos) fue 9,88 y en E3 (eclosión) de 9,80 unidades.

Aguas con pH de 3 y 13 generaron mortalidad en ovas de *Galaxias maculatus* (Barile et al, 2016), mientras que West. *et al.* (1997) indican que los valores de pH para especies de agua dulce no deberían sobrepasar pH de 9,5, sin embargo el porcentaje de supervivencia de ovas con pH neutro es también elevado en consideración al extremo de pH 11. Los niveles bajos de pH de 5,5 inhiben la enzima que es requerida para ablandar el corion, paso necesario para la eclosión según lo manifiesta Lawet *al.*(2002), nuestros resultados de pH del agua se encuentran dentro de los rangos que permiten el desarrollo de la incubación para el suche.

## CONCLUSIONES

1. La mortalidad instantánea promedio de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en sistema de incubación Veys fue 2,12% y en Willanson 2,21%, no existiendo diferencia estadística entre las mismas ( $F=25,51$   $p=0,678$ ); la mortalidad acumulada fue 15,44% y 23,3% respectivamente. El tiempo de incubación fue de 10 días en sistema Veys y 13 en Willanson.
2. La mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en incubadora Veys de flujo ascendente, fue de 3,22% en estadio ova, 2,48% en formación de ojos y 0,83% en eclosión, siendo mayor la mortalidad en estadio de ova inicio ( $F=20,941$   $p=0.0001$ ).
3. La mortalidad de ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) en incubadora Willanson de flujo laminar, fue de 2,84% en estadio ova, 1,94% en formación de ojos y 1,48% en eclosión, siendo mayor la mortalidad en estadio de ova ( $F=8,738$   $p=0.001$ ).
4. Los parámetros del agua temperatura, pH y oxígeno disuelto en los dos sistemas de incubación, no mostraron diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ).

## RECOMENDACIONES

1. Ejecutar estudios de edad de los reproductores, para evaluar el efecto del mismo sobre la eficiencia en la fecundación de ovas de suche.
2. Continuar estudios de incubación artificial del suche, hasta estadios apropiados para su liberación y repoblamiento en el lago Titicaca.
3. Evaluar parámetros reproductivos como viabilidad de los óvulos (apertura de micrópilo) y motilidad de espermatozoides en el suche, bajo condiciones artificiales.
4. Ejecutar estudios bio-ecológicos en aspectos de reproducción de la especie en ecosistemas naturales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arratia, G. 1982. Peces del altiplano de Chile. *In* Veloso, A. y Bustos, O. (eds). El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat 18°28') Unesco- Mab6 1. 93-134.
- Amaru B, J.B., I. Sampaio, H. Schneider & S. Santos. 2013. Identificación de larvas de peces de la familia sciaenidae del alto golfo de California, mediante marcadores moleculares
- Atencio-G VJ, Zaniboni-Filho E, Pardo-Carrasco SC, Arias-Castellanos A. (2003) Influência da primeira alimentação larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). Maringá, Brasil. Acta Scientiarum. Animal Sciences. b; 25(1): 61-72.
- Atencio-G VJ, Kerguelen E. Wadnigar L, Narvaez A. (2003). Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Rev MVZ Córdoba. a; 8(1): 254-60.
- Atencio L. (2000). Instituto de investigación, Producción, servicios y Capacitación
- Ayala-C.A. (1983) Universitario, impulse de la investigación during much of this period (1950- 1983), the number of marine scientists in the world. pág 8.
- Cavalcanti, J. A. M Arengo, Arakkis Atyamurty, Carlos a. Nobre, Igor, Rosnikov Jose Paulo Bonatti ,Antonio Ocimar Manzi ,Tatiana Tarasova ,Luciano p. Pezzi, Cassiano d' Almeida, Gilvan Sampaio, Christopher c. Castro, Marcos b. Sanches, Anhelio Camargo 1999. Global Climatological Features in a Simulation Using the 1999, CPTEC-COLA AGCM ter for Weather Forecasting and Climate Studies/National Institute for Space Research, Cachoeira Paulista, Sao Paulo, Brazil
- Canccapa y Cazorla (1990) Sinopsis Biológica de *Orestias luteus* "carachi amarillo". Equipo Profesional de la Asoc. IIP Qollasuyo – CIPP Chucuito UNA – PUNO. Noviembre Publicación N° 03

- Castro, B. Castro. J., Gallardo, C. y Malpica, A. (1995). Propiedades de *Artemia* sp. Para la nutrición en la acuicultura. *Oceanologia*, 3 [1], 31-38.
- Chura C. 2001. Preparación de incubadores artesanales para *especies ícticas nativas*. Instituto de Investigación, Producción, Servicios y Capacitación “Qollasuyo”
- Clark, L.S.; Bowen, S.T. (1976). The genetics of *Artemiasalina*. VII. Reproductive isolation. *J. Hered.* , 67(6): 385–388.
- Cruz A. (2011) El Mundo del Pez. Bases científica para la gestión ambiental sostenible. Informe final de proyecto Fundación CR-USA. IRET Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Universidad Nacional, Heredia.
- Donaires, T. 2003 El Lago Titicaca: Síntesis del conocimiento actual. Contaminación de las aguas del Lago Titicaca en la bahía interior de Puno. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible.
- Dyer, B. S. H. 2006 Systematic revision of the South American silversides (*Teleostei, Atheriniformes*). *BIOCELL*, 30(1): 69-88.
- DOMINIQUE, P. The Desk, Azebedo, P.A. 2000. The combinations of ingredients of the protein animals dice as major sources of the protein in the diet of trout of the rainbow fish laboratory of investigation of nutrition, the dept. of animal and poultry sci., university of guelp, Ontario. Canada.
- Eigenmann B. 1998 *Aquarien Atlas*. Band 4. Mergus Verlag GmbH, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Melle, Germany. 864 p.
- Ergueta E. Y Olmez, M. Evermann B. W. (1996). *Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, Pterophyllum scalare*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(8)

- Evermann B. W. y W. C. Kendall. 1906. Notes on a collection of fishes from Argentina, South America, with descriptions of three new species. Proc US Natl. Mus., 31: 67-108.
- FAO.2010 El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Fisheries and Aquaculture Department, Un Food and Agriculture Organization, Rome, 219 pp.
- Flores, M.; Y Orieta, Y.; 2009 Dirección de recursos hidrobiológicos transferencia tecnológica reproducción artificial de *Trichomycterus*. Carretera Panamericana Sur km. 17, Barco Chucuito N° 1090.
- Fernandez A . (2001) Crecimiento de crías de peces utilizando alimento vivo. Acuario. México D F: Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM.
- Gilchrist, B.M. (1954) Haemoglobin in *Artemia*. Proc. R. Soc., Series B, 143: 136–146.
- Goodwin, H.L.(1976) Summary statement: 299–307. In: Proc. 1st International Conference on Aquaculture Nutrition. Price, K.S. jr.; Shaw, W.N.; Danberg, K.S. (Eds). College of Marine Studies, University of Delaware, USA, 323 pp.
- Grossman, F. y Gonzales C. J. (1995) Experiencias de alimentación y crecimiento con alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) dirigidas a optimizar la siembra. Instituto de Hidrología de Llanuras. Azul, Argentina
- Hephert, B Y. Pruginin. 1981 Commercial Fish Farming. Wiley Interscience, New York, 261 pp.
- Hernández G. 2012 Incubation Artificial y Regression Artificial de Tilapia, Universidad de Matanzas “Camilo Cien fuegos” – Cuba.
- Hogan M. (2008) “Makgadikgadi”. The Megalithic Portal. <http://www.megalithic.co.uk/article.php?sid=22373&mode=&order=0>.

- Horvath, L, Tamàs,G. y Coche,A.G., 19985, la Carpa común, Producción Masiva de Huevos y Alevinos, colección FAO.
- IMARPE Instituto del Mar del Perú 1987, Dirección de Investigaciones Pesqueras en Aguas Continentales Informe sobre la acuicultura en el Perú.
- J Morphol, 2012 efecto de la temperatura en la Supervivencia Embrionaria y Primeros Estadios. Larvales de Psetta máxima vol. 4 – Temuco.
- Johansen A. On the summer and autumn spawning herringon the North Sea. Medd.Fórum: Ha. Vunderg. Serv. Ficheri. Bd. VI 5, 1924.
- Julián P. y Ana Gardey. (2011) actualizado 2014. definición de dimorfismo.
- Lausanne, L. 1982 Description de *Orestias nouveaux* del Lago Titicaca *ispi sp*, *O. forgueti n. sp.* y *O. tchernavini n sp.* (*Pisces.Cyprinodontinadae*) *Cybium*, 3e, 5(3): 71-91.
- Lahille, F. 1929. El Pejerrey. Boletín Ministerio de Agricultura de la Nación, 28 (3): 260–395
- Law A, Y Womg y AAbol – Munafi. 2002 effect of hydrogen ion on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) egg hatchability in brackish wáter. *Acuaculture* 214: 247 – 251.
- Leach, W.E. (1819) Entomostraca, Dictionaire des Science Naturalis, 14, pág. 524.
- Loffler, H. (1964). Vogelzug und Crustaceenverbreitung. *Zool. Anz.*, 27: 311–316.
- López, H. L. Menni, R. C.; Donato, M. y A. M. Miquelarena. 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.01904.x.
- López, H. L.; Miquelarena, A. M. y J. Ponte Gómez. 2005. Biodiversidad y Distribución de la Ictiofauna Mesopotámica: 311-354. En: Temas de la

Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. F. G. Aceñolaza (Coordinador). INSUGEO, Miscelánea, 14. 550pp

Luchini, L. y T. Avendaño, 1983 Cultivo de pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) en estanques. Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr.Pesq., Mar del Plata, (434):8 p.

Muller O. F. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148370> on 2013-11-24

Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo. 369 p.

Nelson, J. 1984. Fishes of the World, pp: 1–522, Wiley-Interscience.

Nikolsky, P.(1971) Methods for assessment of fish production in freshwaters. Edited by W. E. Ricker. 1968.

Niles L. Michael E. PfrenderPhillip A. Morin, Teresa J. Crease and Michael Lynch (1995). “A hierarchical molecular phylogeny within the genus *Daphnia*”.MolecularPhylogenetics and Evolution 4 (4): 395–407.

Ohashi Keiko K. Y Hasegawa A. Fukuda K. 1992 [View issue TOC](#) Volume 44, Issue 3 25 January 1992 Pages 419–423

Paca P.B. y Chura C. R. 2000. Procesos para reproducción artificial de *Orestias luteus*, *Orestias agassii* y *Orestias*. Equipo Profesional de la Asoc. IIP Qollasuyo – CIPP Chucuito UNA – PUNO. Noviembre Publicación N° 10.

Paca B. y Chura Cruz, Rene2001. Reproducción artificial de *Trichomycterus rivulatus* “suche” y *Trichomycterus dispar* “mauri”Equipo Profesional de la Asoc. IIP Qollasuyo – CIPP Chucuito UNA – PUNO. Noviembre Publicación N° 08.

Persoone, G.; Sorgeloos, P.; Roels, O.; Jaspers, E. (Eds)-1980. The brine shrimp *Artemia*. Volume 1, 2, 3. Universa Press, Wetteren, Belgium, 345, 664, 456 pp.

- Reeve, M.R. (1963). The filter-feeding of *Artemia*. II. In suspension of various particles. *J. exp. Biol.*, 40(1): 207–214.
- Riegel, H. 1960. Observaciones sobre la fauna ictiológica de las aguas dulces chilenas. *Actas y Trabajos, Primer Congreso Sudamericano Zoología*, 1: 141-144.
- Ringuelet, A.R., 1942 Ecología alimenticia del pejerrey. *Rev.Mus.La Plata (Nueva Ser.)*, 2(17): 427–61
- Rollefsen, G. (1939). Artificial rearing of fry of seawater fish. Preliminary communication. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 109–133.
- Rómulo, O. (2014). Evaluación de la Mortalidad de Ovas de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en diferentes tipos de Incubadoras en dos periodos del desarrollo Embrionario”
- Sánchez, D. 2011, Comparación del Sistema de Incubación de Etapa Única vs Etapa Múltiple sobre los Parámetros.
- Sarmiento J. *Et al.*, 1991. Sinopsis Biológica de las Principales especies ícticas del Lago Titicaca. Proyecto de los recursos del Lago Titicaca. 173 pag.
- Saavedra M (2006). “Manejo de cultivo de tilapia” University of Hawapi, Hilo.
- Scasso, F. & H. Campos. 1999. Comparison of two populations of silverside (*Odontesthes bonariensis*) in Eutrophic lakes of Central Chile. *Journal of Freshwater Ecology* 14(1): 61-70.
- Sorgeloos, P. (1979). The brine shrimp, *Artemiasalina*: A bottleneck in Mariculture: 321–324. In: *FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto 1976*. Pillay, T.V.R.; Dill, Wm. A. (Eds). Fishing News Books Ltd., Farnham, England, 653 pp.
- Sorgeloos, P. (1983). Brine shrimp *Artemia* in coastal saltworks: Inexpensive source of food for vertically integrated aquaculture. *Aquaculture Magazine*, 9: 25–27.
- Store, Claes O. 1961 Lower East Side of Manhattan (107E. 2nd St) selling his work, circumventing the usual practice of selling art through a gallery.

- Sotomayor Bello, C. (2016) “Análisis de dinámica del oxígeno y el amonio en un Sistema de recirculación con agua de mar; para el cultivo experimental de paces” Lima-Peru
- Strüssmann, C. A.; Saito, T.; Usui, M.; Yamada, H. y F. Takashima. 1997. Thermal thresholds and critical period of thermolabile sex determination in two atherinid fishes, *Odontesthes bonariensis* and *Patagonina hatcheri*. *J. Exp. Zool.*, 278: 167-177.
- Valenciennes, A. 1846. Table. Pls. 1-10 d'Ichthyologie. En: Du Petit-Thouars, A., Atlas de Zoologie. Voyage autour du monde sur la frégate. *Venus*, pendant les années 1836-1839 (Láminas publicadas en 1846). París.
- Vila, I., L. Fuentes & M. Saavedra. 2006 b. Ictiofauna en los sistemas límnicos de la Isla Grande, Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 273-284.
- Watanabe, T.; (1998). Nutritive value of plankton for fish larvae in the view point of lipids. *Fish. Sarv* 22, pp. 93–111. Koseisha-Koseikaku (Tokyo).
- (Aislamiento térmico. Aplicaciones en la construcción y en la Industria. Manuel Margarida, Pag. 273. Editores técnicos asociados S. A. Barcelona España, 1983)
- Klink, A. & Eckmann, R. 1985. Age and growth, feeding habits, and reproduction of *Cauquemauleanum* (Steindachner 1896) (Pisces: Atherinidae) in southern Chile. *Studies Neotropical Fauna & Environment* 20(4):239-249.
- Buil, Isabel; Martínez, Eva; Montaner, Teresa Importancia del diseño industrial en la gestión estratégica de la empresa *Universia Business Review*, núm. 8, cuarto trimestre, 2005, pp. 52-67 Portal *Universia* S.A.
- Pokorný, J. Dvořák, V. & Šrámek, V. 1992. Artificial fish farming. *Informatorium Praha*, 1992, 269 p. (in Czech).

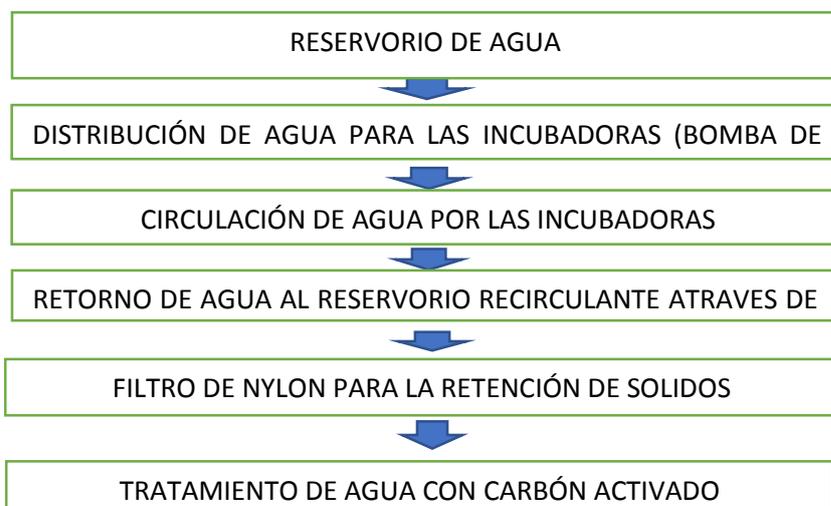
Rómulo A. 2014. “Evaluación de la mortalidad de Ovas de Pejerrey, *Odontesthes Bonariensis*. En diferentes tipos de incubadoras en dos periodos del desarrollo Embrionario pg. 71, UNA- PUNO.

West D, J Boubée y R Barrier. 1997. Responses to pH of nine fishes and one shrimp native to New Zealand freshwater Research 31:461 – 468.

[ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_training/FAO\\_training/general/x6709s/x6709s09.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6709s/x6709s09.htm).

<http://www.ecologiaverde.com/que-es-el-biotopo-y-por-que-es-importante/#ixzz4i41UpiDg>.

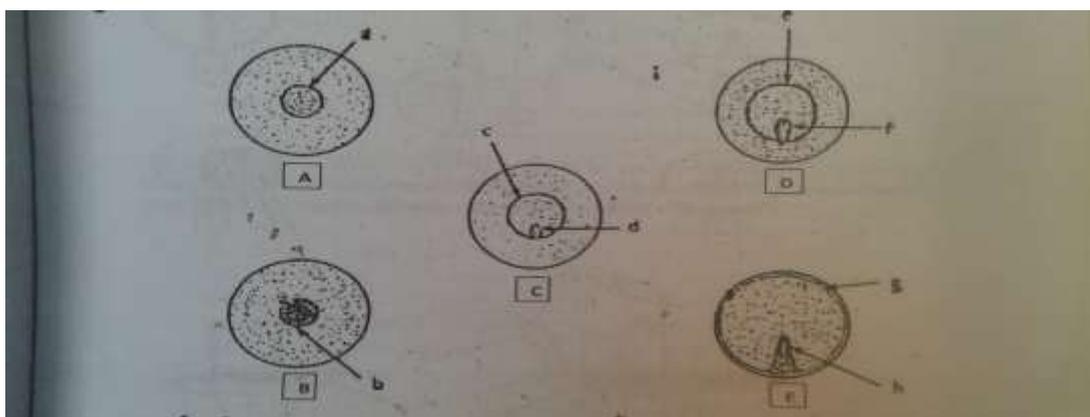
ANEXOS



**Figura 14.** Diagrama del flujo del sistema de recirculación de agua (SRA) utilizado en la incubadora de ovas de suche. - investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Etapas del desarrollo embrionario de la trucha arco iris considerando el prototipo para peces teleósteos (Wales, 1941).

- (A).- disco Germinal = a,
- (B).- blastodisco = b,
- (C).- borde del blastodisco = c, embrión = d,
- (D).- borde engrosado del blastodermo e, embrión = f,
- (E).- borde del blastodermo g, embrión = h,



**Figura 15.** Etapas del desarrollo embrionario de la trucha arco iris considerando el prototipo para peces teleósteos

(F).- labio del blastoporo = i,

(G).-somite = j,

(H).- futuro lóbulo óptico = k, cerebro posterior = 1,

(I) .- lóbulo olfatorio = m, futuro lóbulo óptico = n, cerebro posterior = o,

(J).- lóbulo óptico = p, capsulaóptica = q, futura aleta pectoral = r, (aparición de ojos),

(K).- notocorda =s, miomero = t, ano = u,

(L).- plegamiento de la aleta dorsal = v, miomero =x, futura aleta caudal = y, plegamiento de la aleta anal = z, futura aleta anal = a, ano = b.

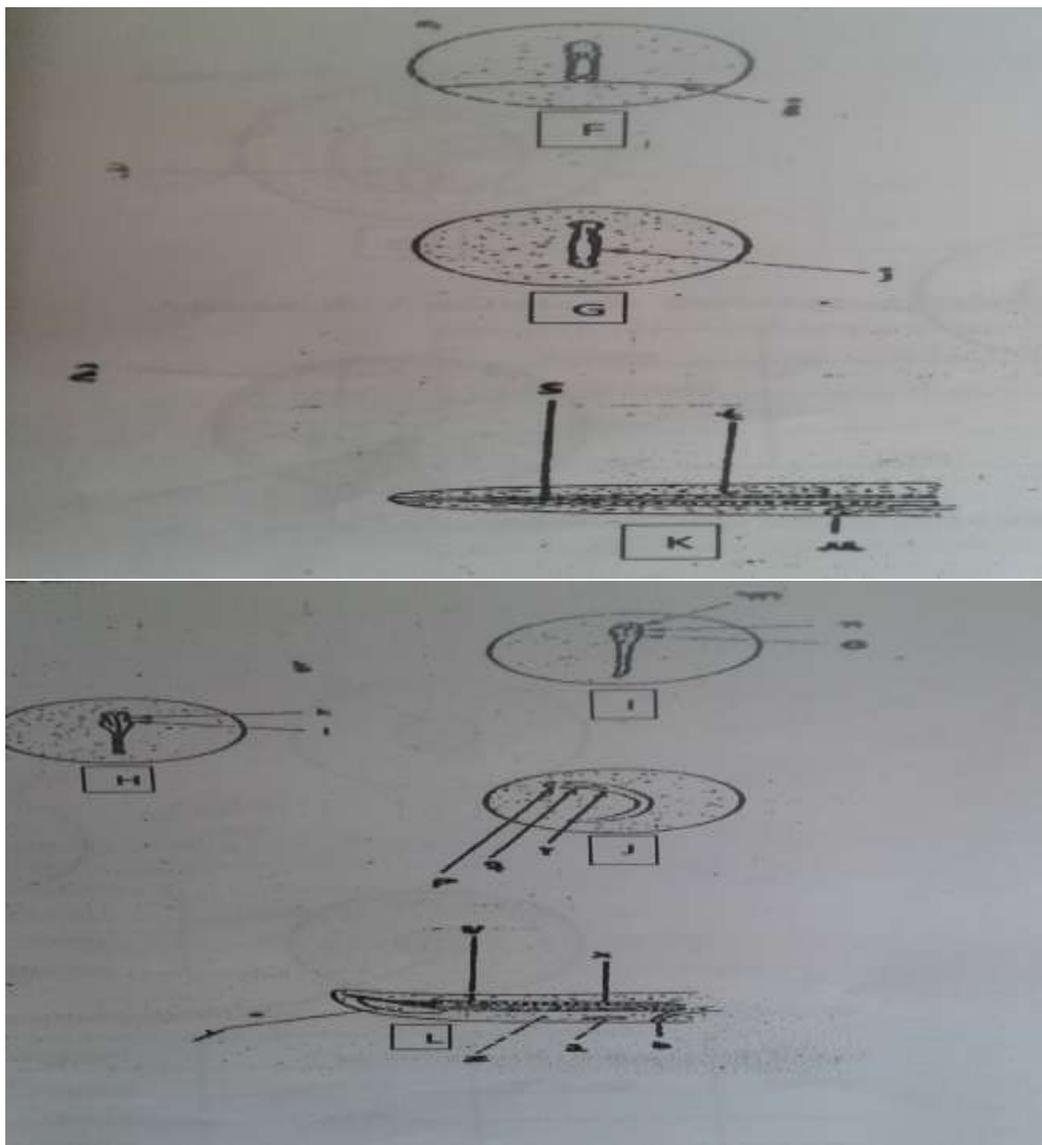


Figura 17.

(M) .- tercer ventrículo = c, lóbulo óptico = d, cristalino = e, cerebro posterior = f, capsula óptica = g, branquias = h, futura aleta pectoral = i.

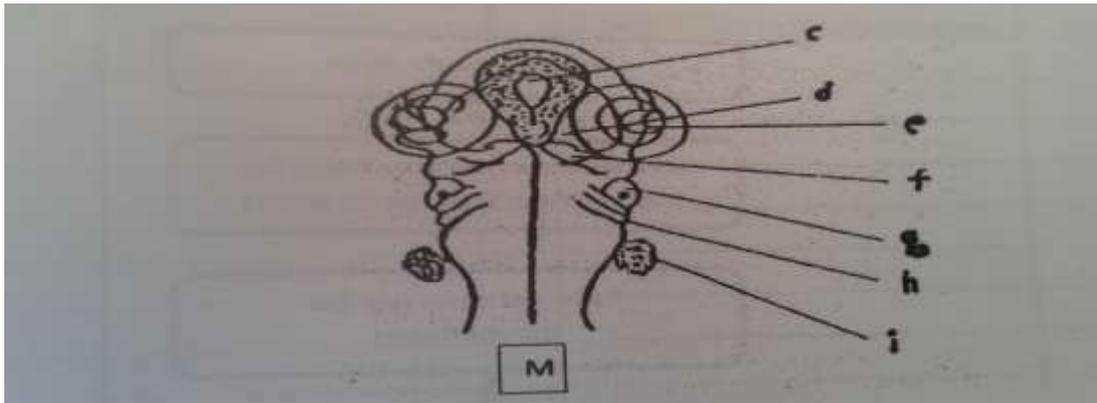


Figura 18.

(N) .- hemisferio cerebral = j, lóbulo óptico = k cerebro posterior = l, futuro cerebelo = m, futuro cuarto ventrículo = n.

(Ñ).- aleta dorsal = o, aleta adiposa = p, aleta ventral = q, ano = r, aleta anal = s, plegamiento aleta anal = t.

(O) .- Eclosion = u, larva = v.

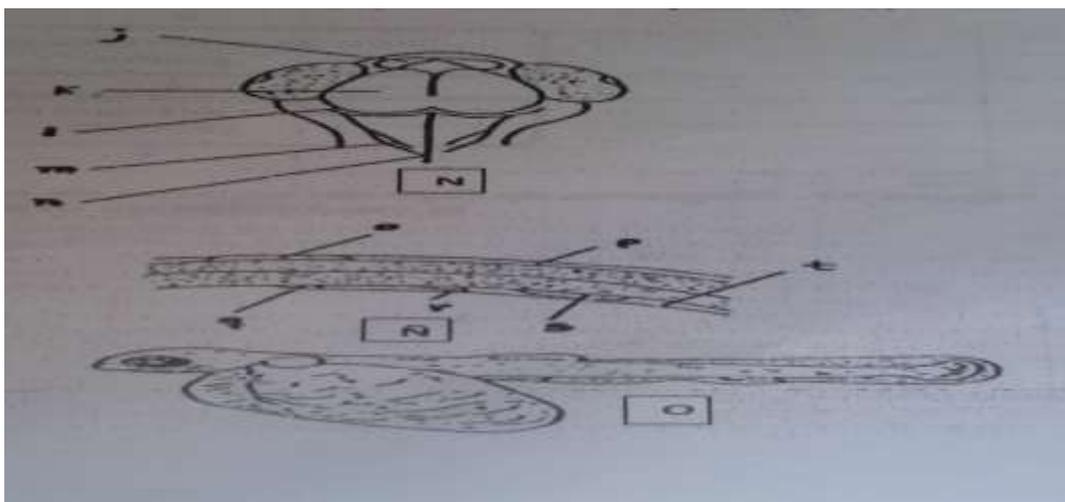


Figura 19.

primera repetición de Veys				parámetros físicos y químicos			
<b>muestra</b>	1						
<b>fecha de desove</b>	19/10/2015						
<b>fecha de incubación</b>	19/10/2015						
<b>cantidad incubada</b>	7500						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	obs
1	20/10/2015	97		17	5.47	8.56	
2	21/10/2015	190		16.5	5.46	9.333	
3	22/10/2015	91		16.5	5.42	9.333	
4	23/10/2015	103		18.2	5.44	9.362	
5	24/10/2015	108	ojos	18.6	5.48	9.370	
6	25/10/2015	102		18.5	5.42	9.380	
7	26/10/2015	133	inicio eclosión	18.8	5.45	9.396	
8	27/10/2015	117		18.1	5.48	9.437	
9	28/10/2015	111		18.5	5.47	9.446	
10	29/10/2015	106	final	18.7	5.46	9.447	
<b>TOTAL</b>		1158					

De 7500 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1158 ovas que representa el 15.44% de ovas, por lo que eclosionaron solo 6342 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Primer Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 19)

primera repetición de Veys				parámetros físicos y químicos			
<b>muestra</b>	2						
<b>fecha de desove</b>	01/11/2015						
<b>fecha de incubación</b>	01/11/2015						
<b>cantidad incubada</b>	4000						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	observ
1	02/11/2015	45		17.8	5.48	9.453	
2	03/11/2015	188		17.5	5.41	9.483	
3	04/11/2015	109		16.9	5.48	9.513	
4	05/11/2015	133		17	5.47	8.591	
5	06/11/2015	188	ojos	16.6	5.46	9.437	
6	07/11/2015	168		16.5	5.46	9.437	
7	08/11/2015	151	inicio eclosión	17.2	5.45	9.446	
8	09/11/2015	119		17.5	5.47	9.391	
9	10/11/2015	90		17.6	5.46	9.362	
10	11/11/2015	74	final	17.5	5.45	9.37	
<b>TOTAL</b>		1265	= 2735				

De 4000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1265 ovas que representa el 31.6% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 2735 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Segundo Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 20).

Primera repetición de Veys				parámetros físicos y químicos			
muestra	3						
fecha de desove	11/11/2015						
fecha de incubación	11/11/2015						
cantidad incubada	5500						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	o
1	12/11/2015	58		17.5	5.47	9.37	
2	13/11/2015	156		17.7	5.48	9.333	
3	14/11/2015	127		17.6	5.46	9.362	
4	15/11/2015	191		17.5	5.47	9.356	
5	16/11/2015	83	ojos	16.9	5.46	9.420	
6	17/11/2015	75		16.2	5.46	9.391	
7	18/11/2015	26	inicio eclosión	16.5	5.47	9.375	
8	19/11/2015	12		17.0	5.48	9.378	
9	20/11/2015	13		16.9	5.48	9.42	
10	21/11/2015	5	final	17.0	5.49	9.372	
<b>TOTAL</b>		<b>746</b>					

De 5500 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 746 ovas que representa el 13.5% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 4754 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Tercer Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 21)

primera repetición de Veys				parámetros físicos y químicos			
			4				
desove	22/11/2015						
n	22/11/2015						
			4000				
	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	obse
1	23/11/2015	201		17	5.42	9.431	
2	24/11/2015	188		17.5	5.49	9.434	
3	25/11/2015	132		17	5.44	9.368	
4	26/11/2015	190		16.4	5.46	9.420	
5	27/11/2015	180	ojos	17	5.41	9.399	
6	28/11/2015	96		17.6	5.44	9.387	
7	29/11/2015	41	inicio eclosión	17.7	5.45	9.392	
8	30/11/2015	21		17	5.48	9.372	
9	01/12/2015	12		17	5.44	9.392	
10	02/12/2015	7	final	16.9	5.89	9.362	
			<b>1068</b>				

De 4000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1068 ovas que representa el 26.7% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 2932 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Cuarto Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 22)

primera repetición willanson				parámetros físicos y químicos			
muestra	1						
fecha de desove	19/10/2015						
fecha de incubación	19/10/2015						
cantidad incubada	9000						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	T (°C)	Oxígeno (mg/L)	pH	ol
1	20/10/2015	91		16.5	5.47	8.54	
2	21/10/2015	123		17	5.45	9.46	
3	22/10/2015	283		16.54	5.43	9.461	
4	23/10/2015	197		17	5.45	9.475	
5	24/10/2015	168		16.9	5.46	9.491	
6	25/10/2015	196		17	5.48	9.478	
7	26/10/2015	174	ojos	17	5.48	9.467	
8	27/10/2015	182		16.6	5.47	9.466	
9	28/10/2015	144		17.1	5.46	9.477	
10	29/10/2015	162	inicio de eclosión	17.3	5.46	9.476	
11	30/10/2015	136		17.5	5.45	9.479	
12	31/10/2015	133		17.9	5.47	9.478	
13	01/11/2015	108	Eclosion final	17.6	5.46	9.48	

*De 9000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 2097 ovas que representa el 23.3% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 6903 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)*

Primer Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 23)

primera repetición willanson				parámetros físicos y químicos			
muestra	2						
fecha de desove	01/11/2015						
fecha de incubación	01/11/2015						
cantidad incubada	4000						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	observa
1	02/11/2015	99		18.8	5.46	9.467	
2	03/11/2015	191		18.5	5.47	9.477	
3	04/11/2015	165		18.8	5.48	9.461	
4	05/11/2015	227		17.9	5.47	10.391	
5	06/11/2015	171		17.6	5.46	10.376	
6	07/11/2015	218		18.8	5.47	10.375	
7	08/11/2015	167	ojos	19.3	5.47	10.376	
8	09/11/2015	165		17.9	5.48	10.374	
9	10/11/2015	144		18.9	5.47	10.379	
10	11/11/2015	137	inicio de eclosión	18.5	5.46	10.39	
11	12/11/2015	119		18.7	5.47	10.388	
12	13/11/2015	115		18.9	5.48	10.388	
13	14/11/2015	81	eclosión final	18.5	5.46	10.391	
<b>TOTAL</b>		1999					

*De 4000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1999 ovas que representa el 49.9% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 2001 larvas. Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)*

Segundo Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 24)

primera repetición willanson				Parámetros físicos y qui			
muestra	3						
fecha de desove	11/11/2015						
fecha de incubación	11/11/2015						
cantidad incubada	5000						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxigeno	pH	ob
1	12/11/2015	114		18.8	4.47	10.433	
2	13/11/2015	175		17.6	4.48	10.362	
3	14/11/2015	181		17.9	5.39	10.420	
4	15/11/2015	225		17.9	5.48	10.470	
5	16/11/2015	90		18.5	5.47	10.475	
6	17/11/2015	71		18.8	5.46	10.478	
7	18/11/2015	62	ojos	18.8	5.47	10.469	
8	19/11/2015	71		18.5	5.47	10.472	
9	20/11/2015	156		17.9	5.47	10.479	
10	21/11/2015	113	inicio de Eclosion	17.6	5.47	10.431	
11	22/11/2015	79		18.8	5.48	10.471	
12	23/11/2015	51		16.6	5.47	10.451	
13	24/11/2015	39	Eclosion final	18.8	5.48	10.461	
<b>TOTAL</b>		<b>1427</b>					

*De 5000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1427 ovas que representa el 28.5% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 3573 larvas.* Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Tercer Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 25)

primera repetición willanson				Parámetros físicos y químicos			
muestra			4				
fecha de desove	22/11/2015						
fecha de incubación	22/11/2015						
cantidad incubada	4000						
Nº	FECHA	MORTALIDAD	OBSERVACIONES	Tº	oxígeno	pH	cond
1	23/11/2015	271		17.6	5.71	10.395	
2	24/11/2015	143		17.56	5.77	10.499	
3	25/11/2015	113		17.7	5.56	10.405	
4	26/11/2015	96		17.4	5.58	10.434	
5	27/11/2015	82		17	5.72	10.479	
6	28/11/2015	56		17.1	5.74	10.431	
7	29/11/2015	51	ojos	17	5.71	10.465	
8	30/11/2015	91		17.7	5.71	10.444	
9	01/12/2015	62		17.5	5.78	10.43	
10	02/12/2015	88	inicio de eclosión	17.6	5.77	10.428	
11	03/12/2015	42		17.56	5.69	10.474	
12	04/12/2015	33		17.8	5.72	10.477	
13	05/12/2015	51	eclosión final	17.6	5.72	10.476	
<b>TOTAL</b>		<b>1179</b>					

*De 4000 ovas, Se obtuvo una mortalidad de 1179 ovas que representa el 29.4% de ovas muertas, por lo que eclosionaron solo 2821 larvas.* Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Cuarto Muestreo de Resultados de la evaluación de la mortalidad y parámetros físicos y químicos de las ovas de suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Tabla 26)

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 16.** Lavado de la incubadora tipo Willansson (flujo laminar) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 17.** Armado de los bastidores para el acuario tipo Willansson - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 18.** Instalación del acuario Willansson - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 19.**Proceso de Armado e instalación de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 20.** Proceso de limpiado de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 21.** Proceso de funcionamiento de la incubadora tipo VEYS (flujo ascendente) - Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 22.** Panel de proceso de reproducción artificial del Suche, Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 23.** Panel de proceso de homogenización de las ovas fecundadas del Suche, Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 24.** Panel de proceso de conteo de ovas método volumétrico reproducción artificial del Suche, Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 25.** Panel de proceso de conteo de ovas Muertas del Sucho, Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



**Figura 26.** Panel fotográfico de un termostato, Investigación realizada en el Instituto del mar del Perú (IMARPE) - PUNO



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

## **CONSTANCIA**

**EL QUE SUSCRIBE, CESAR GAMARRA PERALTA COORDINADOR DEL LABORATORIO CONTINENTAL PUNO – IMARPE.**

### **DEJA CONSTANCIA QUE:**

El señor **Charles Pablo AVILA CHARCA**, identificado con **DNI 80131462**, ha ejecutado su proyecto de tesis titulado "**Evaluación de la mortandad de ovas de Suche (*Trichomycterus rivulatus*) en dos tipos de incubadoras**", en las instalaciones de nuestra Institución, de octubre a diciembre de 2015.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que estime por conveniente.

Puno, 21 de noviembre de 2017



**INSTITUTO DEL MAR DEL PERU**  
**COORDINADOR DEL LABORATORIO CONTINENTAL DE PUNO**  
**DR. CESAR GAMARRA PERALTA**  
**COORDINADOR DEL LABORATORIO CONTINENTAL DE PUNO**

