



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE POST LARVAS DE  
*Odontesthes bonariensis* “PEJERREY” ALIMENTADOS CON  
ORGANISMOS VIVOS EN SISTEMA CONTROLADO.**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. EDY WINDER PILCO LUJANO**

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

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*Con profundo amor para mis padres **Sergio y Sabina**, por su incansable e inagotable trabajo para sacarnos adelante y a mis hermanos **Betty y Miguel** a quienes les debo todo cuanto he logrado, mi deuda con ustedes es eterna, gracias.*

*A mi familia, quien fue el mayor reto de mi vida y la más grande bendición, en ellos encontré más humanidad de la que muchas personas poseen.*

*A mi esposa **Vicky** por darme su apoyo, comprensión, paciencia y por estar ahí en las buenas y en las malas. Gracias por tu apoyo.*

*A mi hijo e hija **Juaquin Caleb y Kory Valeria**, Gracias hijos por iluminarme con su presencia, por darme fuerzas en la vida y por enseñarme a disfrutar la vida minuto a minuto. Es indescriptible cómo alguien con tan pocos años... puede hacer sentir algo tan gigantesco. Los amo mucho y deseo que en la vida sean exitosos, sabios y prudentes.*



## AGRADECIMIENTOS

Mi más grande agradecimiento a mi director de Tesis Blgo. HEMINIO RENE ALFARO TAPIA, quien con su dirección, experiencia, conocimiento y motivación me acompañaron durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Empresa ACUARIO ORANDA, Puno por permitirme desarrollar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones y acuarios experimentales.

Al Sr. Joshelin Zavaleta Lujan gerente producción de Acuarios Oranda, por ser mi mentor y darme la oportunidad de pertenecer a su grupo de trabajo y por inculcarme ética, honestidad y responsabilidad.

A mis miembros de jurado a D. Sc. BELISARIO MANTILLA MENDOZA, Ing. M. Sc. JOSÉ DAVID VELEZVIA DÍAZ y al Ing. M. Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS, por sus aportes oportunos en aras de mejorar el presente trabajo de investigación.



## INDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 9**

**ABSTRACT..... 10**

### CAPITULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo General..... 12

1.2. Objetivos Específicos ..... 12

### CAPITULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes ..... 13

2.2. Marco Teórico ..... 15

2.2.1. Pejerrey del lago Titicaca ..... 15

2.2.2. Descripción de *Odontesthes bonariensis* ..... 16

2.2.3. Clasificación taxonómica de *Odontesthes bonariensis* ..... 17

2.2.4. Alimentación de *Odontesthes bonariensis* en ambientes naturales..... 18

2.2.5. Características del recurso hídrico..... 21

2.2.6. Descripción de *Artemia salina* ..... 24

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de Estudio ..... 27

3.2. Área de investigación ..... 27

3.3. Población..... 27

3.4. Tamaño de muestra ..... 28

3.4.1. Recolección de muestra ..... 28



3.4.2. Transporte para su biometría .....	29
3.5. Método de análisis.....	29
3.5.1.Evaluación del crecimiento de <i>Odontesthes bonariensis</i> “pejerrey”, alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> , alimento natural en etapa post larval, en un sistema controlado. ....	29
3.5.2 Evaluación de la mortalidad del <i>Odontesthes bonariensis</i> (pejerrey) alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural, en etapa post larval.....	34
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Crecimiento de <i>Odontesthes bonariensis</i> , (pejerrey) alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural, en etapa post larval; en un sistema controlado.....	36
4.2. Mortalidad del <i>Odontesthes bonariensis</i> “pejerrey” alimentados con infusorios, artemia salina y alimento natural, en etapa post larval.....	41
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>VII.REFERENCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

**ÁREA :** Ciencias Biomédicas

**LÍNEA:** Acuicultura

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de enero del 2020**



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pejerrey del lago, extraído de SIB, Parques Nacionales, Argentina (valenciennes, 1835) .....	17
Figura 2 Localización del centro de Acuariofilia, Distrito Puno, Provincia, Puno, Región Puno, diciembre 2019. ....	27
Figura 3 Diferencias de las tallas promedio de las especies de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural, Puno agosto 2018 a enero del 2019. ....	36
Figura 4 Diferencias de los pesos promedio de las especies de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural, Puno agosto 2018 a enero del 2019. ....	40
Figura 5 Instalación de los acuarios para el cultivo de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural. Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	50
Figura 6 Equipo multiparámetro para el registro de los parámetros físico químicos, en el cultivo de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	50
Figura 7 Alimento enlatado <i>Artemia salina</i> para el cultivo de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	51
Figura 8 Monitoreo de parámetros físico químicos del agua en el cultivo de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	51
Figura 9 Limpieza los filtros y mantenimiento de los acuarios en el cultivo de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	52
Figura 10 Alimentación de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> con alimento natural Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	52
Figura 11 Extrayendo muestras para biometría del pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	53
Figura 12 Alimentación de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> con <i>Artemia salina</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	53
Figura 13 Vista de <i>Artemia salina</i> en acuarios para la alimentación de pejerrey <i>Odonthestes bonaerensis</i> , Puno, agosto 2018 a enero del 2019. ....	54



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alimentación de los pejerreyes de tamaño pequeño o mediano: porcentajes en volumen de las principales presas en función del tamaño del depredador según (Wurtsbaugh <i>et al.</i> 1974).....	19
Tabla 2. Características Físico – Químicas Básicas del agua para cultivo del pejerrey (PETT, 2017). .....	22
Tabla 3. Preferencia alimentaria del pejerrey en jaulas flotantes (Modificada de Reartes, 1987).....	23
Tabla 4. Tabla de Crecimiento del pejerrey (PETT 2017). .....	24
Tabla 5. Información de los tratamientos usados en el cultivo de pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , Puno agosto 2018 a enero 2019. ....	30
Tabla 6. Análisis de la varianza (SC tipo III) de la talla promedio (mm) de las especies pejerrey ( <i>Odontesthes bonaerensis</i> ). .....	37
Tabla 7. Tallas obtenidas del pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural. Puno, agosto 2018 a marzo 2019.....	38
Tabla 8. Análisis de la varianza (SC tipo III) del peso promedio (g) de las especies pejerrey ( <i>Odontesthes bonaerensis</i> ). .....	40
Tabla 9. Pesos obtenidos del pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural. ....	41
Tabla 10. Mortalidad de pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> , alimentados con infusorios, <i>Artemia salina</i> y alimento natural durante la investigación.....	42



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

EHCh	:	Estación Hidrobiológica Chascomús Argentina
DHA	:	Acido Docohexaenoico
FCA	:	Factor de Conversión Alimenticia
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IMARPE	:	Instituto del Mar del Perú
pH	:	Potencial Hidrogeniones
SGR	:	Tasa de crecimiento específico
UICN	:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
PEBLT	:	Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca
DIREPRO	:	Dirección Regional de la Producción





## RESUMEN

La investigación se realizó en las instalaciones de la Empresa Privada Acuarios Oranda en el distrito de Puno, Provincia de Puno, durante los meses de agosto del 2018 a marzo del 2019. Tiene como objetivos evaluar el crecimiento y mortalidad del *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”, alimentados con infusorios (protozoos), *Artemia salina* y alimento natural cladóceros, copépodos, en etapa post larval; en un sistema controlado, corresponde a los: (T1) Infusorios, (T2) *Artemia salina* y (T3): alimento natural; Para comparar el incremento de talla y peso en la etapa post larvas; el Proyecto se inició con la eclosión de ovas obtenidas de reproductores naturales capturados en la bahía de Puno. La metodología consistió en biometrías que permitieron un experimento para la evaluación del crecimiento del pejerrey estando sustentada en biometrías que permitieron controlar la ganancia en peso (g), ganancia en talla (cm), Tasa de Crecimiento Específico: TCE (%/día) y factor de condición (FC), pejerreyes en etapa post larval producidas en sistemas controlados (acuarios), relacionadas a la capacidad de carga y alimentados con los T1, T2, T3. Para la prueba estadística se utilizó el software Infostat en su versión libre. La muestra estuvo constituida por post larvas de pejerrey, situado en el distrito de Puno. El tamaño de muestra fue de 600 individuos, cada tratamiento con 200 individuos. Los resultados que se apreciaron un incremento promedio de peso y talla para cada uno de los tratamientos los que son para los tratamientos: T1: talla 1.11cm y peso 0.05 g. T2: talla 1.43 cm y peso 0.069 g. T3: talla 1.65 cm y peso 0.108 g; los resultados en la mortalidad presentaron los siguientes resultados por tratamiento: T1: 140 unidades, T2: 128 unidades y T3: 150 unidades. Se concluye que el mayor crecimiento fue con el T3, alimentados con alimento natural y la mayor mortalidad se registró en el T3, sin embargo, no existen diferencias significativas en los tratamientos, tanto en peso y talla ya que el p-valor fue mayor a  $> 0.05$ , lo que significa que los tratamientos son estadísticamente son iguales.

**Palabras clave:** *Artemia salina*, crecimiento, infusorios, pejerrey, sistema controlado.



## ABSTRACT

The research was carried out in the premises of the private company Aquariums Oranda in the district of Puno, Puno Province, during the months of August 2018 to March 2019. Aims to evaluate the growth and mortality of the pejerrey *Odontesthes bonariensis* "pejerrey", fed with Kieselguhr (protozoa), *Artemia salina* and natural food (cladocerans and copepods), in post-larval stage; in a system controlled, it is up to the: (T1) Kieselguhr, (T2) *Artemia salina* and (T3): The natural food. To compare the increase of height and weight in the post larvae; the project was initiated with the hatching of eggs obtained from natural players caught in the bay of Puno. The methodology consisted of an experiment for the evaluation of the growth of the pejerrey being based on biometrics that allowed to control weight gain (g), Gain in height (cm), specific growth rate: TEC (%/day) and condition factor, all of them produced in controlled systems (aquariums), related to the load capacity and fed with the T1, T2, T3. For the statistical test was used the software INFOSTAT in its free version. The sample was composed of post larvae of pejerrey that come from the private company Aquariums Oranda, located in the district of Puno. The sample size was 600 individuals, each treatment with 200 individuals. The results were: it was observed that an average increase of weight and height for each of the treatments which are: T1: size 1.11cm and weight 0.05 g. T2: size 1.43 cm and weight 0,069 g. T3: size 1.65 cm and weight 0,108 g; the results in mortality showed the following results for treatment: T1: 140 units, T2: 128 units and T3: 150 units. It was concluded that the highest growth was with the T3, fed with natural food and the increased mortality was recorded in the T3, However, there are significant differences in the treatments, both in weight and height as the p-value was greater to  $> 0.05$ , which means that the treatments are statistically are equal.

**Key words:** *Artemia salina*, growth, Kieselguhr, pejerrey, controlled sys



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) es un pez apreciado en América del Sur; en Argentina, Uruguay, sur de Brasil, Bolivia, Chile y Perú, países en los cuales es considerado como un pez de primera calidad para su consumo. El pejerrey pertenece a la Familia Atherinidae, introducido en el lago Titicaca por la década del 60, de forma casual sembrada en lago Poopo y actualmente ocupando la mayor parte de la cuenca del Titicaca; es una especie ictiófaga adaptada de manera extraordinaria a su nuevo hábitat, constituyendo en la actualidad uno de los principales recursos socio-económicos para los habitantes del área circunlacustre del Titicaca. El pejerrey llegó a tener biomásas registradas para el año 1997 de 18.031 TM (IMARPE, 2019), desde entonces, descendió por acciones de sobrepesca, llegando a las 68 TM en el 2009 (IMARPE, 2019), disminuyendo en 99% del total de la población. Una de las alternativas de solución a este problema acuícola es la crianza intensiva de pejerrey en sistemas controlados, existiendo diversas experiencias a nivel de reproducción artificial de esta especie.

La larva recién nacida de pejerrey tiene un rango de 5 a 7 mm, transparente, delgada, cabeza de contornos redondeados, aleta caudal de extremo redondeado, ojos redondos muy prominentes, presenta una pequeña reserva de vitelo, que dura entre 3 y 5 días. Reabsorbido el contenido de la vesícula vitelina y no disponerse de alimento adecuado, se producen mortalidades masivas pudiendo llegar a la pérdida total; como primera alimentación se emplean nauplios de artemia y rotíferos; la alimentación con nauplios de artemia se continúa hasta que los alevinos tienen unos 15 días de edad, momento en el que se reemplazan gradualmente, ya sea por alimento vivo (copépodos, pequeños cladóceros) o por alimento artificial; aspectos que nos llevó a formularnos la siguiente interrogante:

¿El crecimiento y mortalidad del pejerrey en su etapa post larval, está sujeto a su alimentación?



### **1.1. Objetivo General**

- Evaluar el crecimiento y mortalidad de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” con diferentes tipos de alimento vivo en sistemas controlados.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el crecimiento de *Odontesthes bonariensis*, “pejerrey” alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, en etapa post larval, en un sistema controlado.
- Determinar la mortalidad de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” alimentados con alimento vivo (infusorios, *Artemia salina* y alimento natural), en etapa post larval en un sistema controlado.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

(Vila y Soto, 1984), en el estudio de “*Odontesthes bonariensis*” (pejerrey argentino), realizado en la Universidad de Chile, mencionan que los alimentos naturales que consumen son: zooplancton, insectos acuáticos y peces; en juveniles, las que consumen preferentemente micro crustáceos tales como Copépoda y Ceriodaphnia de igual manera (Grosman *et al.*, 2016) nombra que la dieta del pejerrey es básicamente zooplactófaga, y su mayor biodiversidad de alimentación se da en el mes de setiembre en las lagunas situadas en la pampa argentina. Así mismo (Fernández, 2001), indica que, como parte de la dieta de las especies cultivadas, los acuicultores incluyen alimento vivo sobre todo en las primeras fases del desarrollo de los individuos, por el alto contenido nutrimental que poseen.

Además, (Luna y Figueroa, 1999), refieren que 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 aquéllos. Mientras que (Mancini *et al.*, 2008), indican que la ecología alimentaria del pejerrey es muy heterogénea, en ejemplares de hasta 120 mm consumen los copépodos, larvas de insectos y ostrácodos, los alimentos más importantes; y en peces de 120 a 250 mm el patrón fue similar, pero se observó un importante consumo de caracoles y larvas de insectos.

(Berasain *et al.*, 2006), realizaron la cría intensiva de larvas y juveniles de pejerrey, mediante desove artificial a partir de reproductores silvestres capturados en la laguna Chasicó, provincia de Buenos Aires, las larvas fueron trasladadas a un tanque de fibra de vidrio donde se inició la primera etapa del proceso de cría, el alimento vivo utilizado en esta etapa fue a base de Rotíferos, Cladóceros, Copepoditos y Ciclopoideos. Además, suministraron nauplios de Artemia sp y alimento balanceado Kyowa de 400 µm. los resultados obtenidos en crecimiento a los 26 días talla promedio de 15.72 mm, y peso de 0.0196 g; a los 89 días talla promedio de 73.94 mm, y un peso de 1.7950 g. en cuanto a la mortalidad se registró 26.81%. así mismo (Grosman y Gonzalez 1996), aplicaron tres dietas diferentes (1) perifiton extraído manualmente, (2) alimento balanceado para



truchas y (3) ambos, en el cultivo de pejerrey, evaluando el crecimiento y supervivencia hasta los primeros quince días de vida. La longitud final promedio fue de: (1) 7.9 mm, (2) 8.1 mm (3) 8.0 mm. La mortalidad fue: (1) 56.25% (2) 48.13% y (3) 75.63%.

(Rojas *et al.*, 2016), lograron eclosionar ovas de pejerrey chileno (*Basilichthys microlepidotus*) luego de permanecer 16 días en incubación en condiciones de laboratorio. El grupo de larvas recién eclosionadas presentó longitudes cercanas a los  $8,0 \pm 0,2$  mm, alcanzando luego de 30 días (post-eclosión) de cultivo tallas de  $18,5 \pm 2,8$  mm. El cultivo larval se desarrolló en estanques, después de la reabsorción del saco vitelino se produjo el desarrollo del tracto digestivo, momento en que las larvas comenzaron a ser alimentadas con una dieta de alimento vivo (nauplius de Artemia), complementada con un suplemento alimenticio comercial. El crecimiento a los 30 días alcanzó longitudes cercanas a  $18.5 \pm 2.8$  mm, luego de 266 días de cultivo, cerca del 45% de las larvas alcanzó el estadio juvenil ( $11,3 \pm 2,6$  mm).

Mientras que (Velasco *et al.*, 2008), realizaron la producción de juveniles de pejerrey criados en un sistema intensivo durante 196 días. La experiencia se dividió en dos etapas, al finalizar la primera etapa, se obtuvo una muestra de 30 peces de los tanques, a los cuales se les midió longitud total y se les tomó el peso (g). Las larvas se alimentaron diez veces por día, con plancton, nauplius de Artemia y alimento balanceado, en forma alternada. Los resultados obtenidos fueron: a los 16 días longitud promedio de 15.03 mm y peso de 0.024 g; a los 75 días longitud promedio de 54.41 mm y peso de 1.53 g. con una mortalidad de 20.69 %.

(Colautti *et al.*, 2009), incubaron ovas de pejerrey, una vez eclosionadas, 10.000 larvas fueron transferidas a un estanque de 250 m el estanque un mes antes con 75 kg de guano de pollo, 2,67 kg de urea y 0,66 kg de superfosfato e inoculada con agua de la laguna de Chascomús Argentina. Se controló la abundancia zooplanctónica y se identificó la abundancia de rotíferos de la especie *Brachionus plicatilis*, a su vez también se encontraron larvas nauplius de copépodos y ostrácodos adultos, y en baja abundancia se identificó una diatomea (*Campylodiscus clypeus*) al cabo de 22 días de cría en el estanque, los pejerreyes alcanzaron una talla promedio de  $16,24 \text{ mm} \pm 1,69$ , registrándose una mortalidad de aproximadamente el 40% de los individuos.

Así mismo (Chaiña, 2015), realizó el cultivo de alevinos de pejerrey en el Instituto del Mar del Perú, en el laboratorio de Acuicultura (Puno - Perú), utilizó 3 tratamientos T1:



*Artemia salina* T2: *D. pulex* y T3: *Artemia salina* y *D. pulex*. Distribuidos en acuarios con 300 unidades cada uno. La talla inicial de los ejemplares fue de 6.4 mm, los resultados obtenidos a los 7 días de cultivo en T1: 6.93 mm; T2: 6.75 mm; T3: 6.8 mm, a los 28 días en T1: 10.33 mm, en T2: 7.96 mm, en T3: 9.7 mm; a los 35 días en T1: 11.36 mm, en T2: 8.33 mm, en T3: 10.56 mm; a los 49 días en T1: 12.73 mm, en T2: 9.76 mm, en T3: 12.3 mm; a los 63 días en T1: 14.26 mm, en T2: 10.6 mm, en T3: 16.53 mm. Se registró una mortalidad del 78.3% en T1; 72.35 en T2 y 95.3% en T3.

(Amaru, 2018), realizó una investigación en la alimentación, crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis* hasta la etapa de alevines en condiciones de laboratorio, utilizando tres tipos de alimento vivo (*Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*). Los resultados obtenidos fueron en el día 1 los alevinos de pejerrey tuvieron tallas de 7.3 mm, peso de 0.001 g; al día 26 tallas de 9.1 mm con peso promedio de 0.011 g; a los 39 días tallas de 11.4 mm con peso de 0.032 g, a los 52 días tallas de 13.3 mm y peso de 0.043 g; y a los 65 días tallas de 19.4 mm y peso de 0.095 g. la mortalidad fue de 13.4%.

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 Pejerrey del lago Titicaca

El pejerrey es un pez oriundo del Río de la Plata (Argentina), también conocido como “flecha de plata”, por su elegancia de finas líneas y color blanco brillante, con su línea lateral de plata pura, a la que debe su nombre, fue liberada en el Lago Poopó por un club de pesca boliviano en 1946, migró a través del río Desaguadero hasta el Lago Titicaca, ingresando e invadiendo enteramente el lago y sus afluentes. (Northcote, *et al.* 1991).

El Titicaca es el lago más grande y navegable en Sudamérica, con una superficie 8.400 km<sup>2</sup> y localizado a una altitud de 3810 m.s.n.m. Existe relación entre la variabilidad del nivel del lago y las precipitaciones y estas sobre los desembarques de la pesquería del *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” en el sector peruano del lago entre los años 1981 y 2010, tienen relación con la abundancia y disponibilidad del pejerrey, Se asume que los desembarques son un índice de la abundancia determinándose que los desembarques del pejerrey presentaron una relación significativa con el nivel del lago. (Pyper & Peterman, 1998; Alheit & Bakun, 2010).



El desembarque de los stocks de peces e invertebrados marinos fluctúan en patrones temporales complejos, con una variabilidad en escala de tiempo estacional, interanual, interdecadal y de más largo plazo (Pyper & Peterman, 1998; Alheit & Bakun, 2010). Las variaciones interanuales en las condiciones oceanográficas, limnográficas y atmosféricas son capaces de producir importantes fluctuaciones en el reclutamiento de peces y, en consecuencia, en la biomasa de las poblaciones (Quiñones & Montes, 2001; Alheit & Bakun, 2010).

En aguas continentales, el efecto del ambiente sobre las poblaciones de peces ha sido poco estudiado. Las fluctuaciones del nivel del agua de los lagos y ríos, se caracterizan por su frecuencia y duración, y constituyen la causa principal que controla el funcionamiento de estos ecosistemas, con énfasis en los procesos de interface de la zona litoral de los recursos acuáticos y terrestres (Leira & Cantonati, 2008).

El lago Titicaca morfométricamente tiene las siguientes características: superficie de aproximadamente 8 400 km<sup>2</sup>, y un volumen de 930 km<sup>3</sup>, localizado a una altitud de 3 810 m sobre el nivel del mar (Hahmenberger, 2003). Comprende dos cuencas, una conocida como el Lago Mayor (6 500 km<sup>2</sup>), donde se encuentra la máxima profundidad (284 m); y la segunda, como el Lago Pequeño (1 400 km<sup>2</sup>) que cubre 16% de la superficie total, con una profundidad media entre 20 y 30 m, y está conectado al Lago Mayor a través del estrecho de Tiquina. Una tercera región está representada por la Bahía de Puno, con 500 km<sup>2</sup> (Paredes & Gonfiantini, 1999).

El pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835), constituye la primera especie de importancia pesquera en el Lago Titicaca. El pejerrey es una especie que habita los territorios de Argentina, Uruguay y el sur de Brasil. En la Argentina ocupa las lagunas y ríos de la región de la pampa, siendo frecuente en los ríos de Paraná, Uruguay y de la Plata. Su introducción al Lago Titicaca tuvo origen en el Lago Poopo, introducido en 1946 por un Club de Pesca Boliviano y migró al lago a través del río Desaguadero en 1955 (Loubens & Osorio, 1991).

### **2.2.2 Descripción de *Odontesthes bonariensis***

Presenta el cuerpo alargado, con vértebras que pueden variar, siempre presenta una línea lateral plateada. Escamas medianas a pequeñas de tipo cicloideo. La cabeza aplanada, boca terminal generalmente protractil. El aparato branquial con opérculo sin espinas ni



puntas, agallas anchas, membranas branquiostegas separadas del istmo. Cuatro branquias con un surco detrás de la cuarta. Pseudobranquias. Poseen dos aletas dorsales bien separadas; la anterior con tres a ocho espinas delgadas y flexibles; la posterior membranosa. Aletas ventrales pequeñas más o menos distantes de las pectorales. Inserción de las pectorales muy elevada, encontrándose a nivel del ángulo postero superior del opérculo. Aleta anal con una espina débil, caudal en horqueta. (Lahille, 1929 & Nelson, 1984).

El aparato digestivo con pre maxilares protráctiles; boca que se abre en embudo. Se calcula que la mayor eficiencia de filtrado se sitúa para partículas de alrededor de 1 mm, poseen placas faríngeas para la trituración de moluscos y crustáceos decápodos. Presenta estómago corto, simple, un poco más ancho que el intestino. Sin ciegos pilóricos. La vejiga natatoria presente, alargada, extendiéndose a menudo detrás del ano en un canal formado por las vértebras caudales. (Lahille, 1929 y Nelson, 1984).

El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), en la Argentina predomina en lagunas de la región pampeana y penetra en los sistemas de los ríos Paraná, Uruguay y de la Plata, actualmente la distribución es amplia en la región de Sudamérica. Ha sido introducido en Italia en lagunas cercanas a Roma, Japón e Israel para ser probado como pez de cultivo en estanques (Hephert & Pruginin, 1981).



**Figura 1. Pejerrey del lago, extraído de SIB, Parques Nacionales, Argentina (valenciennes, 1835**

### **2.2.3 Clasificación taxonómica de *Odontesthes bonariensis***

La taxonomía del género *Odontesthes* ha sido reorganizada por (García, 1987) y (Dyer, 1997). Estos autores utilizaron características osteológicas, morfológicas y enzimáticas para el establecimiento de las relaciones filogenéticas del grupo



### Ubicación Taxonómica de *Odontesthes bonariensis*.

Reino:	<i>Animalia</i>
Filo:	<i>Chordata</i>
Subfilo:	<i>Vertebrata</i>
Superclase:	<i>Osteichthyes</i>
Clase:	<i>Actinopterygii</i>
Subclase:	<i>Neopterygii</i>
Infraclase:	<i>Teleostei</i>
Superorden:	<i>Acanthopterygii</i>
Orden:	<i>Atheriniformes</i>
Familia:	<i>Atherinopsidae</i>
Subfamilia:	<i>Atherinopsinae</i>
Género:	<i>Odontesthes</i>
Especie:	<i>O. bonariensis</i>
Nombre común:	“pejerrey”

**Fuente:** (Valenciennes in Cuvier y Valenciennes, 1835)

#### 2.2.4 Alimentación de *Odontesthes bonariensis* en ambientes naturales

La alimentación del pejerrey del lago Titicaca fue estudiada de manera minuciosa por (Wurtsbaugh *et al.*, 1974) Ellos examinaron los estómagos de varias centenas de ejemplares entre el 1973 y 1974 en la parte septentrional del lago (Dejoux & Iltis, 1991). La alimentación natural está constituida por zooplancton en las primeras etapas de su vida (principalmente cladóceros y copépodos), luego zooplancton e insectos acuáticos y finalmente, peces y palemónidos de adulto (Plan nacional de desarrollo de la acuicultura, 2008). Los ejemplares de menos de 9 cm se alimentan de organismos bentónicos como: anfípodos y quironómidos esencialmente. Los juveniles mayores a los 9 cm, se alimentan de organismos del bentos en un 61%, que ya incluye al zooplancton en un 39% de su alimentación. A los 15 cm, consumen anfípodos, zooplancton y peces pequeños; finalmente los ejemplares adultos con tallas de 20-25 cm son carnívoros de peces pequeños como el *Orestias ispi* (Proyecto PER. 2002).

Se suministró diferentes tipos de alimento vivo a larvas y alevinos de pejerrey, la cual la *Chlorella vulgaris* fue viable los primeros siete días. Luego, la *Artemia salina* y *Daphnia pulex* resultaron ser viables en estado de post larvas. Mostraron diferencias

estadísticamente significativas ( $F_{2,23} = 0,0037$ ; P- Value, 0.05), a un nivel de confianza al 95%. En la frecuencia preferencial alimentaria observada en el cuarto día se encontró mayor presencia de *Chlorella vulgaris* al 60%, menor viabilidad con *Artemia salina* al 40 % y la *Daphnia pulex* no apareció como presa. Al analizar el tracto digestivo al día 11, la *Chlorella* representó al 10%, *Artemia salina* al 80% y la *Daphnia pulex* al 10%. La ocurrencia de dicho evento fue por el incremento de talla y peso del pez. (Amaru, 2018)

**Tabla 1.** Alimentación de los pejerreyes de tamaño pequeño o mediano: porcentajes en volumen de las principales presas en función del tamaño del depredador según (Wurtsbaugh *et al.* 1974).

Presas	Clases de longitud estándar (cm) del depredador			
	5 - 9	9 – 13.5	13.5 – 18	18 – 27
<b>Anfípodos</b>	27.5	39.2	31.2	17.9
<b>Quironómidos</b>	39.1	15.2	3.5	2.2
<b>Copépodos</b>	19.7	33.2	25.8	10.3
<b>Cladóceros</b>	1.5	5.4	7.0	4.1
<b><i>Orestias mooni</i></b>			1.3	32.3
<b>Otros peces</b>	5.6	2.4	24.7	27.4

(Vera *et al.*, 1989), analizan los hábitos alimentarios del pejerrey en ambientes andinos, calificando al pejerrey como eurífago, con acentuada tendencia carnívora e ictiófaga en análisis de tubo digestivo realizados en la bahía de Puno y la zona pelágica del lago Titicaca, el alimento está constituido casi íntegramente por zooplancton (*Daphnia* y *Boeckella*). En ambientes lóticos de la región, la dieta del pejerrey se basa casi exclusivamente en insectos acuáticos, a nivel de larvas y pupas principalmente Chironomidae como también Notonectidae y Corixidae. La alimentación es planctívora con predilección por zooplancton (Cladóceros y Copépodos) por lo menos hasta el cuarto año de edad y a partir de entonces se observa un cambio hacia la piscívora y canibalismo. Los rubros importantes entre las preferencias del pejerrey son los camarones de agua dulce (*Palaemonetes argentinus*) y pequeños caracoles (*Littoridina*), así como restos de vegetales e insectos.

Se señalan como importantes renglones en el tubo digestivo de pejerreyes de 350 mm a las algas filamentosas (probablemente ingeridas) y fragmentos vegetales (semillas de *Potamogetum*). También se han encontrado cianofíceas. En la alimentación de alevinos hasta 60 mm, son importantes los copépodos (Vila & Soto 1979).



Merece mencionar (Viruez Mardini & Porto da Silva, 1979) la importancia cualitativa y cuantitativa de los insectos efeméras como alimentación natural de pejerreyes en estanques y embalses del sur de Brasil.

(Vila & Soto 1979) reportan ingestión de microalgas en la dieta de los pejerreyes en Chile: especialmente diatomeas (*Melosira granulata*, *Navicula* sp). cianofíceas (*Lyngbya* sp., *Oscillatoria* sp) y *Mycrocystis aeruginosa*

La ingesta de *Mycrocystis* por parte del pejerrey ha sido también observada en un embalse artificial de la Argentina cuyas aguas eutrofizadas llegan a cubrirse casi completamente con una capa de *Mycrocystis* sp. Se ha constatado que en tales ocasiones el tubo digestivo de los pejerreyes se encuentra ocupado, frecuentemente a repleción, por densos agrupamientos coloniales de estas micro algas. Debido a que en tales circunstancias no existe prácticamente zooplancton (las cianofíceas coloniales son demasiado voluminosas para poder ser filtradas por los microcrustáceos) los pejerreyes se encuentran sumamente debilitados, por ser probable que la ingesta de cianofíceas sea como recurso extremo. No se han realizado estudios para evaluar la digestibilidad de cianofíceas en pejerrey; tal como ocurre en tilapias (*Oreochromis niloticus* y *O. mossambicus*) las cuales pueden digerir cianofíceas (*Microcystis*) con una elevada eficiencia de asimilación (Getachew 1987).

El mismo grupo de trabajo reconocen cuatro etapas de régimen de alimentación:

- 1) larval: consumo de vitelo
- 2) Alevinaje: micro crustáceos planctónicos con algas; otros grupos.
- 3) Juvenil: La alimentación planctívora, predilección zooplanctónica Cladóceros y Copépodos.
- 4) más de cuatro años: piscivoría y canibalismo.

(Vera *et al.*, 1989) analizan los hábitos alimentarios del pejerrey en ambientes andinos. Califica al pejerrey como eurífago, con acentuada tendencia carnívora e ictiófaga en análisis de tubo digestivo realizados en la bahía de Puno del Lago Titicaca. En la zona pelágica del lago, el alimento está constituido casi íntegramente por zooplancton (*Daphnia* y *Boeckella*). En ambientes lóticos de la región, la dieta del pejerrey se basa casi exclusivamente en insectos acuáticos, a nivel de larvas y pupas principalmente *Chironomidae* como también *Notonectidae* y *Corixidae*.



## 2.2.5 Características Del Recurso Hídrico

### Factores físico químicos del agua

**a) Temperatura:** Los peces son organismos poiquiloterms cuya temperatura corporal depende del medio en que viven. Por lo tanto, la temperatura es la variable más importante y determinante para el cultivo, y a su vez la más difícil de controlar. El pejerrey posee un rango permisible que es de 12 – 24 °C y el óptimo para crecer y desarrollarse es 15 – 20 °C. (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, 2010).

**b) Oxígeno Disuelto:** La cantidad de oxígeno disuelto en el agua es limitante para la sobrevivencia de los peces; el pejerrey requiere oxígeno disuelto de un rango permisible de 5 – 10 ppm y su óptimo de 8 ppm. Cada especie tiene sus requerimientos óptimos de oxígeno, sin embargo, de forma general se recomienda que los valores permanezcan por encima del 75 al 80% de saturación. La concentración de oxígeno en el agua está en estrecha relación con la temperatura, cuanto más elevada es ésta, menos oxígeno hay en el agua. De igual forma, el contenido del oxígeno puede disminuir si la cantidad de materia orgánica y vegetación acuática sumergida es muy abundante. (Dinara, 2010).

**c) Concentración de hidrogeniones:** El pH se expresa a través de una escala que va de 0 a 14. El valor 7 corresponde a un agua neutra, si su pH es inferior a este valor es ácida, y de ser superior es alcalina; el pejerrey requiere un pH con un rango permisible de 7 – 9 y un óptimo de 7. Es importante que se conozca no sólo el valor de pH, sino la estabilidad o inestabilidad del mismo, ya que cambios bruscos de pH son perjudiciales para las especies presentes en el cultivo. La mejor agua para piscicultura es la que tiene un valor ligeramente alcalino (6.5-8.5) (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, 2010).

**d) Dureza:** La dureza y la alcalinidad total mide el contenido de carbonato de calcio en el agua; por lo tanto, el pejerrey requiere una dureza total y un rango óptimo de 50 – 250 ppm. Esta variable está ligada a la geología de la región. Se consideran aguas “duras” las que poseen más de 150 mg/l de óxido de calcio, mientras que las aguas “blandas” son la que mantienen niveles de 65 mg/l. Las aguas duras cuyo rango se encuentra entre 150 y 200 mg/l son las de mayor productividad y garantizan la permanencia del pH entre valores de 7 y 8. (Dinara, 2010).

**e) Turbidez y Coloración:** La turbidez del agua depende de la cantidad y tamaño de las partículas suspendidas; el pejerrey requiere un rango permisible de Transparencia del

agua y su rango óptimo es de 30-45 cm. El color y la turbidez, son indicadores de la calidad del agua y mediante su observación se puede inferir la escasez de oxígeno y disponibilidad de nutrientes. Cuando el material en suspensión impide el paso de la luz, existe una disminución de la fotosíntesis y por tanto una merma de oxígeno. El color es el resultado de la relación existente entre la luz incidente y el material disuelto en el agua. Para medir la transparencia del agua se utiliza el disco de Secchi, que señala la penetración de la luz (Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, 2010).

**Tabla 2.** Características Físico – Químicas Básicas del agua para cultivo del pejerrey (PETT, 2017).

Parámetros	Rangos permisibles	Rangos óptimos
Temperatura (°C)	12 – 24	15 – 20
Ph	7 – 9	7
Oxígeno disuelto (ppm)	5 – 10	8
Anhídrido carbónico (ppm)	0 – 4	0 – 2
Dureza total (ppm)	50 – 250	50 – 250
Alcalinidad total (ppm)	150 - 180	150 – 180
Transparencia del agua (cm)	30 - 45	30 – 45

### Proceso productivo del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)

#### ➤ Cultivo en jaulas flotantes

Se ha podido comprobar que el pejerrey se desarrolla normalmente en jaulas, tanto en aguas lénticas como en corrientes artificiales de moderado caudal como es el caso del lago Titicaca. La densidad está de acuerdo con la talla: 250 ejemplares por m<sup>3</sup> para juveniles de 10 g de peso promedio y 100 individuos por m<sup>3</sup> de peces de entre 50 y 70 g de peso promedio. Por lo general es frecuente observar la presencia de densos agrupamientos de cladóceros, lo que constituye una fuente de alimentación del pejerrey, a su vez se complementa con alimento balanceado para truchas (PRODUCE, 2015).

#### Alimentación del pejerrey (alimento vivo)

El pejerrey en las primeras etapas de desarrollo necesariamente tiene que consumir alimento vivo, en general zooplancton, predominantemente cladóceros, al igual que

insectos y algas verdes filamentosas. Así mismo es muy importante la presencia de detritos (PRODUCE, 2015).

**Tabla 3.** Preferencia alimentaria del pejerrey en jaulas flotantes (Modificada de Reartes, 1987)

Jaula	Zooplankton . %	Vegetal %	Insectos%	Indeterminados%
<b>1</b>	92.9	78.6	35.7	64.3
<b>2</b>	93.3	53.3	26.6	6.7

En la tabla 3 se observa que la preferencia alimentaria del pejerrey es el zooplancton, por lo tanto, la alimentación que se le administrará en el cultivo de pejerrey estará constituida por zooplancton y como complemento alimento balanceado para truchas.

#### **Alimentación del pejerrey (alimento balanceado)**

Los pejerreyes de criadero, juveniles como los adultos se acostumbran a comer alimento artificial en forma de pellets, que se les administra de forma directa a las jaulas flotantes, la alimentación será hasta que el pez se sacie. (PRODUCE, 2008).

#### **Densidad de siembra**

La densidad de siembra será de acuerdo a experiencias ya realizadas, se cultivará en las jaulas flotantes con una densidad de 250 peces/m<sup>3</sup>, para peces de 10 g y 100 peces/m<sup>3</sup> para peces de 60 g (PRODUCE, 2008).

**Tabla 4.** Tabla de Crecimiento del pejerrey (PETT 2017).

TIEMPO	TAMAÑO (cm)
3 meses	9 a 11
1 año	22 a 25
1 año y medio	28 a 31
2 años	33 a 36
3 años	43 a 45
3 años y medio	46 a 48
4 años	50 a 52
5 años	57 a 59
6 años	60 a 62
7 años	66
8 años	69 70

La talla y/o peso comercial se da aproximadamente a 1 año y medio a 2 años, con un peso aproximado de 250 g, y tallas de 33 a 35 cm.

### 2.2.6 Descripción de *Artemia salina*

Experiencias de cruzamiento entre diferentes poblaciones de *Artemia* han demostrado el aislamiento reproductivo de algunos grupos de poblaciones (Barigozzi, 1946); (Clark & Bowen, 1976). Existen muchas especies de artemias, las más conocidas son *Artemia franciscana* y *Artemia salina*, siendo el nombre de esta última el utilizado erróneamente por algunas personas para referirse a las artemias en general y sobre todo a la especie que se comercializa a nivel mundial que es *Artemia franciscana* (Martin, 1996).

Las artemias adultas usualmente miden entre 1 y 1,45 centímetros, sin embargo, algunas especies *Artemia* partenogenética pueden medir unos 3 mm, según la edad y las condiciones ambientales. En general, cuanto mayor concentración salina exista en las aguas donde habita, menor es su tamaño. Los machos tienen en la cabeza unas estructuras que sobresalen y que sirven para sujetar a la hembra durante el apareamiento; su vida suele ser más corta que la de las hembras. (Martin, 1996).





### **2.2.6.1 Distribución natural.**

Las poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidas en más de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcción artificial a lo largo de todo el mundo. Diferentes cepas geográficas se han adaptado a unas condiciones que fluctúan dentro de un amplio margen de temperatura (6–35°C) y composición iónica del biotopo (Bowen & Sterling 1978) & (Sorgeloos, 1979). Esta especie se desarrolla perfectamente en agua de mar, sin embargo, no posee ningún mecanismo de defensa contra los predadores, lo que la convierte 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).

### **2.2.6.2 Morfología y ciclo vital.**

Los lagos y estanques salados con poblaciones de *Artemia* se encuentran distribuidos por todo el mundo. En ciertos momentos del año, grandes cantidades de minúsculas partículas marrones (de 200 a 300 micras de diámetro) aparecen flotando en la superficie del lago y son arrojadas sobre las orillas por la acción de las olas y el viento. 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 puestos en agua de mar, los quistes bicóncavos se hidratan tomando forma esférica y el embrión recobra su metabolismo reversible interrumpido. Trás unas 24 horas la membrana externa de los quistes se rompe (“breaking”) y aparece el embrión rodeado de la membrana de eclosión. Durante 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 “paraguas”) (Sorgeloos, 1983).

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. 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 anténulas tienen una función sensorial, el segundo par de antenas, con función locomotora y filtradora y las mandíbulas con una función de toma de alimento.



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). 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 organismo mudó al segundo estado larvario (también llamado estado II) (Sorgeloos, 1983).

### **2.2.6.3 Hábitat**

Habitualmente se encuentran en ríos salinos con hasta 33 0/00 de sal por litro o en lagos endorreicos, como *Artemia salina* en el mar Caspio. Al residir en estos lugares, evita a sus depredadores, especialmente peces y sus poblaciones suelen ser muy abundantes. Para tolerar la salinidad, cuentan con sistemas para regular la presión osmótica y aumentan la síntesis de hemoglobina, para soportar bajos niveles de oxígeno. Las artemias tienen fototropismo positivo, tienen atracción hacia la luz (Martin, 1996).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito, provincia y Región de Puno, ubicada a 3829 msnm, con coordenadas 15°50'36" L.S. 70°01'25" L.O. donde se ubicada la empresa de acuariofilia “Acuarios Oranda”

El muestreo y biometría de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” en la etapa post larval se realizó en mismo lugar.



**Figura 2** Localización del centro de Acuariofilia, Distrito Puno, Provincia, Puno, Región Puno, diciembre 2019.

#### 3.2. Área de investigación

Tipo del trabajo desarrollado es experimental los resultados describen el crecimiento en peso, talla y mortalidad de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”, alimentados con infusorio, *Artemia salina*, alimento natural en etapa post larval, en un sistema controlado.

#### 3.3. Población

En la presente investigación, la población estuvo constituida por especímenes de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”, para el cálculo de las densidades de carga se



utilizaron 200 post larvas por acuario cuya dimensión estructural es de una altura de 40cm, largo 100 cm y ancho 50 cm como sistema controlado; de los cuales fueron obtenidos por la eclosión de ovas de reproductores naturales capturados en la bahía de Puno.

### 3.4. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra fue de 600 individuos, cada tratamiento con 200 individuos.

Tratamiento 1- (T1). Post Larvas de pejerrey alimentados con infusorios.

Tratamiento 2- (T2). Post Larvas de pejerrey alimentados con *Artemia* salina

Tratamiento 3- (T3). Post Larvas de pejerrey alimentados con alimento natural

$$n = \frac{Z_a^2 \times p \times q}{d^2}$$

En donde:

Z = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde:

n= tamaño de la población

Z = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

#### 3.4.1. Recolección de muestra



La toma de muestra se realizó con un promedio de 15 días por un periodo de tres meses, el muestreo que representa el 15 % de post larvas de la población son 30 individuos por cada muestreo, la biometría fue realizada por tratamiento.

### **3.4.2. Transporte para su biometría**

Biometría del *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”, durante el periodo experimental se capturaron 30 unidades de pejerrey con un calcal y estos fueron puestos en un recipiente con agua para que no sufrieran stress ni asfixia en el momento del manipuleo.

### **3.5. Método de análisis**

El muestreo biométrico se realiza para la obtención de información de distribución de tallas y peso de todo tamaño de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” presentes de la captura y en todo el ámbito de distribución de las mismas. se basa en un diseño de muestreo al azar simple y se orienta principalmente a la determinación de la estructura de las capturas de la población (Espino *et al* 1995). Para el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia central, frecuencia, moda, cuartil, percentil y el diseño completamente al azar (ANDEVA), las cuales nos permitieron determinar las diferencias de crecimiento en peso y talla.

#### **3.5.1. Evaluación del crecimiento de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey”, alimentados con infusorios, *Artemia salina*, alimento natural en etapa post larval, en un sistema controlado.**

##### **a) Diseño de muestreo**

El muestreo de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” en etapa post larval se realizó en las instalaciones de la empresa “Acuarios Oranda”; Se tomaron muestras de los tratamientos T1, T2 y T3 de las cuales la muestra fue de 30 ejemplares de acuerdo al diseño de biometría (peso y talla), en el periodo de los meses agosto-enero del 2018-2019.

Las muestras de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” en la etapa post larval fueron acondicionadas en un recipiente con agua para evitar el estrés y anoxia en el proceso biométrico.

**Tabla 5.** Información de los tratamientos usados en el cultivo de pejerrey *Odontesthes bonariensis*, Puno agosto 2018 a enero 2019.

INFORMACIÓN DE LOS ACUARIOS			
TRATAMIENTOS	Nº PECES	TIPO-ALIMENTO	Nº RACION
T 1	200	Infusorio	2 veces al día
T 2	200	<i>Artemia salina</i>	2 veces al día
T 3	200	Alimento natural	2 veces al día

**b) Descripción del uso de materiales, equipos e insumos.**

➤ **Instalación de los acuarios.**

Se usaron 3 acuarios con tapa con dimensiones: altura de 40 cm, largo 100 cm y ancho 50 cm, así mismo se implementó a cada uno de ellos con un termómetro, filtros de espuma, aireadores con difusores y demás equipos para su adecuado funcionamiento. La temperatura promedio del agua fue de 23 °C a condiciones del centro de producción.

➤ **Incubación**

La incubación de las ovas se llevó a cabo en el centro de producción a 23°C, temperatura del agua en botellas descartables y coladores con sus respectivas pajillas aireadoras; una vez eclosionado las ovas de *Odontesthes bonariensis* “Pejerrey” se procedió a liberar las larvas en los acuarios en cantidades iguales para cada uno de los tratamientos con 200 unidades por acuario en promedio.

➤ **Recuento de post larvas**

Luego de la eclosión se procedió a contabilizar las larvas del *Odontesthes bonariensis* “Pejerrey” en los acuarios la cantidad exacta de 200 unidades por tratamiento.

➤ **Cultivo de infusorios**

(Marty, 1994), indica que uno de los principales trabajos de producción de microorganismos para la alimentación de peces en sus primeros estadios son los infusorios. Dentro de los alimentos usados para alimentar pequeñísimos alevinos, aquellos precisamente que al reabsorber su saco vitelino tienen absoluta necesidad de encontrar alimentos vivos, y los cuales deben ser de un tamaño acorde con la abertura de



su boca, encontramos los denominados infusorios y que son los más pequeños seres vivos encontrados en actividades de acuarismo. Dentro del término infusorios se abarca una cantidad de pequeños microorganismos.

➤ **Procedimiento**

- El contenedor del cultivo: Llenar las botellas a la mitad con agua potable reposada durante 48 horas para eliminar el cloro existente.
- El medio del cultivo: Hoja de lechuga por cada botella.
- Dejar que los cultivos se asienten bajo luz solar durante una semana o más.
- Cuando se obtenga el agua nublada (turbia), se obtendrá bacterias.
- Cuando el cultivo empiece a aclararse o torne a rosa, ahí obtenemos el infusorio.
- Se verterá un poco del cultivo bueno en otra botella.
- Finalmente se proporciona como alimento vivo para “*Odontesthes bonariensis*” (pejerrey) en la etapa post larval, para lo cual se suministra unas gotas en los acuarios para la alimentación de los “*Odontesthes bonariensis*” (pejerrey).

➤ **Cultivo de *artemia salina***

La *Artemia* es el alimento vivo más demandado por la industria acuícola. Se encuentra en muchas áreas del mundo, fue descubierta por primera vez hace más de 250 años en Inglaterra, en la ciudad costera de Lymington (en el sur de ese país), y existen varias especies pertenecientes al género *Artemia*. Según el Manual para el cultivo y uso de artemia en acuicultura, de la FAO (Sorgeloos *et al.*, 1986)

➤ **Técnicas para descapsular quistes de *Artemia salina***

Hidratar el huevo de *Artemia* una hora con aireación luego Cerrar el aire de la incubadora y dejar reposar unos minutos los huevos sedimentados sacarlos con un tamiz y los que floten desecharlos, en seguida pasar la *Artemia* a la solución descapsulante de siete a diez minutos como máximo, evitar que suba la temperatura a más de 35°C (al terminar se ve el quiste de color anaranjado y transparente al microscopio); regresar los huevos al tamiz y lavarlos con agua de la llave hasta que pierdan el olor a cloro (unos diez minutos), lavar los quistes con HCl .1 normal (18 ~ 20 segundos) y regresar la *Artemia* al tamiz y lavarla con agua de la llave unos cinco minutos luego pasar los huevos a la incubadora con agua de mar y esperar la eclosión en 24 horas. (Sorgellos, 1979)



- Adquisición de huevos: normalmente se encuentran desencapsulados, en caso contrario se tratará con una solución de lejía diluida, lo cual disolverá la cascará.
- Incubación: se coloca los huevos en una botella de plástico con aireación saturada, totalmente estancada, las características para la incubación son las siguientes: Temperatura de 26 a 28° C, salinidad de 32 gr/l, tiempo de 24 a 48 horas, oxigenación a saturación.

#### ➤ **Recolección de alimento natural**

El pejerrey es oportunista en su alimentación es eurífago, consume un amplio rango de items alimenticios que lo califican como filtrador de plancton en etapas juveniles hasta ictiófago canibaliza como adulto (Ringuelet, 1943, Burbidge, Carrasco y Brown, 1974; Bahamondes, Soto y Vila, 1979). La alimentación es planctívora con predilección por zooplancton (Cladóceros y Copépodos) por lo menos hasta el cuarto año de edad y a partir de entonces se observa un cambio hacia la piscívora y canibalismo. Se registran como rubros importantes entre las preferencias del pejerrey, camarones de agua dulce (*Palaemonetes argentinus*) y pequeños caracoles (Littoridina), así como restos de vegetales e insectos (Ringuelet, 1943). La extracción del alimento natural principalmente (plancton cladóceros y copépodos etc.) son recolectados del lago Titicaca, con una malla planctónica.

#### ➤ **Alimentación de post larvas**

Se dejó caer una pizca de comida en el acuario y observar cuánto tiempo tarda en comerla, cuánta cantidad ha caído al fondo y el tiempo que les toma a los peces del fondo comer el alimento. Si después de dos minutos no hay rastros de comida, podemos poner otra pizca, cuidando de que no dejen rastro de alimento.

En el acuario N° 01 se usó infusorios para la alimentación, las que se ejecutaron con las medidas de seguridad para laboratorio, con especial énfasis en sanidad.

El acuario N° 02, se alimentó con *Artemia salina*, se adquieren comercialmente desencapsulados, en varias marcas.

El acuario N° 03, se utilizó alimento natural extraído del lago Titicaca,





### ➤ **Frecuencia de alimentación**

El alimento es distribuido en cantidades iguales para cada tratamiento de post larvas de pejerrey, el número de raciones por día fue de 2 veces por día en horarios entre las 08:00 a las 18:00 horas.

### c) **Variables**

**Variables dependientes:** Peso y talla.

**Variables independientes:** Tipos de alimentos infusorios, *Artemia salina* y alimento natural.

### d) **Análisis estadístico**

Se utilizó el diseño completamente al azar, el objetivo es determinar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara si la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F. El nivel de significancia fue de 0.05 de error, para la prueba de contraste se usó la prueba de Tukey que sirve para probar todas las diferencias entre medias de tratamientos de una experiencia.

### ➤ **Test estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$ : El valor observado (variable dependiente) (valor  $j$ -ésimo del tratamiento  $i$ -ésimo), y  $T_i$  es el efecto del tratamiento  $i$ .

$\mu$ : Constante que en la recta de regresión equivale a la ordenada en el origen.

$T_i$ : Es una variable que varía de tratamiento a tratamiento.

$E_{ij}$ : Es una variable aleatoria que añade a la función cierto error que desvía la puntuación observada de la puntuación pronosticada.

Por lo tanto, a la función de pronóstico la podemos llamar media del tratamiento  $i$ .

$$Y_i = \mu + T_i$$

Entonces podemos resumir que las puntuaciones observadas equivalen a las puntuaciones esperadas, más el error aleatorio ( $Y_{ij} = Y_i + E_{ij}$ ). A partir de esta idea se puede manejar.

Restamos ambos lados de la ecuación (para mantener la igualdad) la media de la variable dependiente.

$$SS_{total} = SS_{fact} + SS_{error}$$

De un factor, que es el caso más sencillo, la idea básica del análisis de la varianza es comparar la variación total de un conjunto de muestras y descomponerla como:

$$SS_{total} = SS_{fact} + SS_{int}$$

### **3.5.2 Evaluación de la mortalidad del *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, en etapa post larval**

#### **a) Diseño de muestreo**

El diseño de muestra de la mortalidad de *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) en etapa post larval, fueron extraídas de los acuarios con los tratamientos T1, T2 y T3 las cuales fueron registradas en el periodo de agosto-enero del 2018-2019.

#### **b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos e insumos.**

##### **Registro y extracción de mortalidad**

Este registro es muy importante de llevar, para saber cuántos peces van quedando en los diferentes acuarios (tratamientos), información que se necesita al momento de hacer los muestreos de los peces. La mortalidad de las especies se determinó contando el número de ejemplares muertos y el porcentaje que representa en todos los acuarios, el registro fue de forma diaria durante la ejecución del trabajo.

La metodología de la extracción de las post larvas muertas se realizó mediante sifonado con una manguera de silicona sin dañar o estresar a los demás ejemplares. (Elaboración propia, 2018)

##### **Limpieza de las estructuras de vidrio (acuarios)**

La limpieza de los acuarios se realizó diariamente durante toda la evaluación del experimento además se realizaron el pipeteo y sifonado (manguera de silicona) para la



extracción del alimento no consumido y las heces producidas para garantizar la mayor supervivencia de las post larvas de pejerrey.

### **Recambio de agua**

El recambio de agua se realizó cada dos semanas al inicio del experimento y luego cada tres semanas, en cada operación de este proceso se lavó las estructuras de vidrios (acuarios) y filtros para poder continuar con el llenado de agua; cabe señalar que se usó agua potable reposada.

### **c) Variables**

**Variables independientes:** Tipos de alimentos (infusorios, *Artemia salina* y alimento natural).

**Variables dependientes:** Crecimiento y Mortalidad de T 1, T 2 Y T3.

### **d). Análisis estadístico**

Se siguió el mismo procedimiento del primer objetivo:

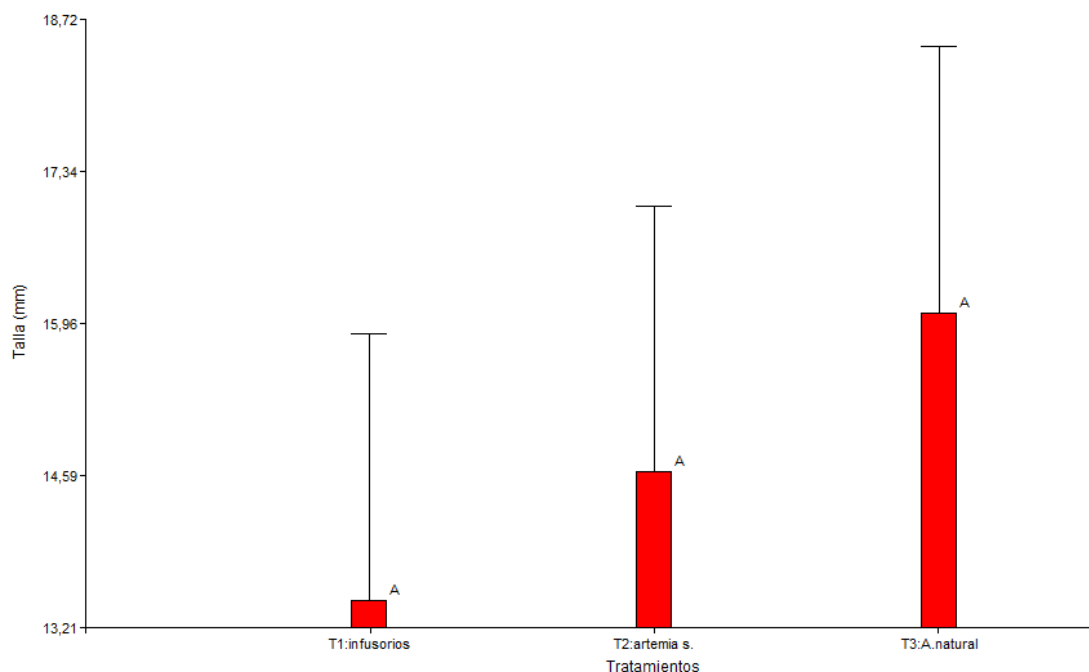
Se utilizó el diseño completamente al azar, que es una prueba basada en el análisis de varianza. El nivel de significancia será de 0.05 y para la prueba de contraste se usó la prueba de Tukey que sirve para probar todas las diferencias entre medias de tratamientos de una experiencia.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Crecimiento de *Odontesthes bonariensis*, (pejerrey) alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, en etapa post larval; en un sistema controlado.

Los datos consignados en las tablas muestran los resultados de crecimiento (mm) e incremento de peso (g) de periodos aproximados de 63 días, monitoreados en 5 oportunidades, se realizó las biometrías a 0, 28, 39, 49 y 63 días. Los resultados en tallas promedio de los ejemplares cultivados con los tres tratamientos, se observa que el mayor crecimiento se dio con el T3 (alimentados con alimento natural), seguido del T2 (alimentados con *Artemia salina*), finalmente con el T1 (alimentados con infusorios) (figura 3).



**Figura 3** Diferencias de las tallas promedio de las especies de pejerrey *Odontesthes bonaerensis*, alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, Puno agosto 2018 a enero del 2019.

El análisis de varianza de la talla promedio (mm) de las post larvas de pejerrey (*Odontesthes bonaerensis*), de acuerdo a los resultados se comprueba que no existen

diferencias significativas en los tratamientos, ( $F_c=0,29$  y  $P=0,7515$ ), lo que significa que los tratamientos estadísticamente son iguales (**tabla 6**).

**Tabla 6.** Análisis de la varianza (SC tipo III) de la talla promedio (mm) de las especies pejerrey (*Odonthestes bonaerensis*).

Variable	N	R	R	AJ	CV
Talla (mm)	15	0,05	0,00		36,59
F. V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Entre	16,97	2	8,48	0,29	0,7515
Dentro	16,97	2	8,48	0,29	0,7515
Error	347,87	12	28,99		
Total	364,84	14			

En la presente investigación se alimentó a los alevinos de pejerrey a base de infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, no hallando diferencias significativas, lo que se corrobora con los diferentes autores que realizaron el estudio con el pejerrey, (Vila y Soto, 1979) mencionan que los alimentos naturales para el pejerrey son: zooplancton, insectos acuáticos, micro crustáceos tales como Copépoda y Ceriodaphnia; así mismo (Grosman, 2017) menciona que la dieta del pejerrey es básicamente zooplactofaga. Del mismo modo (Fernández A. 2001) indica que como parte de la dieta del pejerrey se incluye alimento vivo sobre todo en las primeras fases del desarrollo de los individuos, por el alto contenido nutricional que poseen. Luna y Figueroa, (1999) mencionan que 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 las especies. Mancini *et al.* (2009) mencionan que la ecología alimentaria del pejerrey es muy heterogénea, entre las cuales se encuentran los copépodos, larvas de insectos y ostrácodos.

El incremento total de la talla a los 63 días fue de 10.8 mm con el T1: alimentados con infusorios, mientras que con el T2: alimentados con *Artemia salina* el incremento fue de 14.3 mm, finalmente con el T3: alimentados con alimento natural el incremento de talla fue de 16.5 mm, logrando el mayor incremento en comparación con los tratamientos T1 y T2 (**tabla 7**).

**Tabla 7.** Tallas obtenidas del pejerrey *Odontesthes bonariensis*, alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural. Puno, agosto 2018 a marzo 2019.

Biometrías	Talla (mm)		
	T1 infusorios	T2 <i>Artemia salina</i>	T3 alimento natural
0 días	6.9	6.9	6.9
28 días	13.1	13.1	13.1
39 días	13.5	14.0	16.8
49 días	16.1	17.9	20.1
63 días	17.7	21.2	23.4
<b>Incremento de talla</b>	<b>10.8</b>	<b>14.3</b>	<b>16.5</b>

Los resultados a los 28 días con los tres tratamientos fueron similares, con talla promedio de 13.1 mm, resultado que se asemeja a (Grosman y Gonzalez, 1996), quienes al utilizar perifiton extraído manualmente, alimento balanceado para truchas y ambos, obtuvieron longitud final promedio al cabo de 15 días 7.9 mm, 8.1 mm y 8.0 mm respectivamente. Sin embargo, se obtuvo un crecimiento mayor al estudio de (Chaiña, 2015), quien a los 28 días obtuvo tallas de 10.33 mm alimentados con *Artemia salina*, mientras que en el presente estudio fue de 13.1 mm usando el mismo alimento.

En cuanto a los demás días de cultivo (Chaiña, 2015), utilizando *Artemia salina* como alimento obtuvo tallas promedio, a los 35 días de cultivo 11.36 mm, a los 49 días 12.73 mm y a los 63 días 14.26 mm. En cambio, en nuestro estudio utilizando el mismo alimento obtuvimos resultados con valores superiores en tallas, a los 39 días 14.0 mm, a los 49 días 17.9 mm y a los 63 días 21.2 mm.

Los estudios realizados por diferentes autores en la alimentación de alevinos de pejerrey utilizando diferentes tipos alimentos, no hallan diferencias, así que tenemos a Berasain G. *et al.*, (2006) quienes, sobre la base de Rotíferos, Cladóceros, Copepoditos y Ciclopoideos, nauplios de *Artemia* sp y alimento balanceado Kyowa de 400  $\mu$ m. obtuvieron resultados a los 26 días tallas promedio de 15.72 mm; de igual manera Rojas, *et al.*, (2016), alimentando con una dieta de alimento vivo (nauplius de *Artemia*), complementada con un suplemento alimenticio comercial obtuvieron resultados a los 30 días de 18.5 mm, así como Amaru, (2018) utilizando tres tipos de alimento vivo (*Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*) en el día 26 obtuvieron tallas de 9.1

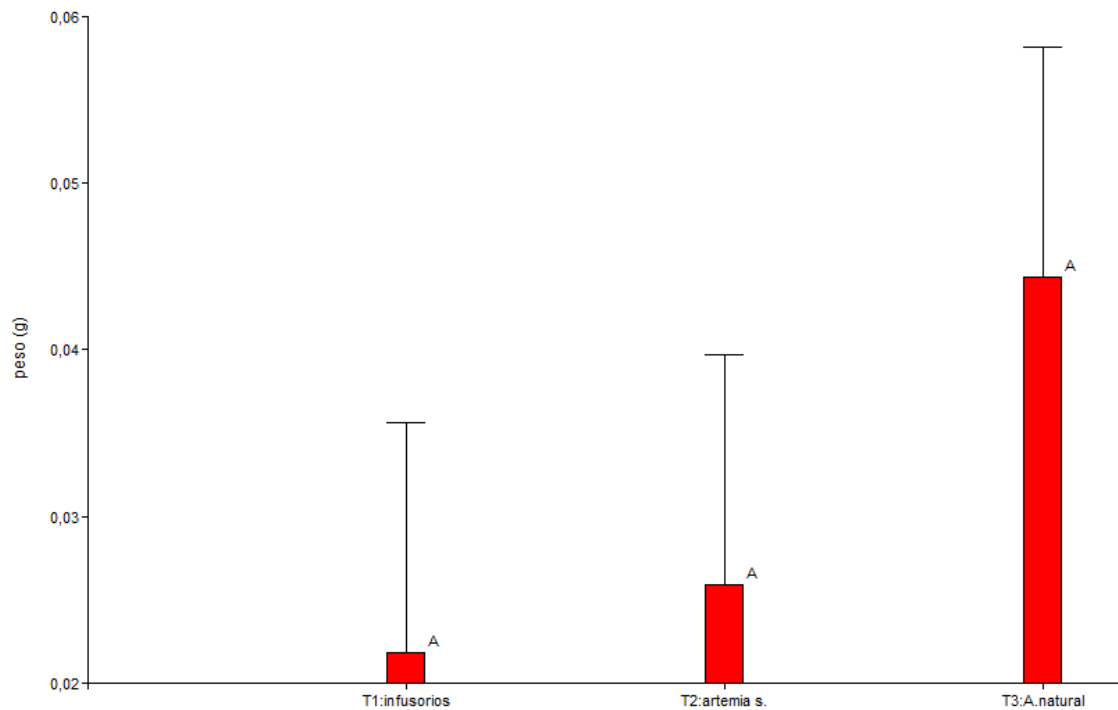


mm, lo que refleja que nuestros resultados estuvieron en el rango a los autores mencionados anteriormente, ya que tenemos a los 28 días 13.1 mm en los tres tratamientos.

Por otro lado, tenemos valores a menores días de cultivo que también son superiores a nuestros resultados, en primer lugar, (Velasco *et al*, 2008) utilizando plancton, nauplius de *Artemia* y alimento balanceado, en forma alternada, obtuvieron tallas promedio de 15.03 mm a los 16 días. De igual forma (Colautti *et al*. 2009) alimentando a base de rotíferos de la especie *Brachionus plicatilis*, nauplius de copépodos, entre otras especies de zooplancton, al cabo de 22 días las especies alcanzaron una talla promedio de 16,24 mm.

En cuanto a mayor tiempo de cultivo, (Amaru, 2018) a los 65 días obtuvo tallas de 19.4 mm. Por otro lado, Velasco *et al*, (2008) a los 75 días de cultivo se obtuvo longitudes promedio de 54.4 mm, resultados superiores a nuestro experimento que a los 63 días de cultivo se obtuvo como mayor crecimiento en el T3 con 23.4 mm de longitud.

En cuanto a los pesos promedios de las especies cultivadas con los tres tratamientos, se observa que el mayor incremento de peso se dio con el T3 (alimentados con alimento natural), seguido del T2 (alimentados con *Artemia salina*), finalmente con el T1 (alimentados con infusorios) (**figura 4**).



**Figura 4** Diferencias de los pesos promedio de las especies de pejerrey *Odontesthes bonariensis*, alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural, Puno agosto 2018 a enero del 2019.

El análisis de varianza del peso promedio (mm) de “*Odontesthes bonariensis*” (pejerrey). De acuerdo a los resultados se comprueba que no existen diferencias significativas en los tratamientos, ya que la Fc es de 0,75 y P= 0.4915, lo que significa que los tratamientos estadísticamente son iguales (**tabla 8**).

**Tabla 8.** Análisis de la varianza (SC tipo III) del peso promedio (g) de las especies pejerrey (*Odontesthes bonariensis*).

Variable	N	R	R	AJ	CV
Peso (g)	15	0,11	0,00	91,89	
F. V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Entre	1,4E-03	2	6,9E-04	0,75	0,4915
Dentro	1,4E-03	2	6,9E-04	0,75	0,4915
Error	0,01	12	9,1E-04		
Total	0,01	14			

El incremento del peso a los 63 días de cultivo. se observa que fue de 0.049 g con el T1 alimentados con infusorios, mientras que con el T2 alimentados con *Artemia salina* el



incremento de peso fue de 0.069 g, finalmente con el T3 alimentados con alimento vivo se logró el mayor incremento en comparación con los tratamientos T1 y T2, con un valor de 0.099 g (**tabla 9**).

**Tabla 9.** Pesos obtenidos del pejerrey *Odontesthes bonariensis*, alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural.

Biometrías	peso (g)		
	T1 infusorios	T2 artemia salina	T3 alimento natural
0 días	0.001	0.001	0.001
28 días	0.01	0.01	0.02
39 días	0.02	0.02	0.04
49 días	0.04	0.04	0.07
63 días	0.05	0.07	0.10
<b>Incremento de peso</b>	<b>0.049</b>	<b>0.069</b>	<b>0.099</b>

Los resultados a los 28 días de cultivo en peso promedio en nuestro experimento fueron similares con T1 (infusorios) y T2 (*Artemia salina*) con 0.001 g mientras que con el T3 (alimento natural) se obtuvo 0.02 g como promedio, estos resultados se asemejan con Berasain G. *et al*, (2006) quien al utilizar alimento vivo (Rotíferos, Cladoceros, Copepoditos y Ciclopoideos) obtuvieron resultados a los 26 días pesos promedios de 0.0196 g. Por otro lado, el mismo (Berasain G. *et al*, 2006) a los 89 días de cultivo obtuvo valores de 1.7950 g como peso promedio, en cambio en nuestros resultados al utilizar alimento vivo a los 63 días fueron inferiores con 0.10 g como peso promedio.

Así mismo (Amaru, 2018) en el día 26 obtuvo especies con peso promedio de 0.011 g, a los 39 días pesos de 0.032 g, a los 52 días 0.043 g y a los 65 días 0.095g, resultados similares que se obtuvieron en nuestro experimento y que se obtuvo a los 28 días pesos de hasta 0.02 g, a los 39 días 0.04g, a los 49 días 0.07g, finalmente a los 63 días 0.10 g.

#### **4.2. Mortalidad del *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” alimentados con infusorios, artemia salina y alimento natural, en etapa post larval.**

La mortalidad de las post larvas de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” alimentados a base de tres tipos de alimentos; infusorio gusano, Artemia salina y alimento natural estuvo dado en los tres acuarios donde se encontró un 70 % de mortalidad alimentados con

infusorios, 64 % alimentados con *Artemia salina* y el 75 % de mortalidad con alimento natural (**tabla 10**).

**Tabla 10.** Mortalidad de pejerrey *Odontesthes bonariensis*, alimentados con infusorios, *Artemia salina* y alimento natural durante la investigación.

<b>Mortalidad (unidad)</b>			
<b>Biometrías</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
	<b>infusorios</b>	<b><i>Artemia salina</i></b>	<b>alimento natural</b>
<b>Cantidad Inicial</b>	200	200	200
<b>Total</b>	140	128	150
<b>% mortalidad</b>	70 %	64%	75%

La asimilación de los diferentes alimentos fue accesible por parte de las post larvas, la mortandad se ocasionó por el manipuleo estresante y por parte de la dieta de prueba un sistema controlado. (Velasco *et al.*, 2008) obtuvieron resultados con una mortalidad de 20.69 %, (Colautti *et al.*, 2009) registraron mortalidades de aproximadamente del 40%, (Berasain G. *et al.*, 2006), obtuvieron mortalidades de 26.81% y (Amaru (2018) la mortalidad en su estudio fue de 13.4%. Porcentajes inferiores a nuestros resultados.

Por otro lado, resultados similares lo obtuvieron (Grosman y Gonzalez, 1996), en sus tres tratamientos (1) perifiton extraído manualmente, (2) alimento balanceado para truchas y (3) ambos, las mortalidades registradas fueron: (1) 56.25% (2) 48.13% y (3) 75.63%. sin embargo, (Chaiña, 2015) en los 3 tratamientos T1: A. salina T2: D. pulex y T3: A. salina y D. pulex, obtuvo mortalidades superiores a nuestro trabajo con un registró de 78.3% en T1; 72.35 en T2 y 95.3% en T3.



## V. CONCLUSIONES

- El crecimiento de *Odontesthes bonariensis* “pejerrey” con diferentes tipos de alimento vivo en sistemas controlados, alcanzaron un tiempo de vida de 63 días, desde post larva hasta alevino, el crecimiento en talla de *Odontesthes bonariensis*, “pejerrey” alimentados con el T3 fue de 1,65 cm, T2 con 1,43 cm y T1 con 1,11 cm. El peso obtenido con los diferentes tratamientos fue con T3 igual a 0,12 g con T2 0,07 gr; y T1 0,05 g.
- Los resultados de mortalidad que se presentó tuvieron los siguientes resultados por tratamiento: T1: 140 unidades, T2: 128 unidades y T3: 150 unidades. Con porcentajes de 70, 64 y 75% respectivamente.
- El diseño experimental muestra el crecimiento de post larvas de *O. bonariensis* alimentadas con infusorio, *Artemia salina* y alimento natural, que no existen diferencias significativas en los tratamientos, lo que significa que los tratamientos son estadísticamente iguales, ( $P < 0.05$ ), que el 75.15% de probabilidad estuvo regulado por la disponibilidad de alimento natural.



## VI. RECOMENDACIONES

- Ejecutar trabajos de investigación que determinen el peso y crecimiento longitudinal, en diferentes grupos etareos en peso y longitud.
- Los factores físico químicos relacionados a la crianza en sistemas controlados del pejerrey, deben tener parámetros establecidos fundamentalmente en temperatura.
- Uso de diferentes anestésicos para ejecutar un monitoreo biométrico adecuado.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alheit J. & Bakun A. 2010. Population synchronies within and between ocean basins: apparent teleconnections and implications as to physical-biological linkage mechanisms. *Journal of Marine Systems*. 79:267–285.
- Amaru G. (2018). Alimentación, crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis* "pejerrey" hasta la etapa de alevines en condiciones de laboratorio. Tesis para optar el grado Académico de Magíster Scientiae en Acuicultura. Escuela de Posgrado Maestría en Ecología. Universidad Nacional Del Altiplano Puno – Perú.
- Berasain, G. Velasco, C. Shiroyo, Y. Colautti, D. & Lenicov, R. (2006). Cultivo intensivo de juveniles de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en estanques. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>), p 940-947.
- Berasain, G; Colautti, D Y Velasco, C (2000) Experiencias de cría de pejerrey, *Odonthestes bonariensis*, durante su primer año de vida. *Rev. Ict.* 8 (1) 1-7.
- Bowen, S. T., & Sterling, G. (1978). Esterase and malate dehydrogenase isozyme polymorphisms in 15 *Artemia* populations. *Comparative biochemistry and physiology. B, Comparative biochemistry*, 61(4), 593-595.
- Chaiña, A. (2015). Crecimiento y sobrevivencia de alevinos de *Odontesthes bonariensis* (Pejerrey) alimentados con *Daphnia pulex* y Nauplios de *Artemia salina* en condiciones controladas. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano. Puno –Perú.
- Colautti D, García de Souza J, & Miranda L (2009). Sistema de cultivo mixto en jaulas y estanques para el Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Biología Acuática* N°26.
- Croghan, P.C. (1958). The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina* (L.). *J. exp. Biol.*, 53(1): 219–233.
- Dejoux and Iltis: (1991) *La limnología del Lago Titicaca*. Orstom – Francia.



- Dirección Nacional de Recursos Acuáticos – DINARA, (2010). Manual básico de Piscicultura en estanques. Departamento de Acuicultura. Montevideo- Uruguay: MGAP-DINARA-FAO, 2010. 50 p.
- Dyer B., (1997) Phylogenetic revision of Atherinopsinae (Teleostei, Atherinopsidae), with comments on the systematics of the South American freshwater fish genus *Basilichthys* Girard. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan (USA)* 185: 1-64.
- Fernández, A. (2001). Crecimiento de crías de peces utilizando alimento vivo. *Acuario. México DF: Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM.*
- Freyre, L., O.H. Padin Y M.A. Denegri, 1976 Metabolismo energético de peces dulceacuícolas. 2. El pejerrey, *Basilichthys bonariensis*, Cuvier y Valenciennes (Pisces Atherinidae). *Limnobiós*, 2(4):227–32.
- García M., (1987) Contribución al conocimiento sistemático y biológico de los Atherinidae del mar argentino. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Museo, Mar del Plata, Argentina. 200 pp.
- Getachew, T. 1987. A study on an herbivorous fish, *Oreochromis niloticus* L., diet and its quality in two Ethiopian Rift Valley lakes, Awasa and Zwai. *J. Fish. Bio*, 30: 439–449.
- González, S. (2009). Desarrollo e implementación de técnicas para la criopreservación de esperma de pejerrey bonaerense (*Odontesthes bonariensis*). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Belgrano – Argentina. p 54.
- Grosman, F. & Gonzalez, J. (1996). Experiencias de alimentación y crecimiento con alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) dirigidas a optimizar la siembra. *Revista de Ictiología* 4(1-2) 1995/96. P 5 – 10. Instituto de Hidrología de Llanuras C.C.178 (7300) Azul, Argentina.
- Grosman, F., Sanzano, P., Aguera, D., Gonzales, G. & Sergueña, S. (2016). "Ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en un ambiente del uso de la provincia de Buenos Aires, Argentina." *Revista AquaTIC* (12).



- Hahmenberger M. 2003. Summertime precipitation variability and atmospheric circulation over the south American Altiplano: Effects of Lake Titicaca and salar de Uyuni. Oklahoma Weather Center Research Experiences for Undergraduates Program, Summer. 10 pp.
- Hephert B, Pruginin Y. 1981. Commercial Fish Farming. Wiley Interscience. New York. 261 pp.
- Lahille, F. 1929. El Pejerrey. Boletín Ministerio de Agricultura de la Nación, 28 (3): 260–395.
- Leira M. & Cantonati M. 2008. Effects of water-level fluctuations on lake: an annotated bibliography. *Hydrobiologia* 613:171-184.
- Loubens G. & Osorio F. 1991. Especies introducidas: *Basilichthys bonariensis*. En: El Lago Titicaca: Síntesis del Conocimiento Limnológico Actual. Dejoux & A. Iltis (eds). OSTOM-HISBOL, La Paz, Bolivia. 584(Cap. VI.5b): 431-449.
- Luna & Figueroa (1999). Influencia de alimento vivo sobre la reproducción y crecimiento de pez Ángel *Pterophyllum scalare*. Guanajuato, Guanajuato: Acta Universitaria Autónoma de Guanajuato.
- Mancini M. Nicola I. Salinas V. & Bucco C. (2008). Biología del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) de la laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Rev. Perú. biol.* 15(2): 065- 071. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.
- Martty, Hugo A. (1994) Alimentación de peces ornamentales. 2ed. Buenos Aires: Albatros, 180 p.
- Northcote, Morales, Levi & Greaven. (1991). Contaminación en el Lago Titicaca, Perú. Capacitación, investigación y manejo. Instituto Nacional de Lagunas Altoandinas, Westwater Research centre, University of British Columbia, Vancouver, Canadá. 278 p.
- Paredes M. & Gonfiantini G. 1999. Lake Titicaca: historical and current studies. Water and Environment News. International Atomic Energy Agency. Quarterly N° 8/9, December 1999. 6-8 pp.



- Proyecto Especial Truchas Titicaca- PETT (2017). Expediente Técnico: “Instalación de Servicios de Asistencia Técnica en el Cultivo de Suche y pejerrey a pobladores Focalizados en la Región De Puno”, Código SNIP N° 276676. Puno – Perú.
- Pyper J. & Peterman R. 1998. Comparison of methods to account for autocorrelation in correlation analysis of fish data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55:2127-2140.
- Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura. (2008). Estrategia general para el desarrollo de la acuicultura sostenible en la República Oriental del Uruguay. Montevideo, Dinara – FAO. 68 p.
- PRODUCE. (2015). Informe; situación del extensionismo acuícola en el Perú. Disponible en:  
[http://www.proacuicultura.com.pe/publicaciones/OTRAS%20PUBLICACIONES/informe\\_extensionismo\\_peru.pdf](http://www.proacuicultura.com.pe/publicaciones/OTRAS%20PUBLICACIONES/informe_extensionismo_peru.pdf).
- Proyecto PER/G32/98. (2002). Evaluación del Potencial de Promoción de Pesca de Especies Introducidas. Conservación de la biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca, Desaguadero – Poopo Salar de Coipasa. TDPS. Informe Final. Puno Perú. 81 p.
- Quiñones R. & Montes R. 2001. Relationship between freshwater input to the coastal zone and historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile. *Fisheries Oceanography*. 10:311-328.
- Reartes, J. (1995). El Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*): Métodos de cría y cultivo masivo. (FAO) COPESCAL Documento Ocasional. No. 9. Roma. 1995. 35p.
- Reartes, J. & Donatti. 1987. El rotífero *Brachionus plicatilis* y el alga *Spirulina sp.* Como alimento inicial de larvas de pejerrey. Primera Reunion Argentina Acuicultura.
- Ringuelet, R. (1943). Piscicultura del pejerrey o aterinicultura. Editorial Suelo Argentino. Volumen 6. Buenos Aires - Argentina 162 P.
- Rojas P, Saavedra S & Muñoz C. (2016). Progress in farming of Chilean silverside *Basilichthys microlepidotus*. Jenyns, 1841: an alternative for productive diversification. División de Investigación en Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile. *quat. Res.*, 44(2): 342-354.





- Sorgeloos, P. (1979). The brine shrimp, *Artemia salina*: A bottleneck in Mariculture: 321–324. In: FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto 1976. Pillay, T.V.R.; Dill, Wm. A. (Eds). Fishing News Books Ltd., Farnham, England, 653 pp.
- Velasco C, Berasain G, & Ohashi M. (2008). Producción intensiva de juveniles de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). Instituto de Limnología. Biología Acuática N° 24.
- Vera Rivas Plata, J, 1989. El pejerrey de la cuenca del Lago Titicaca. Publ. Centro de Investigación y Desarrollo Agro Pesquero (CEIDAP). Lima, Perú.
- Vila, I., & Soto, D. (1984). *Odontesthes bonariensis* “pejerrey argentino”, especie para cultivo extensivo. Santiago – Chile. FAO Documento técnico, 4, 224-228.
- Viruez Mardini y Porto da Silva (1979). Instruções para a criação de peixe-rei. Documento ocasional número 3: 16 pp., Sec. Agricultura, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Wurtsbaugh W., C. Widmer, P. Richardson (1974) Aspectos bioecológicos del Pejerrey en el lago Titicaca. Vuerpo de Paz USA.

## ANEXOS



**Figura 5** Instalación de los acuarios para el cultivo de pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, alimentados con infusorios, *Artemia* salina y alimento natural. Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



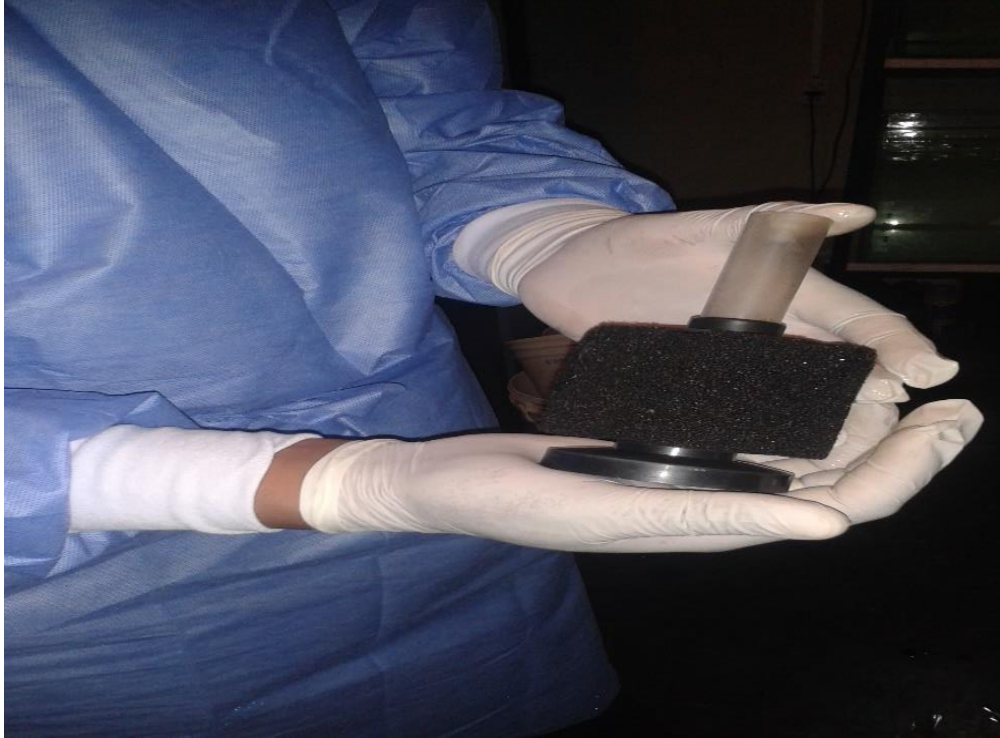
**Figura 6** Equipo multiparámetro para el registro de los parámetros físico químicos, en el cultivo de pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



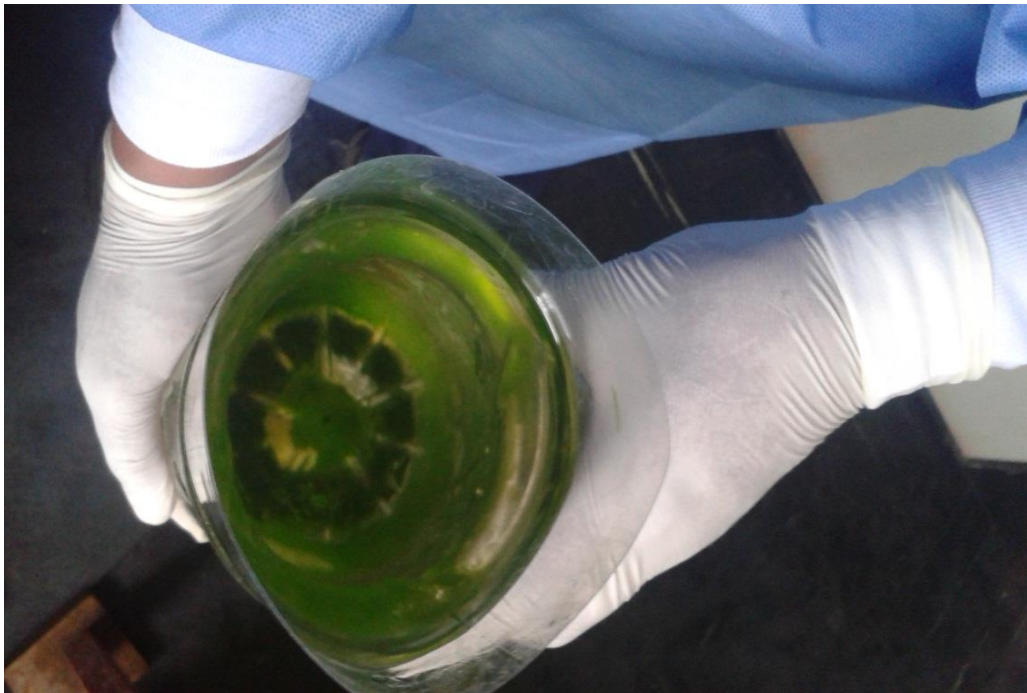
**Figura 7** Alimento enlatado *Artemia salina* para el cultivo de pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



**Figura 8** Monitoreo de parámetros físico químicos del agua en el cultivo de pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



**Figura 9** Limpieza los filtros y mantenimiento de los acuarios en el cultivo de pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



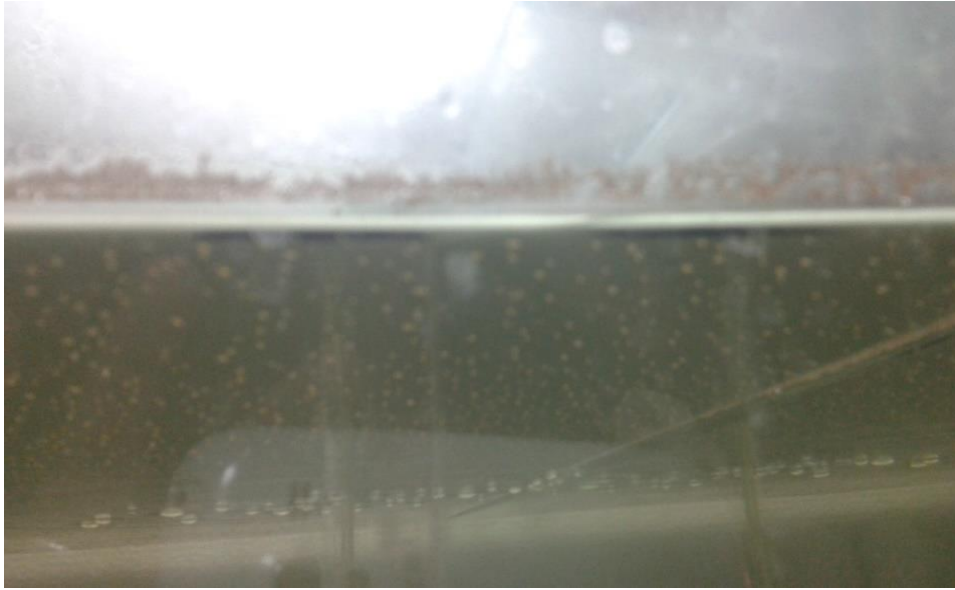
**Figura 10** Alimentación de pejerrey *Odonthestes bonaerensis* con alimento natural Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



**Figura 11** Extrayendo muestras para biometría del pejerrey *Odonthestes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



**Figura 12** Alimentación de pejerrey *Odonthestes bonaerensis* con *Artemia salina*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



**Figura 13** Vista de *Artemia salina* en acuarios para la alimentación de pejerrey *Odontheistes bonaerensis*, Puno, agosto 2018 a enero del 2019.



## CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA ACUARIO ORANDA  
PUNO

HACE CONSTAR:

Que el Sr Edy Winder Pilco Lujano con DNI: 80491716 ha ejecutado su tesis de pre grado titulada: **CRECIMIENTO Y MORTALIDAD DE POST LARVAS DE *Odontesthes bonariensis* "PEJERREY" ALIMENTADOS CON ORGANISMOS VIVOS EN SISTEMA CONTROLADO.** en la empresa ACUARIO ORANDA des de noviembre del 2018 a julio del 2019, periodo en el cual demostró responsabilidad, puntualidad en el trabajo realizado.

Se extiende el presente a solicitud del interesado para los fines que se estime correspondiente.

Puno, 05 de enero del 2020.

  
ACUARIO ORANDA  
Francisco Zavaleta Loza  
DNI. 01285687  
GERENTE GENERAL