

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN LA PRIMERA ETAPA  
DE ALEVINAJE DE *Trichomycterus rivulatus* (SUCHE)  
ALIMENTADOS CON NAUPLIO DE *Artemia salina* y *Daphnia pulex*  
EN CONDICIONES CONTROLADAS.**

**TESIS**

**PRESENTADO POR**

**Br. WILDER LOAYZA MAMANI**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

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



**CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN LA PRIMERA ETAPA DE ALEVINAJE DE *Trichomycterus rivulatus* (SUCHE) ALIMENTADOS CON NAUPLIO DE *Artemia salina* y *Daphnia pulex* EN CONDICIONES CONTROLADAS.**

**TESIS**

**PRESENTADO POR**

**Bach. WILDER LOAYZA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**


**PRESIDENTE**

:

  
Ing. M.Sc. Félix Rodolfo Meza Romualdo

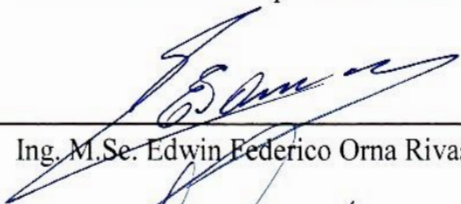
**PRIMER MIEMBRO**

:

  
M.Sc. Dante Joni Choquehuanca Panclas

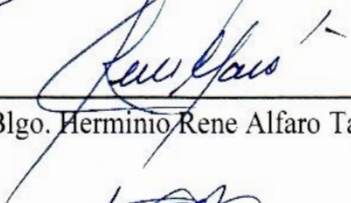
**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Ing. M.Sc. Edwin Federico Orna Rivas

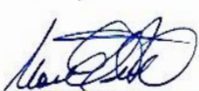
**DIRECTOR DE TESIS**

:

  
Blgo. Herminio Rene Alfaro Tapia

**ASESOR**

:

  
M.Sc. Maria Elena Suaña Quispe

ÁREA : CIENCIAS BIOMÉDICAS

LÍNEA : CIENCIA Y PRODUCCION ANIMAL

SUB LINEA: ACUICULTURA

TEMA : NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE ESPECIES ACUÍCOLAS

Fecha de Sustentación 30-01-2017

## DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico este trabajo a mis padres Daniel y Juana por haberme apoyado moralmente, económico y espiritualmente, principalmente el apoyo incondicional que me brindan en mi formación profesional haciendo posible la culminación y así cumplir con mis metas trazadas.

Mi reconocimiento a todos los docentes de la especialidad de Pesquería por su esmero profesional y por haberme brindado la experiencia en la labor durante mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a nuestra primera casa de estudios Universidad Nacional del Altiplano – Puno, en especial a la escuela profesional de Biología y todos los docentes quienes han impartido sus conocimientos durante mi formación profesional

Mi profundo agradecimiento a mi maestro, amigo y director de tesis. Blgo. Rene Alfaro Tapia, por su paciencia, apoyo constante, por su aporte académico científico en el transcurso de la realización de esta tesis y durante mi formación profesional.

A mi asesora Blgo. Maria Suaña Quispe, gracias por su tiempo, dedicación, impulso y su apoyo constante durante toda la elaboración de esta investigación.

A todas aquellas personas que contribuyeron directa e indirectamente en la elaboración y ejecución del presente trabajo y la institución de IMARPE – Puno por su apoyo, colaboración y confianza durante el periodo de ejecución del presente trabajo.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Objetivo general:.....	13
1.2. Objetivos específicos:.....	13
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. ANTECEDENTES .....	14
3.2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
3.1. Caracterización del área de investigación.....	32
3.2. Tipo de estudio.....	32
3.3. Población y muestra.....	32
3.4. Materiales.....	32
3.5. Metodología.....	33
3.6. METODO ESTADISTICO.....	39
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. Crecimiento de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> en condiciones controladas.....	41
4.2. Efecto de alimentación con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> en la sobrevivencia de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> en condiciones controladas.....	48
4.3. Controlar los principales parámetros físico químicos del agua para el crecimiento y sobrevivencia del <i>Trichomycterus rivulatus</i> .....	53
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....	61
ANEXOS .....	66

## INDICE DDE TABLA

<b>Cuadro 1.</b> Contenido de aminoácidos de <i>Daphnia pulex</i> .....	21
<b>Cuadro 2.</b> Composición mineral y proximal del alimento vivo seleccionado.....	21
<b>Cuadro 3.</b> Composición de aminoácidos esenciales de zooplancton de mayor uso en acuicultura.....	27
<b>Cuadro 4.</b> Análisis proximal y mineral de la composición de huevos y nauplios de <i>Artemia</i> de tres localidades .....	28
<b>Cuadro 5.</b> Crecimiento en talla (cm) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	41
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de Tukey para crecimiento en talla (cm) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016) .....	43
<b>Cuadro 7.</b> Crecimiento en peso (gr) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	44
<b>Cuadro 8.</b> Prueba de Tukey para crecimiento en peso (gr) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016) .....	45
<b>Cuadro 9.</b> Mortalidad de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	48
<b>Cuadro 10.</b> Prueba de Tukey para mortalidad (%) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016) .....	49
<b>Cuadro 11.</b> Evolución de la sobrevivencia de <i>T. rivulatus</i> en los tres acuarios en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016) .....	51
<b>Cuadro 12.</b> Evolución de la sobrevivencia de <i>T. rivulatus</i> en los tres acuarios en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016) .....	52
<b>Cuadro 13.</b> Temperatura del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016) .....	53
<b>Cuadro 14.</b> Prueba de Tukey para temperatura del agua (°C) de acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	54
<b>Cuadro 15.</b> Oxígeno disuelto del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016) .....	55
<b>Cuadro 16.</b> pH del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016) .....	56

<b>Cuadro 17.</b> Prueba de Tukey para pH del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	57
<b>Cuadro 18.</b> Control de parámetros físico - químicos y biológicos (acuarios).....	66
<b>Cuadro 19.</b> Alimentación con ( <i>Daphnia pulex</i> y <i>Artemia salina</i> ).....	67

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diferencia en la talla (cm) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> representando la media, Q, max, min de las tallas obtenidos en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	42
<b>Figura 2.</b> Crecimiento en peso (gr) de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	44
<b>Figura 3.</b> Relación de la talla y peso de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	47
<b>Figura 4.</b> Mortalidad de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016).....	48
<b>Figura 5.</b> Temperatura del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	53
<b>Figura 6.</b> Oxígeno disuelto (ppm) del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	55
<b>Figura 7.</b> Oxígeno disuelto (ppm) del agua en acuarios de alevinos de <i>Trichomycterus rivulatus</i> alimentados con <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016).....	57
<b>Figura 8:</b> <i>Trichomycterus rivulatus</i> .....	68
<b>Figura 9:</b> <i>Artemia salina</i> .....	68
<b>Figura 10:</b> <i>Daphnia pulex</i> .....	68
<b>Figura 12.</b> Medida de temperatura y Llevado de agua al carro, destinado para el laboratorio.....	69
<b>Figura 11.</b> Traslado de agua al laboratorio.....	69
<b>Figura 13.</b> El conteo del suche a cada Sucho al acuario.....	69
<b>Figura 14.</b> Llenado de agua y traslado del acuario.....	69
<b>Figura 15.</b> Preparación de A. salina.....	70
<b>Figura 16.</b> Tarro de cisto de A. salina.....	70
<b>Figura 17.</b> vertimiento 30-35 ml de cloro.....	70
<b>Figura 18.</b> Hidratación de cistos de A. salina.....	70
<b>Figura 19.</b> Enjuague de para neutralizar el cloro.....	71
<b>Figura 20.</b> Mezclado hasta que desaparezca los puntos blancos y se vuelva a un color rojizo.....	71
<b>Figura 21.</b> Poner en agua a 28° a 30 °C.....	71
<b>Figura 22.</b> Preparación en 1 lt. de agua con, 20 gr de sal sin yodo” y homogenizar de temperatura y una aireación en una botella.....	71
<b>Figura 23.</b> Colocado de <i>Artemia</i> en un recipiente.....	72
<b>Figura 24.</b> Enjuague con abundante agua en un tamiz de 120 μ.....	72
<b>Figura 25.</b> Alimentacion del sucho con la <i>Artemia salina</i> .....	72



<b>Figura 26.</b> Sinfoneo de naupilos de Artemia salina .....	72
<b>Figura 27.</b> Captura D. pulex del Lago Titicaca.....	73
<b>Figura 28.</b> Arrastre de D. pulex del Lago Titicaca.....	73
<b>Figura 29.</b> Cultivo de Daphnia pulex .....	73
<b>Figura 30.</b> Aislamiento de Daphnia pulex .....	73
<b>Figura 31.</b> Alimento (Chlorella sp) para la D. pulex.....	74
<b>Figura 32.</b> Cultivo de micro algas .....	74
<b>Figura 33.</b> Tamizado de D. pulex.....	74
<b>Figura 34.</b> Separado de tamaño de D. pulex.....	74
<b>Figura 35.</b> Alimentacion del suche con D. pulex.....	75
<b>Figura 36.</b> Pipeteo de neonatos de D. pulex .....	75
<b>Figura 37.</b> Alevinos de Suche .....	75
<b>Figura 38.</b> Muestras para el peso y talla .....	75
<b>Figura 40.</b> Procedimiento del pesaje del.....	76
<b>Figura 39.</b> Peso del alevino (Suche).....	76
<b>Figura 41.</b> Talla del alevino .....	76
<b>Figura 42.</b> Medición del alevino (cm.) .....	76
<b>Figura 43.</b> Extracion de Suche muertos.....	77
<b>Figura 44.</b> Medicion de temperatura, oxigeno y pH .....	77

## RESUMEN

La investigación fue de tipo experimental y se realizó entre los meses de noviembre a febrero del 2017, en las instalaciones del Laboratorio Continental del IMARPE – Puno. Planteando como objetivo: 1) Evaluar la tasa de crecimiento de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en condiciones controladas; 2) Determinar el efecto de alimentación con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en la tasa de supervivencia de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* en condiciones controladas; 3) Controlar los principales parámetros físico químicos del agua para el crecimiento y supervivencia del *Trichomycterus rivulatus*. La metodología aplicada fue; Se inició con la incubación de ovas embrionadas de *T. rivulatus* obtenidas con la ayuda del Instituto del Mar Peruano (IMARPE) sede Puno, este procedimiento se realizó en incubadoras de tipo Veys. Una vez transcurrido el tiempo de incubación obtuvimos las larvas de *T. rivulatus*; a los 2 a 3 días se registró la absorción del saco vitelino y finalmente se pudo obtener 500 alevinos para cada acuario 3x2. El periodo del experimento fue de 03 meses. Ligado directamente a la supervivencia y crecimiento de los alevinos del Suche. Los resultados en el crecimiento se registró en tallas promedios de 1.980 cm. en base a la alimentación con *A. salina*; 1.998 cm para *Daphnia pulex* con, y finalmente la menor talla fue registrada con 1.918 cm. con la alimentación de ambas dietas. La supervivencia que se registró, las alimentadas con *A. salina* presentaron una supervivencia máxima de 99.2 %; mientras que la supervivencia alimentada con *Daphnia pulex* tuvo un promedio de 87.1 %; la supervivencia más baja lo tuvo la combinación de ambas dietas con un promedio de 73 %. Los valores de temperatura, se fluctúan de 16.5 ° C, hasta 18.2 ° C, durante los tres meses de estudio, en el caso los valores del oxígeno del agua estando entre el rango de 5 a 5.98 ppm. Y la concentración de hidrogeniones tuvo valores de 7,94 a 8.37 pH en los tres meses de estudio no mostraron diferencias significativas entre los parámetros físico-químicos medidos.

Palabras clave: Alevinaje, Alimento, Crecimiento, *Daphnia* y Dieta

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el suche (*Trichomycterus rivulatus*) especie endémica del Lago Titicaca, se encuentra en peligro de extinción; (El IIP Qollasuyo y el CIPP Chucuito-UNA-Puno) razón por la cual especialistas e instituciones como el Proyecto PER/98/G-32 “Conservación de la Biodiversidad en la cuenca del TDPS (sistema Titicaca desaguadero Poopo)” se abocaron a buscar alternativas que ayuden a la solución de este problema. (En las últimas décadas, se han realizado algunos trabajos sobre la bioecología, la reproducción y la alimentación del “suche”). Sin embargo, no existe publicación sobre las diferentes etapas y son necesarias (Flores, M. y Orieta, Y. ,2009).

La alimentación en los primeros estadios (larva y alevino) de especies hidrobiologías es uno de los principales problemas en la acuicultura de donde se tienen elevadas tasas de mortalidad. El crecimiento de alevinos de las especies nativas en los primeros estadios es definido por muchos factores fisicoquímicos y biológicos como la temperatura, oxígeno disuelto del agua, la alimentación, entre otros. Su mejor desarrollo esta condicionada a estas variables por lo que es conveniente brindar a la especie las condiciones óptimas del cultivo (Donaires, 2003).

La nutrición de post-larvas luego de la reabsorción del saco vitelino (se da en forma diferenciada en el género) de los peces, representa uno de los principales problemas en la acuicultura, con frecuencia se observa que en los alimentos empleados no contienen los nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las especies, principalmente en sus primeras etapas de vida, siendo esta la más crítica en todas las especies de peces, donde se presentan las mayores tasas de mortalidad (IMARPE, 1987).

Los alevinos de *Trichomycterus rivulatus* prefieren el alimento vivo por lo general algas unicelulares y zooplancton como los rotíferos cladóceros y copépodos, dentro de los cuales los más indicados son las *Dafnias* y *Artemias*; los nutrientes que presentan las especies antes mencionadas las principales fuentes como los ácidos grasos y aminoácidos esenciales.

El estudio contribuirá al conocimiento productivo y el manejo del Suche (*Trichomycterus rivulatus*) durante la fase de alevinaje, con el fin de optimizar el

sistema de alimentación a través de los dos alimentos que son *Daphnia pulex* y *Artemia salina*, abordando básicamente un enfoque ecológico y productivo del suche en el Lago Titicaca.

Por lo tanto nos planteamos los siguientes objetivos.

### 1.1. Objetivo general:

- Evaluar el efecto del alimento vivo *Artemia salina* y *Daphnia pulex* sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* en condiciones controladas.

### 1.2. Objetivos específicos:

1. Evaluar la tasa de crecimiento de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en condiciones controladas.
2. Determinar el efecto de alimentación con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en la tasa de supervivencia de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* en condiciones controladas.
3. Determinar los principales parámetros físico químicos del agua para el crecimiento y sobrevivencia del *Trichomycterus rivulatus*

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. ANTECEDENTES

La muestra del Pejerrey fue conformada de 300 larvas con una talla inicial de 0.6 cm. de longitud, diferenciadas por tres modalidades de alimentación, registrándose la tallas promedios de 2.05 cm. en base a la alimentación con *A. salina*; 1.59 cm. para con *D. pulex* y finalmente la mayor talla registrada con 2.46 cm. la alimentación con ambas dietas en combinación; también registrándose una supervivencia alimentadas con *A. salina* de 21.6%, la sobrevivencia más alta fue alimentada con ambas dietas que representa 27.6 %, y por último una sobrevivencia alimentada con *D. pulex* fue 4.6%. (Chaiña, 2015), en cuanto al trabajo de ensayo con alevines de trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*). Fue desde los 2 g. hasta los 30 g. de peso, usando harina de espirulina (*Spirulina máxima*) en niveles de 0, 2.5 a 5% de la dieta. Se evaluó la respuesta productiva (peso vivo, consumo de alimento, y tasa de crecimiento específico). Luego de 90 días de ensayo, los indicadores productivos no fueron modificados significativamente ( $P= 0.05$ ) por la presencia de la harina de espirulina en las dietas. (Pokniak, 2007).

El efectos de la suplementación de enzimas en las dietas sobre el crecimiento y la utilización del alimento en los peces ángel, *Pterophyllum scalare*, describe que hoy en día se integran a la acuicultura una mayor diversidad de organismos considerados como alimento vivo, entre las especies más empleados se encuentran: *Artemia franciscana*, *Daphnia pulex*, *Spirulinasp*, *Brachionus plicatilis*, debido a su alto valor nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad. (Erdogan & Olmez, 2009), mientras tanto en el laboratorio de Bioquímica de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco el “Alimento vivo en la acuicultura”, menciona la calidad nutritiva de *Daphnia* va a depender del tipo de alimentación, contienen vitamina A (carotina), en los estudios realizados para este crustáceo se determinó un valor de 50% de proteína (peso seco) y de ácidos grasos entre 20-27% para los adultos. (Thalia *et al.* 2003).

El efecto de dietas con distinto contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*) en condiciones de cautiverio, menciona que los resultados más significativos de peso y de longitud total ( $p<0.05$ ) se obtuvieron con

la dieta I (53.57% proteína). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el peso y la longitud de los peces alimentados con las dietas II (39.12% proteína) y III (31.13% proteína), los mayores incrementos en peso (32.10 mg/día) y en longitud total (0.30 mm/día) están relacionados con la mayor concentración de proteína en el alimento. Por otra lado las tasas de crecimiento para el peso y la longitud: TCA (27.50 y 13.33 %), TCR (26.32% y 10.81%) y TCE (12.33% y 8.2) fueron significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ), Las características físicas del agua tuvieron un (promedio  $\pm$  error estándar) y fueron las siguientes: la temperatura  $24.73 \pm 0.07$  °C, el pH  $7.33 \pm 0.03$ , el oxígeno  $5.80 \pm 0.05$  mg/l. (Arce & Uribe, 2003).

En Brasil, registraron las tasas de supervivencia en el alevinaje se aumentan cuando se realiza el manejo del inicio de la alimentación exógena en condiciones controladas, utilizando zooplancton, principalmente nauplios de *Artemia*, zooplancton silvestre seleccionado por tallas. (Atencio *et al.*, 2003). En tal sentido, la sobrevivencia de los bagres no difirió entre los grupos de organismos alimentados con las distintas dietas, la cual correspondió al 100%. Finalmente, se puede definir que la alta concentración de proteína del alimento generó mayor influencia en el crecimiento de las crías de *I. balsanus*. Arce & Uribe (2003), la dieta de las larvas de peces, indica que los nauplios de *Artemia* incluye una alta cantidad de proporción de ácidos grasos esenciales de tipo W, (20:5W<sub>3</sub> y 22:6W<sub>3</sub>) la cual son los más nutritivos y que admiten el buen desarrollo y alta supervivencia de las larvas. Para especies de agua dulce, los nauplios de *Artemia* contienen una alta proporción de los ácidos grasos esenciales W<sub>3</sub> (18:2W<sub>6</sub> y 18:3W<sub>3</sub>). (Watanabe *et al.*, 1983).

Los acuicultores incorporan alimento vivo sobre todo en las primeras fases del desarrollo de los individuos, por el alto contenido nutrimental que posee. En la actualidad los organismos más utilizados como alimento vivo para peces son *Artemia*, *Daphnia*, *Tubifex* y *Tenebrio*, que mejoran el crecimiento y reproducción de aquellos (Fernández, 2001), siendo la alimentación de los *Trichomycteridos*, acuerdo a la edad; así los alevinos en sus primeras etapas se alimentan de fitoplanctónicos y zooplancton. Los especímenes juveniles y adultos presentan un tipo de alimentación eurífaga, su dieta está compuesta por varios organismos componentes del zooplancton. También tienen una alimentación conformada por Anfípodos con un 69% y *Quironómidos* con un 25%

según el ISR. *Trichomycterus rivulatus* “suche”, tiene una ISR con una predominancia de peces con un 83% seguido de anfípodos con un 10%; aunque esta última especie tiene mayor heterogeneidad en su alimentación “suche” (Asociación IIP Qollasuyo - CIPP Chucuito UNA Puno, 2000 – 2002).

Las propiedades de *Artemia sp.* para la nutrición en la acuicultura, indica que tiene un contenido de proteínas variada de 41% a 66% en nauplios de distinto origen, mientras que el rango de proteínas varía de 58% a 64% en los adultos, tanto los nauplios como los adultos contienen los aminoácidos que son esenciales en la nutrición de peces y crustáceos (Castro *et. al.*, 1995), el valor nutritivo de plancton para larvas de peces en el punto de vista de los lípidos de Koseisha-Koseikaku (Tokyo) , indicó que la calidad nutritiva de la *Artemia* tiene la mayoría de los macro y micronutrientes que necesitan las especies de alevinos, sin embargo, existen diferencias en contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos entre otras cepas de *Artemia*; como los ácidos grasos que cuando son poli insaturados como el eicosa pentaenoico hacen que *Artemia* sea excelente alimento para las especies de peces marinos. (Watanabe, 1978).

El bagre es un silúrido que más se cultiva a nivel mundial cuyo requerimiento alimenticio está fijado en 40 nutrientes esenciales para la función metabólica, con niveles de proteína con rangos de 28 y 32 %, lípidos menores al 6% y carbohidratos entre el 25 y 35%, Robinson, (1996), siendo la cantidad de proteína para alevinos de bagre alejando a niveles de 8 a 10 Kcal/g a un crecimiento más definitivo para alevinos al 35% de proteínas (Wilson, 1996), la formulación para la primera alimentación para el bagre negro (*Rhamdia sapo*) posee un 25% de proteínas, 13% de grasas, 3.3 % de fibra, 2.4 % de calcio y 1.5 % de fósforo. (Alimento balanceado) y alimentada 2 veces al día, se presentó el crecimiento diario en peso para cada uno de los tratamientos de distintas densidades n°/ ha 25000 38000 50000 y 60000 tuvieron un crecimiento diario de 0.89, 0.86, 0.82 y 0.83 gr. respectivamente. En el muestreo se tomaron los datos individuales de longitud y peso, obteniendo como resultado  $P= 0,0055.L^{3.2597}$  Y de  $r^2$  de 0.87, dentro de los meses de marzo febrero, la temperatura media en el periodo fue de 24 ° C, las variaciones de temperatura máximas y mínimas son; 20 y 28 ° C respectivamente. Paralelamente también se registraron los valores de oxígeno disuelto a las 7, 12 y 17 horas que oscilaron entre 1.8 ppm por la mañana y 15 ppm. Por la tarde estos resultados se manifestaron durante toda la experiencia. (Chediak & Varela, 1982).

### 3.2. MARCO TEÓRICO

#### 2.2.1. *Trichomycterus rivulatus* “Suche” (Anexo. figura n° 10)

##### a. Ubicación Taxonómica 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:	Vertebraba
Grupo:	Gnathostomata
Super clase:	Pisces
Clase:	Osteichthyes
Sub clase:	Actinopterygii
División:	Teleostei
Super orden:	Silurimorpha
Orden:	Siluriformes
Sub orden:	Siluroidei
Familia:	Trichomycteridae
Género:	Trichomycterus
Especie:	<i>T. rivulatus</i> “suche”
Según:	Valenciennes, 1846

##### b. Características morfológicas y anatómicas de *Trichomycterus rivulatus*.

Morfológicamente esta especie presenta una cabeza levemente triangular. Posee tres pares de barbillas, presentan una boca ligeramente amplia, el labio inferior ocupa todo el extremo anterior del hocico, además tiene ojos pequeños y dorsales, separados por un espacio inter orbital además, la aleta dorsal está implantada en la mitad posterior del cuerpo, de amplia base, en algunos ejemplares es alta, mientras en otros más baja, borde posterior recto o ligeramente cóncavo además, las aletas pectorales son amplias, redondeadas y de base estrecha así, como las pélvicas están insertas en el abdomen por delante del inicio de la dorsal además la aleta anal es de base corta, se ubica en la mitad de la base de la dorsal. El pedúnculo caudal es comprimido y relativamente ancho, la línea lateral que posee esta especie llega hasta el pedúnculo caudal, así mismo el color es variable desde un castaño claro ligeramente a un tono verdoso, con pigmentación oscura e irregular, en el vientre la coloración es blanquecina, (Duarte *et al*, 1971). esta especie corresponde a peces alargados con altura del pedúnculo caudal es elevada y



fuertemente comprimida también, las aletas presentan bordes ligeramente redondeados por lo tanto el origen de las aletas pélvicas aproximadamente en el punto medio de la longitud total, el origen de la aleta anal está ligeramente posterior al de la aleta dorsal, por lo tanto el ano se encuentra cerca de la base de las aletas pélvicas por consiguiente las superficie corporal cubierta de numerosas papilas, incluyendo la base de las aletas, además el inter opercular con 31 a 40 dentículos y el opercular, 10 a 14 y opercular con dentículos generalmente cónicos (Arratia, 1982)

### **c. Hábitat y ecología.**

La especie *Trichomycterus rivulatus* están presentes en el lago Titicaca, lago Poopo, ríos, arroyos y bofedales de los andes centrales en el altiplano de Bolivia en el departamento la Paz, presente también en ríos de la zona de Tiraque (departamento de Cochabamba) y Atocha (departamento de Potosí), pues en este ambiente habitan entre 2-25 metros de profundidad y los adultos generalmente se encuentran a mayores profundidades, mientras tanto las larvas y juveniles se encuentran a profundidades menores y se refugian entre las plantas acuáticas y grava, a su vez no tienen dimorfismo sexual su talla estándar de la primera madurez sexual es 11 y 71 mm para hembras y machos, respectivamente, la fecundidad total es de 1000-2000 huevos, pues las ovas son de color translucido amarillento luego las larvas son planctofagos y la dieta de los adultos consiste de anfípodos (90%), los huevos de peces (De Pinna y Wosiacki 2003).

### **d. Alimentación del Suche en ambientes naturales**

Esta especie en su estado de alevinaje se alimenta de fitoplancton y zooplancton cuando esta especie alcanza la madurez la preferencia en cuanto a su alimentación es de carácter carnívoro y/o carroñero dichas afirmaciones son evidentes al estudiar al contenido estomacal hallándose organismos como *hyalellas*, *Chironomidae* *odonatas*, moluscos y algas. Los hábitos alimenticios de los peces son carnívoros consumen toda variedad de organismos que tengan contacto con el fondo, crustáceos, larvas de insectos invertebrados efemerópteros dípteros y tricopteros (Habit *et al.* 2002), en tal sentido la alimentación del suche es de tipo eurifago, es decir su espectro alimenticio exógena constituyen algas unicelulares y estadios iniciales de zooplancton como cladóceros, ostrácodos, copepodos y anfípodos, pues en edades juveniles y adultos, la base de su alimentación la constituye la *Hyalella sp.* (camaroncillos del lago), ovas de peces, larvas

de insectos, larvas y alevinos de peces, complementando por cladóceros, *copépodos*, escasamente macrofitos acuáticos y algas (Nikolsky, 1971).

### 2.2.2. *Daphnia pulex* “pulga de agua” (Anexo. figura n°11 )

#### a. ubicación taxonómica de *Daphnia pulex*.

La ubicación taxonómica de *Daphnia pulex* (pulga de agua) según Muller, 1785.

Dominio:	Eukaryota
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Crustacea
Clase:	Branchiopoda
Orden:	Cladocera
Familia:	Daphniidae
Género:	Daphnia
Especie:	<i>Daphnia pulex</i>
N. común:	“pulga de agua”

#### b. Evolución y Sistemática.

El género *Daphnia*, perteneciente a la familia de cladóceros Daphniidae, por tanto se subdivide en los subgéneros *Daphnia*, *Hyalodaphnia* y *Ctenodaphnia*, aún se encuentra en estado de desarrollo. El entendimiento de los límites de las especies ha sido velado por la alta plasticidad fenotípica, introducciones intercontinentales y descripciones taxonómicas pobres (Niles, 1995).

#### c. Morfológicas.

Las Daphnias varían entre 0,2 y 5,0 mm de longitud. Habitan en medios acuáticos, desde charcos hasta ríos, su dieta es esencialmente de fitoplancton, pudiendo también ingerir microorganismos como protistas y bacterias, así como materia orgánica particulada o disuelta es también la división del cuerpo en segmentos no se puede apreciar a simple vista. La cabeza se encuentra fusionada, y está generalmente posicionada hacia abajo, tocando el cuerpo, apreciándose la separación entre el cuerpo y la cabeza. La gran mayoría de las especies el cuerpo está cubierto por un exoesqueleto, con una abertura ventral en los 5 ó 6 pares de patas. La característica más prominente son los ojos compuestos, luego las antenas y un par de sensilias abdominales. (Espindola, 2000).

**d. Características ecológicas.**

Las *Daphnia pulex* pueden en ocasiones ingerir pequeños Crustáceos y Rotíferos, pero normalmente se alimentan por filtración, ingiriendo algas unicelulares y varios tipos de detritos orgánicos. Pueden obtener su alimento en la columna de agua y también del fondo de los lagos, especialmente en invierno. Las Daphnias pueden ser mantenidas fácilmente a base de una dieta de levadura, pero esto ocurre mayormente en laboratorio donde los ambientes son controlados (Hogan, 2008).

El movimiento de las patas crea un flujo constante que mantiene el alimento fluyendo hacia el sistema digestivo. Las partículas atrapadas son convertidas en un bolo alimenticio que se mueve hacia abajo en el tracto digestivo hasta que es excretado a través del ano, el cual se encuentra en la superficie ventral del apéndice terminal. El primer y segundo par de patas son utilizados en el sistema de filtrado de organismos, asegurándose de que las partículas no absorbibles sean mantenidas fuera. También el segundo par de antenas es responsable de la capacidad de “saltar” (Hogan, 2008).

**e. Usos de la *Daphnia pulex*.**

Las *Daphnia pulex* pueden ser usadas en distintos ambientes para probar los efectos de toxinas en el ecosistema, convirtiéndolas en especies indicadoras, debido a su corto ciclo de vida y capacidades reproductivas, son fáciles de estudiar en especímenes vivos, pudiendo apreciarse los efectos de la temperatura en estos organismos ectotérmicos. Las *Daphnias* son usadas en la alimentación de renacuajos y otras especies de anfibios, como la rana enana africana (*Hymenochirus biettgeri*), y son también populares en la alimentación de peces tropicales y marinos (Theamazing Daphnia wáter flea, 2009).

**f. Valor nutricional**

El contenido proteico de *Daphnia pulex* es elevado presentando el siguiente contenido de aminoácidos (Irleva I. Vv 1973).

**Cuadro 1.** Contenido de aminoácidos de *Daphnia pulex*

Aminoácidos	Porcentaje %
Tyrosina	4.27
Tryptophano	3.62
Arginina	10.92
Histidina	2.69
Cistidina	1.17
Methionina	3.45

Fuente: Irleva I. Vv 1973.

**Cuadro 2.** Composición mineral y proximal del alimento vivo seleccionado

ESPECIE Medio de cultivo	<i>Daphnia sp</i>
Mezcla%	89.3
Proteína%	7.5
Lipidos%	1.4
Cenizas %	0.7
Ca mg/g	0.21
Mg mg/g	0.12
P mg/g	1.46
Na mg/g	0.74
K mg/g	0.72
Fe mg/g	72.2
Zn mg/g	12.8
Mn mg/g	13.2
Cu mg/g	1.1

Fuente: Watanabe *et al.*, 1983

### 4.2.3. *Artemia salinas* (figura N° 12)

#### a. Clasificación Sistemática.

La ubicación taxonómica de *Artemia salinas* Según. Leach 1819.

Reino:	Metazoa
Sub reino:	Eumetazoa
Phylum:	Arthropoda
Sub phylum:	Mandibulata
Clase:	Crustacea
Subclase:	Branchiopoda
Infraclase:	Sarsostraca
Orden:	Anostraca
Familia:	Artemiidae
Género:	Artemia
Especie:	<i>Artemia salina</i>

#### b. Evolución y Sistemática.

El nombre específico *Artemia salina* no es taxonómicamente válido en la actualidad (Bowen & Sterling, 1978). Los estudios de cruzamiento entre diferentes poblaciones de *Artemia* han demostrado el aislamiento reproductivo de algunos grupos de poblaciones (Barigozzi, 1974; Clark & Bowen, 1978) y esto ha llevado al reconocimiento de especies hermanas (“sibling”) a las que se les han dado nombres diferentes (Bowen *et al.*, 1978).

Otras cepas partenogénicas (poblaciones compuestas exclusivamente por hembras; no siendo necesaria la fertilización de los huevos para la reproducción) han sido encontradas en Europa y Asia existen importantes diferencias genéticas (por ejemplo en el número de cromosomas y en el tipo de inso enzimas) que hacen muy difícil la clasificación sistemática conjunta bajo el nombre de “*Artemia partenogenetica*” (Abreu & Beardmore, 1982).

Por esta razón fué sugerido en el Primer Simposio Internacional sobre *Artemia* (Persoone *et al.*, 1980) salvando a las especies “sibling” de cepas partenogénicas puedan ser identificadas, y luego hasta especiación de estos animales sea comprendida de forma más clara, y solamente se usa la denominación “*Artemia*” con el fin de permitir comparaciones futuras, se suministrarán tantos detalles como sean posibles con respecto al origen de la *Artemia* utilizada (Persoone *et al.*, 1980)

### c. **Ecología y distribución natural.**

Las poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidas en más de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcción artificial por todo el mundo por tanto, existen tipos y diferentes cepas geográficamente se han adaptado a unas condiciones que fluctúan dentro de un amplio margen de temperatura (6–35°C) y composición iónica del biotopo (aguas ricas en cloruros, sulfatos y carbonatos) (Bowen et al., 1978; Sorgeloos, 1983).

La especie se desarrolla perfectamente en agua de mar, sin embargo, no posee ningún mecanismo de defensa contra los predadores, convirtiéndola en una presa fácil de otras especies carnívoras (peces, crustáceos o insectos). A pesar de ello y por medio de su adaptación fisiológica a biotopos con una elevada salinidad, la *Artemia* ha encontrado un eficaz mecanismo ecológico de defensa contra la predación, así estos animales poseen el sistema osmorregulatorio más eficiente conocido en todo el reino animal (Croghan, 1958); también son capaces de sintetizar eficazmente pigmentos respiratorios (hemoglobina) y poder hacer frente a los bajos niveles de oxígeno disuelto que existen en los ambientes hipersalinos (Gilchrist, 1954); finalmente, estos animales tienen la capacidad de producir quistes en fase de latencia cuando las condiciones ambientales ponen en peligro la supervivencia de la especie, (Croghan, 1958); Como consecuencia de todo ello, la *Artemia* no aparece más que a salinidades donde sus predadores no pueden sobrevivir (por encima de 70%), porque la *Artemia* muere a salinidades próximas a la saturación en NaCl (por encima de 260%), a causa del extremo estrés fisiológico y de la toxicidad del agua en esas condiciones (causada por los drásticos cambios iónicos en su composición (Gilchrist, 1954).

La *Artemia* es un filtrador no selectivo y se alimenta tanto de materia orgánica particulada (ej. detritos biológicos procedentes de aguas de manglares) como de organismos vivos de tamaño apropiado (microalgas y bacterias), también, la reproducción es ovovivípara (puesta de nauplios) se da principalmente a bajas salinidades, mientras que los quistes (reproducción ovípara) se producen a salinidades por encima de 150‰, (Reeve, 1963).

Esta lista no recoge poblaciones estacionales cuya mayoría ha sido introducida por inoculaciones en las temporadas de producción salinera (así como Panamá, Costa Rica).

En vista de las favorables condiciones climatológicas existentes en la zona de la Bahía de Ranh en Vietnam, algunas de esas inoculaciones pueden, sin embargo, establecerse como cepas naturales y tendrán que ser añadidas a la lista a su debido tiempo (Vu Do Quynh, 1986; NguyenNgoc Lam, 1986).

**d. Morfología y ciclo vital.**

Los lagos salados y estanques de las salinas con poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidos por todo el mundo, en ciertos momentos del año, grandes números de minúsculas partículas marrones (de 200 a 300 micras de diámetro) aparecen flotando en la superficie del lago y son tiradas sobre las orillas por la acción de las olas y el viento, pues este polvo aparentemente inerte está formado por quistes secos inactivos en estado de criptobiosis (“durmientes”) manteniéndose así tanto tiempo como permanezcan secos, (Seale, 1933).

Una vez ubicado en agua de mar, los quistes bicóncavos se hidratan tomando forma esférica y el embrión recobra su metabolismo reversible interrumpido. Tras unas 24 horas la membrana externa de los quistes se rompe (“breaking”) y aparece el embrión rodeado de la membrana de aclosión. Mientras las horas siguientes, el embrión abandona completamente la cáscara del quiste: colgando entretanto de la cáscara vacía a la cual permanece todavía unido (estado de “umbrella”). Dentro de la membrana de eclosión se completa el desarrollo del nauplio, sus apéndices comienzan a moverse y en un breve periodo de tiempo la membrana de eclosión se rasga (“hatching”) emergiendo el nauplio que nada libremente, (Sorgeloos, 1983).

El primer estado larvario (también llamado estado I) mide entre 400 y 500 micras de longitud, tiene un color pardo anaranjado (por acumulación de reservas vitelinas) y posee tres pares de apéndices: el primer par de antenas (tienen una función sensorial) el segundo par de antenas (con función locomotora y filtradora) y las mandíbulas (con una función de toma de alimento), mientras tanto la cara ventral del animal se encuentra cubierta por un amplio labro que interviene en la toma de alimento (transfiriendo las partículas desde las setas filtradoras hasta la boca), por lo tanto el estado larvario I no se alimenta ya que su aparato digestivo no es todavía funcional (permaneciendo aún cerrados la boca y el ano), tras aproximadamente 24 horas, el animal muda al segundo estado larvario (también llamado estado II). Pequeñas partículas alimenticias (tales

como células de microalgas, bacterias, detritus) con un tamaño que varía entre 1 y 40 micras son filtradas por el segundo par de antenas, siendo entonces ingeridas por un aparato digestivo ya funcional, (Da Costa, 1972).

La larva continúa su crecimiento apareciendo diferenciaciones a lo largo de las 15 mudas. Así van apareciendo unos apéndices lobulares pares en la región torácica que se diferenciarán después en toracópodos, se desarrollan ojos complejos laterales a ambos lados del ojo naupliar. Desde el estado 10 en adelante, se producen importantes cambios tanto morfológicos como funcionales por ejemplo: las antenas pierden su función locomotriz y se transforman en elementos de diferenciación sexual. Los futuros machos desarrollan unos apéndices curvados y prensiles mientras que las antenas de las hembras degeneran en apéndices sensoriales (Seale, 1933).

Los adultos de *Artemia* miden hasta 10 mm de longitud en las poblaciones bisexuales y hasta 20 mm en las poblaciones partenogenéticas. Los adultos se caracterizan por un cuerpo alargado con dos ojos complejos pedunculados, un aparato digestivo lineal, unas anténulas sensoriales y 11 pares de toracópodos funcionales. La hembra de *Artemia* no tiene apéndices distintivos en la región cefálica, pero puede ser fácilmente reconocida por el saco de puesta o útero, donde está situado inmediatamente detrás del undécimo par de toracópodos, (Sorgeloos, 1983).

Los huevos se desarrollan en dos ovarios tubulares situados en el abdomen. Una vez maduros, tienen forma redonda y se desplazan hasta el útero a través de dos oviductos (también llamados sacos laterales (Da Costa, 1972).

Los huevos fecundados se desarrollan normalmente en nauplios nadadores (reproducción ovovivípara) los cuales son depositadas por la hembra, en condiciones extremas (salinidad elevada, bajos niveles de oxígeno) las glándulas de la cáscara, (órganos parecidos a uvas situados en el útero), entran en actividad y acumulan un producto de secreción de color marrón (hematina). Los embriones solo se desarrollan hasta el estado de gástrula, momento en el cual son rodeados de una gruesa cascara (segregada por las glándulas de la cáscara), entrando en un estado de latencia o diapausa (parada reversible del metabolismo embrionario) y siendo liberados por la hembra (reproducción ovípara). Los quistes generalmente flotan en las aguas hiper



salinas y son llevados hasta las orillas donde se acumulan y se secan. Como final de este proceso de deshidratación el mecanismo de diapausa es desactivado permitiendo a los quistes recuperar su posterior desarrollo embrionario, una vez que son hidratados en condiciones óptimas de eclosión, (Seale, 1933).

En condiciones adecuadas esta especie puede vivir varios meses, creciendo de nauplio a adulto en solo 8 días y reproduciéndose a una tasa de hasta 300 nauplios o quistes cada 4 días (Sorgeloos, 1983).

**e. Usos de la *Artemia salina*.**

El alto valor nutritivo que tiene los nauplios recién eclosionados para la alimentación de alevines de peces; ya que el uso de *Artemia* en acuicultura se ha incrementado exponencialmente, Seale (1933) y Rollefson (1939). Hoy en día, los nauplios de esta especie constituyen no solo el mejor, sin embargo hay demasiados casos que son también el único tipo de alimento vivo válido para los primeros estados larvarios de la mayoría de las especies de peces y crustáceos cultivados (Bardach *et al.*, 1972; & Rosenthal, 1977).

Además de esto y a pesar de que se han ensayado cantidad de dietas artificiales, las larvas metanauplios así como los adultos de *Artemia* constituyen el mejor alimento para el cultivo de alevines de peces y post larvas de crustáceos (Botsford *et al.*, 1974; Sorgeloos, 1983).

**f. Valor nutricional**

La *Artemia* es el mejor alimento vivo en la Acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio y meta nauplio (adecuado para las larvas y juveniles de crustáceos y peces) y fácil manejo, etc. El valor nutritivo de los nauplios recién eclosionados es muy alto; este valor decrece en ausencia de alimento. Si la *Artemia* (meta nauplio y nauplio) es alimentada adecuadamente, podemos obtener un enriquecimiento de nutrientes esenciales en un sustrato de micro algas (vivas o secas), o en una mezcla artificial de nutrientes (lípidos, aminoácidos, ácidos grasos, etc. (Tacon, 1987).

**Cuadro 3.** Composición de aminoácidos esenciales de zooplancton de mayor uso en acuicultura

Aminoácidos	nauplios <i>Artemia sp</i>		
Isoleucina	2.6	7.4	99
Leucina	6.1	17.3	128
Metionina	0.9	2.6	48*
Cistina	0.4	1.1	41*
Fenilalanina	3.2	9.1	96
Tirosina	3.7	10.5	162
Treonina	1.7	4.8	45*
Triptofano	1.0	2.8	165
Valina	3.2	9.1	96
Lisina	6.1	17.3	103
Arginina	5.0	14.2	122
Histidina	1.3	3.7	77
	X	xx	xxx

x g/100 g proteína cruda

xx Expresado como total de aminoácidos esenciales (a.a.e.)

xxx Registros basados en la composición con a.a.e. requeridos para peces -el 100 indica los mismos requerimientos.

Fuente: Watanabe et al., 1978

**Cuadro 4.** Análisis proximal y mineral de la composición de huevos y nauplios de Artemia de tres localidades

Compuestos	Huevos Artemia			Nauplios de Artemia (recién eclosionados)		
	San Francisco	S. America	Canada	San Franciso	S. America	Canada
Humedad %	-	-	-	89.7	90.9	88.2
Proteína %	54.4	51.5	47.5	6.1	6.5	6.8
Grasa %	6.4	10.5	4.8	2.0	1.6	2.1
Ceniza %	6.3	13.0	15.3	1.2	1.0	1.5
Ca mg/g	3.73	2.21	1.41	0.23	0.24	0.41
Mg "	2.80	2.53	5.59	0.44	0.20	0.68
P "	7.60	6.95	7.63	1.33	1.21	1.44
Na "	6.13	31.91	28.58	4.02	1.43	4.93
K "	5.73	5.34	7.12	1.08	0.96	1.16
Fe µ/g	1298	1277	1022	52.2	294.6	287.3
Zn "	91.2	96.0	61.4	16.1	21.1	24.1
Mn "	98.3	50.9	14.8	2.1	2.6	3.7
Cu "	10.6	9.1	15.9	0.6	1.1	1.9

Fuente: Watanabe *et. al.* (1983)

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Alevinaje:** Cría de pez que incluye la fase comprendida entre la larva y el adulto y que en ciertos peces de agua dulce se utiliza para repoblar (FAO, 2010).

**Alimento:** Un alimento es todo producto no venenoso, comestible o bebible que consta de componentes que pueden ingerirse, absorberse generalmente y utilizarse por el organismo para su mantenimiento y desarrollo (FAO, 2010).

**Artemia:** Es un género de crustáceos branquiópodos. Es el único género de la familia Artemiidae del orden Anostraca. Son conocidos vulgarmente como Artemias. Habitan en aguas salobres y apenas han evolucionado en su morfología desde el Triásico (Eagles *et al.*, 1984).

**Biotopo:** Es un área de condiciones ambientales uniformes que provee espacio vital a un conjunto de flora y fauna. El biotopo es casi sinónimo del término hábitat con la diferencia de que hábitat se refiere a las especies o poblaciones mientras que biotopo se refiere a las comunidades biológicas (Atencio García, 2003).

**Carnívoro:** Es un organismo que obtiene sus energías y requerimientos nutricionales a través de una dieta que consiste principalmente o exclusivamente del consumo de carne de otras especies, ya sea mediante la depredación o consumo de carroña. El término preferido en ecología es zoófago (Rupper y Barnes, 1996).

**Carroñero:** Es un animal que consume cadáveres de animales sin haber participado en su caza. Los carroñeros son útiles para el ecosistema al eliminar restos orgánicos y contribuir a su reciclaje. Los restos dejados por los carroñeros son después usados por los descomponedores (Arce y Luna, 2003).

**Cladóceros:** Es una suborden de crustáceos branquiopodos que comprende unas 400 especies, casi todas de agua dulce, siendo las más conocidas las pulgas de agua

(*Daphnia sp.*), el tamaño de la mayoría de las especie oscila entre 0.5 y 3 mm. (Rupper y Barnes, 1996).

**Crecimiento:** Aumento continuo del tamaño en un organismo consecuencia de la proliferación celular que conduce al desarrollo de estructuras más especializadas del mismo (Abreu, 1982).

**Crecimiento alometrico:** se refiere al crecimiento diferencial de diferentes partes del cuerpo. (Fernandez, 2001).

**Daphnia:** Es un crustáceo de agua dulce con la forma de una pequeñísima lenteja es utilizada como bioindicador ambiental de efluentes dulciacuícolas en ensayos ecotoxicológicos, sin embargo los sistemas de cultivo tradicionales pueden resultar costosos, por lo cual se ha desarrollado un nuevo medio de cultivo. (Rupper y Barnes, 1996).

**Dieta:** Una dieta es el conjunto de nutrientes que se ingieren durante el consumo habitual de alimentos. La dieta se considera equilibrada si aporta los nutrientes y energía en cantidades tales que permiten mantener las funciones del organismo en un contexto de salud física y mental (Franssen, 2006).

**Estrés fisiológico:** Es definido como una situación en la cual el equilibrio dinámico de un organismo (estado homeostático) es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado agente estresante (Papoutsoglou *et. al*, 2000).

**Extinción:** Es la desaparición de todos los miembros de una especie o un grupo de taxones. Se considera extinta a una especie a partir del instante en que muere el último individuo de esta. (FAO, 2010).

**Larva:** Las larvas son las fases juveniles de los animales con desarrollo indirecto (con metamorfosis) y que tienen una anatomía, fisiología y ecología diferente del adulto (FAO, 2010).

**Partenogénesis:** La partenogénesis es una forma de reproducción basada en el desarrollo de células sexuales femeninas no fecundadas, que se da con cierta frecuencia en rotíferos, tardígrados, crustáceos, insectos, anfibios y reptiles, más raramente en algunos peces y, excepcionalmente, en aves (Castro, 1995).

**Reproducción ovovivíparo:** Es la especie de animales que incuban los huevos intracorporales, pero sin establecerse relación alimentaria madre e hijo durante el desarrollo embrionario dentro del huevo (Da y Costa, 1972).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de investigación

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura y Piscicultura del Instituto del Mar Peruano (IMARPE) – Puno, a 3814 msnm, y con una zona horaria UT – 5:00. Ubicado en la séptima región de la ciudad de Puno, por la circunvalación, intersección de la calle de ciudad de la paz, pertenece a la jurisdicción geográfica y política de la provincia de Puno, Región Puno, ubicada en el extremo sur de Peru, Los muestreos fueron obtenidos en su totalidad en las instalaciones del Laboratorio de IMARPE.

#### 3.2. Tipo de estudio

#### 3.3. Población y muestra

El tipo de estudio es descriptivo y experimental, descriptivo debido a que el estudio fue dirigido a determinar el grado de crecimiento y supervivencia de *T. rivulatus* (Suche) y experimental porque los resultados obtenidos serán analizados y evaluados con otros datos.

Para el cálculo de las densidades de siembra de *T. rivulatus* se colocaron 500 alevinos pertenecientes a la misma cohorte en cada uno de los acuarios (60 x 30 x 50) con una aireación moderada, a una densidad de 25 ind/l

#### 3.4. Materiales

Se utilizaron, las siguientes materiales divididos en materiales de escritorio, de campo de laboratorio y equipos de laboratorio.

- a) **Material de escritorio:** Libreta de apuntes , lapiceros, marcadores y folder
- b) **Material de campo:** Cooler, bandeja, 3500 alevinos de *t. rivulatus* “suche”, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*.
- c) **Materiales de laboratorio:** 6 acuarios de vidrio de 60 cm. de largo x 30 cm. ancho y 50 cm. de alto, guantes descartables, manguera para el cambio de agua

10 m., tamiz de 250 y 150 micras, tecnopor, mandil, agua del lago Titicaca, cloruro de sodio (sal)

d) **Equipos de laboratorio:** Termómetro de mercurio de vidrio al 0.1 °C, ictiómetro milimetrado de 300 mm., aireador, potenciómetro, microscopio óptico compuesto (10x – 100x), cámara, fotográfica canon

### 3.5. Metodología

#### 3.5.1. Evaluar la tasa de crecimiento de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en condiciones controladas.

El trabajo experimental se ejecutó en el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) de la ciudad de Puno la investigación tuvo una duración de 12 semanas el cual se inició al 07 de Noviembre del 2015 al 07 de Febrero del 2016. Se inició con la incubación de ovas embrionadas de *T. rivulatus* obtenidas con la ayuda del Instituto del Mar Peruano (IMARPE) sede Puno, este procedimiento se realizó en incubadoras de tipo Veys. Una vez transcurrido el tiempo de incubación obtuvimos las larvas de *T. rivulatus*; a los 2 a 3 días se registró la absorción del saco vitelino y finalmente se pudo obtener los alevinos. El periodo del experimento fue de 03 meses, ligado directamente a la sobrevivencia y crecimiento de los alevinos del Suche.

El ambiente del laboratorio donde se ejecuto estaba cubierta de tecnopor de 2.5 metros de alto y 5 metros de largo y 3 cm. de espesor para mantener la temperatura del laboratorio, los acuarios estaban a una capacidad de 90 litros cada uno, el cual presentaban el tamaño adecuado para su cultivo. El alimento administrado fue conseguido semanas atrás donde en el caso de la *Daphnia pulex* se comenzó a cultivar y en caso de la *Artemia salina* se descapsulo de 6 veces por semana.

La adaptación de los alevinos *Trichomycterus rivulatus* los acuarios de hechos de vidrio, el cual cada uno estuvo acondicionado con aireador proveniente de un motor.

Para la alimentación del alevino *Trichomycterus rivulatus* se procedió al cultivo de la *Artemia salina* como de *Daphnia pulex* adecuando un ambiente para cada zooplancton tuvo un cultivo para su alimentación sobre la base de micro algas. También tuvo sus métodos para la adquisición de este micro crustáceos los cuales son los siguientes:



**a) Método para descapsulacion de cistos de *Artemia salina* IMARPE (2015).**

Se consideró esta especie por la accesibilidad que se encuentra y la solución descapsulante está formada por agua dulce e hipoclorito de sodio, por cada gramo de cistos de *Artemia salina*, se agregara 35 ml. De hipoclorito de sodio al 4 % y 50 ml de agua.

Para la descapsulacion se consideró que el agua para la encapsulación tiene que mantener el porcentaje de salinidad como mínimo de 25 ppm.

- Se hidrato los cistos de Artemia por una hora con fuerte aireación y agua potable de 30 a 50 ml.
- Se retiró la aireación y agregar la solución descapsulante (por cada gr. de quistes 35 ml de cloro) para luego homogenizar; se observa hasta que desaparezcan los puntos blancos que presentan los quistes al contacto con la solución hasta que se obtenga un color naranja intenso durante un tiempo de 5 a 10 min.
- Se regresó los cistos al tamiz de 120  $\mu$  y enjuagar con agua potable, previamente declorada, hasta eliminar el olor del cloro.
- Se colocó en un recipiente con agua colocar los cistos de Artemia por alrededor de 2 a 5 min. Con la finalidad de neutralizar totalmente el cloro.
- Se agregó en 1 lt. De agua 20 gr, de sal “sin yodo” y homogenizar
- Se sembró los cistos de Artemia en las botellas (agua con sal de 1 lt.) para la eclosión, considerando una temperatura de 28 ° a 30 °C y finalmente tener en cuenta una aireación moderada.
- Luego de 18 horas se procede a la recolección de nauplios de Artemia ,
- Se sifoneo solo los nauplios de *Artemia salina*.
- Se colocó los nauplios en un tamiz de 120  $\mu$  y, enjuagar con abundante agua hasta eliminar todo residuo del enriquecedor
- Se utilizó como alimento los nauplios de *Artemia salina* (Figura. 14 - 21)

### b) Método de cultivo de micro crustáceos

Se ubicó primeramente la zona de muestreo situado en los Uros del Lago Titicaca, luego se procedió a recolectar las muestras de *Daphnia pulex* con la red de malla fina de captura de microcrustáceos que es de 100 micras, con una capacidad de 500 ml. para el peso seco.

Luego se lleva al laboratorio de IMARPE en depósitos de agua 5 galones, del mismo lugar con la finalidad de que se adapten las especies, se realizó el aislamiento y el tamizado en condiciones controladas para su reproducción y proporcionándoles alimento diario de micro algas (*Chlorella sp*) que fue cultivadas en el laboratorio de IMARPE, que tiene una longitud de 0.5 – 1.00  $\mu\text{m}$ , teniendo en cuenta que la *Daphnia sp* tiene un tiempo de vida de 20 a 30 días.

En el transcurso de los días se obtuvieron *Daphnias sp.* recién nacidas (neonatos), que sirvieron de alimento al alevino en el primer mes de vida.

El alimento se procedió a obtener a partir de los huevos o quistes de *Artemia salina* para poder eclosionarlos siguiendo el método empleado por IMARPE y conseguir los nauplios para la alimentación de alevinos de suche, posteriormente se realizó el cultivo simulado su ambiente y dando las condiciones controladas para su reproducción.

Se realizó 2 réplicas por cada alimento, lo que significa que se utilizaron 2 acuarios por cada alimento. (Figura 15)

### c) Cálculo de la ración

Los nauplios de *Artemia* que midieron entre 0.5 A 1.0 mm. La alimentación se realizó diariamente, la densidad de presa fluctúan entre 2 – 8 nauplios de *Artemia* y 2 – 5 copépodos (neonato), aunque esto variara dependiendo del alevino por lo que estas densidades deben ser cuidadosamente estudiadas y controladas ya que sin son exedidas la calidad del agua se deteriorara rápidamente, o por lo contrario, si la densidad es baja no habrá suficientes presas para alimentar a todas los alevinos; en ambos casos se reflejara esto en la supervivencia y crecimiento de ellas.

#### d) Distribución y frecuencia

El alimento fue distribuido con ayuda del tamiz elaborado propiamente en cantidades iguales a cada población de alevinos de suche y la cantidad de raciones por día va en relación al tamaño de los ejemplares, es así que en este estadio se le administro de 2 a 3 veces por día en horarios entre las 08:00 a las 14:00 pm

#### e) Determinar la densidad de presas la evaluación del crecimiento de alevinos de *Trichomycterus rivulatus*.

Para la determinación del crecimiento de alevinos de *T. rivulatus* el cual tuvo una densidad de 5 ind. /l, el agua que se utilizó se obtuvo del ambiente donde habita *T. rivulatus* del lago Titicaca, el cual presento los parámetros físico-químicos del hábitat para la mejor adaptación de los ejemplares.

La alimentación se realizó a diario y manualmente, 2 veces al día con los dos tipos de dieta, la densidad de presa fluctúan entre 10 ml. *Artemia salina* y 10 ml. *Daphnia pulex*; aunque esto vario dependiendo el consumo del alimento de la especie, por lo que estas densidades fueron cuidadosamente estudiadas y controladas ya que si son excedidas la calidad del agua se deterioraría rápidamente, o por el contrario, si la densidad fuese baja no habría suficientes presas para alimentar a todas los alevinos; en ambos casos se reflejara esto en la crecimiento y supervivencia de ellas.

Los alevines se localizaron en un sitio adecuado para encontrar la suficiente cantidad de presas. Por otra parte, las zonas más luminosas fueron uniforme, por lo cual se aseguró la iluminación de los tanques que sea homogénea de 12 hr. Oscuridad y 12 hr. de luz.

La toma de datos, fue sacando un promedio por cada acuario y por cada mes, el cual se utilizó un ictiómetro milimetrado para su medición de talla, y una balanza digital de marca (CP Digital Presicios) para su determinación de aumento de peso; la recolección de datos fue durante los tres meses (Figura. 41 - 46)

La estadística empleada para la comparación de crecimiento de *T. rivulatus* será ANOVA y si existen máximas diferencias se realizara la prueba de contraste de Tukey.

### 3.5.2. Determinar el efecto de alimentación con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en la tasa de supervivencia de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* en condiciones controladas.

Para la determinación de la sobrevivencia del suche se evaluó el número de ejemplares (alevinos) muertos y el porcentaje que presenta en todos los acuarios la observación fue diario durante el estudio. Este factor refleja la aceptación y aprovechamiento del alimento por parte de los alevinos de suche. Que puede ser observado en sus coloraciones y comportamientos. La mortalidad fue controlada diariamente antes de suministrar el alimento, y el material que se uso fue una pipeta con una bombilla para poder extraer los ejemplares muertos del interior del acuario.

- ***La limpieza de los acuarios***

Los aspectos profilácticos se ejecutaron diariamente durante toda la evaluación, el método fue para extraer por pipeteo, el alimento no consumido y las heces de los alevinos.

- ***El recambio de agua***

Fue cada 2 semanas durante el experimento, una cantidad de 1/3 de agua retirada y 1/3 de agua agregada del lago debido a que se observó que aumentaba su estrés de los ejemplares era alto dándole pérdida de apetito.

La estadística empleada para la sobrevivencia de *T. rivulatus* será ANOVA y si existen máximas diferencias se realizara la prueba de contraste de Tukey.

### **3.5.3. Contrastar los principales parámetros físicos de agua (temperatura, oxígeno y pH) para el crecimiento y sobrevivencia del *Trichomycterus rivulatus***

#### **a) Temperatura y oxígeno disuelto**

Para el registro de ambos parámetros, se utilizó un potenciómetro digital marca Mettler Toledo, la medición se realizó en los seis acuarios, en horarios de 8:00 am, 12:00 pm

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

Para la medición de pH se utilizó un potenciómetro de laboratorio de lectura directa marca INOLAB serie 730, en los mismos horarios señalados en el párrafo anterior. (Figura. 45)

#### **c) Ficha de seguimiento**

Se elaboró fichas donde se registró los datos biométricos de los alevinos, la cantidad inicial de alevinos cultivados, cantidad de alevinos muertos para cada acuario y parámetros físico químico en los dos horarios del día. (cuadro. 24)

Al igual que las anteriores la estadística empleada es para contrastar la temperatura, oxígeno y el pH del agua de los acuarios de *T. rivulatus* será ANOVA y si existen máximas diferencias se realizara la prueba de contraste de Tukey. (cuadro. 25)

### 3.6.METODO ESTADISTICO

#### 3.6.1. Diseño experimental

##### a) Análisis estadístico

- **Análisis de varianza**

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) correspondiente a un diseño experimental en Bloque completo al Azar, el modelo lineal aditivo del mismo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en el j-ésimo bloque que recibe el tratamiento “i”

$i = 1, \dots, t$ ; (  $t$  = tipo de alimento vivo)

$j = 1, \dots, r$ ; (  $r$  = tiempo de vida)

$\mu$  : Promedio general.

$\tau_i$  : Efecto de los tipos de alimento vivo

$\beta_j$  : **Efecto del tiempo de vida**

$\varepsilon_{ij}$  : Error experimental

- **Prueba de rango múltiple de Tukey.**

Se utilizó la esta prueba de rango múltiple para las comparaciones de las fuentes de variación que resultaron significativas.

##### Procedimiento:

1) Encontrar el error estándar de la media:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{2CM_{EE}}{r}}$$

$r$  : Número de repeticiones

$CM_{EE}$  : Cuadrado Medio del Error Experimental

- 2) Encontrar la Amplitud Estudian tizada Significativas de Tukey: AES(D)

$$AES(D) = D_{(t-1, GL_{EE}); \alpha}$$

- 3) Determinar la Amplitud Límite de Significación de Tukey:

Amplitud Límite de Significación de Tukey: ALS (D)

$$ALS(D) = AES(D) S_{\bar{x}}$$

- 4) Ordenar los promedios de los tratamientos en serie por su magnitud en forma decreciente y realizar las diferencias de medias entre los mismos.

#### IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Crecimiento de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en condiciones controladas.

La importancia que tiene el cultivo de zooplancton en la acuicultura de *Trichomycterus rivulatus*. (Suche) se debe a que esta especie tiene como componente alimenticio a la *Daphnia pulex* y *Artemia salina*, una de ellas nativa del lago Titicaca y la otra especie que es de uso común en la acuicultura (acuariofilia) a nivel mundial.

##### 4.1.1. Talla

El crecimiento de los peces, está directamente relacionado a aspectos auto génicos de la especie (alevinos), ya que en su boca inicia su aparato digestivo determina la ingesta de la dieta que condiciona el crecimiento en talla de los alevinos. El crecimiento en talla con el alimento vivo *Daphnia pulex* se observa una longitud de *Trichomycterus rivulatus* a los 30 días con una media de 1.111 cm, a los 60 días 1.616 cm y a los 90 días 1.998 cm, con el alimento *Artemia salina* se obtuvo una talla de 0.998 cm a los 30 días, a los 60 días 1.605 cm y a los 90 días 1.980 cm, para el grupo alimentado con ambos organismos se obtuvo a los 30 días 0.928 cm, a los 60 días 1.465 cm y a los 90 días 1.918 cm. el análisis estadístico señala que el primer mes y el segundo mes, muestran un menor promedio de crecimiento, mientras que el el tercer mes muestra mayor crecimiento, como se observa en la (Tabla 5)

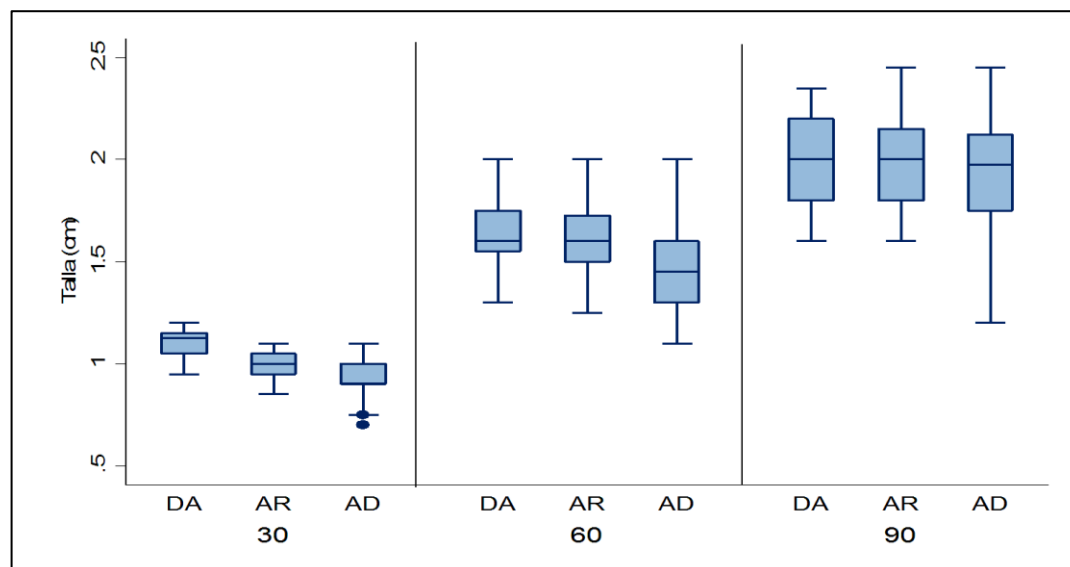
**Cuadro 5.** Crecimiento en talla (cm) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N	22	27	21	24	40	23	23	27	28
Media	1.111	1.616	1.981	0.998	1.605	1.980	0.928	1.465	1.918
D.E	0.073	0.163	0.230	0.067	0.182	0.227	0.096	0.219	0.316
Min	0.95	1.3	1.6	0.85	1.25	1.6	0.7	1.1	1.2
Max	1.2	2	2.35	1.1	2	2.45	1.1	2	2.45

Fuente: Elaboración propia



En la figura 1 se registraron las tallas de los alevinos con tiempos de crecimiento de 30, 60 y 90 días, luego de la alimentación con *Daphnia*, *Artemia* y ambas especies.



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 1.** Diferencia en la talla (cm) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* representando la media, Q, max, min de las tallas obtenidos en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Los resultados de la talla, se analizaron mediante Análisis de Varianza, considerando dos fuentes de variación, el tipo de alimento vivo y el tiempo de vida de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*. Las tallas registradas promedios de *Odontesthes bonariensis* fueron con 2.05 cm. en base a la alimentación con *A. salina*; 1.59 cm. para con *D. pulex* y finalmente la mayor talla registrada con 2.46 cm. con la alimentación con ambas dietas en combinación. Debemos aclarar que el promedio de crecimiento está dentro de lo que considera, (Chaiña, 2015). Con la diferencia de la alimentación de ambas dietas que fue mucho menor, debido a que los tipos de alimento que se suministró a los alevinos, tuvieron distintos valores nutritivos, como es la *Artemia*, fue el mejor alimento vivo en la acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio es adecuado para los alevinos, (Tacon, 1987). La *Daphnia* también fue usada como un alimento para peces ya que tiene un contenido proteico muy elevado (Irleva I. Vv 1973)

El Análisis de Varianza de la talla, señala la existencia de diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.05$ ) tanto para el tipo de alimento como el tiempo de vida,

lo cual señala que por lo menos un alimento muestra un efecto diferente respecto a la talla observada ( $p=0.008$ ) con respecto al alimento, y ( $p=0.0001$ ) con respecto al tiempo; para verificar dichas diferencias se procedió con la prueba de rango múltiple de Tukey, como se observa en el (Cuadro 6)

**Cuadro 6.** Prueba de Tukey para crecimiento en talla (cm) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Alimento			Tiempo		
Alimento	Media	Grupos	Tiempo (días)	Media	Grupos
<i>Daphnia pulex</i>	1.570	A	90	1.963	A
<i>Artemia salina</i>	1.532	A	60	1.566	B
Ambos	1.438	B	30	1.011	C

Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes

En el cuadro 6, los resultados señalan que para el tipo de alimento vivo *Daphnia pulex* y *Artemia salina* se obtiene una talla estadísticamente similar (letra A), mientras que la combinación de ambos organismos produce una menor talla (letra B) de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*, estos resultados señalan que los dos alimentos vivos proporcionados por separado producen un crecimiento similar en la talla, sin embargo su combinación produce un menor desarrollo de talla.

Respecto al tiempo de vida, se observa que las tallas de los alevinos son estadísticamente diferentes a los 30, 60 y 90 días, como producto del crecimiento propio de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*.

Corroborando Arce & Uribe (2003) indica q los resultados más significativos de peso y de longitud total ( $p<0.05$ ) se obtuvieron con la dieta I (53.57% proteína). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en el peso y la longitud de los peces alimentados con las dietas II (39.12% proteína) y III (31.13% proteína), los mayores incrementos en peso (32.10 mg/día) y en longitud total (0.30 mm/día) están directamente relacionados con la mayor concentración de proteína en el alimento. Lo cual indica que las dietas por separados proporciona mayor crecimiento. Donde los dos tipos de alimento contienen distintos porcentajes de composición mineral y proximal como lo tiene la *Daphnia pulex* con un 7.5 % de proteína, también con un 6.5 % de proteína encontrada en la *Artemia salina* (Watanabe et al, 1983).

**4.1.2. Peso**

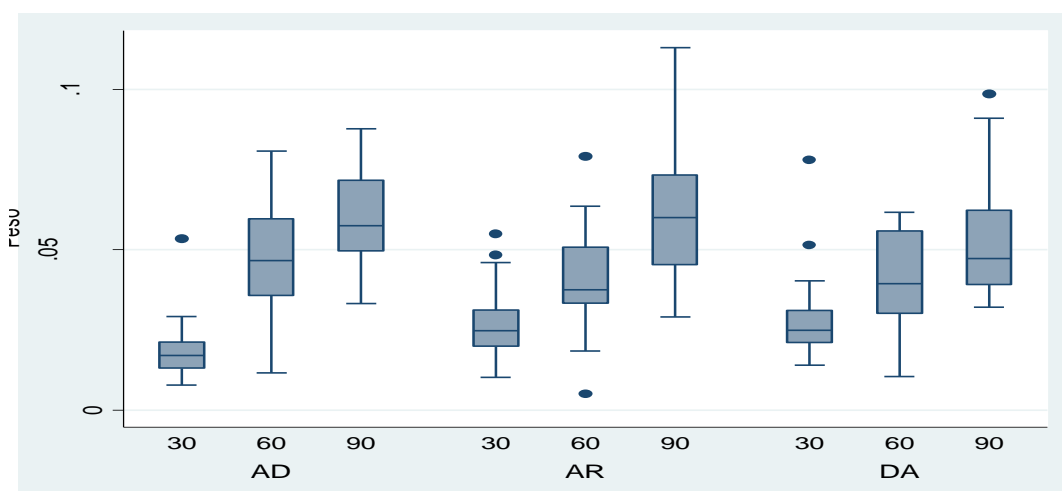
Para el crecimiento en peso se observa que con el alimento vivo *Daphnia pulex* se registra un peso de *Trichomycterus rivulatus* a los 30 días de 0.018 gr, a los 60 días de 0.047 gr y a los 90 días 0.060 g; con el alimento de *Artemia salina* se produjo un peso 0.027 gr a los 30 días, a los 60 días 0.042 gr y a los 90 días 0.060 gr, para el grupo alimentado con ambos organismos se obtuvo a los 30 días 0.028 gr, a los 60 días 0.040 gr y a los 90 días 0.052 gr, (cuadro 7).

**Cuadro 7.** Crecimiento en peso (gr) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N	11	27	21	10	40	23	10	39	28
Media	0.018	0.047	0.060	0.027	0.042	0.060	0.028	0.040	0.052
D.E	0.008	0.019	0.014	0.010	0.017	0.018	0.013	0.015	0.018
Min	0.008	0.012	0.033	0.010	0.005	0.029	0.014	0.010	0.032
Max	0.054	0.081	0.088	0.055	0.079	0.113	0.078	0.062	0.099

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 apreciamos que los valores de crecimiento tienen diferencias en cuanto a peso en el primer, segundo mes y a los 90 días (tres meses) los máximos y mínimos con los tres tratamientos tienen valores a los anteriores meses, observándose además que los datos presentan una dispersión notoria



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 2.** Crecimiento en peso (gr) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

El Alimento balanceado y suministrada al Bagre negro (*Rhamdia sapo*) 2 veces al día, se presentó el crecimiento diario en peso para cada uno de los tratamientos de distintas densidades n°/ ha 25000 38000 50000 y 60000 tuvieron un crecimiento diario de 0.89, 0.86, 0.82 y 0.83 gr. Respectivamente (Chediak y Valera, 1982), presento variaciones respecto a la densidad del Sucho y a la cantidad de alimento dando lugar a los resultados obtenidos en 30 días de 0.018 gr, a los 60 días de 0.047 gr y a los 90 días 0.060 g; con el alimento de *Artemia salina* se produjo un peso 0.027 gr a los 30 días, a los 60 días 0.042 gr y a los 90 días 0.060 gr, para el grupo alimentado con ambos organismos se obtuvo a los 30 días 0.028 gr, a los 60 días 0.040 gr y a los 90 días 0.052 gr

Los resultados del peso de alevinos, se analizaron mediante análisis de varianza, considerando dos fuentes de variación, el tipo de alimento vivo y el tiempo de vida de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*.

Análisis de Varianza de la variable peso, señala la existencia de diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.05$ ) para el tiempo de vida se observa ( $p = 0.0001$ ), sin embargo el tipo de alimento no presentó significancia ( $p > 0.05$ ) que se observa ( $p = 0.258$ ), la cual indica que no se puede identificar diferencias en la ganancia de peso; para verificar las diferencias respecto al tiempo de vida se procedió con la prueba de rango múltiple de Tukey., observamos en el (Cuadro 8)

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey para crecimiento en peso (gr) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Tiempo		
Tiempo (días)	Media	Grupos
90	0.058	A
60	0.043	B
30	0.024	C

Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes

La variación entre los tiempos está dada por el tiempo de 90 días ya que tiene letra diferenciada (A), lo que indica que el mejor incremento mayor en el peso se da a los 90 días.

El estudio realizado con alevines de trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*). Desde los 2 g. hasta los 30 g. de peso, usando harina de espirulina (*Spirulina máxima*).en

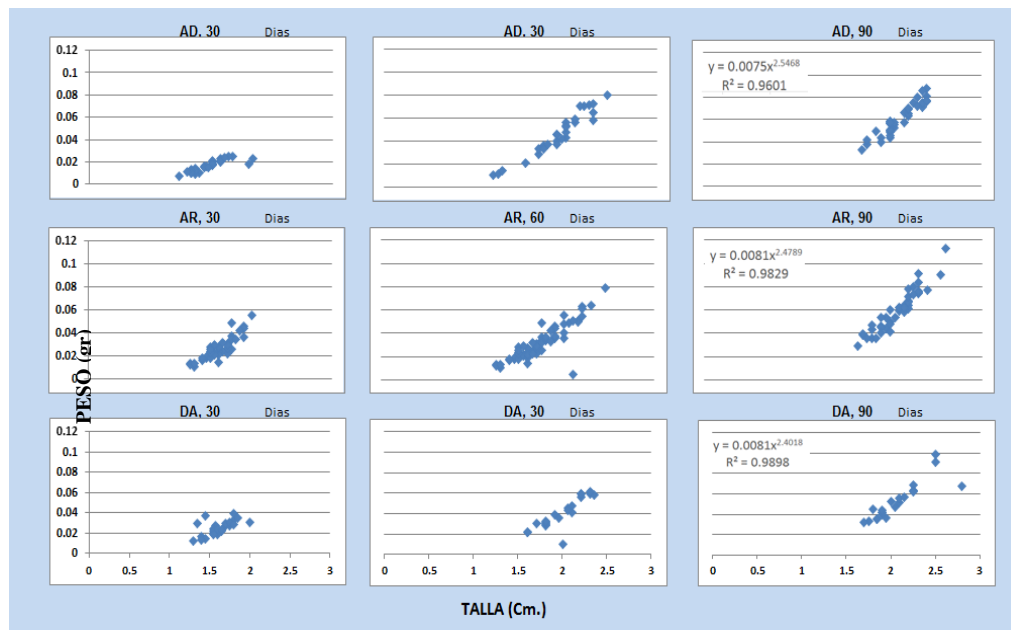
niveles de 0, 2 y 5, 5% de la dieta. Después de 90 días de ensayo, los indicadores productivos no fueron modificados significativamente ( $P= 0.05$ ) por la presencia de la harina de espirulina en las dietas. (Pokniak, 2007), Corroborando los datos obtenidos del suche, la cual indica que no se puede identificar diferencias en la ganancia de peso por el tipo de alimento, en cambio si mostro una variación en los tiempos de 30, 60 y 90 días.

Hoy en día los nauplios de esta especie constituyen no solo el mejor, sin embargo hay demasiados casos que son también el único tipo de alimento vivo valido para los primeros estados larvarios para su crecimiento de los peces (Botsford *et al.*, 1974; Sorgeloos, 1983). También las *Daphnias sp.* son populares en la alimentación de peces (Theamazing Daphnia wáter flea, 2009). Estas especies contienen un valor nutricional para su incremento de peso del Suche

#### **4.1.3. Relación Talla y Peso**

Para obtener una visión global del crecimiento, se relaciona la talla y el peso de los alevinos de suche, los resultados para cada tiempo de medición fueron los siguientes:

Los resultados indican que el coeficiente de regresión, que se puede utilizar como indicador de la magnitud del crecimiento de los alevinos, señala a *Daphnia pulex* con 0.0081, para *Artemia salina* 0.0081, mientras que para la combinación de ambos alimentos este coeficiente fue de 0.0075; estos resultados señalan que el ultimo tratamiento (*Ambos*) produciría el menor crecimiento de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*, debido a que el incremento del peso por cada cm de talla es el menor observado de los tres alimentos vivos utilizados. (Figura 3)



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 3.** Relación de la talla y peso de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

Se observa que a los 30 días de alimentación hay un patrón definido de relación, similar comportamiento de las variables se manifiesta a los 60 días, mientras que a los 90 días de alimentación se muestra la relación potencial esperada entre las variables biométricas, por lo que el ajuste del modelo estadístico potencial se realizó con el tiempo de 90 días de alimentación.

En la formulación del alimento para el bagre negro (*Rhamdia sapo*) se presentó el crecimiento diario para cada uno de los tratamientos de distintas densidades con un crecimiento diario en longitud de 0,02 cm para cada uno de los tratamiento. En el muestreo se tomaron los datos individuales de longitud y peso, obteniendo como resultado  $P=0,0055.L^{3.2597}$  Y de  $r^2$  de 0.87, (Chediak & Varela, 1982). Lo cual indica que a los 90 días de alimentación se muestra la relación potencial esperada entre las variables biométricas del Suche.

El efecto de dietas con distinto contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías de Bagre en condiciones de cautiverio, menciona que los resultados más significativos de peso y de longitud total fueron diferentes (Arce y Uribe, 2003)

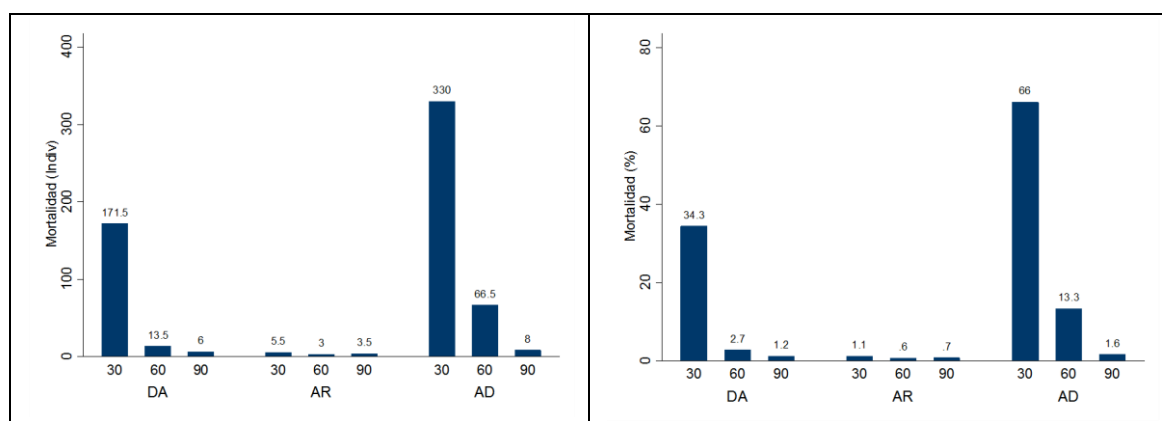
**4.2.Efecto de alimentación con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en la sobrevivencia de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* en condiciones controladas.**

La mortalidad que se observa con el alimento vivo *Daphnia pulex* es de 34.3% a los 30 días; a los 60 días fue de 2.7% y a los 90 días 1.2%, con *Artemia salina* se produjo una mortalidad de 1.1% a los 30 días, a los 60 días 0.6% y a los 90 días 0.7%, para el grupo alimentado con ambos organismos se obtuvo a los 30 días 66%, a los 60 días 13.3% y a los 90 días 1.6% en alevinos de *Trichomycterus rivulatus*. (Cuadro 9)

**Cuadro 9.** Mortalidad de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N° de muestra	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Media	172	14	6	6	3	4	330	67	8
Mortalidad (%)	34.3	2.7	1.2	1.1	0.6	0.7	66	13.3	1.6
Sobrevivencia (%)	65.7	97.3	98.8	98.9	99.4	99.3	34	86.7	98.4

Fuente: Elaboración propia



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 4.** Mortalidad de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

La máxima sobrevivencia fue identificada con el alimento de *Artemia salina* debido que presentaba un color atrayente para los alevinos y un tamaño exacto para la boca del alevino, con la diferencia del tipo de alimento de ambos la sobrevivencia fue mucho

menor debido a la combinación de diferentes tipos de alimento. También demuestra que los copépodos presentan diferencias debido a que tiene estadios de nauplios (5 etapas) que pueden ser predados fácilmente al inicio de su alimentación exógena como alevinos, pasando a un estadio de copepoditos culminando como copepodos; cada una de estas etapas tiene mejor predisposición a ser predados conforme al crecimiento del alevino y al diámetro de la boca

La alimentación en los primeros estadios del alevino Suche, es uno de los principales problemas en la acuicultura de donde se tiene elevadas tasas de mortalidad, su mejor desarrollo está condicionada a estas variables por lo que es conveniente brindar a la especie las condiciones óptimas de cultivo (Donaires, 2003)

Los resultados de mortalidad, se analizaron mediante Análisis de Varianza, considerando dos fuentes de variación, el tipo de alimento vivo y el tiempo de vida de los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*.

El Análisis de Varianza para la mortalidad, señala la existencia de diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) tanto para el tipo de alimento como el tiempo de vida son ( $p = 0.049$  y  $p = 0.009$ ) respectivamente, lo cual señala que por lo menos un alimento muestra un efecto diferente respecto a la mortalidad observada; para verificar dichas diferencias se procedió con la prueba de rango múltiple de Tukey. (Cuadro 10)

**Cuadro 10.** Prueba de Tukey para mortalidad (%) de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento			Tiempo		
Alimento	Media	Grupos	Tiempo (días)	Media	Grupos
Ambos	26.967	A	30	33.800	A
<i>Daphnia pulex</i>	12.733	A B	60	5.533	B
<i>Artemia salina</i>	0.800	B	90	1.167	B

Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes

En el cuadro 13, los resultados señalan que con el tipo de alimento combinado se obtiene la mayor mortalidad con media de 26.9% estadísticamente superior (letra A), con *Daphnia pulex* la mortalidad es de 12.7% y la menor mortalidad se obtiene con el alimento *Artemia salina* con 0.8% de mortalidad (letra B), de lo cual se concluye que la



menor mortalidad y mayor supervivencia se produce al alimentar los alevinos de *Trichomycterus rivulatus* con dicho alimento vivo.

Respecto al tiempo de vida, se observa que la mayor mortalidad se produce a los 30 días con una media de 33.8% y que estadísticamente diferente (letra A), a los 60 y 90 días la mortalidad se reduce a 5.5 y 1.17% respectivamente, siendo las mismas estadísticamente similares (letra B), de los resultados se evidencia que los alevinos de *Trichomycterus rivulatus*, presentan mayor mortalidad en la etapa inicial de alevinaje en condiciones controladas.

Atencio *et al.* (2003), investigaron sobre la primera alimentación en larvicultura y alevinaje de especies tropicales en Brasil, observaron las tasas de supervivencia en el alevinaje se incrementan cuando se realiza el manejo del inicio de la alimentación exógena en condiciones controladas, utilizando zooplancton, principalmente nauplios de *Artemia*, zooplancton silvestre seleccionado por tallas, libre de predadores y larvas forrajeras. Sin embargo Chaiña (2015), registro una supervivencia de *Odontesthes bonariensis* alimentadas con *A. salina* de 21.6%, la supervivencia más alta fue alimentada con ambas dietas que representa 27.6 %, y por último una supervivencia alimentada con *D. pulex* fue 4.6%. por otro lado (IMARPE, 1987), menciona que la alimentación en la primeras etapas de vida, son las más críticas de todas la especies de peces donde presentan las mayores tasas de mortalidad

**Cuadro 11.** Evolución de la sobrevivencia de *T. rivulatus* en los tres acuarios en IMARPE (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

SOBREVIVENCIA DE <i>Trichomycterus rivulatus</i>											
DIAS	ACUARIO 1	ACUARIO 2	ACUARIO 3	DIAS	ACUARIO 1	ACUARIO 2	ACUARIO 3	DIAS	ACUARIO 1	ACUARIO 2	ACUARIO 3
1	500	500	500	31	182	219	496	61	70	193	491
2	500	500	500	32	161	201	496	62	70	193	491
3	500	500	500	33	73	199	495	63	70	193	491
4	500	500	500	34	72	199	492	64	70	193	491
5	500	500	500	35	72	199	492	65	70	193	491
6	500	500	500	36	72	199	492	66	70	193	491
7	500	500	500	37	72	195	492	67	70	193	491
8	500	500	500	38	71	194	492	68	56	191	486
9	500	500	500	39	70	193	491	69	56	191	486
10	500	500	500	40	70	193	491	70	56	191	486
11	500	500	500	41	70	193	491	71	56	191	486
12	500	500	500	42	70	193	491	72	56	191	486
13	500	500	500	43	70	193	491	73	56	191	486
14	500	500	500	44	70	193	491	74	56	191	486
15	500	500	500	45	70	193	491	75	56	191	486
16	500	500	500	46	70	193	491	76	56	191	486
17	500	500	500	47	70	193	491	77	56	191	486
18	495	492	499	48	70	193	491	78	56	191	486
19	495	492	499	49	70	193	491	79	56	191	486
20	495	492	499	50	70	193	491	80	56	191	486
21	495	492	499	51	70	193	491	81	56	191	486
22	488	484	498	52	70	193	491	82	56	191	486
23	488	484	498	53	70	193	491	83	56	191	486
24	475	441	498	54	70	193	491	84	56	191	486
25	255	359	498	55	70	193	491	85	56	191	486
26	239	305	498	56	70	193	491	86	56	191	486
27	205	277	498	57	70	193	491	87	56	191	486
28	198	267	496	58	70	193	491	88	56	191	486
29	182	219	496	59	70	193	491	89	56	191	486
30	182	219	496	60	70	193	491	90	56	191	486

Fuente: Elaboración propia

DONDE:

Acuario 1: Alimentado con *A. salina* y *D. pulex*

Acuario 2: Alimentado con *D. pulex*

Acuario 3: Alimentado con *A. salina*

**Cuadro 12.** Evolución de la sobrevivencia de *T. rivulatus* en los tres acuarios en IMARPE (noviembre 2015 a febrero 2016)

SOBREVIVENCIA DE <i>Trichomycterus rivulatus</i>											
DIAS	ACUARIO 4	ACUARIO 5	ACUARIO 6	DIAS	ACUARIO 4	ACUARIO 5	ACUARIO 6	DIAS	ACUARIO 4	ACUARIO 5	ACUARIO 6
1	500	500	500	31	158	438	493	61	137	437	492
2	500	500	500	32	146	438	493	62	137	437	492
3	500	500	500	33	144	438	493	63	137	437	492
4	500	500	500	34	142	438	493	64	137	437	492
5	500	500	500	35	142	438	493	65	137	437	492
6	500	500	500	36	142	438	493	66	137	437	492
7	500	500	500	37	142	438	493	67	137	437	492
8	500	500	500	38	138	438	493	68	135	427	490
9	500	500	500	39	137	437	492	69	135	427	490
10	500	500	500	40	137	437	492	70	135	427	490
11	500	500	500	41	137	437	492	71	135	427	490
12	500	500	500	42	137	437	492	72	135	427	490
13	500	500	500	43	137	437	492	73	135	427	490
14	500	500	500	44	137	437	492	74	135	427	490
15	500	500	500	45	137	437	492	75	135	427	490
16	500	500	500	46	137	437	492	76	135	427	490
17	500	500	500	47	137	437	492	77	135	427	490
18	500	500	500	48	137	437	492	78	135	427	490
19	500	500	500	49	137	437	492	79	135	427	490
20	500	500	500	50	137	437	492	80	135	427	490
21	500	500	500	51	137	437	492	81	135	427	490
22	415	473	500	52	137	437	492	82	135	427	490
23	415	473	500	53	137	437	492	83	135	427	490
24	350	451	499	54	137	437	492	84	135	427	490
25	236	448	497	55	137	437	492	85	135	427	490
26	236	448	497	56	137	437	492	86	135	427	490
27	175	442	494	57	137	437	492	87	135	427	490
28	173	440	493	58	137	437	492	88	135	427	490
29	158	438	493	59	137	437	492	89	135	427	490
30	158	438	493	60	137	437	492	90	135	427	490

Fuente: Elaboración propia

DONDE:

Acuario 4: Alimentado con *A. salina* y *D. pulex*

Acuario 5: Alimentado con *D. pulex*

Acuario 6: Alimentado con *A. salina*

**4.3. Controlar los principales parámetros físico químicos del agua para el crecimiento y sobrevivencia del *Trichomycterus rivulatus***

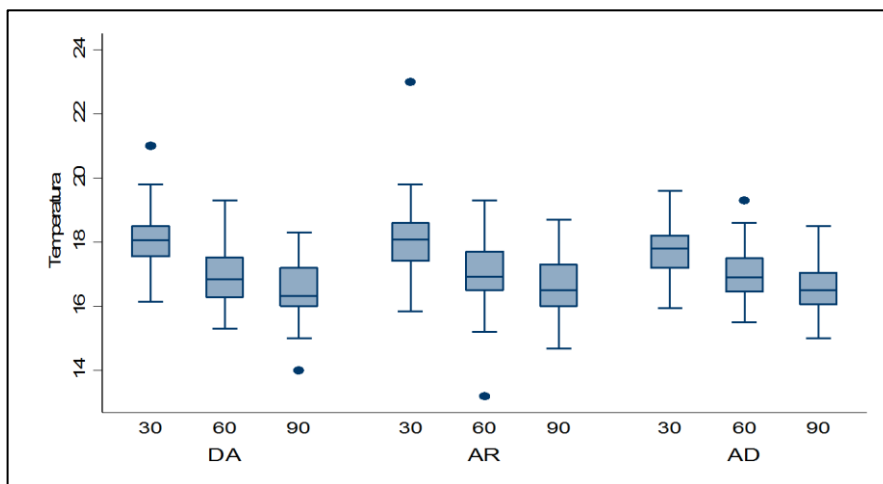
**a. Temperatura**

Los valores de temperatura del agua de acuarios con diferente alimento vivo, mostraron valores mínimos de 13.2 °C, hasta valores máximos de 23 °C durante los tres meses de estudio (Noviembre del 2015 a Febrero del 2016), la media de este parámetro se mantuvo relativamente constante tanto según acuario (tipo de alimento) y tiempo de evaluación, estos valores fluctuaron entre 16.5 °C hasta 18.2°C. (Cuadro 13)

**Cuadro 13.** Temperatura del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N	28	28	36	28	28	36	28	28	36
Media	18.115	17.005	16.467	18.165	16.583	16.626	17.75	17.02	16.619
D.E	0.999	0.924	0.900	1.328	3.108	0.953	0.780	0.972	0.868
Min	16.14	15.3	14	15.84	13.2	14.7	15.94	15.5	15
Max	21	19.3	18.3	23	19.3	18.7	19.6	19.3	18.5

Fuente: elaboración propia



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 5.** Temperatura del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

En la alimentación del bagre, las características físicas del agua tuvieron un (promedio ± error estándar), la temperatura oscilo de 24.73 ± 0.07 °C (Arce y Uriel, 2003). Dentro

de los meses de marzo, febrero, la temperatura media en el periodo fue de 24 °C, las variaciones de temperatura máximas y mínimas son 20 y 28 °C respectivamente (Chediak y Varela, 1982). Con lo que concuerda los datos que se realizó, en las fechas de Noviembre del 2015 a Febrero del 2016. Con valores mínimos de 13.2 °C, hasta valores máximos de 23 °C durante los tres meses

El Análisis de Varianza para los valores de temperatura del agua, señala la existencia de diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.05$ ) para el tiempo que es ( $p = 0.0001$ ), mientras que para el tipo de alimento (acuarios) no se determinó diferencia ( $p = 0.692$ ), lo cual señala que la temperatura muestra estabilidad en los acuarios, pero si existe variación en el tiempo; para verificar dichas diferencias se procedió con la prueba de rango múltiple de Tukey. (cuadro 14)

**Cuadro 14.** Prueba de Tukey para temperatura del agua (°C) de acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Tiempo		
Tiempo (días)	Media	Grupos
30	18.011	A
60	17.013	B
90	16.571	C

Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes

En el cuadro 18, los resultados señalan que la mayor temperatura del agua se observó en los 30 días iniciales (Noviembre y Diciembre) con media de 18.0 °C, a los 60 días la temperatura fue intermedia con 17.0°C y con la media más baja a los 90 días con 16.6°C, estas variaciones se atribuyen al efecto de las variaciones del ambiente.

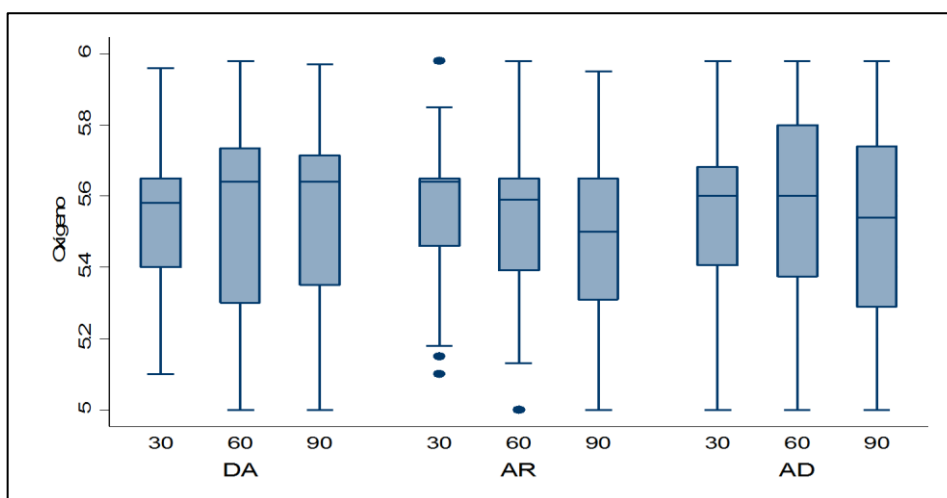
**b. Oxígeno disuelto**

Los valores de oxígeno disuelto del agua de acuarios mostraron valores mínimos de 5 ppm, hasta valores máximos de 5.98 ppm durante los tres meses de estudio (Noviembre del 2015 a Febrero del 2016), la media de este parámetro se mantuvo relativamente constante tanto según acuario (tipo de alimento) y tiempo de evaluación, estos valores fluctuaron entre 5.515ppm hasta 5.559 ppm. Observamos en el (Cuadro 15)

**Cuadro 15.** Oxígeno disuelto del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N	28	28	36	28	28	36	28	28	36
Media	5.517	5.573	5.549	5.559	5.539	5.515	5.559	5.57	5.519
D.E	0.221	.276	0.290	0.220	0.255	0.260	0.238	0.265	0.304
Min	5.1	5	5	5.1	5	5	5	5	5
Max	5.96	5.98	5.97	5.98	5.98	5.95	5.98	5.98	5.98

Fuente: Elaboración propia



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 6.** Oxígeno disuelto (ppm) del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

La primera alimentación para el bagre negro, sus aguas registraron los valores de oxígeno disuelto a las 7:00, 12:00 y 17:00 horas que oscilaron entre 1.8 ppm. por la mañana 1.5 ppm. por la tarde, estos resultados se manifiesta durante toda la experiencia

(Chediak y Varela, 1982), mientras que (Arce y Uribe, 2003) indica que los valores de oxígeno obtuvo  $5.80 \pm 0.05$  mg/l. Sin embargo los valores de oxígeno durante el tiempo de evaluación del suche}, estos valores fluctuaron entre 5.515ppm hasta 5.559 ppm.

Se analizó los datos de oxígeno disuelto mediante el análisis de varianza, los resultados fueron los siguientes:

El Análisis de Varianza para los valores de oxígeno disuelto del agua, señala que no existe diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) tanto para el tipo de alimento (acuarios) como para el tiempo de evaluación la cual es obtuvo ( $p = 0.948$  y  $p = 0.688$ ) respectivamente, lo cual señala que el oxígeno del agua estuvo constante tanto en los acuarios como en el tiempo.

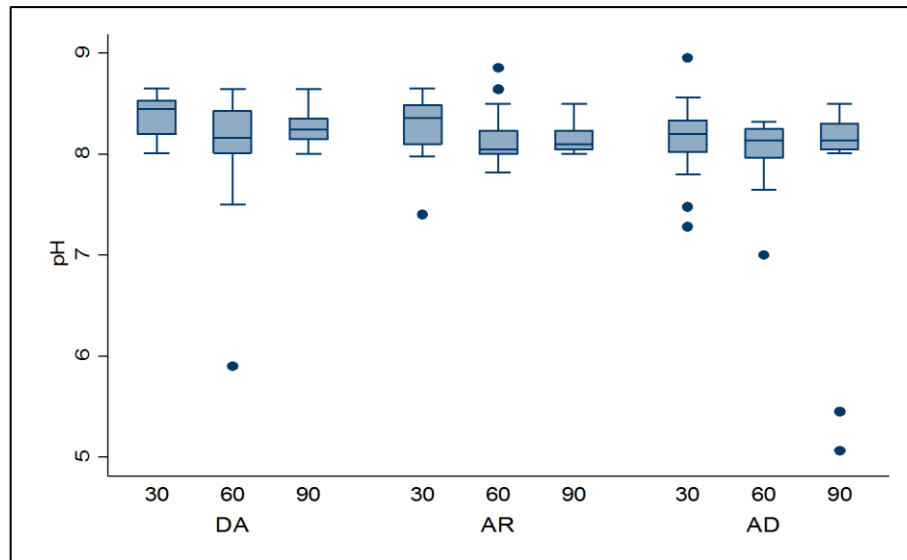
### c. Potencial de hidrogeniones

Los valores de pH del agua de acuarios mostraron valores mínimos de 5.9 unidades, hasta valores máximos de 8.95 unidades durante los tres meses de estudio (Noviembre del 2015 a Febrero del 2016), la media de este parámetro se mantuvo relativamente constante tanto según acuario (tipo de alimento) y tiempo de evaluación, estos valores fluctuaron entre 7.938 hasta 8.373 unidades. (Cuadro 16)

**Cuadro 16.** pH del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento	<i>Daphnia pulex</i>			<i>Artemia salina</i>			Ambos		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
N	28	28	36	28	28	36	28	28	36
Media	8.373	8.125	8.275	8.289	8.135	8.155	8.168	8.069	7.938
D.E	0.208	0.500	0.179	0.271	0.243	0.152	0.326	0.270	0.885
Min	8.01	5.9	8	7.4	7.82	8	7.28	7	5.06
Max	8.65	8.64	8.64	8.65	8.85	8.5	8.95	8.32	8.5

Fuente: Elaboración propia



DA=*Daphnia pulex* AR=*Artemia salina* AD=Ambos

**Figura 7.** Oxígeno disuelto (ppm) del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Se analizó los datos de pH mediante el Análisis de Varianza, los resultados fueron los siguientes:

El Análisis de Varianza para el pH del agua, señala la existencia de diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) tanto para el tipo de alimento como el tiempo de vida las cuales son ( $p = 0.009$  y  $p = 0.010$ ) respectivamente, lo cual señala que por lo menos un acuario muestra un efecto diferente en el pH; para verificar dichas diferencias se procedió con la prueba de rango múltiple de Tukey. (Cuadro 17)

**Cuadro 17.** Prueba de Tukey para pH del agua en acuarios de alevinos de *Trichomycterus rivulatus* alimentados con *Artemia salina* y *Daphnia pulex* según tiempo, en condiciones controladas (Noviembre 2015 a Febrero 2016)

Alimento			Tiempo		
Alimento	Media	Grupos	Tiempo (días)	Media	Grupos
<i>Daphnia pulex</i>	8.253	A	30	8.277	A
<i>Artemia salina</i>	8.193	A B	90	8.123	B
Ambos	8.065	B	60	8.110	B

Medias con letra diferente son estadísticamente diferentes



Los resultados señalan que para los acuarios según el tipo de alimento vivo, se observa que los acuarios con *Daphnia pulex* y *Artemia salina* presentan valores medios de pH similares, pero diferentes al acuario con ambos organismos, si bien la variación en unidades de pH no serían biológicamente determinantes.

Respecto al tiempo de vida, se observa que el pH es ligeramente superior a los 30 días, mientras que a los 60 y 90 días el pH se estabiliza con medias similares.

En la alimentación del bagre, el agua oscilo con un pH de  $7.33 \pm 0.03$  (Arce y Uribe, 2003), nuestro resultados de pH del agua se encuentran dentro de los rangos que permiten el desarrollo de los alevinos de suche

## V. CONCLUSIONES

Los alevinos de *Trichomycterus rivulatus* aceptan los tres tratamientos de alimentación que fueron *Daphnia pulex*, *Artemia salina* y ambas especies.

El crecimiento expresado en talla de los alevinos de *T. rivulatus* alimentados con *Artemia salina* presentaron promedios de 1.980 cm, las alimentadas con *Daphnia pulex* con 1.998 cm, y finalmente el registrado para la combinación de *A. salina* y *D. pulex* registraron valores de 1.918 cm.

La supervivencia que se registró de alevinos de *T. rivulatus* fue diferenciada; las alimentadas con *A. salina* presentaron una supervivencia máxima 99.2 %; la supervivencia más baja lo tuvo la combinación de ambas especies con un promedio de 73 % mientras que la supervivencia alimentada con *Daphnia pulex* tuvo un promedio de 87.1 %

Los valores de temperatura del agua de los acuarios con los diferentes tipos de alimento vivo, se mostraron valores mínimos de 13.2 ° C, teniendo y hasta valores máximos de 23 °C, durante los tres meses de estudio, en el caso los valores del oxígeno del agua los acuarios no mostraron diferencias estando entre el rango de 5 a 5.98 ppm. , la concentración de hidrogeniones tuvo valores superiores a 7,9 pH en los tres meses de estudio.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar la ejecución con un sistema de recirculación de agua para evitar el estrés y mortalidad de los peces por recambios de aguas.

Determinar el índice de selección del Suche en la alimentación con *D. pulex* y su índice de importancia relativa

Realizar investigaciones de los parámetros físicos químicos del agua en condiciones controladas para evitar la mortalidad de alevinos.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Abreu-Grobois, F.A.; Beardmore, J.A. (1982). Genetic differentiation and speciation in the brine shrimp *Artemia*: In: Mechanisms of Speciation. Progress in Clinical and Biological Research. Barigozzi, C. (Ed.). Alan, R. Liss, Inc., New York, USA. 245–376
- 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.
- Atencio-Garcia VJ; Zaniboni-Filho E; Pardo-Carrasco SC; Arias-Castellanos A. (2003) Influencia la primera alimentación de larvicultura e alevinaje m do yamú *Bryconisiebenthalae* (Characidae). Maringá, Brasil. Acta Scientiarum. Animal Sciences. b; 25(1): 61-72.
- Arce - Luna (2003), Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. Laboratorio de Acuicultura, Departamento de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos (México), pp. 39-47.
- Atencio García VJ; Kerguelen E. Wadnipar L; Narvaez A. (2003). Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Rev MVZ Córdoba. a; 8(1): 254-60. .
- Asociación IIP Qollasuyo - CIPP Chucuito UNA Puno, (2000 – 2002). Compendio: Manual y Guías Técnicas para Especies Icticas nativas del Lago Titicaca, Peru – Puno 130- 16 pp.
- Barigozzi, C. (1974). *Artemia*: A survey of its significance in genetic problems: 221–252. In: Evolutionary Biology. Vol. 7. Dobzhansky, T.; Hecht, M.K.; Steere, W.C. (Eds). Plenum Press, New York, USA, 314 pp.
- Barigozzi, C. (1946). Uber die geographische Verbreitung der Mutanten von *Artemiasalina* Leach. Arch. Julius Klaus-Stift. 21: 479–482.

- Botsford, L.W.; Rauch, H.E.; y Schleser, R.A. (1974). Applications of optimization theory to the economics of aquaculture: 387–401. In: Proc. 5th Ann. Workshop WMS. Avault, J.W. jr. (Ed.). Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana, USA, 482 pp.
- Bowen, S.T. y Sterling, G. (1978). Esterase and malate dehydrogenase isozyme polymorphisms in 15 *Artemia* populations. *Comp. Biochem. Physiol.*, 61B: 593–595.
- Bowen, S.T.; Durkin, J.P.; Sterling, G. y Clark, L.S. (1978). *Artemia* hemoglobins: genetic variation in parthenogenetic and zygogenetic populations. *Biol. Bull.*, 155: 273–287.
- Castro, B. T., Castro, J., Gallardo, C. y Malpica, A. (1995). Propiedades de *Artemia* spp. Para la nutrición en la acuicultura. *Oceanologia*, 3 [1], 31-38.
- Chediak y Varela, (1982). primeras observaciones sobre el crecimiento del bagre (*Rhamdia sapo*), instituto nacional de pesca, informe técnico n° 34.
- Clark, L.S.; Bowen, S.T. (1978). The genetics of *Artemia salina*. VII. Reproductive isolation. *J. Hered.* , 67(6): 385–388.
- Croghan, P.C. (1958). The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina* (L.). *J. exp. Biol.*, 53(1): 219–233.
- Da, Costa, P. (1972). Nota sobre a ocorrência e biología de *Artemia salina* (L) naregiao de Cabo Frio. *Secao de Publicaco es do Instituto de Pesquisas de Marinha, Rio de Janeiro, Brasil*, no. 66, 14 pp.
- Donaires, Teófilo. (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.

- Duarte, W.; Rufino, F.; Jara C.; Moreno C.; Orellana, A E.; (1971). Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 32:227-268
- De Pinna, M. C. & W. B. Wosiacki. (2003). Family Trichomycteridae. (pencil or parasitic catfishes). Pp. 270-290. In: Reis, R.E., S.O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Eds.), Checklist of the fresh water fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, 729p
- Espindola C. D. (2000). Prácticas de Biología de Organismos Multicelulares. Javeriana. Editorial Pontificia Universidad Javeriana 99 pag.
- Erdogan F & Olmez M (2009). Kanola Küspesinin Melek Balığının (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein 1823) Büyüme, Somatik İndeksler ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2): 181-187
- FAO. (2010) El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010. Fisheries and Aquaculture Department, Un Food and Agriculture Organization, Rome, 219 pp.
- Fernandez A A. (2001). Crecimiento de crías de peces utilizando alimento vivo. Acuario. México D F: Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM.
- Flores, M.; Orieta Y.; 2009 Dirección de recursos hidrobiológicos transferencia tecnológica reproducción artificial de *Trichomycterus*. Carretera Panamericana Sur km. 17, Barco Chucuito N° 1090.
- Franssen, N. R. and K. B. Gido. 2006. Use of stable isotopes to test literature-based trophic classifications of small-bodied stream fishes. *American Midland Naturalist*(1): 1-10.
- Gilchrist, B.M. (1954). Haemoglobin in *Artemia*. Proc. R. Soc., Series B, 143: 136-146.
- Habit E.; Victoriano P. y Parra O, 2002. Translocación de peces nativos en la cuenca del río Laja. *Gayana zoología* (Chile) 66(2):181-190
- Hogan M. (2008). "Makgadikgadi". The Megalithic Portal. <http://www.megalithic.co.uk/article.php?sid=22373&mode=&order=0>.

IMARPE Instituto del Mar del Perú 1987, Dirección de Investigaciones Pesqueras en Aguas Continentales INFORME SOBRE LA ACUICULTURA EN EL PERU.

Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions *Artemia* 14, pág. 524

Muller 1785 O. F. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148370> on 2013-11-24

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

Niles Lehman, Michael E. Pfrender, Phillip A. Morin, Teresa J. Crease and Michael Lynch (1995). "A hierarchical molecular phylogeny within the genus *Daphnia*". *Molecular Phylogenetics and Evolution* 4 (4): 395–407.

Papoutsoglou S. E., Mylonakis, G.; Milou, H.; Karakatsouli, N. P. & Chadio, S. (2000). Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. *Aquacultural Engineering* 22, 309-318.

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.

Rollefsen, G. (1939). Artificial rearing of fry of seawater fish. Preliminary communication. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm.int. Explor. Mer*, 109–133.

Robinson, E. H. and M. H. Li. 1996. Catfish Nutrition. *Catfish Journal*

Seale, A. (1933). Brine shrimp (*Artemia*) as a satisfactory live food for fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 63: 129–130.

Sorgeloos, P. (1983). Brine shrimp *Artemia* in coastal saltworks: Inexpensive source of food for vertically integrated aquaculture. *Aquaculture Magazine*, 9: 25–27.

- Vu Do Quynh y Nguyen Ngoc Lam (1986). Inoculation of *Artemia* in a salt farm in the Phu Khanh Province, Central Vietnam: ecological study and comparison of three different strains. In: *Artemia research and its applications*. Vol. 3. Sorgeloos, P.; Bengtson, D.A.; Decler, W.; Jaspers, E. (Eds). Universa Press, Wetteren, Belgium, in press.
- Valenciennes, A. 1846. Table. Pls. 1-10 d'Ichtyologie. 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.
- Watanabe, T.; (1983). Nutritive value of plankton for fish larvae in the view point of lipids. *Fish. Sarv* 22, pp. 93–111. Koseisha-Koseikaku (Tokyo).
- Wilson, (1996). Los requerimientos nutricionales de bagre de canal. Pp 271-281, en: *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*. (Mendoza, R. Cruz, L.E. y Ricque, D Eds)., Monterey, N,L., Mexico. 1994,372p.









**Figura 8:** *Trichomycterus rivulatus*



**Figura 10:** *Daphnia pulex*



**Figura 9:** *Artemia salina*



**Figura 12.** Medida de temperatura y Llevado de agua al carro, destinado para el laboratorio



**Figura 11.**



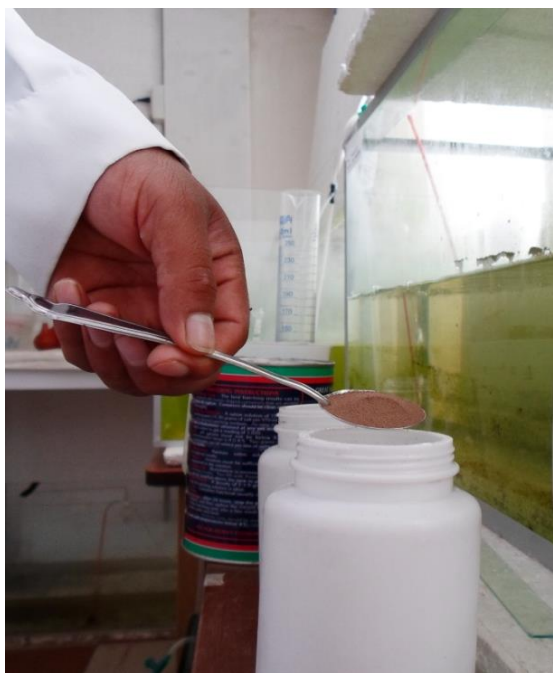
**Figura 14.** Llenado de agua y traslado del acuario



**Figura 13.** El conteo del suche a cada Suche al acuario



**Figura 16.** Tarro de cisto de *A. salina*



**Figura 15.** Preparación de *A. salina*



**Figura 18.** Hidratación de cistos de *A. salina*



**Figura 17.** vertimiento 30-35 ml de cloro



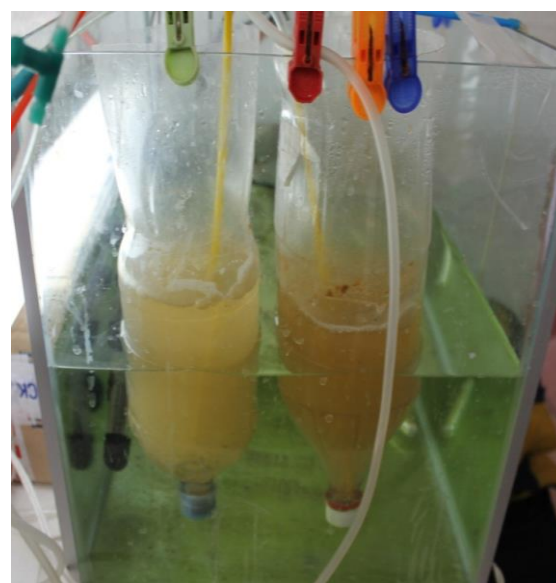
**Figura 20.** Mezclado hasta que desaparezca los puntos blancos y se vuelva a un color rojizo



**Figura 19.** Enjuague de para neutralizar el cloro



**Figura 22.** Preparación en 1 lt. de agua con, 20 gr de sal sin yodo” y homogenizar de temperatura y una aireación en una botella



**Figura 21.** Poner en agua a 28° a 30 °C



**Figura 24.** Enjuague con abundante agua en un tamiz de 120  $\mu$



**Figura 23.** Colocado de Artemia en un recipiente



**Figura 26.** Sinfoneo de naupilos de Artemia salina



**Figura 25.** Alimentacion del suche con la Artemia salina.



**Figura 28.** Arrastre de *D. pulex* del Lago Titicaca



**Figura 27.** Captura *D. pulex* del Lago Titicaca

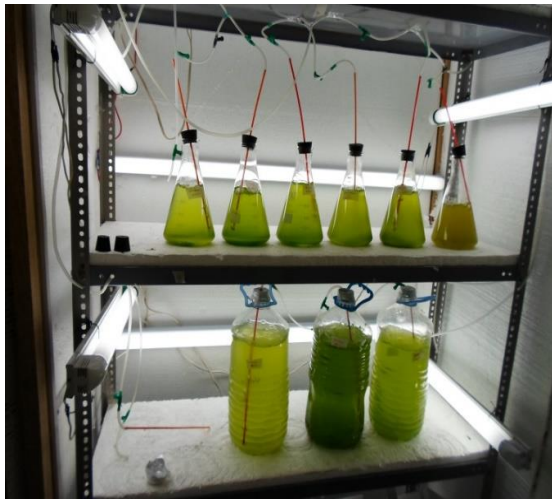


**Figura 30.** Aislamiento de *Daphnia pulex*



**Figura 29.** Cultivo de *Daphnia pulex*





**Figura 32.** Cultivo de micro algas



**Figura 31.** Alimento (*Chlorella* sp) para la *D. pulex*



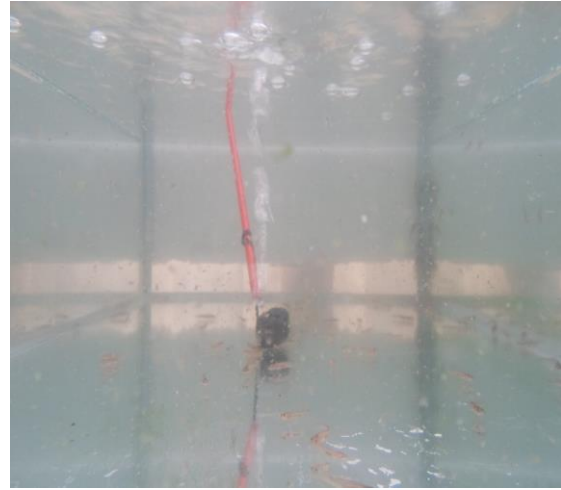
**Figura 34.** Separado de tamaño de *D. pulex*



**Figura 33.** Tamizado de *D. pulex*



**Figura 36.** Pipeteo de neonatos de *D. pulex*



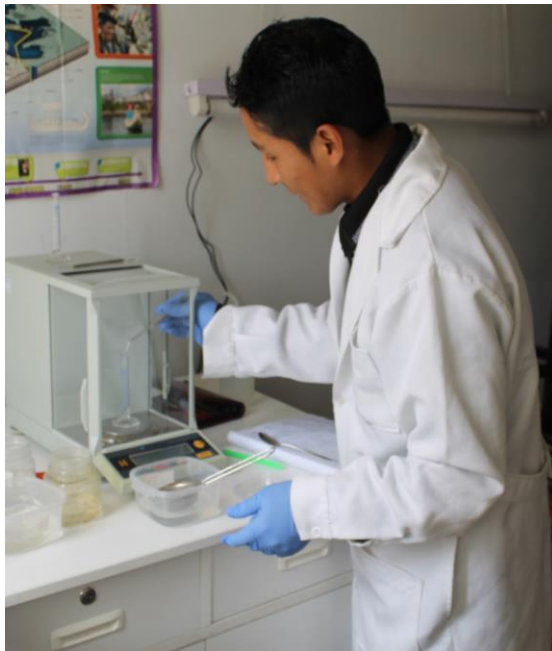
**Figura 35.** Alimentación del suche con *D. pulex*



**Figura 38.** Muestras para el peso y talla



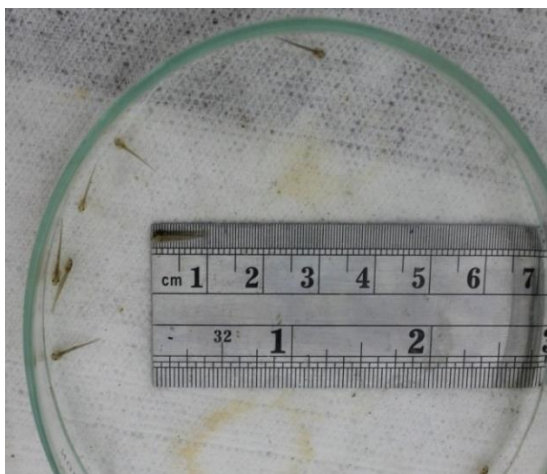
**Figura 37.** Alevinos de Suche



**Figura 40.** Procedimiento del pesaje del alevino



**Figura 39.** Peso del alevino (Suche)



**Figura 42.** Medición del alevino (cm.)



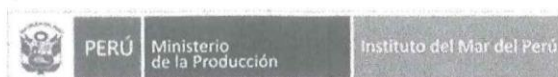
**Figura 41.** Talla del alevino



**Figura 44.** Medicion de temperatura, oxigeno y pH



**Figura 43.** Extracion de Suiche muertos



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

## CONSTANCIA

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

### DEJA CONSTANCIA QUE:

El señor **Wilder LOAYZA MAMANI**, identificado con DNI **45004864**, ha ejecutado su proyecto de tesis titulado "*Crecimiento y sobrevivencia en la primera etapa de alevinaje de *Trichomycterus rivulatus* (SUCHE) alimentados con nauplio de *artemia salina* y *daphnia pulex* en condiciones de laboratorio*", en el Área de Acuicultura del Laboratorio Continental de Puno, del 07 de noviembre del 2015 al 07 de febrero del 2016.

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

Puno, 21 de marzo de 2018

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

  
BLGO. CESAR GAMARRA PERALTA  
COORDINADOR DEL LABORATORIO  
CONTINENTAL DE PUNO