

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA



TESIS

ALIMENTACIÓN, CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE *Odontesthes bonariensis* "PEJERREY" HASTA LA ETAPA DE ALEVINES EN CONDICIONES DE LABORATORIO

PRESENTADA POR:

GLICERIO REYES AMARU CHAMBILLA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN ACUICULTURA

PUNO, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA



TESIS

ALIMENTACIÓN, CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE *Odontesthes*

bonariensis "PEJERREY" HASTA LA ETAPA DE ALEVINES EN

CONDICIONES DE LABORATORIO

PRESENTADA POR:

GLICERIO REYES AMARU CHAMBILLA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGÍSTER SCIENTIAE EN ACUICULTURA

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


.....
Dr. MARCELINO JORGE ARANÍBAR ARANÍBAR

PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. BELISARIO MANTILLA MENDOZA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M. Sc. JOSÉ DAVID VELEZVIA DÍAZ

ASESOR DE TESIS


.....
M. Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS

Puno, 29 de noviembre 2018

ÁREA: Acuicultura.

TEMA: Alimentación y nutrición de peces.

LÍNEA: Nutrición de organismos acuáticos.

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por su bondad y amor.

A mi esposa Magda, a mis Hijos Shiomara y Renzo quienes son el motivo para seguir preparándome y así poder ser un mejor ejemplo, no debo olvidar de mencionar a mis padres Mariano y Ricardina por darme la vida, creer en mí y porque siempre me apoyaste.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Biológicas y equipo de profesionales que integran, por que supieron brindarme su gama de experiencia profesional.
- Al Instituto del Mar del Perú por haberme brindado facilidades para desarrollar este trabajo de investigación.
- Un agradecimiento especial al Ing. M. Sc. Edwin Federico Orna Rivas, quien con su colaboración y acertada dirección permitió concretar satisfactoriamente la presente investigación.
- A mis jurados Mvz. Dr. Marcelino Aranibar Aranibar, Blgo. Dr. Belisario Mantilla Mendoza, al Ing. M. Sc. José David Velezvia Díaz, por su dirección profesional, sus aportaciones, consejos y recomendaciones volcadas en la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	3
1.1.1 Ubicación taxonómica de pejerrey <i>Odontesthes bonariensis</i> : según Cuvier y Valenciennes (1835).....	3
1.1.1.1 Características biológicas	3
1.1.1.2 Características morfológicas y anatómicas de <i>Odontesthes bonariensis</i>	4
1.1.1.3 Área de distribución actual.	5
1.1.1.4 Reproducción	5
1.1.1.5 Edad y Crecimiento	6
1.1.2 Alimentación en los peces	6
1.1.3 Alimento vivo	6
1.1.4 Calidad de proteína en el alimento para los peces en la fase larval.....	7
1.1.5 <i>Daphnia pulex</i> “pulga” de agua.	7
1.1.5.1 Morfología	8
1.1.5.2 Importancia nutricional.....	8
1.1.5.3 Características ecológicas	9
1.1.6 <i>Artemia salina</i>	10
1.6.1.1 Distribución de <i>Artemia salina</i>	10
1.6.1.2 Desarrollo y hábitat de <i>Artemia salina</i>	10
1.1.6.3 Forma de alimentación	11
1.1.6.4 Valor nutricional.....	11
1.1.7 <i>Chlorella vulgaris</i>	12

1.2 Antecedentes	13
------------------------	----

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	22
2.2 Enunciados del problema.....	23
2.3 Justificación	23
2.4 Objetivos.....	28
2.4.1 Objetivo general.....	28
2.4.2 Objetivos específicos	28
2.5 Hipótesis	29
2.5.1 Hipótesis general	29
2.5.2 Hipótesis específicas	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Lugar de estudio.....	30
3.2 Población	30
3.3 Muestra	30
3.4 Descripción de métodos por objetivos específicos	31
3.4.1 Determinación de la viabilidad alimentaria a base de <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> a larvas y alevinos de pejerrey	31
3.4.2 Determinación de la frecuencia aparición de cada presa suministrados con <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> , desde la etapa larvaria hasta alevinos	33
3.4.3 Evaluación del crecimiento y supervivencia durante la etapa de larvas y alevinos bajo condición de laboratorio.....	34
3.4 Análisis estadístico	35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de la viabilidad alimentaria a base de <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Artemia</i> <i>salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> a larvas y alevinos de pejerrey	36
4. 2 Determinación de la frecuencia aparición de cada presa suministrados con <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> , desde la etapa larvaria hasta alevinos.....	44

4.3 Evaluación de crecimiento y supervivencia durante la etapa de larvas y alevines bajo condición de laboratorio.....	47
4.3.1 Índice de condición biológico.....	49
4.3.2 Estimación de tasa de crecimiento específico (TCE) en porcentaje día.....	52
4.3.3 Supervivencia de larvas y alevinos de pejerrey durante el ensayo.....	53
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1 Composición mineral y proximal de especies como alimento vivo	9
2. Análisis proximal y mineral de huevos de <i>Artemia salina</i> en tres localidades.....	12
3. Composición bioquímica de <i>Chlorella vulgaris</i>	13
4. Especies cultivadas en la acuicultura peruana en TM entre los años 2000 - 2011	25
5. Desembarque (kg) de principales especies pesqueros del Lago Titicaca en los años 2014 - 2017	26
6. Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey (ensayo 1)	37
7. Viabilidad según el tipo de alimento en larvas de pejerrey (ensayo 1)	37
8. Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey(ensayo2)	39
9. Viabilidad del tipo de alimento en larvas de pejerrey (ensayo2).....	39
10. Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey (ensayo 3)	41
11. Preferencia alimentaria en larvas de pejerrey (ensayo 3)	41
12. Frecuencia de aparición alimentaria en el sistema digestivo de pejerrey	45
13. Índice de condición biológico de pejerrey durante los 104 días.....	50
14. Comparación de medias del índice de condición biológico entre 52 y 65 días	50
15. Tasa de crecimiento de pejerrey (TEC) durante 104 días.....	52
16. Supervivencia y mortalidad de alevinos de pejerrey en los tres ensayos	54
17. Promedio de parámetros físico – químicos de los tres ensayos (oxígeno, temperatura pH, amonio y salinidad)	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Zonas de pesca con relación a los diferentes recursos hidrobiológicos en el Lago Titicaca.....	26
2 <i>Crecimiento productivo de Oncorhynchus mikiss en la Región Puno</i>	27
3. Comportamiento de viabilidad alimentaria con tres tipos de alimento vivo (Ensayo 1)	38
4. Comportamiento de viabilidad alimentaria con tres tipos de alimento vivo (Ensayo2).	40
5. Comportamiento de viabilidad de tres tipos de alimento (Ensayo 3).	42
6. Frecuencia de aparición de presas durante los 46 días	45
7. Promedio de crecimiento (cm) e incremento de peso (g) de alevinos de pejerrey después de recibir alimento <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Artemia salina</i> y <i>Daphnia pulex</i> , en simultaneo, durante la primera semana de evaluación	48
8. Análisis de ecuación exponencial durante el crecimiento de alevinos de pejerrey. ..	49
9. Porcentaje de supervivencia de pejerrey en los tres ensayos durante cuatro meses ..	54
10. Determinación de parámetros físico- químicos de agua durante los tres ensayos ...	56
11. Actividades en el laboratorio: A. larva de pejerrey B. Ensayos de viabilidad larvaria en matraces C. Análisis del sistema digestivo en el Microscopio óptico D. Alevinos de pejerrey confinados en acuarios de vidrio E. control de peso de alevinos de pejerrey.....	71
12. Actividades en el laboratorio: G. Cultivo de <i>Chorella vulgaris</i> H. <i>Artemia salina</i> en proceso de descapsulación I. produccion de <i>Daphnia pulex</i> J. <i>Daphnia pulex</i> adulta K. Tanques de 500 litros confinados con alevinos de pejerrey L. Interior del tanque con alevinos de pejerrey.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Análisis estadístico	69
2. Panel fotográfico de la prueba de viabilidad larvaria y crecimiento, mediante el suministro de tipos de alimento vivo, análisis del sistema digestivo y controles biométricos.....	71
3. Constancia de ejecución de proyecto de tesis en las instalaciones de laboratorio continental de Puno – IMARPE.....	73

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar 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 objetivos específicos fueron; determinar la viabilidad alimentaria suministrado por tres tipos de alimento vivo, determinar la frecuencia de aparición de cada presa y evaluar la tasa de crecimiento hasta la etapa de alevinos de pejerrey con tres tipos de alimento vivo. La metodología para el primer objetivo consistió en obtener larvas de pejerrey desde vasos Chasse (Mc Donald) la cantidad de 900 unidades, estas fueron separados en tres matraces de vidrio de un litro a los cuales se proporcionó tres tipos de alimento vivo; *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* por un periodo de 11 días, en donde la *Chlorella vulgaris* fue viable los primeros siete días. El segundo objetivo, consistió en analizar el tracto digestivo de 72 peces cada 7 días. Al observar en el cuarto día; se encontró mayor presencia de *Chlorella vulgaris* (60%), menor viabilidad con *Artemia salina* (40 %) y la *Daphnia pulex* no se encontró como presa. En el día 11, se encontró *Chlorella vulgaris* al (10%), *Artemia salina* (80%) y la *Daphnia pulex* (10%). Cabe resaltar que la *Chlorella vulgaris* fue relevante hasta los siete días debido al incremento de talla y peso del pez. El índice de condición biológico en los tres ensayos fue proporcional a la talla y el peso hasta los 39 días con IK 1.43. A los 52 días, el índice incrementó significativamente IK 1.84 pudiendo estar dado por el cambio paulatino de alimento vivo a alimento balanceado inerte, la TCE en los primeros 13 días fue 9.9%, posteriormente se mantuvo entre 2.71 a 4.15% (26 a 39 días), de 65 a 104 días la TCE se encontró entre 0.77 a 0.80 % cercanos a 1. Sin embargo de 40 a 52 días la TCE fue la más bajo 0.60%. La supervivencia en el E1 fue del 96.1%, E2, 96% y en el E3, 97.5 %. Se concluye que la alimentación, crecimiento y la supervivencia fueron satisfactorios en condiciones de laboratorio.

Palabras clave: acuicultura, alimentación, crecimiento, Pejerrey *Odontesthes bonariensis*

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the feeding, growth and survival of *Odontesthes bonariensis* until the fry stage under laboratory conditions, using three types of live food (*Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* and *Daphnia pulex*). The specific objectives were; determine the food viability supplied by three types of live food, determine the frequency of occurrence of each prey and evaluate the growth rate up to the pejerrey fry stage with three types of live food. The methodology for the first objective is to obtain silverside larvae from Chasse vessels (Mc Donald) the amount of 900 units, these were separated into three liter glass flasks to which three types of live food were provided; *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* and *Daphnia pulex* for a period of 11 days, where *Chlorella vulgaris* was viable for the first seven days. The second objective is to analyze the digestive tract of 72 fish every 7 days. When observing on the fourth day; greater presence of *Chlorella vulgaris* (60%), lower viability with *Artemia salina* (40%) was found and *Daphnia pulex* was not found as prey. On day 11, we found *Chlorella vulgaris* (10%), *Artemia salina* (80%) and *Daphnia pulex* (10%) It should be noted that *Chlorella vulgaris* was relevant until seven days due to the increase in size and weight of the fish. The biological condition index in the three trials was proportional to height and weight up to 39 days with IK 1.43 at 52 days, the index significantly increased IK 1.84 and could be given by the gradual change from live food to inert balanced food, the TCE in the first 13 days was 9.9%, subsequently it remained between 2.71 to 4.15% (26 to 39 days), from 65 to 104 days the TCE was found between 0.77 to 0.80% close to 1. However, from 40 to 52 days the TCE was the lowest 0.60%. Survival in E1 was 96.1%, E2, 96% and in E3, 97.5%. It is concluded that the feeding, growth and survival were satisfactory in laboratory conditions.

Keywords: aquaculture, food, growth, silverside *Odontesthes bonariensis*

INTRODUCCIÓN

El Pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, es uno de los especies de mayor importancia comercial en la región Puno, estableciendo un verdadero pilar en la economía para todos los habitantes en las riberas del Lago Titicaca (Chura, *et al.*, 2013), el cultivo de esta especie se realizó en Argentina en la ciudad de Chascomús en año de 1904 (Tulian, 1909) a partir de ese momento comenzó un programa de siembra en diversos cuerpos de agua provinciales, nacionales e internacionales debido a la gran importancia de su pesca comercial y deportiva (López & García, 2001).

La disminución de pejerrey *Odontesthes bonariensis* en el Lago Titicaca, según (IMARPE 2017) llegó a -11.8 % entre los años 2016 a 2017 (Tabla 5) dicha reducción sigue evidenciándose debido a una sobre pesca por una alta demanda del pejerrey en la región Puno; de igual modo puede referirse que el uso de redes con luz de malla entre 0,64 y 1,27 cm, ha afectado directamente el stock de los juveniles (Yujra *et al.*, 2016).

Para una acuicultura sostenible de pejerrey, es necesario la producción masiva de larvas, manejo de alevinos y el uso adecuado de alimento, por otro lado, es importante conocer la fisiología del aparato digestivo de esta especie en sus diferentes etapas para determinar el tipo de alimento a suministrar. Considerando que la alimentación y la nutrición de larvas de peces se inicia con la ingesta del alimento vivo, dichos alimentos contienen cantidades variables de agua, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y otros compuestos incluyendo los que imparten aroma, sabor y color (Bdui, 1988).

Para asegurar la supervivencia de larvas de pejerrey es importante conocer el tipo de alimento a utilizar para cada etapa, dado que presentan una problemática especial al no tener un sistema digestivo completamente formado desde su eclosión, además deben atravesar por un proceso de transformación hasta la etapa de juveniles tiempo en que el pez completa el sistema de aparato digestivo, problema que se agudiza durante el periodo larvario ya que requieren alimentarse con presas vivas de tamaño muy pequeños, menor a 06 micras (Tucker, 1998).

Las larvas de pejerrey, presenta un régimen alimentario como filtrador de plancton (Ringuelet, 1942; Burbidge *et al.*, 1974 y Bahamondes *et al.*, 1979) razón por la cual los cultivos auxiliares desempeñan un papel importante en la acuicultura principalmente en el estadio larval del Pejerrey y de algunos peces filtradores.

La fisiología digestiva de larvas de pejerrey aún no está bien estudiado, razón por la cual, considero necesario realizar estudio sobre la alimentación en larvas y alevinos de pejerrey en condiciones controlados utilizando alimento vivo como: *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Ubicación taxonómica de pejerrey *Odontesthes bonariensis*: según Cuvier y Valenciennes (1835).

Reino:	Animalia
Phyllum:	Chordata
Sub Phyllum:	Vertebrata
Superclase:	Osteichthyes
Clase:	Actinopterygii
Subclase:	Neopterygii
Infra clase:	Teleostei
Súper orden:	Acanthopterygii
Orden:	Atheriniformes
Familia:	Atherinopsidae
subfamilia:	Atherinopsinae
Género:	<i>Odontesthes</i>
Especie:	<i>O. bonariensis</i>
Nombre común:	“Pejerrey argentino”

Fuente: (Cuvier y Valenciennes, 1835)

1.1.1.1 Características biológicas

El pejerrey *Odontesthes bonariensis* es una especie de tamaño medio a grande, pueden superar los 50 cm de longitud a los 5 años de vida (Freyre *et al.*, 1981). Habita en lagos, lagunas, ríos y arroyos. Su alimentación está compuesta por plancton en los primeros años de vida por considerarse como pez filtrador (Ringuelet *et al.*, 1980), posee placas faríngeas dentadas lo que indica la

posibilidad de un cambio de dieta en ambientes donde el plancton es escaso o inadecuado (Aquino 1991; Sagretti & Bistoni, 2001), de igual modo (Grosman, 1995), indica que el pejerrey es una especie planctófago por preferencia, realizando uso de otras comunidades bajo condiciones adversas donde exhibe su plasticidad alimentaria. Por otro lado, ha sido descrito que la dieta del pejerrey varía de acuerdo al tamaño y/o edad de los individuos (Ringuelet *et al.*, 1980; Sagretti & Bistoni, 2001; Mancini & Grosman, 2008), pudiendo convertirse en carnívoro luego del tercero, cuarto o quinto año de vida (Ringuelet *et al.*, 1980; Aquino, 1991). Los estudios de alimentación natural de esta especie muestran que los principales grupos consumidos pueden ser el zooplancton, insectos acuáticos y peces. Cuando es juvenil, consume preferentemente micro-crustáceos (*Copépoda* y *Ceriodaphnia*). Alrededor de los 0.10 cm de longitud total, la dieta cambia a insectos acuáticos, principalmente *Chironomidae*, los que capturan cuando emergen desde el fondo del agua, así mismo los insectos como; *Hymenoptera*, *Coleóptera* y otros caen al agua complementando su dieta. A tallas mayores consume preferentemente otros peces incluyendo ejemplares pequeños de su propia especie (Bahamondes, Soto & Vila, 1979).

1.1.1.2 Características morfológicas y anatómicas de *Odontesthes bonariensis*

El pejerrey argentino conocido también como "flecha plateada", es natural de río de la Plata, Argentina, especie de forma hidrodinámica con el cuerpo cubierto de escamas de color plateado y la línea lateral iridiscente, de allí que también se le conoce con el nombre de, flecha plateada, posee boca protráctil con hábitos pelágicos, migrando a las zonas litorales para desovar, aquí el desove se realiza con mayor frecuencia en las plantas sumergidas, pues cada hembra de 500 g, puede desovar hasta 50000 ovas, inician su alimentación con microalgas creciendo rápidamente y diversificando su alimentación con presencia de microcrustáceos, ya que en la etapa juvenil consumen copépodos, rotíferos, así como huevos de peces; y en su fase adulta pueden alimentarse de alevinos y juveniles tanto de crustáceos, bivalvos como copépodos, alcanza talla hasta 60 cm con 500 g. de peso (Vila & Soto, 1984).

1.1.1.3 Área de distribución actual.

Actualmente el pejerrey se encuentra en una extensa región de Sudamérica que comprende Argentina, el altiplano boliviano y la sierra Peruana. (Hephert & Pruginin, 1981).

1.1.1.4 Reproducción

La especie *Odontesthes bonariensis* alcanza su primera madurez sexual aproximadamente al primer año de vida, aunque Calvo & Dadone (1972), señalan que puede ser incluso, antes del año de vida donde existe una relación entre las tallas con la edad. Para Argentina la talla mínima de longitud total es de 14cm. En Chile central se ha encontrado que la primera madurez ocurre después del primer invierno con ejemplares maduros de 10 cm de longitud total.

El período de desove se extiende entre agosto y noviembre en Argentina, Uruguay y Chile (Cabrera, 1959; Calvo & Dadone, 1972), indican también, existe un segundo desove en marzo y abril cuando la temperatura del agua alcanza los 13°C como promedio diario. El porcentaje más alto de individuos maduros se encuentra generalmente en octubre.

Ringuelet (1967), señala que la temperatura óptima para el desove y desarrollo de los huevos es de 17°C. El diámetro de los oocitos maduros se encuentra entre 1 a 1.4 mm (Ringuelet, 1967), Calvo & Dadone, (1972) plantean que existe coincidencia en los valores de fecundidad que oscilan entre 1170 oocitos en las hembras más pequeñas a 30300 en los ejemplares más grandes. La fecundidad sigue una relación exponencial con longitud, peso y edad. La longitud total es un buen parámetro para estimar fecundidad en esta especie.

En el lago Titicaca, según estudios realizados, en el año 2012 por parte del Instituto del mar del Perú (IMARPE), el pejerrey presentó, longitud promedio anual de 20.8 cm, con una incidencia de juveniles al 67.4%, con un mínimo de 37.9% en el mes de enero y un máximo de 90% en el mes de abril. Así mismo en los meses de abril, mayo y noviembre ingresan nuevas cohortes: 1.0 hembra: 1.0 macho, determinaron también un periodo reproductivo intenso entre julio y setiembre, indican también que la talla de primera madurez sexual para hembras es a partir de 22.3 cm y para machos 20 cm (IMARPE, 2013).

1.1.1.5 Edad y Crecimiento

Freyre (1976), Vila & Soto (1981) mencionan que los promedios de longitudes totales para esta especie fueron: 13.8, 24.3, 34.9, 43.0 y 49.8 cm entre el primer y quinto año de edad.

1.1.2 Alimentación en los peces

La alimentación es el proceso de captura e ingesta del material necesarios para el crecimiento de origen biológico necesarios para el desarrollo y reproducción de los peces, estos compuestos contienen cantidad de proteínas, vitaminas y minerales (Bdúi, 1988). Los peces presentan diferentes estructuras alimenticias y mecanismos de alimentación para poder explotar una gran variedad de fuentes alimenticias vegetales o animales (Wetzel, 2001). Se clasifican según hábitos alimenticios en; detritívoros, herbívoros, carnívoros y omnívoros (Moyle & Cech, 2000). Así mismo las espinas braquiales juegan un papel importante en la alimentación de los peces, y tienen especializaciones de acuerdo al hábito alimenticio, los peces carnívoros piscívoros tienen espinas branquiales cortas, gruesas, ampliamente espaciadas y puntiagudas que previene el escape de la presa a través de las branquias, mientras los peces planctófagos y eurífagos, las espinas branquiales están menos espaciadas y tiene longitud y grosor intermedios (Moyle & Cech, 2000), entre más pequeñas sean las presas, las espinas branquiales serán más largas y delgadas y están menos espaciadas entre sí (Lagler *et al.*, 1977).

1.1.3 Alimento vivo

El alimento vivo es importante para los peces, ya que contiene la mayoría de los elementos nutritivos que garantizan la sobrevivencia y el óptimo desarrollo de las postlarvas. El periodo más crítico en la larvicultura de peces, es el inicio de la alimentación exógena después de la absorción del saco vitelino, principalmente en larvas de peces que no presentan estómago funcional completo, al inicio de la alimentación exógena, el alimento vivo es esencial para un crecimiento óptimo, en cambio, para estas mismas especies el crecimiento y la sobrevivencia son más bajas, cuando en la primera alimentación se ofrecen alimentos artificiales en lugar de microcrustáceos (Jones *et al.*, 1993; Watanabe & Kiron, 1994). Indican también que el alimento vivo es excelente por que inducen estímulos visuales y que las enzimas presentes en los organismos vivos ayudan a la digestión del alimento cuando son

consumidos por larvas de peces. Dentro de este tipo de alimento, se encuentran una serie de microcrustáceos, siendo las especies más utilizadas en los cultivos de larvas, los rotíferos y las *artemias* (Lazo, 2000). En caso de las microalgas, las más empleadas para la alimentación de larvas de peces son: *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis sp.*, *Isochrysis galvana*, *Monochrysis lutheri*, *Nannochloris sp.*, ya que presentan gran potencial en valor nutricional y digestibilidad (Muller- Feuga, 2000).

1.1.4 Calidad de proteína en el alimento para los peces en la fase larval

En la fase larvaria, la mayoría de las especies de peces no presentan un estómago funcional, y que la digestión de proteína depende en gran parte en la actividad proteolítica de la tripsina, no existe una pre-digestión de proteína por medio de la desnaturalización ácida en el estómago y por la acción de la pepsina, bajo tales circunstancias, la digestión de la proteína en el alimento para larvas puede variar de acuerdo a la fuente de proteína y al proceso al que fueron sometidos los ingredientes durante la manufactura del alimento, estos aspectos fueron estudiados para aclarar la diferencia entre la estructura de la proteína y su digestibilidad en el alimento vivo y en las dietas artificiales (García-Ortega *et al.*, 2000).

1.1.5 *Daphnia pulex* “pulga” de agua.

Ubicación taxonómica de *Daphnia pulex*

Reino:	Animalia
Phyllum:	Arthropoda
Subphyllum:	Crustácea
Clase:	Brachipoda
Orden:	Cladocera
Familia:	Daphniidae
Género:	<i>Daphnia</i>
Especie:	<i>Daphnia pulex</i>
Nombre común:	“pulga de agua”

Fuente: (Muller, 1985)

1.1.5.1 Morfología

Organismos que se describen por tener un cuerpo comprimido lateralmente y ovalado donde no se distinguen segmentos como en otros crustáceos, presentan dimorfismo sexual marcado, la hembra es más grande que el macho, el exoesqueleto o la envoltura es de quitina transparente, las antenas o apéndices con numerosas setas, ojos compuestos y simples (ojo nauplio). Una cavidad embriónica con huevos y embriones situados en la parte dorsal ubicada entre el carapacho y el dorso del cuerpo, para la identificación de especies son importantes los apéndices torácicos en la forma y número de espinas y setas. Estos crustáceos se alimentan de partículas en suspensión en el agua como las microalgas (FAO, 1989).

1.1.5.2 Importancia nutricional

Especies más estudiadas en relación de su aporte nutricional para la acuicultura son *Daphnia* y *Moina*. Estas dos especies de cladóceros de agua dulce han sido seleccionadas dentro del grupo de zooplancton que contiene un espectro de enzimas digestivas: proteasas, peptidasas, amilasa, lipasas y celulasas, que pueden servir como exoenzimas en el intestino de las larvas de peces y presentan facilidades de producción en cultivo, es importante considerar que el contenido nutricional de estas especies se caracteriza por altos niveles de proteína y una presencia de aminoácidos lo cual promueve un buen desarrollo de larvas y alevinos de peces, así mismo la composición de ácidos grasos difiere considerablemente de acuerdo con el alimento usado en su producción. En la tabla 1, se muestra la composición de aminoácidos esenciales de cinco especies seleccionadas donde *Daphnia* y *Moina* presentan el mejor aporte. Los cladóceros en acuicultura han sido objeto de estudios muy diversos países desarrollados como Japón y la antigua Unión Soviética. Estos trabajos permitieron conocer las condiciones óptimas para su producción en cultivo masivo, así como las alternativas de producción en diferentes medios de cultivo (FAO, 1989).

Tabla 1

Composición mineral y proximal de especies como alimento vivo

medio de cultivo	<i>Brachionus plicatilis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Acartia</i> sp.	<i>Daphnia pulex</i>	Lev
	Lev	lev + Chl	Chl	lev + Chl			
Mezcla (%)	89.6	89.1	87.6	87.3	88.1	89.3	87.2
Proteína (%)	7.2	7.9	7.8	9	8.5	7.5	8.8
Lípidos (%)	2.3	2.3	3.8	2.8	1.3	1.4	2.9
Cenizas (%)	0.4	0.4	0.5	0.5	2.1	0.7	-
Ca (mg/g)	0.12	0.26	0.21	0.15	0.39	0.21	0.12
Mg (mg/g)	0.14	0.17	0.14	0.23	0.76	0.12	0.12
P (mg/g)	1.48	1.44	1.37	1.31	1.48	1.46	1.85
Na (mg/g)	0.41	0.3	0.29	0.61	6.63	0.74	1.09
K (mg/g)	0.35	0.12	0.23	0.84	2.21	0.72	0.92
Fe (mg/g)	15.9	52.5	43.4	33.8	11.5	72.2	46.4
Zn (mg/g)	7.4	9.8	8.2	12.3	39	12.8	10
Mn (mg/g)	0.4	1.1	1.1	1	0.2	13.2	0.5
Cu (mg/g)	1.1	1.5	1.7	2.4	2.8	1.1	5.8

Leyenda: Levadura (lev), *Chorella* (Chl)Fuente: Watanabe *et al.* (1983)

1.1.5.3 Características biológicas

Se caracteriza por poseer un cuerpo redondeado y pequeño, la cabeza es estrecha y alargada con o sin cuerno frontal, el ojo compuesto es pequeño y el ocelo es puntiforme, las primeras antenas o anténulas son pequeñas y presentan poca movilidad, el borde dorsal de las valvas es ligeramente convexo y su ángulo superior forma una hendidura conocida como seno cervical que separa claramente la cabeza del cuerpo, así mismo las valvas poseen campos hexagonales visibles y terminan en una espina poco pronunciada. El post-abdomen se angosta ligeramente hacia su extremo distal y posee en el borde anal de 6 a 8 espinas

ligeramente dobladas, cuyo tamaño disminuye en sentido dorsal. La garra terminal es lisa. La longitud de la hembra es variable y puede oscilar entre 0.035 y 0.06cm (Infante, 1980).

1.1.6 *Artemia salina*

La ubicación Taxonómica de *Artemia salina* según (Linnaeus, 1758)

Reino:	Animalia
phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Crustacea
Clase:	Branchiopoda
Orden:	Anostraca
Familia:	Artemiidae
Género:	<i>Artemia</i>
Especie:	<i>A. salina</i>

1.6.1.1 Distribución de *Artemia salina*.

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 que oscila entre los 6 y 35°C y composición iónica del biotopo con aguas ricas en cloruros, sulfatos y carbonatos (Bowen & Sterling, 1978).

1.6.1.2 Desarrollo y hábitat de *Artemia salina*

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 depredación y es así, como estos animales poseen el sistema osmorregulatorio más eficiente conocido en todo el reino animal (Croghan, 1958); además 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. 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).

1.1.6.3 Forma de alimentación

La *artemia*, es un filtrador no selectivo y se alimenta tanto de materia orgánica particulada (detritos biológicos procedentes de aguas de manglares) como de organismos vivos de tamaño apropiado (microalgas y bacterias), debido a la falta de depredadores y competidores por el alimento, la *artemia* produce a menudo, grandes monocultivos cuya densidad está fundamentalmente regulada por la disponibilidad de alimento, la reproducción ovovivípara (puesta de nauplios) se da principalmente a bajas salinidades, mientras que los quistes (reproducción ovípara) se producen a salinidades por encima de 15% (Reeve, 1963).

1.1.6.4 Valor nutricional

La *artemia* es un excelente alimento vivo en la acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño (0,4 - 0,5 mm) de nauplio y metanauplio, adecuado para las larvas, juveniles de crustáceos y peces *etc.* El valor nutritivo de los nauplios recién eclosionados es muy alto; este valor nutritivo decrece cuando hay ausencia de alimento, si la *artemia* (metanauplio y nauplio) es alimentada de forma adecuada, puede obtenerse un enriquecimiento de nutrientes esenciales en un sustrato de microalgas (vivas o secas) o en una mezcla artificial de nutrientes: lípidos, aminoácidos, ácidos grasos, *etc.* (Tacón, 1987). En la tabla 2, puede observarse al análisis proximal y mineral sobre la composición de huevos y nauplios de *Artemia salina*.

Así mismo el uso de *Artemia* adulta ha cobrado mayor importancia comercial, demandadas por los productores de pos larvas de peces y crustáceos y a medida que la acuicultura va en progreso también incrementa la demanda de esta especie por su valor nutricional que presenta aminoácidos esenciales. y ácidos grasos altamente insaturados.

Tabla 2

Análisis proximal y mineral de huevos de Artemia salina en tres localidades

	Huevos de <i>Artemia salina</i>			Nauplios de <i>Artemia salina</i> (recién eclosionados)		
	San Francisco	Sud américa	Canadá	San Francisco	Sud américa	Canadá
Humedad (%)	-	-	-	89.7	90.9	88.2
Proteína (%)	54.4	51.4	47.5	6.1	6.5	6.8
Grasas (%)	6.4	10.5	4.8	2	1.6	2.1
Cenizas (%)	6.3	13	15.3	1.2	1	1.5
Ca (mg/g)	3.73	2.21	1.41	0.23	0.24	0.41
Mg (mg/g)	2.8	2.53	5.59	0.44	0.2	0.68
P (mg/g)	7.6	6.95	7.63	1.33	1.21	1.44
Na (mg/g)	6.13	31.91	28.58	4.02	1.43	4.93
K (mg/g)	5.73	5.34	7.12	1.08	0.96	1.16
Fe (µg/g)	1298	1277	1022	52.2	294.6	287.3
Zn (µg/g)	91.2	96	61.4	16.1	21.1	24.1
Mn (µg/g)	98.3	50.9	14.8	2.1	2.6	3.7
Cu (µg/g)	10.6	9.1	15.9	0.6	1.1	1.9

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

1.1.7 *Chlorella vulgaris*

El cultivo de *Chlorella vulgaris* presenta uso potencial para peces (estadio larval) como para la producción de biodiesel, descontaminación de aguas residuales, gases de chimenea y nutrición humana, por lo cual se encuentra en el punto central de diversas investigaciones. Sin embargo, existen limitaciones que se deben superar para la producción de biomasa a gran escala y factores que se deben controlar para hacer un manejo eficaz del cultivo para la obtención de biomasa seca (BS). Dentro de éstos se puede mencionar: densidad celular de inoculación, cantidad y calidad de luz, temperatura, nivel de agitación, así como el pH, fuente de carbono, concentración y composición de nutrientes como las condiciones estériles de la solución nutritiva. (Ogbonna *et al.*, 1999; Andersen, 2005).

El conocimiento de la dinámica de crecimiento de microorganismos (tasa de inoculación, densidad celular en el tiempo, máxima tasa de crecimiento, tiempo de generación y producción de biomasa entre otros) y su manipulación, es indispensable para generar un sistema viable de producción tanto técnica como económicamente, la composición química de los alimentos vivos como es el caso de la *Chlorella vulgaris*, resulta fundamental para el desarrollo y supervivencia de las diferentes especies de crustáceos, moluscos y peces que se obtienen para la acuicultura (Torrentera & Tacón, 1989). En la tabla 3, puede mostrarse la composición bioquímica de la biomasa de *Chlorella vulgaris*.

Tabla 3

Composición bioquímica de Chlorella vulgaris

Componentes	Porcentajes
Pérdidas por desecación	7.18
Nitrógeno total	7.13
Proteína bruta	44.56
Proteína verdadera	32.25
Carbohidratos	16
Fibra cruda	8.2
Lípidos	0.29
Cenizas	8.9
Ácidos nucleicos totales	5.69

Fuente: Morris *et al.*, (1999)

1.2 Antecedentes

Ringuelet, *et al.* (1980), realizaron estudio sobre la alimentación del pejerrey *Basilichthys bonariensis* en laguna Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Indican que este pez posee placas faríngeas dentadas, esto demostraría, la posibilidad de presentar un cambio de régimen alimentario, señalan también la versatilidad anatómica le permite al pez amplia gama de alimentación y una marcada eurífaga, así mismo, estudios realizados

sobre la alimentación de pejerrey en la laguna de Chascomús, mostraría como un pez planctófago, debido que; al analizar el tubo digestivo hallaron sustratos que consistieron en: Algas, Cladóceros y Copépodos, sin embargo al analizar a larvas de pejerrey en los primeros días, el pez vive de reservas de vitelino, una vez cumplida la reabsorción total de saco vitelino (post-larvas) comienzan a buscar alimento exógeno iniciándose la ingesta de microalgas y zooplancton.

Govoni *et al.* (1986), mencionan, que la digestión y la asimilación de los alimentos es fundamental para el crecimiento y la supervivencia de las larvas de peces, señalan que las larvas de peces se caracterizan por sistemas digestivos y dietas que difieren de los adultos, las larvas de peces presentan un intestino de forma de un tubo recto experimentando un patrón de ontogenia trófica, cambiando la dieta con un tamaño creciente y estos cambios dan como resultado diferencias en los requerimientos digestivos, así mismo indican la eficacia de la asimilación puede ser menor en las larvas que en los peces adultos, debido a que las larvas presentan un tubo digestivo corto, también mencionan que las larvas comienzan a alimentarse de fitoplancton de tamaño pequeño y de tamaño grande zooplancton.

Del Ponti & García (2015), mostraron la composición porcentual general discriminada por tallas de la alimentación del pez en las lagunas de bajo Giuliani y Don Tomás – provincia de la Pampa-Argentina; en donde concluyen que la variedad de ítems presa hallados en ambas lagunas confirman el carácter eurífago, la discriminación efectuada en base a la talla mostró que los pejerreyes menores, en ambos ambientes, tuvieron preferencia por el fitoplancton y el zooplancton, convirtiéndose en piscívoros a mayores tallas.

Grosman (1995), en su investigación realizado sobre la variación estacional en la dieta de *Odontesthes bonariensis*, mostró resultados, en donde los cladóceros constituyeron el grupo principal todo el año, definiendo además, tres patrones temporales de alimentación: 1) planctófago y micrófago durante el verano, 2) oportunista y macrófago en invierno; y el 3) intercalación en el tiempo con dieta de transición intermedia entre 1 y 2, alcanzándose excelentes tallas, así mismo indican que las larvas de pejerrey recién eclosionadas han sido mantenidos en sistema controlados y suministrados con nauplios de *artemia salina* a partir del tercer día de nacidas (Berasain *et al.*, 2000). El zooplancton es el alimento natural para la mayoría de los peces en etapa larval o en sus primeras etapas

de vida (Kibria *et al.*, 1997). Así mismo, (Ramírez *et al.*, 2010), en su estudio sobre el uso de organismos vivos como primer alimento a larvas de Yaque *Leiarius marmoratus* concluyen que los mejores resultados fueron obtenidos con larvas alimentadas con nauplios de *Artemia salina* y con cladóceros, constituyéndose éstos últimos en una importante alternativa como fuente de alimento durante la larvicultura de esta especie.

Dabrowski (1984), implementa sistema de clasificación basado en el grado de desarrollo del sistema digestivo en el momento en el cual el contenido de saco vitelo había sido completamente absorbido y se iniciaba la alimentación exógena, sistema que permitió separar dos grupos: el primer grupo conformado por peces con gran cantidad de material vitelino, el cual indicaría que el desarrollo embrionario es relativamente largo y al iniciarse la alimentación exógena, las larvas muestran tractos digestivos relativamente completos y funcionales, el segundo grupo integrado por peces que producen ovas de tamaño pequeño, los cuales tienen limitada cantidad de material vitelino, en este caso el desarrollo embrionario es rápido y la alimentación exógena iniciaría cuando aún hay una capacidad digestiva no funcional.

Erdogan & Olmez (2009), manifiestan sobre la suplementación de enzimas en las dietas sobre el crecimiento y la utilización del alimento en los peces ángel, *Pterophyllum scalare*”, menciona que en la actualidad se incorporan a la acuicultura mayor variedad de organismos considerados como alimento vivo, entre las especies más utilizadas esta: *Artemia salina*, *Daphnia pulex*, *Eisenia foetida*, *Spirulina sp.*, *Moina macrocopa*, *Brachionus plicatilis* y Tubifex, debido a su alto valor nutritivo, alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movilidad.

Cardoza *et al.* (2011), al realizar estudios en la presa “Lázaro Cárdenas”, Indé-Durango, México con la especie *Ictalurus punctatus* “bagre” (Siluriformes: Ictaluridae) referido al espectro trófico, variación por talla y época climática. Entre el 2006 y 2007 muestrearon 240 ejemplares, los cuales fueron analizados a través de métodos cuantitativos y cualitativos el contenido estomacal, los ejemplares fueron alimentados en condiciones de laboratorio, mencionan que las presas ingeridas con mayor frecuencia fueron, Perciformes y Atheriniformes (peces de forraje), así como Charales (algas verdes). Dentro de los invertebrados se identificaron siete órdenes: *Schizodonta*, *Odonata*,

Himenoptera, Orthoptera, Hemiptera, Homoptera y Scorpionida. Del mismo modo, Poales y Fabales correspondieron a plantas.

Prieto *et al.* (2006), al realizar estudios sobre el alimento vivo en la larvicultura de peces marinos: mencionan que el mesocosmos representa una excelente alternativa para incrementar la calidad y supervivencia de las larvas, dado que proporciona a estas, gran cantidad y variedad de presas pequeñas (nauplios) de excelente perfil bromatológico en cuanto al contenido de ácidos grasos poliinsaturados y aminoácidos se refiere. Los copépodos cultivados en conjunto con diferentes especies de microalgas, rotíferos y otros microorganismos en sistemas de mesocosmos, son importantes porque ellos son una fuente de alimento vivo más importante para la acuicultura marina, habiéndose demostrado que incrementan la supervivencia y la calidad de las larvas y alevinos que los consumen.

Grosman *et al.* (2001), en su estudio de ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en la laguna de Igartua de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Determinaron la dinámica del desarrollo gonadal del pejerrey, durante el período de desove, vinculándolo con variables externas bióticas y abióticas, parámetros demográficos, alimentación e índices de condición. Los muestreos se realizaron durante el periodo de desove principal, en la laguna Igartúa. Se utilizaron diferentes artes de pesca, capturando todos los tamaños a los cuales evaluaron los siguientes ítems: sexo y estadio gonadal; proporción de hembras: machos; índice gonadosomático (IGS); porcentaje de ovarios en actividad; talla media de primera y última maduración. Así mismo recolectaron tractos digestivos de pejerrey para evaluar la composición de la dieta. El estudio reveló que la laguna Igartúa posee una baja diversidad de peces donde el pejerrey es la especie dominante hallándose en alta biomasa. En cuanto a la dieta del pejerrey, esta fue básicamente zooplanctófaga y su mayor diversidad fue en septiembre.

Watanabe & Kiron (1994), al realizar estudio sobre las perspectivas en la dieta de peces larvales, mencionan que el manejo de larvas o la larvicultura hoy en día depende principalmente de alimento vivo, sin embargo se viene llevando estudios sobre los microalimentos o dietas artificiales que vienen ganando paulatinamente en la industria alimentaria, indican también que un alimento formulado sano para las larvas de peces aun

es desconocido para la ciencia, los avances en biología y tecnología buscan romper unos de los últimos obstáculos en el ciclo de la acuicultura.

Ortega (2000), realizó trabajos sobre la alimentación con larvas del Bagre africano *Clarias gariepinus*, en donde menciona que la baja calidad de alimentos artificiales son factores que pueden explicar su fracaso como dietas iniciales para peces, debido a que las larvas de bagre africano tenían la capacidad enzimática para digerir la *Artemia*. El suministro de enzimas digestivas en el alimento vivo tiene una contribución pequeña en el total de la capacidad de digestión de las larvas. La proteína en *Artemia* está constituida principalmente por proteínas de pesos moleculares pequeños, las cuales pueden ser fácilmente digeribles en comparación con las proteínas en las dietas artificiales. Se sugiere que la estructura y el tamaño de las proteínas en el alimento para larvas de peces tiene un papel muy importante en su digestibilidad. Estudios in vitro de la digestibilidad de la proteína de quistes desencapsulados y nauplios de *Artemia*, y de microdietas hechas a base de quistes indican tasas más altas de digestibilidad para estas dietas comparadas con los alimentos comerciales. El uso de quistes desencapsulados de *Artemia* como fuente de proteína en microdietas mejoró su desempeño como dietas iniciales para larvas de peces.

Sagretti & Bistoni (2001), realizaron estudio sobre la alimentación de *Odontesthes bonariensis* en la laguna salada de Mar Chiquita, Córdoba Argentina, analizaron el contenido estomacal a 258 unidades de Pejerrey para estudiar los hábitos alimenticios de la especie, determinaron el espectro trófico, estableciéndose para cada ítem de frecuencia de ocurrencia, abundancia y volumen, calculando el índice de importancia relativa, los resultados fueron, que el pejerrey preda principalmente sobre organismos animales. También se encontraron variaciones en el componente principal de la dieta de acuerdo a la longitud alcanzada por el pejerrey, observándose una marcada ictiófaga.

Berasain *et al.* (2001), realizaron estudios sobre experiencias de cría de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, durante su primer año de vida, para este estudio cultivaron peces de 19 y 25 días de vida, los cuales fueron cultivados en estanques de 100 metros cuadrados, con una densidad de 25 peces por metro cuadrado, el flujo de agua fue continuo y la alimentación consistió en el alimento artificial (alimento para trucha) 2 veces al día (2%) de biomasa total estimada, al comparar los resultados logrados con los obtenidos por otros autores, comprobaron que las técnicas utilizadas en diferentes pruebas

de cría de pejerrey han sido tan variadas como sus resultados, así mismo el ajuste de los datos a modelos de crecimiento, supervivencia y producción comunes, permitió describir en forma continua el desarrollo promedio de un lote de juveniles de pejerrey.

Bustingorry *et al.* (2005), en su estudio sobre cultivo de alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) compararon tres dietas diferentes y dos densidades de siembra, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto sobre el crecimiento y supervivencia de pejerreyes utilizando tres dietas diferentes, las larvas fueron alimentados con alimento vivo (*Artemia salina*) por 30 días los cuales han tenido la más alta supervivencia, el resto de dietas elegidas fueron alimento balanceado e hígado de vacuno molido.

Fernando *et al.* (2005), realizaron estudio sobre el cultivo de Pejerrey *Odontesthes bonariensis*, valenciennes 1835, en el Instituto de investigaciones Biotecnológicas de Chascomus, Buenos Aires Argentina, comparando entre tres dietas diferentes y dos densidades de siembra, donde realizaron dos experimentos diferentes, ambos con sistema de recirculación y con tres condiciones de alimento vivo, los cuales fueron; alimento vivo, dieta artificial e hígado molido de vacuno por 30 días y dos densidades de siembra de uno y cuatro alevinos por litro, los alevinos tuvieron más alta supervivencia (97%) y con un crecimiento (97.9 mg), con alimento vivo y los alevinos cultivados a abaja densidad (1/L) fue más alto con respecto a (4/L) mencionan que los resultados indican que la supervivencia y el crecimiento de pejerrey, están influenciados por el tipo de alimento y el crecimiento por la densidad de cultivo.

Berasain *et al.* (2006), en su estudio sobre el cultivo intensivo de juveniles de pejerrey *Odontesthes bonariensis* en estanques, presentaron resultados de un experimento de cría intensiva realizado en la Estación Hidrobiológica Chascomús (EHCh). Desarrollaron el trabajo en dos etapas, la primera desde la eclosión al día 27 en tanques circulares de 2000 litros, bajo techo, alimentados con nauplios de *Artemia* y alimento balanceado. La segunda etapa se realizó en dos estanques (A y B) de 50 m² previamente fertilizados, con escaso recambio de agua. Los peces habían sido sembrados a una densidad de 280 individuos/m², se alimentaron con zooplancton natural y alimento balanceado. A los 89 días se dio por concluido el proceso de cría. Periódicamente se efectuaron muestreos y con la información obtenida se calculó crecimiento en longitud y peso, supervivencia, biomasa, producción y disponibilidad de alimento natural. Al finalizar la experiencia obtuvieron longitudes medias finales de 7.39 y 5.97 cm, pesos medios de 3.59 y 1.79g

supervivencias del 39.37 y 73.19% y producciones de 3 907 y 3 623 kg/ha/62 días en los estanques A y B respectivamente. Estos valores se encuentran entre los más altos registrados para la producción de juveniles de pejerrey en Argentina.

Orellana & Toledo (2007), realizaron estudio sobre crecimiento de juveniles de pejerrey (*Odontesthes regia* Humboldt, 1821) (Atherinidae) en balsas jaulas Juveniles de pejerrey de mar, en donde tuvieron buenos resultados ya que cultivados en un sistema de balsas jaulas se comportaron bien adaptándose rápidamente a este tipo de confinamiento. Los valores de crecimiento y mortalidad obtenidos en un período de 12 meses son similares a los observados en otros peces marinos cultivados a escala industrial. El valor de TCE obtenido para todo el período fue de (0.57) a si mismo comparó con juveniles de trucha arcoiris, usando 20% de lupino blanco (*Lupinus albus*) en reemplazo de harina de pescado para un período de 6 meses (SGR=0.58), pero inferior en relación a ensayos realizados con alevines de tilapia roja *Oreochromis aureus* por *Oreochromis niloticus* alimentados con pulpa de café (20% de reemplazo de harina de pescado), donde el SGR fue 1.51, o inferior al compararlo con el mero japonés *Lateolabrax japonicus* alimentado con raciones en base a 30 % de reemplazo de harina de pescado con harina de poroto soya (SGR=2.98) en un período de 153 días. La tasa de mortalidad observada durante el período de 12 meses para el pejerrey de mar cultivado en balsas jaulas, estuvo en el rango típico de valores observados para trucha arco iris cultivada en agua dulce (17.9 % en 14 meses), o para el salmón del Atlántico en fase de agua dulce (22 % de ova a smolt en 13 meses), pero más baja en relación a la mortalidad de la perca marina japonesa (50.7%) y de las Experiencias de cría de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*, mortalidad en Tilapia roja (34.5%), donde el período experimental fue alrededor de la mitad del período con *Odontesthes regia* (Humboldt, 1821).

Velasco *et al.* (2008), en su estudio sobre la producción intensiva de juveniles de *Odontesthes bonariensis* concluyeron que; la producción masiva de juveniles fue posible, durante los 16 días, eclosionaron 2000 larvas quienes se mantuvieron al aire libre en dos tanques circulares de dos mil litros cada uno. Las larvas se alimentaron con zooplancton, *artemia* y alimento de tipo artificial. La densidad inicial fue de 230 individuos/m² con una longitud total promedio de 15.03 mm (DE±0.60) y peso promedio de 0.024 g (DE±0.0041). Una vez convertidos en juveniles, éstos se alimentaron 4 veces al día con alimento artificial, resultando un número final para esta etapa 16.503 con una longitud media de 110.28 mm (DE±17,88) y peso promedio de 11,28 g (DE±6.07). La tasa de

conversión alimentaria fue de 1.31 y la tasa de supervivencia fue de 71.75%. La producción final fue de 19 418.3 Kg/hectárea después de 180 días de crianza.

Solimano *et al.* (2014), realizaron evaluación de modelos de crecimiento en diferentes condiciones de cultivo de (*Odontesthes bonariensis*) en donde el objetivo de este estudio fue comparar cómo responde la TEC de pejerrey bajo diferentes métodos de cultivo y generar un modelo teórico para predecir el crecimiento que la especie puede alcanzar. Para llevar a cabo los modelos se hizo una base de datos con los datos disponibles del cultivo intensivo, extensivo y semi-intensivo, a la cual un modelo exponencial y polinomio se ajustaron por el método de mínimos cuadrados y luego el esperado, el crecimiento se simuló utilizando el modelo que mejor se ajusta. A partir de los resultados, se observó que el polinomio modelo presentado es el mejor se ajusta a diferentes métodos de cultivo. En todos los casos, los modelos reflejaron la estacionalidad en las tasas de crecimiento exhibidas por la especie, donde la TEC fue más baja en invierno y más alta en primavera. Los modelos de simulación también muestran que el cultivo semi-intensivo podría producir mayor peso que otros métodos. Bajo estas condiciones, los peces obtienen zooplancton del medio ambiente incorporando elementos esenciales de su fuente de alimento natural. Esto sugiere que es posible mejorar el tamaño de los peces utilizando técnicas que también incorporan alimentos naturales o su equivalente en la composición de las dietas artificiales, por otro lado mencionan que, mientras la temperatura aumenta también lo hace la tasa de crecimiento específico para una talla determinada, hasta llegar a una temperatura óptima para cada especie a partir de la cual, un incremento en la temperatura genera una disminución en la tasa de crecimiento.

Velasco *et al.* (2014), analizaron el crecimiento y la supervivencia de juveniles de *Odontesthes bonariensis* utilizando diferentes densidades y condiciones de cultivo. Utilizando alimento inerte para truchas de marca Ganave (producto argentino) con una composición de; 47% de proteína animal, 13% de lípidos, 2% de fibra y 18% de minerales totales, para este estudio consideraron dos ensayos; ensayo 1(E1) trabajaron con individuos a partir de 67 hasta 295 días de edad, al final de ensayo el longitud total (LT) media fue 191.2 mm y el peso promedio fue 53.85g el valor promedio de índice de condición (IK) fue de 1.09 y al final 1.23 el número final de individuos fue de 3760 con una supervivencia del 88.2%. En el ensayo 2 (E2) se llevó a cabo con individuos de 43 a 182 días de edad, obtuvieron al final del ensayo resultados como; longitud total (LT) 132.5mm y el peso fue de 19.74 g respectivamente, el valor de IK fue aumentando desde

un valor inicial de 0.91 a un (IK) final de 1.34 la tasa de supervivencia fue del 73.34% y la producción fue de 17.4 kg/ha, el promedio de temperatura del agua durante los ensayos fue; en la mañana 27°C y en la tarde fue de 30°C. En ambos ensayos, el peso medio y las tasas de supervivencia obtenidas fueron superiores a otros registrados por diferentes autores.

Grosman (1995), menciona en su estudio sobre variación estacional en la dieta de Pejerrey realizado en el Instituto de Hidrología de Llanuras – Argentina, en donde el objetivo fue analizar la dieta del pejerrey de una determinada talla en donde estableció la abundancia relativa (A) de cada ítem hallado, frecuencia porcentual (F) y diversidad de la dieta y determino la importancia relativa de cada alimento, indicando que en verano es planctofago y micrófago, en invierno oportunista y macrófago e intercalada en el tiempo.

Egea *et al*, (2002), mencionan en su estudio sobre efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el Sargo picudo *Diplodus puntazo*, indican que el crecimiento compensatorio se define como un crecimiento rápido provocado por un comportamiento hiperfágico (deseos de alimentarse) después de un periodo de ayuno. El objeto fue poner lotes de control alimentados a saciedad y otro en ayuno, en donde comprobaron que la tasa de crecimiento se duplicó en el periodo realimentación, con respecto a lotes de control, sin embargo, estos lotes recuperaron el factor de condición (k). El índice de condición resulta complejo compáralo con otras especies, ya que depende de las especies, estado de desarrollo, condiciones ambientales, intensidad y duración de los periodos de privación alimentaria, entre otros factores.

Grosman (2013), en su estudio realizado sobre experiencias de alimentación y crecimiento con alevines de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) cuyo objetivo fue optimizar la siembra utilizando dietas de bajo costo, 1^{ro}) perfiton extraído manualmente (evaluación del crecimiento y supervivencia hasta los primeros 15 días de vida), 2^{da}) siembra en piletas, encontrándose diferencias en los resultados (variación de la supervivencia entre 24.37 y 51.75%), así como dos estadios de crecimiento, cuyo punto de inflexión se produjo a los 45 días de la eclosión.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

La etapa larvaria y alevinaje de pejerrey es considerada la más crítica, debido a que en esta etapa se produce mayores mortandades, la mayoría de los problemas están asociados con la nutrición y alimentación, por lo tanto, para garantizar una estrategia de manejo en sistemas intensivos de cultivos con su correspondiente optimización de producción, es necesario el conocimiento sobre las características, hábitat, alimentación, entre otros indicadores biológicos como la fisiología digestiva del pez (Wetzel, 2001).

En la actualidad el pejerrey especie introducida al lago Titicaca presenta una disminución en 11.8 % entre los años 2016 a 2017 (IMARPE, 2017), ocasionada probablemente por la sobrepesca. Lo cual significa la búsqueda de estrategias para preservar dicho recurso, ya que son importantes componentes nutricionales en la región. Una de las estrategias acuícolas, para esta especie ha estado encaminada hacia la adaptabilidad en sistemas controlados tanto con jaulas flotantes como estanques.

Debido a la magnitud del problema de disminución que presenta el pejerrey en los últimos años y el poco conocimiento sobre la fisiología digestiva del pez, ha dificultado la obtención y manejo de larvas y alevinos de pejerrey en sistemas controlados. Para llevar a cabo un manejo exitoso de larvas de pejerrey, es necesario indicar que el pez debe estar entrenada para ingerir alimento, considerando que el sistema digestivo de larvas de pejerrey, morfológicamente, histológicamente y fisiológicamente es menos desarrollado que los peces adultos (Govoni *et al.*, 1986).

EL PROBLEMA CIENTÍFICO de la investigación fue:

- ¿Qué tipo de alimento vivo en condiciones de laboratorio se requiere para el crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis*?

2.2 Enunciados del problema

Pregunta de investigación general

- ¿Cuál sería la secuencia de alimentación apropiada para el crecimiento y supervivencia de larvas y alevinos de *Odontesthes bonariensis*?

Preguntas de investigación específicas

- ¿Cuál sería el alimento adecuado en larvas y alevinos de *Odontesthes bonariensis* bajo el suministro de fitoplancton y posteriormente, zooplancton?
- ¿Cómo sería la frecuencia de suministro alimentaria para mantener viable el crecimiento de alevinos de *Odontesthes bonariensis*?
- ¿Cómo sería el porcentaje de supervivencia de alevinos de *Odontesthes bonariensis* según el suministro de fitoplancton y zooplancton?

2.3 Justificación

Uno de los grandes problemas que enfrenta el cultivo de pejerrey se encuentra en el manejo de larvas y pos larvas de esta especie, ya que la gran población de larvas eclosionadas generalmente presenta mortandad antes de iniciar su primera alimentación, por otro lado los cambios anatómicos y fisiológicos durante el desarrollo de las larvas de peces son factores que definen sus requerimientos nutricionales. Los peces sin funciones estomacales durante la fase de larval son dependientes de alimento vivo como dieta inicial, considerando que el mayor constituyente nutricional en el alimento vivo es la proteína, la capacidad proteolítica para la digestión del alimento puede ser considerada como la más importante durante la fase larvaria temprana de los peces. Dentro de este contexto, la supervivencia de larvas de pejerrey bajo cultivo es un aspecto esencial que está claramente relacionado con la plena satisfacción de sus requerimientos nutricionales, de aquí la alimentación de las larvas de peces determina la disponibilidad y la cantidad para los centros de producción acuícola, sin embargo, hasta el momento la falta de desarrollo de métodos adecuados constituye la limitación en la disponibilidad de alimento para larvas de peces, (Lazo, 2000)

Así mismo, dentro de la seguridad alimentaria a nivel mundial, el consumo de pescado está considerado dentro de las principales dietas por su alto contenido en ácidos grasos y omega-3 (Leighton & Urquiaga, 2004). La producción pesquera en el contexto internacional, está integrada por pesca y acuicultura, estas pueden ser para el consumo

humano directo como indirecto, el mayor porcentaje proviene de los ecosistemas marinos en comparación con las capturas en aguas continentales, sin embargo la acuicultura ha mostrado en los últimos años, superioridad histórica en toneladas de producción (FAO-Fishstat, 2015).

Uno de los mayores desafíos de la comunidad internacional es; cómo alimentar a más de 9000 millones de personas para el año 2050 en un entorno de cambio climático, incertidumbre económica y financiera y aumento de la competencia de recursos naturales, en el año 2015 los miembros de Naciones Unidas aprobaron la agenda 2030 para el desarrollo sostenible en donde fijaron objetivos inherentes a la pesca y acuicultura en pro de la seguridad alimentaria y la nutrición (FAO, 2016). Razones que me permitió contribuir en la diversificación de la acuicultura y en la seguridad alimentaria en la región Puno.

El Perú es el país de América Latina y el Caribe con mayor índice de consumo de pescado por persona al año, se registró un consumo de 146 - 218 kg/por persona promedio en la Amazonía; 130 en el Pacífico y 39 kg/por persona en la Sierra (FAO, 2016). La acuicultura peruana hasta el año 2011 alcanzó poco más de 92 mil toneladas, de los cuales el 74% son cosechados en el ámbito marítimo y el 26% representa al ámbito continental, en la tabla 4 se aprecia que la producción acuícola incrementó notablemente a partir del año 2002, especialmente en los especies como; concha de abanico, langostinos y trucha arco iris, así mismo la producción de tilapias y de peces amazónicos crecieron durante este periodo pero en menor proporción (PRODUCE, 2005).

En la actualidad la pesca y la acuicultura siguen siendo importantes fuentes de alimento, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo, gracias a un intenso crecimiento de la acuicultura, que en la actualidad proporciona la mitad de todo el pescado destinado al consumo humano, y a una ligera mejora de la situación de determinadas poblaciones de peces como consecuencia de una mejor ordenación pesquera. Además, el pescado sigue siendo los más comercializados en todo el mundo.

Tabla 4

Especies cultivadas en la acuicultura peruana en TM entre los años 2000 - 2011

Ámbito/Especie	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	%
Continental	6,550	6,587	6,793	9,348	14,985	14,837	17,319	23,609	74
Boquichico	82	60	12	15	25	27	36	15	
Camarón gigante de malasia	11	18	11	4	6	11	15	13	
Carachama	0	0	0	1	4	1	22	6	
Carpa	1	3	11	13	15	15	19	8	
Gamitana	241	251	344	414	539	564	680	522	
Paco	6	43	38	34	71	75	101	130	
Pacotama	3	17	6	86	58	12	3	12	
Paiche	2	14	2	0	1	3	48	422	
Tilapia	1326	619	494	1741	1714	1261	2013	2423	
Trucha	4699	5475	5794	6997	12497	12817	14250	19962	
Sábalo cola roja	177	86	78	41	52	49	114	96	
Otros	2	1	3	2	3	2	18	0	
Marítimo	15,565	19,393	21,594	30,183	28,133	29,480	71,700	68,592	26
Concha de abanico	10,486	11,066	12,337	18,518	14,802	16,047	58,101	52,213	
Langostino	5,073	8,324	9,257	11,657	13,314	13,425	13,597	16,379	
Ostra del Pacífico	6	3	0	0	0	0	0	0	
Otros	0	0	0	8	17	8	2	0	

Fuente: Anuario estadístico pesquero y acuícola PRODUCE, 2015

La baja estadística que se indica de organismos oficiales, la pesca en el lago Titicaca (sector peruano) y las lagunas adyacentes a la zona, es considerado como una actividad de subsistencia y crítica para los pescadores artesanales debido a la sobreexplotación, pesca ilegal con chinchorro y contaminación ha reducido la biomasa de forma considerable y que ponen en riesgo la subsistencia de los pescadores, quienes junto con sus familias tienen el consumo de pescado como su principal fuente de proteína animal, se estima que el consumo de pescado semanal de estas familias es 1 kilogramo por cada integrante. El ingreso económico de los pescadores bordea entre los 100 y 300 USD al mes, dependiendo de las cantidad de redes con que cuenta cada pescador (FAO, 2016) En la tabla 5, puede mostrarse a nivel de muestreo, el desembarque de los principales recursos pesqueros en el Lago Titicaca (IMARPE, 2017).

Tabla 5

Desembarque (kg) de principales especies pesqueras del Lago Titicaca en los años 2014 - 2017

Especies	2014	2015	2016	2017	Variación (%)	
					2017/2016	2017/2015
<i>Orestias Ispi</i>	131.325	60.290	107.757	215.010	99.5	256.6
<i>Orestias luteos</i>	31.473	21.920	27.117	23.413	-13.7	6.8
<i>Orestias agassizi</i>	10.349	5.312	6.596	5.614	-14.9	5.7
<i>Orestias Olivaceos</i>	1.362	2.018	2.342	1.845	-21.2	5.7
<i>Orestias imarpe</i>	195	572	572	95	-83.4	-83.4
<i>Orestias mulleri</i>	473	265	317	283	-10.8	-8.6
<i>Trichomycterus dispar</i>	4.108	2.349	2.797	2.474	-11.6	5.3
<i>Odontesthes bonariensis</i>	94.582	68.890	80.742	71.243	-11.8	3.4
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	23.407	23.846	28.865	26.879	-6.9	12.7
Total	297.273	185.462	257.105	346.856	34.9	87-0

Fuente: Informe técnico anual del IMARPE - Puno, 2017.



Figura 1. Zonas de pesca con relación a los diferentes recursos hidrobiológicos en el Lago Titicaca

Fuente: Informe técnico anual del IMARPE - Puno, 2015.

Con respecto a la producción de la especie *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris), a nivel de cultivo (jaulas flotantes) representa desde el año 2007, un importante crecimiento, pudiendo registrarse en el año 2016, de 43290.02 toneladas según PRODUCE (2016), lo cual puede observarse en la figura 2.

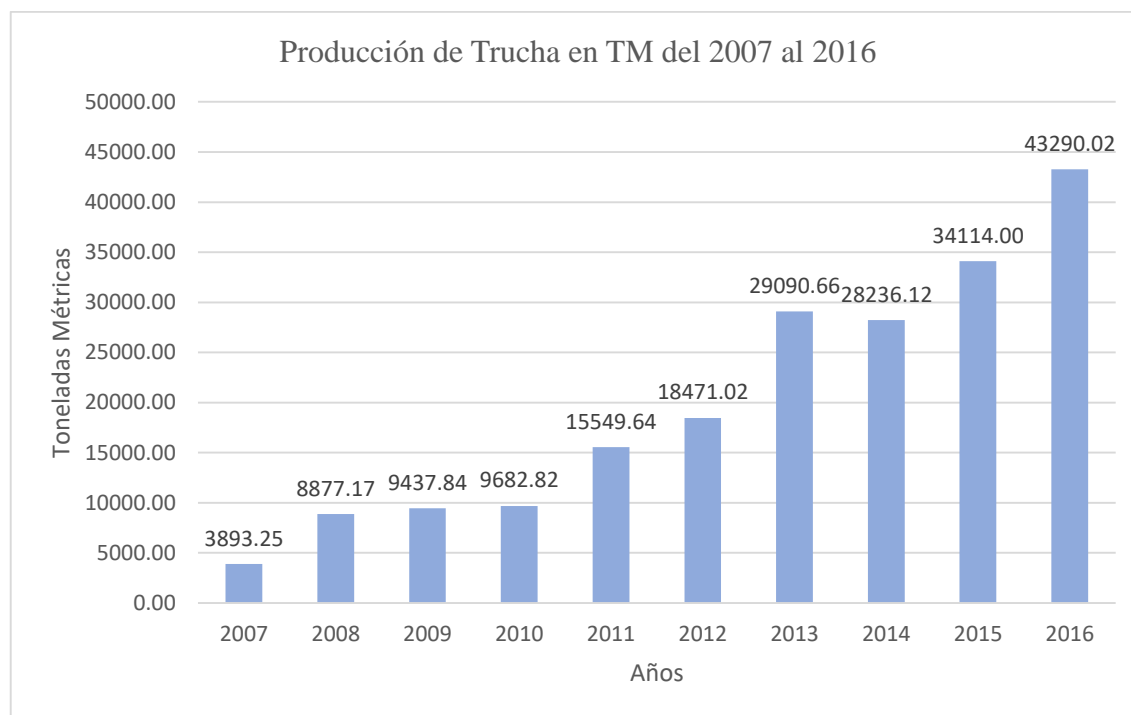


Figura 2. Crecimiento productivo de *Oncorhynchus mikiss* en la Región Puno

Fuente: Anuario Estadístico pesquero y Acuícola 2016 PRODUCE.

Al evaluarse los resultados de la tabla 5 y la figura 2, puede interpretarse con un aumento de la producción acuícola para la trucha arco iris en 43290 TM a 2016 y una disminución de pejerrey en 11.8 % entre los años 2016 a 2017. En la actualidad IMARPE-Puno, está realizando cultivo experimental de pejerrey en sistema controlado, el cual consiste en la reproducción artificial, a partir de plantel de reproductores confinados en jaulas flotantes ubicado en la Isla flotante de los Uros, ubicadas a 4.0 Km. del puerto de Puno.

Específicamente, en el manejo del pejerrey, ha existido en los últimos años, un intento de incrementar la eficiencia sobre la siembra de larvas obtenidas, a partir de desoves artificiales y para lo cual, individuos juveniles han sido criados en estanques con costos elevados de producción. Sin embargo, los resultados alcanzados no parecen estar justificados por dichos costos, independientemente, de que la eficiencia sobre los planes de siembra extensiva, no ha sido evaluadas (Gómez, 1998; Colautti *et al.*, 2004).

El manejo de alimentación en larvas de pejerrey es importante y de mucha atención, (Ringuelet *et al.*,1980), mencionaron que durante la primera etapa del pejerrey, debe suministrarse dieta planctónica, ya que son filtradores, razón por el cual debe pensarse en cultivos larvarios (disponibilidad de presas vivas: fitoplancton y zooplancton) como el primer alimento a proveer (Cahu & Zambonino, 1997), aunque aún la problemática parece estar relacionada con la propia fisiología digestiva del pejerrey, por cuanto toda estrategia estaría en realizar ensayos sobre determinada alimentación en la fase larvaria y de alevines.

Bdui (1988), menciona que; los factores relacionados con la alimentación y la nutrición son los que más afectan la supervivencia y crecimiento de las larvas de peces, contar con organismos vivos los cuales contiene cantidades variables de agua, proteínas, lípidos, minerales y otros compuestos, incluyendo los que imparten aroma, sabor y color, al no tener un sistema digestivo completamente formado desde su eclosión además de que deben atravesar por un proceso de transformación hasta juvenil, problema que se agudiza durante el periodo larvario razón por el cual requiere alimentarse con presas vivas de tamaños muy pequeños (Tucker, 1998).

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar la alimentación, crecimiento y supervivencia *Odontesthes bonariensis* “Pejerrey” hasta la etapa de alevinos en condiciones de laboratorio.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la viabilidad alimentaria a base de *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* a larvas y alevinos de pejerrey
- Determinar la frecuencia de aparición de cada presa suministrado con *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* hasta la etapa de alevinos de pejerrey
- Evaluar la tasa de crecimiento hasta la etapa de alevinos de pejerrey alimentados con *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

El pejerrey, en su estadio de larvas y alevinos, son planctófagos, pero conforme crecen cambian de régimen alimentario convirtiéndose en peces carnívoros.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La microalga *Chlorella vulgaris* es más viable para larvas de pejerrey como alimento vivo, durante los primeros días de nacimiento que la *Artemia salina* y la *Daphnia pulex*,
- La presa alimentaria tiene relación directa con el tamaño de la boca de larvas de pejerrey y esto restringe el consumo de alimento de tamaño mayor a su boca.
- El crecimiento y supervivencia de larvas y alevinos de pejerrey presentan relación con el tipo y calidad de alimento suministrado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Lugar de estudio

La investigación fue realizada en las instalaciones del Laboratorio Continental de IMARPE – Puno, ubicado en la avenida circunvalación sur N° 1911, barrio San Martín de la ciudad de Puno, en el área de acuicultura. El estudio se efectuó durante los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2016

3.2 Población

Para la investigación se utilizaron 6894 unidades de larvas de pejerrey concernientes a un día de edad, de las cuales, 900 unidades fueron utilizadas para el primer objetivo específico con tres repeticiones, para el segundo y tercer objetivo, fueron utilizados 5994 unidades de larvas de pejerrey, confinadas en nueve acuarios de vidrio (50x40x40cm³), por 15 días. Posteriormente, fueron trasladados hacia tres tanques circulares de 0,5m³, en ambos casos con sistema de aireación permanente y con un recambio de agua cada cinco días.

3.3 Muestra

Fue establecido un total de 1998 individuos para el segundo y tercer objetivo donde el tamaño de muestra determinado correspondió a 73 unidades de larvas de pejerrey por cada ensayo utilizando la siguiente fórmula (Murray & Larry, 2009).

$$n = \frac{N \cdot z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2(N-1) + z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

$$n = ?$$

$$N = 1998$$

$$Z = \text{intervalo de confianza } 95\% = 1.96$$

$$P = \text{proporción esperada} = 50\% = 0.5$$

$$d = \text{precisión que deseamos para el estudio} = 5\%$$

$$q = 1 - p \text{ (en este caso } 1 - 0.05 = 0.95)$$

$$n = \frac{1998 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2(1998 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = \frac{1998 * 3.8416 * 0.05 * 0.95}{0.0025(1997) + 3.8416 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = \frac{364.587048}{4.9925 + 0.0182476}$$

$$n = \frac{364.587048}{5.0107476} = 73$$

3.4 Descripción de métodos por objetivos específicos

3.4.1 Determinación de la viabilidad alimentaria a base de *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* a larvas y alevinos de pejerrey

Los ensayos se realizaron en el área de acuicultura del laboratorio continental de IMARPE - Puno. Las larvas de *Odontheistes bonariensis* (anexo 2A), una vez obtenidas desde los vasos Chasse (Mc Donald) con volumen de 5 L y con flujo continuo de agua de 0.5 L/s, que funcionaron para cumplir con el proceso de incubación y eclosión, para este primer objetivo se utilizó 900 unidades de larvas con un peso promedio de 0.0010 g y con una longitud total de 0.70 cm del mismo cohorte los cuales fueron fraccionados en igual número de individuos en tres matraces de vidrio de un litro, (anexo 2B) tres muestreos por cada ensayo, el uso de matraz facilitó extraer y cuantificar con facilidad los peces muertos. Después de cuatro días se proporcionó a los peces alimento vivo dos veces al día, los cuales correspondieron a

Chlorella vulgaris, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* durante 11 días. Se determinó la viabilidad del tipo de alimento, porcentaje de mortalidad y supervivencia de larvas bajo el suministro de cada alimento vivo.

La proporción de *Chlorella vulgaris* a larvas de pejerrey fue 150 ml, con una densidad celular de 8 millones de unidades por ml. El cultivo de esta especie se realizó en el laboratorio de cultivos auxiliares del laboratorio continental de IMARPE - Puno. La alimentación con *Artemia salina* fue dos veces al día, la cantidad suministrada fue de 3 ml, con una densidad de 100 unidades por ml. Para la eclosión de sistos de *Artemia salina*, se pesó 5 g de quistes de *Artemia salina* el cual fue sometido en un envase de un litro con agua agitándolos por un periodo de 40 minutos posteriormente se le agregó hipoclorito de sodio al 6% (30 ml), el cual cumplió de eliminar y desinfectar agentes patógenos que pudiera estar presentes en los quistes de *Artemia salina*, hidratado y desinfectados los huevos de *Artemia* fueron enjuagados con agua potable y se procedió a incubar en un envase de 1 litro que contenía agua con una salinidad al 35%, a una temperatura de 30°C por un tiempo de 24 horas, en este lapso de tiempo eclosionó obteniendo nauplios de *Artemia* y estas fueron proporcionados a los peces, dos veces al día la cantidad de 2 ml equivalente a 20000 unidades, en cuanto a *Daphnia pulex*, se proporcionó 100 ml a cada matraz con una densidad poblacional de ocho unidades por ml de nauplios de *Daphnia*, dichas *Daphnias* fueron capturados de la Bahía interior del lago Titicaca y fueron seleccionados por tamaños mediante tamices y estas fueron acondicionados en el laboratorio en envases de 50 L con aireación permanente, la alimentación fue a base de microalgas (*Chlorella vulgaris* y *Scenedesmus sp.*).

La temperatura de los acuarios y tanques se mantuvo entre 16 a 17.4 °C, la concentración y del oxígeno disuelto se controló entre 5.2 a 5.7 mg/L.

Así mismo para los tres ensayos se utilizó métodos estadísticos, los cuales correspondieron al análisis de la varianza factorial y la prueba de intervalos múltiples de Tukey utilizando el software profesional Statgraphics (STATPOINT TECHNOLOGIES, 1994-2001) programa “R” para los gráficos, donde los resultados se consideraron significativos, a un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$).

3.4.2 Determinación de la frecuencia aparición de cada presa suministrados con *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*, desde la etapa larvaria hasta alevines

De las 5994 unidades de larvas de pejerrey considerados como población, se establecieron 1998 ejemplares para cada ensayo (tres réplicas). Estas fueron confinadas en nueve acuarios de vidrio (50x40x40cm), distribuidos a 666 larvas de pejerrey por acuario con aireación permanente por 15 días. Posteriormente, fueron trasladados a tres tanques circulares de 0.5m³ (anexo 2k) previo control de parámetros físico - químicos, de igual forma con sistema de aireación y filtros para mantener limpia el agua. A partir del cuarto día de nacimiento se suministró a cada acuario tres variedades de alimento vivo; dos veces al día "ad libitum" *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*. Para el análisis del contenido estomacal se utilizó 73 unidades de peces que correspondieron al tamaño de muestra, dicha actividad se efectuó cada siete días por un periodo de 46 días, el cual permitió corroborar con los resultados del primer objetivo.

Para determinar la frecuencia preferencial, ítems-presa (especies) se procedió, a realizar la disección con un bisturí separando el tubo digestivo mediante un corte longitudinal. Posteriormente se extrajo el contenido del tracto digestivo con una pinza en una lámina porta objetos para su observación y análisis mediante el microscopio compuesto EUROMEX ISCOPE y estereoscopio KRUSS OPTRONIC (anexo 2C). La identificación de los ítems-presa se realizó, a nivel de la especie y en función al grado de digestión de los mismos.

Para determinar la frecuencia de aparición de cada presa, se calculó la frecuencia de ocurrencia (FO), a partir de la fórmula:

$$FO = n/N * 100$$

Donde:

n = es el número de tractos digestivos que contiene una presa determinada

N = es el número total de tractos digestivos con alimento.

A partir de los porcentajes obtenidos se distinguieron tres categorías de presas las que correspondieron a (Franco & Bashirulah 1992; Cardoza Martínez *et al.*, 2011)

a) Alimento preferencial (FO > 50)

- b) Alimento secundario ($10 < FO < 50$)
- c) Alimento accidental ($FO < 10$).

La limpieza de los acuarios durante el proceso de evaluación; fue cada dos días mediante sifoneo separando alimentos no consumidos para evitar el proceso de descomposición por lo tanto impedir la mortalidad de larvas y alevinos de pejerrey. Así mismo el recambio de agua en acuarios fue fundamental durante el proceso de investigación. Por ello se realizó cada 10 días en acuarios, sin embargo, para peces confinados en tanques circulares el recambio de agua fue cada cinco días, correspondiendo la tercera parte del total del volumen ya que experiencias propias indica que los recambios constantes, totales y cambios bruscos de temperatura ocasiona al pez; estrés, atrofia muscular y muerte.

3.4.3 Evaluación del crecimiento y supervivencia durante la etapa de larvas y alevinos bajo condición de laboratorio

Se utilizaron muestras de peces a los cuales se midió la longitud total (LT) en centímetros, con Ictiómetro modelo PÉNTAIR (anexo 2E) y el peso en gramos (P) con balanza precisión modelo PCE (anexo 2F) para relacionarlos y calcular el índice de condición biológica de Fulton (IK), a través de la siguiente fórmula:

$$IK = P / L^3 \times 100$$

Donde:

IK = Índice de condición corporal de Fulton

P = Peso (gramos)

L = Longitud total (cm)

Dicho factor indica el estado nutritivo de una especie en cultivo en relación al medio en que vive en función a su nutrición, así mismo fue útil para comparar y cuantificar numéricamente la condición o estado del pez pudiendo asociarse a una valoración de la textura o estado de delgadez o gordura (Martínez Millán, 1987). De similar forma, se estimó, la tasa de crecimiento específico (TCE) en porcentaje día, la relación longitud-peso se utilizó para estimar el peso correspondiente a una longitud dada mediante la siguiente fórmula (Ricker, 1979):

$$TCE (\%/día) = (\ln XF - \ln Xi) / (T) * 100$$

Donde:

$\ln X_F$ = logaritmo natural del peso húmedo final de la especie

$\ln X_i$ = logaritmo natural del peso húmedo inicial de la especie

T = Tiempo (días)

La ganancia del peso diario se determinó mediante la diferencia del peso final e inicial por el tiempo de cultivo. Al final del ensayo, se determinó la ganancia de peso total en gramos considerando el peso inicial el día cero y el final día (x) asumiendo que los peces aumentan de manera exponencial. En el crecimiento, supervivencia y mortalidad de alevinos de pejerrey, los factores influyentes fueron; la temperatura, oxígeno disuelto pH, salinidad y amonio los cuales fueron controlados (Tabla 17).

Para la evaluación de supervivencia de larvas y alevinos de *Odontesthes bonariensis*, se utilizó 73 unidades, se realizó el conteo de individuos muertos y el porcentaje que representa a todos los acuarios y en tanques circulares. El control y la separación de peces muertos fue cada dos días, mediante el método de sifoneo, durante las mañanas evitando la descomposición y posible producción de amonio. Las densidades que se manejaron fueron; para acuarios de vidrios 15 ind/L, estabulados durante 30 días, posteriormente trasladadas a tanques circulares con una densidad y 5 ind/L, el agua utilizando para el cultivo fue de lago Titicaca, zona Ichu.

3.4 Análisis estadístico

Para el tratamiento de los resultados se aplicó análisis de la varianza factorial con réplicas para definir las fuentes de variación significativas y la prueba de intervalos múltiples de Tukey para determinar las magnitudes individuales de las diferencias que resulten significativas según lo expresado por Montgomery (1991). Todos los cálculos se realizaron utilizando el software profesional Statgraphics (STATPOINT TECHNOLOGIES, 1994-2001) donde los resultados se consideraron significativos, a un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0.05$).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinación de la viabilidad alimentaria a base de *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* a larvas y alevinos de pejerrey

En el ensayo 1; se consideró 300 individuos de larvas de pejerrey por once días para determinar la viabilidad alimentaria, los peces fueron distribuidos en igual número de individuos en tres matraces de vidrio de un litro (anexo 2A). Se observó que al sétimo día, existió mayor viabilidad al suministrar *Chlorella vulagris* en los tres ensayos, obteniendo una supervivencia de 99 individuos, mientras alimentados con *Artemia salina* la supervivencia fue de 74 individuos y al suministrar *Daphnia pulex* la sobrevivencia ha sido de 45 individuos. A partir del octavo día, la viabilidad con *Chlorella vulgaris* fue irrelevante puesto que los alevinos prefirieron alimentarse de *Artemia salina* y/o nauplios de *Daphnia pulex* probablemente por el tamaño de la presa debido a que el pez presentó incremento corporal en la talla y el peso con relación al periodo de tiempo (Tabla 6).

Así mismo se aprecia en la tabla 7 y figura 3, correspondiente al ensayo 1, las diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0.05$ entre las tres dietas proporcionadas (*Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*) y de acuerdo a la prueba de Tukey, se observó que la *Chlorella vulgaris* tuvo diferencia respecto a *Daphnia pulex* y *Artemia salina* a un nivel de confianza al 95%.

Tabla 6

Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey (ensayo 1)

Día	Viabilidad del tipo de alimento		
	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Artemia salina</i>	<i>Daphnia pulex</i>
0	100	100	100
4	100	90	80
5	99	80	62
6	99	78	48
7	99	74	45
8	95	73	43
9	90	73	43
10	88	71	43
11	85	71	43
0 -11 (n=300)			

n=300, larvas de pejerrey para los tres tratamientos

Tabla 7

Viabilidad según el tipo de alimento en larvas de pejerrey (ensayo 1)

Alimento	Repeticiones	Promedio %
<i>Chlorella sp</i>	8	94.4 a
<i>Artemia salina</i>	8	76.3 b
<i>Daphnia pulex</i>	8	50.9 c

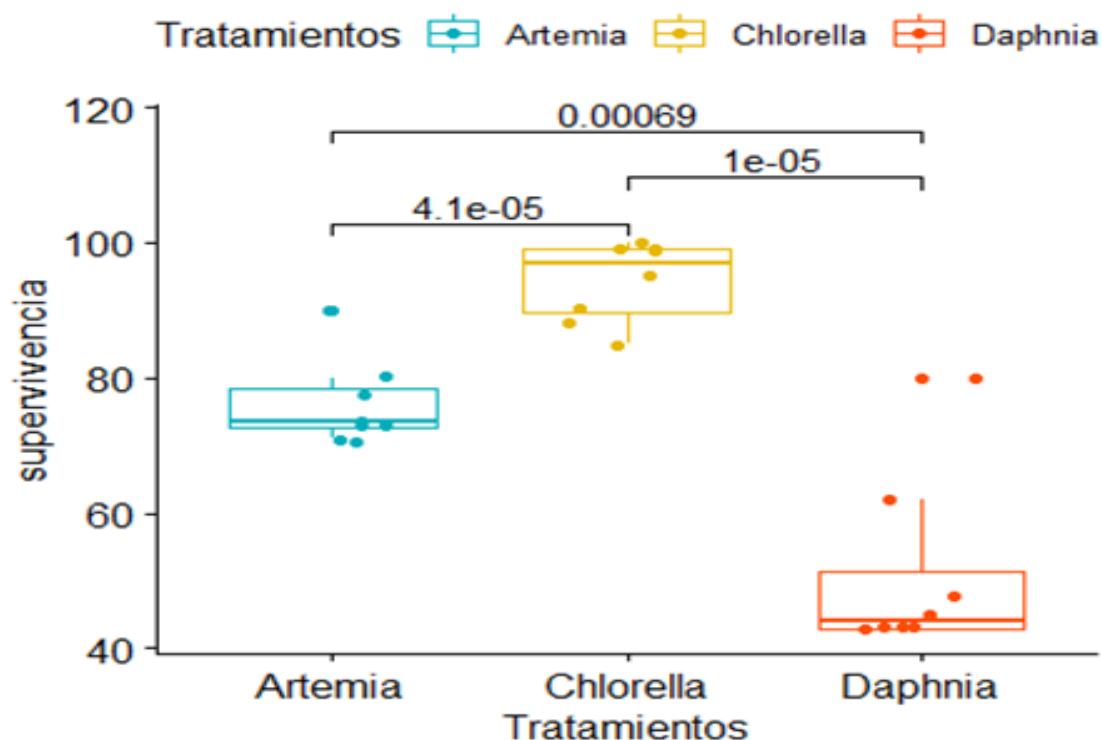


Figura 3. Comportamiento de viabilidad alimentaria con tres tipos de alimento vivo (Ensayo 1)

En el ensayo 2; se consideró 300 individuos de larvas de pejerrey por once días para determinar la viabilidad alimentaria, los cuales fueron distribuidos en igual número de individuos en 3 matraces de vidrio de un litro con repeticiones para cada tipo de alimento (anexo 2A). Los resultados mostraron que al suministrar *Chlorella vulgaris* hasta el sétimo día, la supervivencia larvaria fue 95 individuos, mientras alimentados con *Artemia salina*. La supervivencia ha sido de 74 individuos y al suministrar *Daphnia pulex* la sobrevivencia fue 45 individuos (Tabla 8). Sin embargo, a partir del octavo día, la viabilidad con *Chlorella vulgaris* fue irrelevante puesto que los alevinos prefirieron alimentarse de *Artemia salina* y/o nauplios de *Daphnia pulex* probablemente por el tamaño de presa, debido a que el pez presentó incremento corporal en la talla y el peso con relación al periodo de tiempo, en tal efecto tamaño de la boca. Así mismo se aprecia en tabla 9 y figura 4, correspondiente al ensayo 2, presentaron diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0.05$ entre los tipos de alimento vivo suministrados a los peces, de acuerdo a la prueba de Tukey, se observó que la *Chlorella vulgaris* hubo diferencias respecto a *Daphnia pulex* y *Artemia salina* a un nivel de confianza al 95%.

Tabla 8

Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey (ensayo2)

Día	Tipo de Alimento		
	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Artemia salina</i>	<i>Daphnia pulex</i>
<i>Viabilidad larvaria</i>			
0	100	100	100
4	99	94	79
5	99	88	75
6	99	74	75
7	95	74	45
8	95	73	43
9	90	73	43
10	87	73	43
11	84	73	43
0 –11 (n=300)			

n=300, larvas de pejerrey para los tres tratamientos

Tabla 9. *Viabilidad del tipo de alimento en larvas de pejerrey (ensayo2)*

Viabilidad del tipo de alimento en larvas de pejerrey (ensayo2)

Preferencia alimentaria	Repeticiones	Promedio %
<i>Chlorella sp</i>	8	93.5 ^a
<i>Artemia salina</i>	8	79.8 ^b
<i>Daphnia pulex</i>	8	55.7 ^c

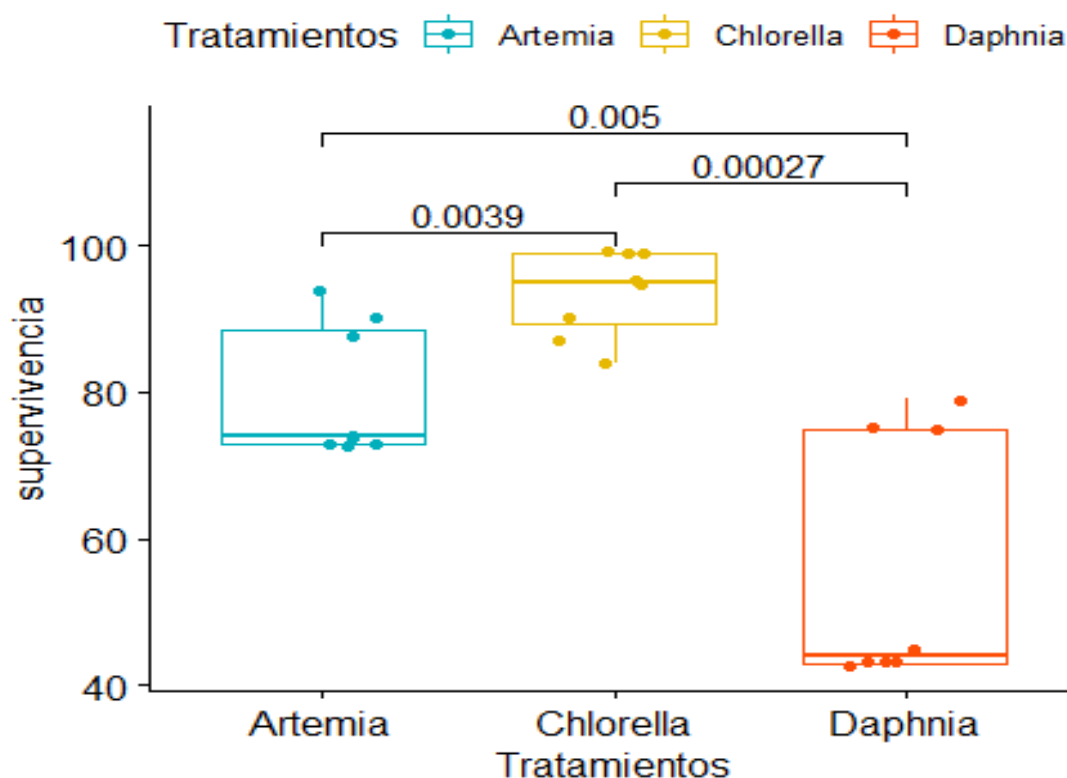


Figura 4. Comportamiento de viabilidad alimentaria con tres tipos de alimento vivo (Ensayo2).

En el ensayo 3; se consideró 300 individuos de larvas de pejerrey por once días para determinar la viabilidad alimentaria, los cuales fueron distribuidos en igual número de individuos en 3 matraces de un litro (repeticiones) para cada tipo de alimento (anexo 2A). Los resultados mostraron que al suministrar *Chlorella vulgaris* hasta el séptimo día, la supervivencia larvaria fue 90 individuos, mientras alimentados con *Artemia salina*. La supervivencia ha sido de 75 individuos y al suministrar *Daphnia pulex* la sobrevivencia fue 63 individuos (Tabla 10). Sin embargo a partir del octavo día, la viabilidad con *Chlorella vulgaris* fue irrelevante puesto que los alevinos prefirieron alimentarse de *Artemia salina* y/o nauplios de *Daphnia pulex* probablemente por el tamaño de presa, debido a que el pez presentó incremento corporal en talla y el peso con relación al periodo del tiempo.

Así mismo se aprecia en tabla 11 y figura 5, correspondiente al ensayo 3, diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0.05$ entre los tipos de alimento vivo suministrados a los peces. Al analizar la prueba de Tukey, se observó que la *Chlorella vulgaris* presentó diferencias respecto a *Daphnia pulex* y *Artemia salina* a un nivel de confianza al 95%.

Tabla 10

Viabilidad del tipo de alimento para la supervivencia larvaria de pejerrey (ensayo 3)

Día	Tipo de Alimento		
	<i>Chlorella vulgaris</i> Viabilidad larvaria	<i>Artemia salina</i>	<i>Daphnia pulex</i>
0	100	100	100
4	97	90	82
5	7	88	77
6	95	85	75
7	90	75	63
8	88	75	60
9	86	75	60
10	84	75	59
11	80	75	59
0 –11 (n=300)			

n=300, larvas de pejerrey para los tres tratamientos

Tabla 11

Preferencia alimentaria en larvas de pejerrey (ensayo 3)

Preferencia alimentaria	Casos	Media
<i>Chlorella sp</i>	8	89.6c
<i>Artemia salina</i>	8	80.4b
<i>Daphnia pulex</i>	8	66.9c

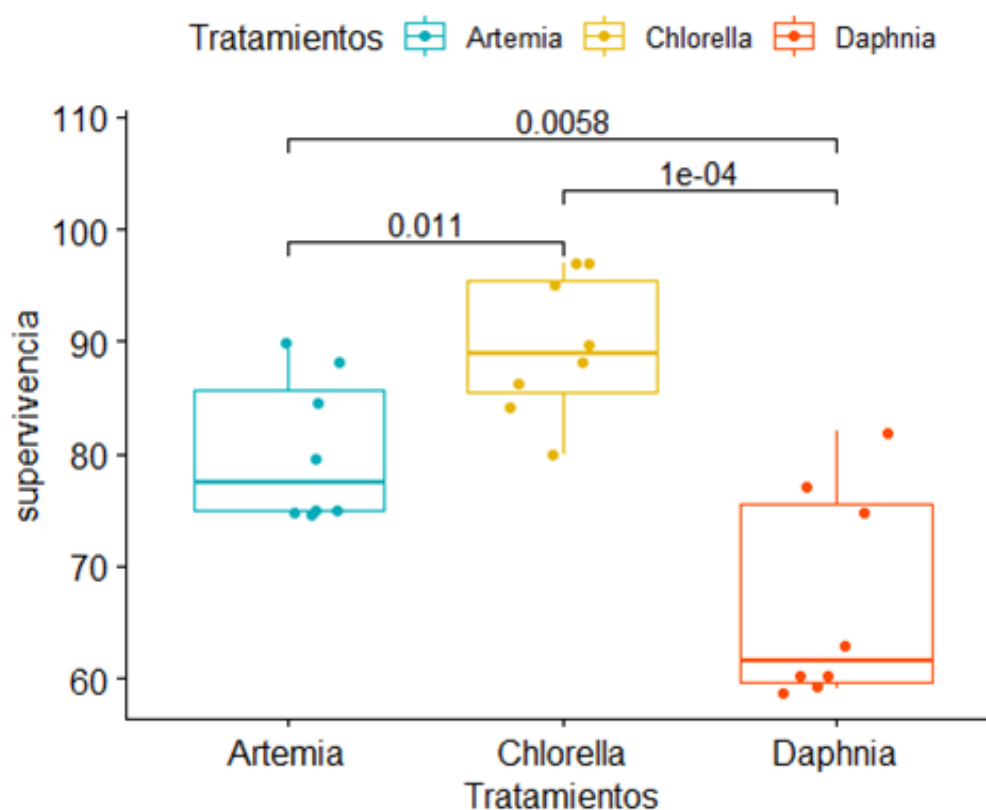


Figura 5. Comportamiento de viabilidad de tres tipos de alimento (Ensayo 3).

Las larvas de *Odontesthes bonariensis*, eclosionan con saco vitelino y después de tres a cuatro días éste se reabsorbe en su totalidad, de manera que, se admite como la primera tasa de alimentación.

Al no presentar un sistema digestivo completamente formado, hace que la alimentación sea dificultosa para determinados tipos de presas que posteriormente constituirán alimentos preferenciales. Es por ello que, los individuos después de tres días, requieren un tipo de alimento fácil de digerir, considerándose a esta primera etapa post-larvaria como planctófaga, ya que es la única que puede ser incorporada sin afectar la vida de los alevinos de modo que, la *Chlorella vulgaris*, justificó el primer suministro en los tres ensayos, alcanzándose mejores indicadores sobre la viabilidad.

Govoni (1986), menciona que, en el momento de la eclosión, el sistema digestivo de las larvas, es un simple tubo recto y corto sin mayor diferenciación. Durante el desarrollo y maduración del tracto digestivo, no se observan grandes cambios morfológicos hasta que inicia la formación del estómago con sus glándulas gástricas y los ciegos pilóricos. Por su parte Dabrowski (1984) indica que las larvas de pejerrey, poseen una limitada

cantidad de material vitelino, motivo del inicio temprano de alimentación exógena, aunque la capacidad digestiva es mínima, correspondiendo esta clasificación sobre la ecología y fisiología larvaria según el grado de desarrollo del sistema digestivo en el momento de reabsorción y alimentación exógena.

Ringuelet *et al.*, (1980), señalaron que *Odontesthes bonariensis* se define como planctófago filtrador durante la primera etapa de vida, aunque posee placas faríngeas dentadas, indicando la posibilidad sobre un cambio de dieta en aquellos ambientes donde el plancton es escaso o inadecuado. Cuya precisión, pudo observarse en este trabajo de investigación donde los alevines mostraron una mejor viabilidad alimentaria con la *Chlorella vulgaris*, en los tres ensayos, aunque de la misma manera, hubo actividad alimentaria sobre *Artemia salina* y la *Daphnia pulex*, lo cual corrobora lo planteado. Así mismo, considero a la microalga como fuente directa de alimento, fuente de micronutrientes, suplemento de enzimas exógenas que ayudan en la digestión, y estímulo directo de las enzimas

En este trabajo de investigación, si bien se observó una menor viabilidad al suministrar alimento vivo como *Artemia salina* y *Daphnia pulex*, en los primeros 7 días, pero ello resultó factible solo al suministrarse previamente *Chlorella vulgaris*. Posterior a los 7 días, las especies *Artemia salina* y *Daphnia pulex* resultaron ser viables, mientras la *Chlorella vulgaris* en menor proporción.

Del Ponti & Garcia (2015) exhiben la composición porcentual discriminado por tallas de la alimentación de pejerrey e indican que la variedad de ítems presa hallados fue de carácter eurífago, así mismo Grosman (1995) reportó tres patrones temporales de alimentación, primero como Planctófago, el segundo como micrófago y el tercero oportunista – macrófago, versiones con las cuales coinciden con el trabajo de investigación.

Así mismo Erdogan & Olmez (2009), Cardoza *et al* (2011) mencionan que en la actividad acuícola es importante incorporar mayor variedad de organismos considerados como alimento vivo, especies como *Artemia salina*, *Daphnia pulex*, también, Prieto *et al.* (2006) menciona en su estudio sobre alimento vivo, que este tipo de alimento presenta una excelente alternativa para incrementar la calidad y supervivencia de larvas, así mismo Grosman *et al.* (2001) al colectar tractos digestivos de pejerrey encontraron básicamente

zooplancton, dichos investigadores no mencionan la microalga como alimento a pesar del gran aporte que realizó el investigador; Ringuelet *et al* (1980) definiendo al pejerrey en su etapa larval como pez planctófago filtrador.

Dabrowski (1984) implementó sistema de clasificación basado en el grado de desarrollo del sistema digestivo en el momento en el cual el contenido de saco vitelo había sido completamente absorbido y se iniciaba la alimentación exógena, separando en dos grupos, el primero formado con gran cantidad de material vitelino permitiendo desarrollo embrionario largo y al iniciarse con la alimentación exógena, las larvas están con tractos digestivos relativamente completas y funcionales y el segundo grupo integra peces que producen huevos pequeños, los cuales tienen limitado material vitelino, en este caso el desarrollo embrionario es rápido y la alimentación exógena iniciaría cuando aún hay una capacidad digestiva mínima, ajustando dicha versión que el pejerrey produce huevos pequeños, el periodo de desarrollo embrionario es corto y la reabsorción de saco vitelo dura solo 4 a 5 días, aquí la importancia de suministrar alimento vivo tal es el caso de *Chlorella vulgaris*.

4. 2 Determinación de la frecuencia aparición de cada presa suministrados con *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*, desde la etapa larvaria hasta alevines

Al observar el sistema digestivo del pez en el cuarto día, se encontró *Chlorella vulgaris* al 60%, *Artemia salina* al 40%, al onceavo día, la aparición de alimentos en el sistema digestivo fue la siguiente: *Chlorella vulgaris* 10%, *Artemia salina* 80% y *Daphnia pulex* 10%, y al día 18, se encontró 70 % de *Artemia salina* y 30% de *Daphnia pulex*. No se encontró la microalga *Chlorella vulagris*. A partir del día 32, los peces necesitaron alimentarse de presas de mayor tamaño y es en este periodo donde se aprecia que la especie *Daphnia pulex* resultó ser alimento adecuado durante los últimos 14 días. Estos resultados mostraron que los alevinos de *Odontesthes bonariensis*, demandan diferencias en el tipo de alimento de acuerdo al tamaño del pez., para esta actividad el uso de microscopio y el estereoscopio fueron fundamentales para la identificación de cada presa. En la tabla 12 y figura 6, muestran la frecuencia preferencial de alimentos en el sistema digestivo de alevinos de pejerrey suministrados con tres tipos de alimento vivo (*Chlorella Vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*).

Tabla 12

Frecuencia de aparición alimentaria en el sistema digestivo de pejerrey

Día	<i>Chlorella v.</i>	<i>Artemia salina</i>	<i>Daphnia pulex</i>
4	$Fo = 60$	$Fo^* = 40$	
11	$Fo = 10$	$Fo^* = 80$	$Fo^* = 10$
18		$Fo^* = 70$	$Fo^{**} = 30$
25		$Fo^* = 50$	$Fo^{**} = 50$
32		$Fo^{**} = 40$	$Fo^{**} = 60$
39		$Fo^{**} = 30$	$Fo^{**} = 70$
46		$Fo^{***} = 20$	$Fo^{***} = 80$

Leyenda: * (nauplios), ** (Juveniles), *** (adultos)

Fo (frecuencia de ocurrencia)

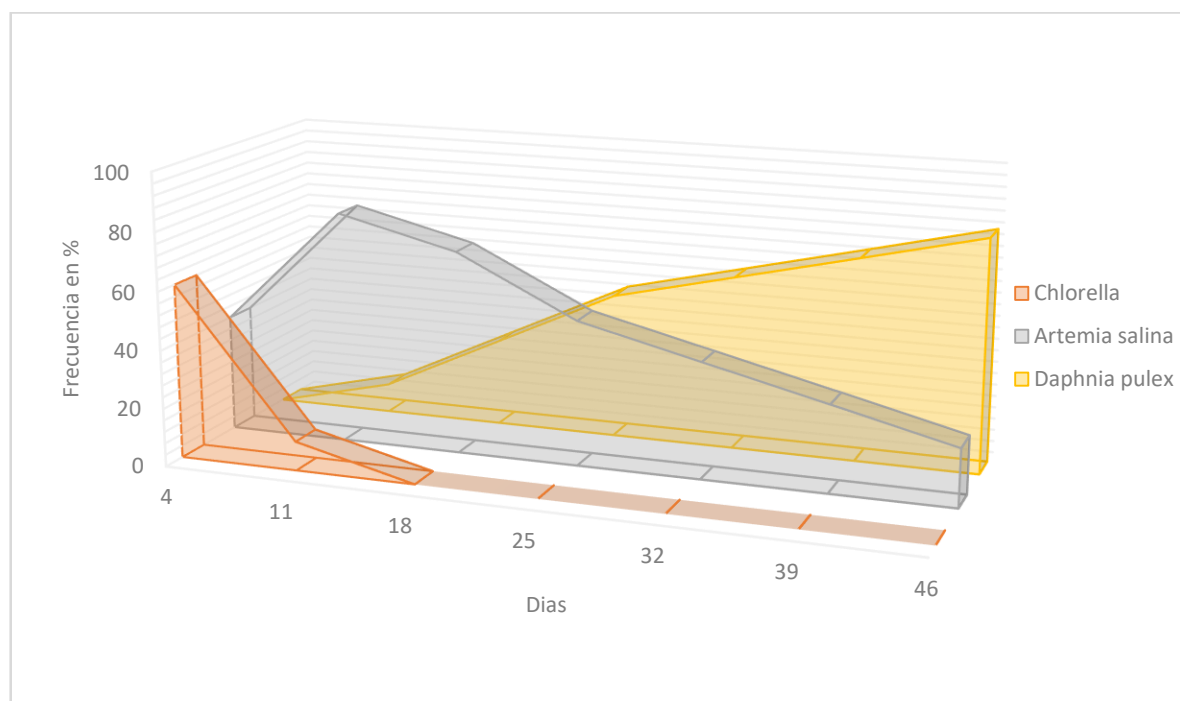


Figura 6. Frecuencia de aparición de presas durante los 46 días

Al analizar los tractos digestivos mediante el microscopio y estereoscopio, se presencié *Chlorella vulagris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex* se pudo observar que la *Chlorella vulgaris*, si bien es la relevante desde los cuatro días, solo es necesaria hasta los 11 días, pues luego, la misma no fue considerada como alimento preferencial, sino el crustáceo branquiópodo del orden *Anostraca*, la *Artemia salina* hasta los 25 días aproximadamente, ya que desde los 18 días resultó equivalente con *Daphnia Pulex*.

Asimismo, este crustáceo planctónico resultó la dieta preferencial a partir de los 32 días. Los cambios de la alimentación fueron ocasionados a partir de la tasa de crecimiento de los alevines de *Odontesthes bonariensis* donde la preferencia sobre la alimentación *Artemia salina* hasta los 25 días obedeció en lo fundamental al tamaño, ya que según Watanabe *et al.* (1983), la composición nutricional es muy similar.

Fue relevante observar el cambio de régimen alimentario de los peces, a mayor tamaño los peces requieren presas grandes, en este caso la *Daphnia pulex* fue apropiada a partir del día 25, siendo tal comportamiento como depredación natural, coincidiendo con los estudios realizados por Sagretti & Bistoni (2001).

Si bien, *Odontesthes bonariensis* posee un régimen alimenticio preferencial zooplanctófago con cambios ontogenéticos (Mancini *et al.*, 2008) y estacionales (Grosman, 1995), adapta su dieta en base a la oferta realizando incursiones tróficas a diferentes comunidades alternativas como macrófitas (Ringuelet, 1942), (Sagretti & Bistoni, 2001). Que el Pejerrey predica principalmente sobre los organismos vivos y la variación de la dieta es de acuerdo a la longitud alcanzada por la especie en mención, observándose evidente ictiófaga, penalillo & Araya (1996), menciona que el pejerrey en la etapa de larvas alimentados con plancton y nauplios de artemia tuvieron buenos resultados dicha mención se afirma con los resultados en la investigación.

El crecimiento somático refleja esta situación, al igual que la condición corporal (Colautti *et al.*, 2006); el pejerrey posee crecimiento comparativamente lento (Freyre *et al.*, 1983; 1997), conformando una de las causas del retraso de desarrollo de su cultivo (Somoza *et al.*, 2008).

Mancini *et al.* (2004) y Grosman (1995), mencionan que el pejerrey es un pez planctófago hasta los 180 mm, tal afirmación coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio en donde el pejerrey resultó ser planctófago.

Wetzel & Likens (2000), refieren que *Odontesthes bonariensis* basa su dieta en el zooplancton donde la depredación puede actuar como uno de los factores reguladores de la densidad de esta comunidad en ambientes lénticos. Pudo corroborarse en esta investigación que, a partir del día 11, la preferencia alimentaria con *Chlorella vulgaris* fue nula, el pez optó alimentarse de *Artemia salina* y el cambio por *Daphnia pulex* ocurrió a los 25 días, interpretado por el posible tamaño de esta última especie, ya que la depredación se hizo notable hasta aproximadamente los 46 días.

El crecimiento de *Odontesthes bonariensis* fue el esperado, incrementado proporcionalmente el peso y talla, aceptando el orden de alimentación suministrado.

4.3 Evaluación de crecimiento y supervivencia durante la etapa de larvas y alevines bajo condición de laboratorio

Al analizar los ensayos (E1, E2 y E3) con densidades poblacionales de larvas y alevinos de pejerrey en condiciones de cultivo similares, fueron confinados en acuarios y en tanques circulares, mostraron resultados de longitud y peso con escasas variaciones durante el desarrollo corporal de los peces, exhibiendo crecimiento exponencial con relación al tiempo, al proporcionar el alimento de forma secuencial en los tres ensayos con (*Chlorella vulagris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*), en la figura 7, se observa el promedio de crecimiento de larvas y alevinos de pejerrey de los tres ensayos en (cm) y el peso en (g) desde el primer día de nacimiento hasta los 46 días en donde se evidenció que el pez incrementó de talla mas no de peso, este evento se relacionó con el consumo de alimento vivo.

En la figura 7, se evidencia que el peso del pez presentó un leve incremento hasta el día 21, mientras la talla fue coherente al tiempo, probablemente este evento sucedió por el tipo de alimento proporcionado, en este caso la *Chlorella vulgaris*, posteriormente a partir del día 28 hasta el día 46 los peces incrementaron de talla, sin embargo, el aumento de peso fue menor, pero a partir del día 55 hasta el 104 se observó un incremento de peso de forma alométrico posiblemente por el suministro de alimento balanceado inerte.

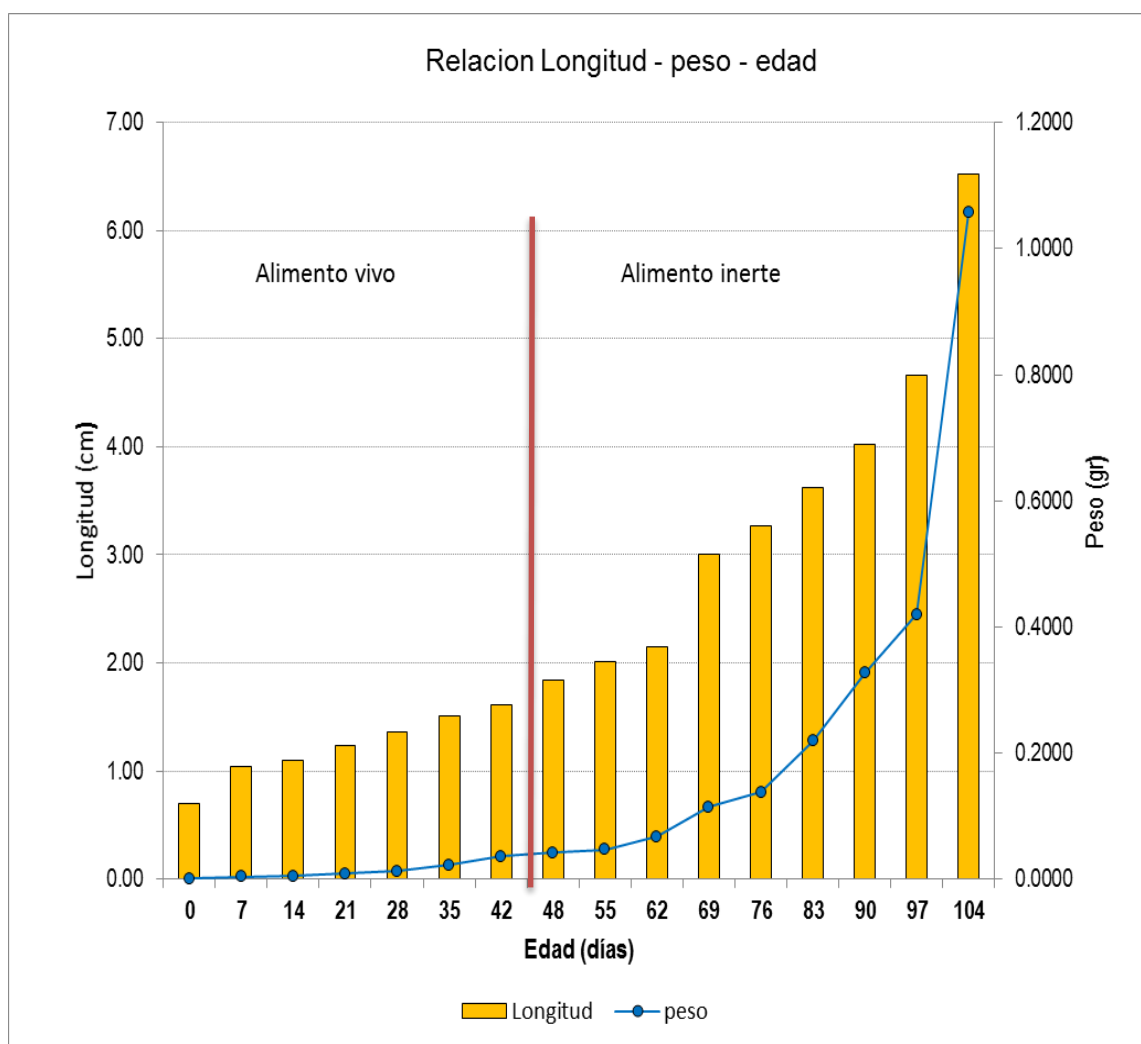


Figura 7. Promedio de crecimiento (cm) e incremento de peso (g) de alevinos de pejerrey después de recibir alimento *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*, en simultaneo, durante la primera semana de evaluación

Así mismo en la figura 8 muestra una ecuación exponencial alométrico por presentar un valor mayor a 3, con una correlación en donde el R^2 es de 0.98 y la exponencial 3.046 el cual indica que los datos estabulados presenta una relación entre peso y talla del pejerrey mostrando un tipo de crecimiento alométrico positivo en los tres ensayos (figura 8)

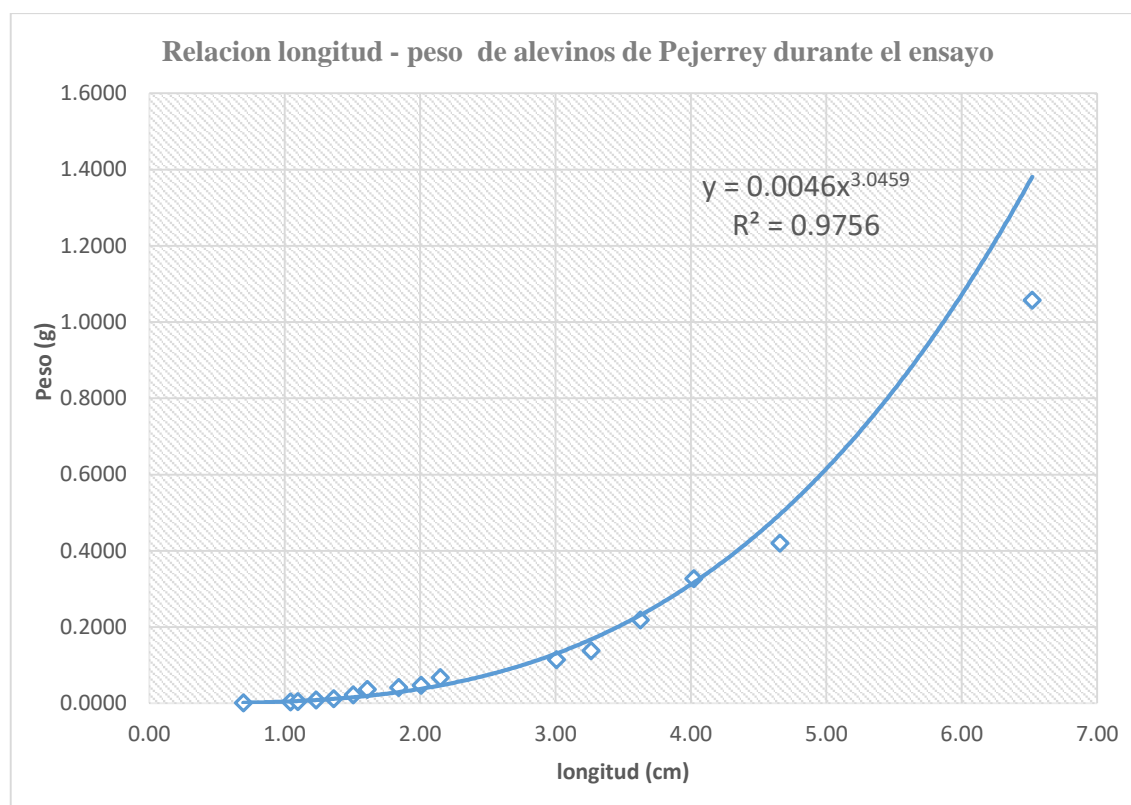


Figura 8. Análisis de ecuación exponencial durante el crecimiento de alevinos de pejerrey.

4.3.1 Índice de condición biológico

Al analizar el índice de condición biológico de alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) se halló que la talla y el peso no presentaron proporcionalidad hasta los 12 días, sin embargo, a partir del día 39, el índice de condición biológico fue proporcional. Después de este periodo se encontró que el índice de condición biológico tuvo un incremento significativo que esta pudo estar dado por el cambio paulatino de alimento vivo a alimento inerte. El índice de condición biológico del pez se mantuvo cercano a 1 (Tabla 13), quizás por cierta adaptación al suministro de alimento, pero a los 91 días, disminuyó y pudo deberse a un suministro limitado de alimento inerte. Así mismo, la comparación de medias de los días 52 y 65 fue la siguiente; para la media IK 52: 0.778 ± 0.011 con un intervalo de confianza al 95% y para IK 65: 0.535 ± 0.005 con un intervalo de confianza al 95.0%, en la tabla 14 se muestra, el promedio del índice de condición biológico realizados en los tres ensayos para alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)

Tabla 13

Índice de condición biológico de pejerrey durante los 104 días

Día	Long(cm)	DE	Peso (g)	DE	IK	DE	N
1	0.73	0.05	0.001	0.0002	0.26	0.09	73
13	0.74	0.08	0.004	0.0004	0.89	0.11	73
26	0.91	0.07	0.011	0.0016	1.43	0.10	73
39	1.14	0.10	0.021	0.0017	1.43	0.12	73
52	1.33	0.12	0.043	0.012	1.84	0.08	73
65	1.94.	0.31	0.095	0.041	1.29	0.10	73
78	2.43	0.21	0.185	0.057	1.28	0.20	73
91	3.20	0.42	0.389	0.132	1.19	0.10	73
104	4.40	0.75	1.002	0.312	1.17	0.11	73

Tabla 14

Comparación de medias del índice de condición biológico entre 52 y 65 días

	IK – 52	IK – 65
Promedio	1.8	1.3
Desviación Estándar	0.1	0.07
Coefficiente de Variación	0.011%	0.005%

Grosman *et al.* (2013), explican que los indicadores de condición corporal empleados en el pejerrey, poseen una pronunciada pendiente positiva hasta los 20 cm de longitud estándar, condición que se manifestó en el proceso de cambio de dieta de zooplanctófaga a ictiófaga. se debe tambien señalar que el cambio de dieta sobre

alimentación viva por inerte en este trabajo de investigación, pudo influir en el incremento de peso del pez, ya que el cambio de alimento sucedió a los 46 días.

En un estudio realizados por Velasco *et al.* (2014), Señalan que al finalizar el ensayo sobre el crecimiento de pejerrey, tuvo resultados en donde al inicio el IK fue de 1,09 y al final el IK fue 1,23 en 228 días, tal señalamiento guarda relación con el presente trabajo de investigación debido a que los resultados de IK se encontró cercanos a 1, incluso en algunos casos superiores a 1.

El crecimiento, es una variable biológica que puede afectarse cuando las condiciones del medio y la alimentación, resultan limitantes. En este caso, las condiciones del medio fueron favorables, ya que el manejo higiénico-sanitario se controló. Sin embargo, fue posible que existiera una ración alimentaria limitada en los últimos días, la cual pudo provocar periodos de ayunas en los ejemplares.

La evolución en el coeficiente de condición pone de manifiesto la tendencia de los organismos a recuperar sus pesos corporales y cuando no se alcanza este factor de condición biológico, se indica el índice de adelgazamiento sufrido bajo cualquier situación estresante del medio; y por ende, su capacidad depredadora. Si bien es cierto que la talla y el peso fueron incrementándose con cierta proporcionalidad el cual indica el buen estado del pez, incluso peces con IK mayores a 1. A si mismo, se observó que, a partir de los 78 días, se observó que el índice de condición disminuyó significativamente. Al parecer, el peso fue la variable que se vio más afectada y probablemente la acumulación de grasa corporal estuvo disminuida, aunque no se midió.

El índice de condición resulta complejo compararlo con otras especies, ya que depende de las especies, estado de desarrollo, condiciones ambientales, intensidad y duración de los períodos de privación alimentaria, entre otros factores (Egea *et al.* 2002).

Finalmente, pudo observarse que los individuos fueron adaptándose a la nueva dieta alimentaria. Tuvieron una leve disminución del índice de condición en los 23 últimos días, que fue atribuida al poco suministro de gramos de alimento por individuos.

4.3.2 Estimación de tasa de crecimiento específico (TCE) en porcentaje día

Se tomaron muestras de alevines de pejerrey en los tres ensayos cada trece días. Durante 104 días se evaluó la longitud total (LT) en cm con un Ictiómetro, mientras el peso se controló con una balanza analítica en gramos (g). Con estos datos, se estimó la tasa de crecimiento específico TCE (% día) que expresa el crecimiento del pez en peso diario influenciado por el espacio, alimento y temperatura. Se obtuvo valores de TCE de 9.90% en los primeros 13 días, el valor encontrado fue considerado el más alto en este ensayo, a los 26 días la TCE fue de 4.15%, a los 39 días la TCE se encontró en 2.71%; sin embargo, a los 52 días la TCE presentó el valor más bajo (0.60%). Posiblemente haya sido influenciado por el cambio de alimento (alimento vivo a inerte). A partir del día 65 a 104 días el valor de TCE presentó un incremento manteniéndose cercanos a 1. Probablemente el pez se habituó con el alimento inerte (Tabla 15).

Tabla 15

Tasa de crecimiento de pejerrey (TEC) durante 104 días

Día	Long(cm)	DE	Peso (g)	DE	TCE %	N°
1	0.73	0.05	0.001	0.0002		73
13	0.74	0.08	0.004	0.0004	9.90	73
26	0.91	0.07	0.011	0.0016	4.15	73
39	1.14	0.10	0.032	0.0061	2.71	73
52	1.33	0.12	0.043	0.012	0.60	73
65	1.94.	0.31	0.095	0.041	1.30	73
78	2.43	0.21	0.185	0.057	0.85	73
91	3.20	0.42	0.389	0.132	0.68	73
104	4.40	0.75	1.002	0.312	0.97	73

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Velasco *et al.* (2014), quienes registraron TCE entre 2.1%, 0.5% y 1.29 % de crecimiento diario. Para el estudio realizaron ensayos con larvas de *Odontesthes bonariensis* provenientes de desoves naturales, posteriormente fueron criados en tanques circulares, mientras Orellana & Toledo (2006) reportan en su investigación realizado en sistema de jaulas flotantes en el mar con *Odontesthes regia*, que la TCE obtenido para todo el periodo fue de 0.57 % día, los resultado obtenidos por los autores en mención son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación, probablemente por el tipo de alimento y los factores ambientales como; (temperatura, oxígeno y pH), así mismo Grossman *et al.*, (2013) mencionan en su estudio sobre condición, alimentación y crecimiento del Pejerrey *Odontesthes bonariensis* que el cambio de dieta zooplanctófaga a piscívora, estaría también influyendo en la modalidad de crecimiento.

Solimano *et al.* (2014), realizaron una comparación entre el cultivo intensivo y extensivo de pejerrey en donde menciona que en el caso de los cultivos en jaulas flotantes, se observa un fuerte incremento de la TCE, posiblemente sea por la intervención de la mano del hombre en manejo y suministro de alimento balanceado, así mismo los factores físico y químicos del ambiente acuático, influye en el desarrollo del pez, que puede generar crecimiento o retardo.

4.3.3 Supervivencia de larvas y alevinos de pejerrey durante el ensayo

Para los tres ensayos se utilizó 5994 larvas de pejerrey de un día de nacimiento, repartidas de forma equitativa en tres tanques, la cantidad de 1998 individuos por tanque de tipo circular, con una capacidad de 0.5 m³, así mismo se realizó cambios parciales de agua. Al analizar la sobrevivencia hasta el 104 días, los resultados fueron los siguientes: en el ensayo 1, la sobrevivencia fue de 1715 individuos con una mortalidad de 283 unidades, en el ensayo 2, la sobrevivencia fue 1725 individuos con un mortalidad de 273 individuos y en el ensayo 3, la sobrevivencia de pejerrey fue de 1754 individuos y con una mortalidad de 244 unidades, cabe precisar que en el ensayo 3 se ha obtenido mejores resultados en relación con los 2 ensayos anteriores, se observa en la tabla 16 y figura 9.

Tabla 16

Supervivencia y mortalidad de alevinos de pejerrey en los tres ensayos

Supervivencia y mortalidad de pejerrey durante los cuatro meses								
N° Ensayos	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4	
	Super v.	Mort.	Super v.	Mort.	Super v.	Mort.	Super v.	Mort.
Ensayo 1	1741	257	1731	10	1725	6	1715	10
Ensayo 2	1754	244	1742	12	1737	5	1725	12
Ensayo 3	1777	221	1768	9	1763	5	1754	9

Legenda: sup .v (supervivencia) Mort. (Mortalidad)

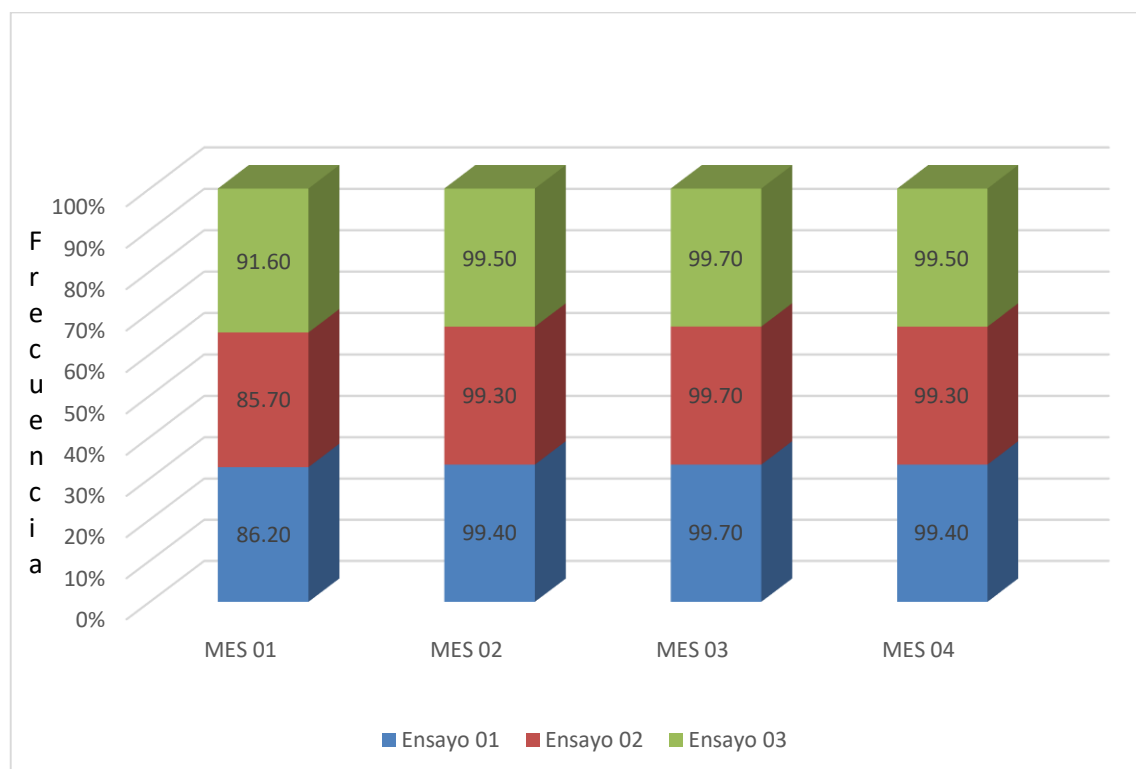


Figura 9. Porcentaje de supervivencia de pejerrey en los tres ensayos durante cuatro meses

Calidad de agua

Se realizaron registros de temperatura (°C) con un termómetro de mercurio, pH (potenciómetro), oxígeno disuelto (oxímetro YSI), los promedios de parámetros físico químicos de agua registrados durante el manejo de larvas y alevinos de pejerrey estuvieron controlados en los tres ensayos, el promedio de temperatura en el ensayo 1 fue 17.4 °C, en el ensayo 2 fue de 16.8 °C y en el ensayo 3 la temperatura se encontró en 17°C. cabe indicar que; los parámetros físico- químicos influyeron en el incremento de sobrevivencia y de crecimiento del pez, la cual permitió brindar las condiciones ambientales apropiadas, así mismo estas condiciones reforzaron en proporcionar una alimentación que garantizó obtener mayor y mejor cantidad de larvas y alevinos, el cual avala el cultivo y producción a gran escala, los parámetros físico – químicos controlados para el manejo de alevinos de pejerrey durante el ensayo, han sido referenciados de las experiencias obtenidas de investigadores donde estuvieron dentro del rango de temperaturas óptimas para el cultivo de la especie en mención de 17 a 24°C (Somoza *et al.*, 2008), en la tabla 17 y figura 10 se detalla los parámetros registrados durante la investigación.

Tabla 17

Promedio de parámetros físico – químicos de los tres ensayos (oxígeno, temperatura pH, amonio y salinidad)

Parámetros	Ensayo 1	D.E.	Ensayo 2	D.E.	Ensayo 3	D.E.
Oxígeno Disuelto	5.2	1.15	5.2	1.50	7.5	0.70
Temperatura °C.	17.4	1.10	16.8	0.97	17.0	1.05
Potenciad de Hidrógeno (pH)	8.0	1.57	8.8	0.71	8.6	0.19
NH4 (mg)	3.2	0.33	3.7	1.05	3.2	0.46
Salinidad	1.0	0.05	1,0	0.06	0.9	0.03

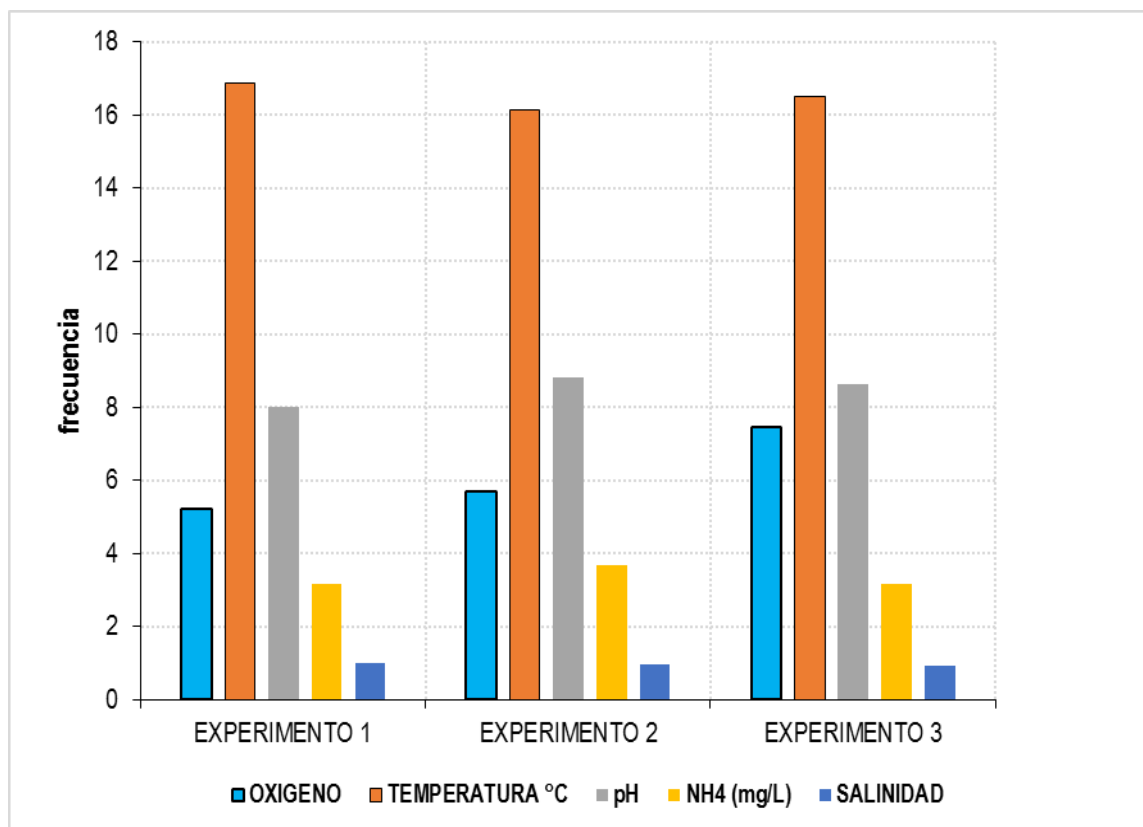


Figura 10. Determinación de parámetros físico- químicos de agua durante los tres ensayos

CONCLUSIONES

- Al suministrar *Chlorella vulgaris* como alimento a larvas y alevinos de pejerrey *Odontesthes bonariensis*, la viabilidad larvaria, fue mayor hasta el día 11, pero relevante los primeros siete días, considerando como fuente directa de alimento, por presentar micronutrientes y suplemento de enzimas exógenas. La *Artemia salina* se consideró como segundo alimento vivo con 70% de viabilidad larvaria, mientras la *Daphnia pulex* en los primeros días no fue considerado como alimento preferencial, sin embargo, a partir del día 11 la *Artemia salina* fue evidenciado como alimento principal, así mismo la *Daphnia pulex* es considerado como alimento básico conforme crece el pez.
- La frecuencia preferencial alimentaria según el análisis del sistema digestivo, se encontró *Chlorella vulgaris* en mayor porcentaje los primeros cuatro días, pero, se considera necesario hasta el día 11. La *Artemia salina* fue considerado como alimento preferencial desde el 12 hasta el 18 días y la *Daphnia pulex* resultó ser alimento preferencial a partir del 32 hasta el 46 días. Los alevinos de *Odontesthes bonariensis* demandan diferencias en el tipo y la calidad de alimento según la edad.
- El crecimiento alcanzado hasta la etapa de alevinos bajo el orden de dieta suministrado y bajo el control de factores físico- químicos del agua. Mostraron que el índice de condición (IK), en los primeros días fue mayor a 1, posteriormente se comportó con variaciones pudiendo deberse a un cambio paulatino de alimento. La tasa de crecimiento específico (TCE) en general se mantuvo cercanos a 1, el cual indica que los valores de talla y peso se encontraron en condiciones normales. Así mismo, la supervivencia en el ensayo 1 fue 96.1%, ensayo 2 fue 96% y en el ensayo 3 fue 97.5%.

RECOMENDACIONES

- Suministrar *Chlorella vulgaris* como alimento vivo a larvas y alevinos de pejerrey a partir del 4to hasta el 11avo día, pero como relevante hasta el 7mo día.
- Mantener de forma secuencial la alimentación a larvas y alevinos de pejerrey; *Chlorella vulgaris*, *Artemia salina* y *Daphnia pulex*, respectivamente.
- Realizar cambio paulatino de alimento vivo a alimento inerte (balanceado) a partir de los 46 días. Realizar formulación de dietas para la etapa de crecimiento y engorde de pejerrey

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, A. R. (2009). Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. *Revista AquaTIC*(30), 1-18.
- Andersen, R., A. (2005) Algal Culturing Techniques. *Academy Press. USA*. 596.
- Aquino, A. (1991). Alimentación de *Odontesthes bonariensis* (Cuv. & Val., 1835)(*Osteichthyes Atherinidae*) en el embalse El Cadillal (Tucumán, Argentina). *Biol. Acuática*, 15(2), 176-177.
- Bahamondes, I., Soto, D., & Vila, I. (1979). Hábitos alimentarios de los pejerreyes (Pisces: Atherinidae) del embalse Rapel, Chile.:[Food habits of three Atherinidae fishes from Rapel pound. Chile [*Basilichthys australis*, *Ondonthesthes bonariensis Valenciennes*, *Odontesthes mauleanum*]]. *Medio Ambiente (Chile)*..(4(1), 3-18.
- Bdui, S. (1988). *Diccionario de tecnología de los alimentos*. Editorial Alhambra Mexicana, México, D.F. 300.
- Becker, F. G., Bruschi Jr, W., & Peret, A. C. (2003). Age and growth of three *Odontesthes* species from Southern Brazil (Atherinopsidae), with reference to phylogenetic constraints in their life-history. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 567-578.
- Berasain, G., Colautti, D., & Velasco, C. (2001). Experiencias de cría de pejerrey, *Odontesthes bonariensis*. *Revista de Ictiología*, 8(7), 2000.
- Berasain, G., Velasco, C., Shiroyo, Y., Colautti, D., Lincov, M. (2006). Cultivo intensivo de juveniles de Pejerrey *Odontesthes bonariensis* en estanques. *Actas del IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*. Available at <http://www.civa2006.org> (accessed 1 April 2008).
- 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.

- Bustingorry, J., F., Escarlay, R. U. & Reartes J. L. (2005). Cultivo de alevinos de pejerrey *Odontesthes bonariensis*, Valenciennes, 1835): comparación entre tres dietas diferentes y dos densidades de siembra.
- Burbidge, R. G., Carrasco, M. C., & Brown, P. A. (1974). Age, growth, length–weight relationship, sex ratio and food habits of the Argentine pejerrey, *Basilichthys bonariensis* (Cuv. and Val.), from Lake Peñuelas, Valparaíso, Chile. *Journal of Fish Biology*, 6(3), 299-305.
- Cabrera, S. E. (1966). Alimentación natural del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) de Punta Lara (Río de la Plata). CARPAS/3/Doc. Téc., FAO, 17: 1-7.
- Cahu, C., & Zambonino Infante, J. (1997). Is the digestive capacity of marine fish larvae sufficient for compound diet feeding? *Aquaculture international: journal of the European Aquaculture Society*.
- Calvo, J. & Dadone, L., A. (1972). Fenómenos reproductivos en el pejerrey *Basilichthys bonariensis* I Escala y tabla de madurez. *Rev. Mus. La Plata (Nueva Ser.) (Secc.Zool.)*, 11(102), 153–63.
- Cardoza, M., F., Rodríguez, J., L., E., Rojo, F., A. Tovar, C.L.M. & Gelwinck, F. (2011). Espectro trófico del bagre *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en la presa Lázaro Cárdenas, Indé, Durango, México. *Hidrobiología* 21(2), 210 – 216.
- Castelain, F., G., (1995). Experiencias de alimentación crecimiento con alevinos de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Revista de Ictiológicos*, 4(1-2), 5-10.
- Cisneros, R., & Vinatea, E. (2009). Producción de biomasa de *Artemia franciscana* Kellogg 1906 utilizando diferentes dietas. *Ecología aplicada*, 8(1-2), 9-14.
- Colautti, D. C., Remes Lenicov, M., & Berasain, G. E. (2006). A standard weight equation to assess the body condition of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Biocell*, 30(1), 131-135.
- Colautti, D.C., Berasain, G.E., Remes, L.M., Velasco, C.A.; Lunaschi, L.I. (2004). Crecimiento supervivencia y producción del pejerrey criado en jaulas y estanques. Jornadas de Biología del pejerrey. Aspectos básicos y acuicultura IIB-INTECH Chascomús Argentina Diciembre.
- Croghan, P. (1958). The mechanism of osmotic regulation in *Artemia salina* (L.): the physiology of the gut. *Journal of Experimental Biology*, 35(1), 243-249.
- Cuvier y Valenciennes (1835). *Historie Naturelle des Poissons* X, 1-358.
- Chura-Cruz, R., Cubillos, S., Luís, A., Tam, M., Segura, Z., & Villanueva, Q. (2013). Relación entre el nivel del lago y la precipitación sobre los desembarques del

- pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) en el sector peruano del Lago Titicaca entre 1981 Y 2010. *Ecología aplicada*, 12(1), 19-28.
- Dabrowski, K., (1984). The feeding of fish larvae: present «state of the art» and perspectives. *Reproduction Nutrition Développement*, 24(6), 807-833..
- D'Abramo, L. R. (2002). challenges in developing successful formulated feed for culture of larval fish and crustaceans. *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 3, 143-151.
- Del Ponti, O. & Garcia, M. (2015). Alimentación del pejerrey luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis* en las lagunas Bajo Giuliani y Don Tomás – Provincia de La Pampa, Argentina. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNL Pam Vol. 25(1)*, 7-15.
- Del Ponti, O., Marani, J., Ganora, E., Berguño, A., Galea, J., & Pratts, P. (2016). Parámetros ambientales y pesqueros de un lago somero de La Pampa, luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis*. *Biología Acuática*, 30.
- Egea Nicolás, M., Rueda González, F., Martínez López, F., & García García, B. (2011). Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). *Boletín. Instituto Español de Oceanografía*, 18(1-4), 357-362.
- Erdogan, F. & Olmez, M. (2009). Effects of enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(9), 1740-1745.
- Escalante A.(1999). Alimentación natural del pejerrey. *Fundamentos Biológicos, Económicos y Sociales para una Correcta Gestión del Recurso Pejerrey*. Editorial *Astyanax, Azul, Buenos Aires*, 67-75.
- FAO. (1989). Producción de Alimento vivo y su importancia en acuicultura
- FAO. (2004). El estado Mundial de la pesca y Acuicultura. Roma, Italia, *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura*.
- FAO. (2016). Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, empleo rural y el ingreso familiar, en países de América del Sur.
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224.
- Fernández, A. (2001). Crecimiento de crías de peces utilizando alimento vivo. *Acuario. México DF: Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM*, 17.

- Fernando, J., Escaray, R., Reartes, J. (2005). Cultivo de Alevinos de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Valenciennes 1835): comparación entre tres dietas diferentes y dos densidades de siembra, *Chascomus Buenos Aires Argentina*. 36, 73-77.
- Franco, L. & Bashirulah, K.M. (1992). Alimentación de la lisa *Mugil curema* del Golfo de Cariaco. Estado de Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 10 (2), 219-238.
- Freyre, L., Protogino, L. & Iwaszkiw, J. (1983). Demografía del pejerrey *Basilichthys bonariensis bonariensis* (*Pisces, Atherinidae*) en el Embalse Río Tercero, Córdoba. Descripción de los artes de pesca. *Biología Acuática*; 4, 2-39.
- Freyre, L.R. (1976). Normas para la inspección y determinación del estado actual de ambientes pesqueros pampásicos. Pro Biota: *Serie Documentos Relacionados*.
- Garcia, A., Koussoulaki, A., Boer, H., Verreth, J. (2000) In vitro protein digestibility of Artemia decapsulated cysts, nauplii and microbound diets for larval fish. *Nutritional value of decapsulated cysts of Anemia and their use as protein source in experimental microdiets for fish larvae*, 83.
- Gobierno Regional de Puno, Dirección Regional de la Producción de Puno. (2015). Plan *Regional de Acuicultura Puno* al 2030.
- Gómez, S. (1998). Consideraciones sobre producción, cultivo y comercialización del pejerrey *Odontesthes bonariensis*. En la provincia de Buenos Aires Argentina *Aprona Boletín Científico*. 11, 34.
- Govoni, Boehlert, & Watanabe, (1986). Complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiología*, 1, 447-460.
- Govoni, J.J., Boehlert, G.W. & Watanabe, Y. (1986). The physiology of digestion in fish larvae. *Environmental Biology of Fishes*, 16(1-3), 59-77.
- Grosman, F. & Sergueña, S. (1996). Parámetros biológicos y sociales de una pesquería deportiva de pejerrey. *Odontesthes bonariensis* En: Actas VI Jornadas Pampeanas deficiencias naturales, 133-141.
- Grosman, F. (1999). *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*. Prov. de Bs. As., Argentina Ed. Astyanax. Fuerte Federación 570 Azul.
- 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 SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina." *Revista AquaTIC* (12).

- Grosman, F., Sanzano, P., Colasurdo, V. (2013). Condición, alimentación y crecimiento del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en una laguna pampeana de Argentina. *Revista AquaTIC*; 39, 44-54.
- Grosman, F., Sanzano, P., González, G., Agüería, D. & Sergueña, S. (2001). Ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en un ambiente del SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *AquaTIC*, 12, 1-24.
- Grosman, M.F. (1995). Variación estacional en la dieta del pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Rev. Asoc. Cs. Nat. Litoral*, 26, 9-18.
- Grosman, M.F. (2005). Variación Estacional en la Dieta de Pejerrey *Odontesthes Bonariensis*. *Natura Neotropicalis*, 1(26), 9-18.
- Hepher, B. & Pruginin, Y. (1981). Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israel. New York, Willey-Interscience Publication, John Wiley & Son Inc. 260.
- Hopkins, K.D. (1992). Reporting fish growth; a review of the basics. *Journal of the word Aquaculture Society*, 23(3), 173 -179.
- Infante, A. (1980). Los cladóceros del lago de Valencia. *Acta Cient. Venezolana* 31: 593-603.
- Instituto del Mar del Perú (2017). *Anuario científico tecnológico IMARPE 2017. Vol 17.*
Correo electrónico: imarpe@imarpe.gob.pe; biblioteca@imarpe.gob.pe
- Instituto del Mar del Perú (2013). *Anuario científico tecnológico IMARPE 2013. Vol 13*[Internet]. Disponible en ><http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/3062>
- Instituto del Mar del Perú (2015). *Anuario científico tecnológico IMARPE 2015. Vol 15*. [Internet]. Disponible en ><http://biblioimarpe.marpe.gob.pe:8080/handle/123456789/3062>
- Instituto del Mar del Perú Imarpe. (2014). Anuario del laboratorio Continental de Puno.
- Jones, D. A., Kamarudin, M. S., & Vay, L. L. (1993). The potential for replacement of live feeds in larval culture. *Journal of the world aquaculture society*, 24(2), 199-210.
- Kibria G, Nugegoda D, Fairclough R, Lam P, Bradly A. (1997). Zooplankton: Its biochemistry and significance in aquaculture. *NAGA, The Iclarm Quarterly* 1997; 20(2), 8-14.

- Lagler, A, Bardach, E; Miller, R. And D. May Passino (1977). Ichthyology. John Wiley & Sons, second. USA, 506.
- Lazo, J. (2000). Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 19-22..
- Lazo, J.P. (1999). Development of the digestive system in Red Drum (*Sciaenops ocellatus*) larvae. P.h.D. Dissertation. *The University of Texas at Austin*. USA.
- López, H. L., García, M. L., & Grosman, F. (2001). Aspectos históricos e importancia regional del pejerrey bonaerense.
- Mancini, M. (2008). *El pejerrey de las lagunas pampeanas: análisis de casos tendientes a una gestión integral de las pesquerías*: Univ. Nacional de río Cuarto.
- Mancini, M., Nicola, I., Salinas, V., & Bucco, C. (2008). Biología del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) de la laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Revista peruana de biología*, 15(2), 65-72.
- Mancini, M., & Grosman, F. (2016). Estructura y funcionamiento de la pesquería recreacional del Pejerrey *Odontesthes bonariensis* en la laguna de Suco (Córdoba), Argentina. *Revista AquaTIC*(20).
- Montgomery, C. (1991). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Ed. Iberoamérica S.A de C.V. México DF.
- Morris, H.; Quintana, M.; Almarales, A. y Hernández, L. (1999). Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de *Chlorella vulgaris*. *Revista Cubana de Alimentación y nutrición* 13(2):123-128.
- Moyle, P.B. & Cech, Jr. J.J. (2000). *Fishes. An Introduction to Ichthyology*. Fourth Edition. Prentice Hall, Inc. USA. 612.
- Murray S. y Larry S. (2009). *Estadística*. Cuarta edición. Mc. Graw-Hill. México, D.F
- Muller, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *J. Appl. Phycol.* 12,572 – 534.
- Muller O. F. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=148370> on 2013-11-24
- Ogbonna, J. C., Soejima, T., & Tanaka, H. (1998). Development of efficient large-scale photobioreactors *BioHydrogen* (pp. 329-343): Springer

- Orellana, F. A., & Toledo, H. E. (2007). crecimiento de juveniles de pejerrey (*Odontesthes regia* Humboldt, 1821)(Atherinidae) en balsas jaulas. *Gayana (Concepción)*, 71(1), 76-83.
- Ortega, A. G. (2000). Valor nutricional de los quistes de Artemia y su uso como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces. *Cruz-Suárez, LE; Riquemar, D.; Tapia-Salazar, M*, 287-299.
- Prieto, M., Castaño, F., Sierra, J., Logato, P., & Botero, J. (2006). Alimento vivo en la larvicultura de peces marinos: copépodos y mesocosmos. *Revista MVZ Córdoba*, 11(Su1), 30-36.
- PRODUCE. (2015). Informe; situación del extensionismo acuícola en el Perú. Disponible-en:http://www.proacuicultura.com.pe/publicaciones/OTRAS%20PUBLICACIONES/informe_extensionismo_peru.pdf.
- PRODUCE. (2016). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016. 150 -152.
- Quevedo, H. J. M., Quintana, M., Almares, A., & Hernández, L. (1999). Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de la *Chlorella vulgaris*. *Rev. Cub. Alim. Nutr*, 13, 123-128.
- Ramírez-Merlano, J., Otero-Paternina, A. M., Santamaría, W. C., Robles, V. M. M., Casallas, P. E. C., & Santamaría, Y. V. (2010). Utilización de organismos vivos como primera alimentación de larvas de yaque (*Leiarius marmoratus*) bajo condiciones de laboratorio. *Orinoquia*, 14(1), 45-58.
- Reeve, M.R. (1963). The filter-feeding of Artemia. II. In suspension of various particles. *J. exp. Biol.*, 40(1): 207-214.
- Ricker, W. (1979). Growth rates and models. En: W. Hoar, D. Randall, J. Brett, Eds. Fish Physiology. Volume VIII, Bioenergetics and Growth. *Academic Press, New York, USA*, 677-743.
- Ringuelet, R. A. (1940). Ecología alimenticia del pejerrey (*Odonthestes bonariensis*). *Revista del Museo de la Plata*, 2(17), 427-461.
- Ringuelet, A.R., Aramburu, R.H. (1967). Los peces argentinos de agua dulce. Comisión de Investigación Científica (Gobernación) Provincia de Buenos Aires. La Plata, Dirección de Impresiones del Estado y Boletín Oficial, 600.
- Ringuelet, R. A., Iriart, N. R., & Escalante, A. H. (1980). Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, *Atherinidae*) en laguna Chascomús (Buenos Aires, Argentina). *Limnobiós*, 1.

- Robaina, L., & Izquierdo, M. (2000). Methodological strategies for the determination of nutrient requirements in finfish. *CIHEAM-Options Mediterraneeennes (2000)*, 25-41.
- Sagretti, L. and M. d. I. A. Bistoni (2001). Alimentación de *Odontesthes bonariensis* (Cuvier y Valenciennes 1835)(Atheriniformes, Atherinidae) en la laguna salada de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)." *Gayana (Concepción) 65(1)*, 37-42.
- Simopoulos, A., Leighton, F., & Urquiaga, I. (2004). ¿ Qué són las dietas mediterráneas. *Dietas mediterráneas. La evidencia científica. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, OPS/OMS.*
- Solimano, P. J., García de Souza, J. R., Maiztegui, T., Bazzani, J. L., Baigún, C. R. M., & Colautti, D. C. (2014). Evaluación de modelos de crecimiento de diferentes condiciones de cultivo de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Biología Acuática.*
- Statgraphics Plus For windows: SGPW. (2001). Version 5.1. Copyright 1994-2001 for Statistical Graphics Corporation.
- Tacon, A.G.J. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - a training manual I. The essential nutrients. FAO Field Document No. 2., Project GCP/RLA/075/ITA, September 1987. 129.
- Tanaka, M. (1973). Studies in the structure and function of the digestive system of teleost larvae. de. Agric. Thesis, Kyoto University, Japan.
- Tulián, E. (1909). Piscicultura argentina. Sus comienzos: 1904-1909. The Standard, 1-7.
- Torrentera, B.L. Tacon, A.G.J (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura Documento preparado para el proyecto GCP/RLA/075/ITA en apoyo a las actividades regionales de acuicultura para América Latina y el Caribe; Programa Cooperativo Gubernamental FAO, Roma (1989).
- Tucker, J. W. Jr.(1998) Marine fish culture Kluger Academic Publishers, Massachusetts, E.U.A. 750.
- Velasco, C., Berasain, G. & Padín, D. (2014). Crecimiento de juveniles de pejerrey *Odontesthes bonariensis* bajo dos diferentes condiciones de cultivo. *Biología Acuática*, 30.
- Velasco, G. B. D. C. C. (2001). Experiencias de cría de pejerrey, *Odontesthes bonartensls*, durante su primer año de vida. *Revista de Ictiología*, 8(7), 2000.
- Velasco, C., Berasain, G., & Ohashi, M. (2008). Producción intensiva de juveniles de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Biología Acuática*, 24, 53-58.

- Vila, I., & Soto, D. (1984). *Odontesthes bonariensis* “pejerrey argentino”, una especie para cultivo extensivo. *FAO Documento técnico*, 4, 224-228.
- Watanabe, T., & Kiron, V. (1994). Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture*, 124(1-4), 223-251.
- Wetzel, R., & Likens, G. (2000). *Limnological analyses*, 3 (ed) Springer Verlag. *Nueva York*.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology. Lake And River ecositems*. Thrid Edition. Academic Press. U.S.A. 1006.
- Yujra Flores, E., Amaru Chambilla, G., Segura Zamudio, M., Villanueva Quispe, C., Siguayro Mamani, H. y Chura Cruz, R. (2016). Obtención experimental de alevines de *Odontesthes bonariensis* (pejerrey), bajo manejo productivo en cautiverio y laboratorio, Puno-Perú. *Campus*, (21),49-56.



ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico

Análisis de varianza. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo 1)

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Cociente F	Valor-P
Tratamientos	7639.08	2	3819.54	44.70	0.0000
Intra grupos	1794.25	21	85.4405		
Total (Corr.)	9433.33	23			

Prueba de Tukey. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo 1)

Contraste	Sig	Diferencia
<i>Chlorella - Artemia salina</i>	*	0.00041
<i>Chlorella - Daphnia pulex</i>	*	0.00001
<i>Artemia salina - Daphnia pulex</i>	*	0.00069

* indica diferencia significativa

Análisis de varianza. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo 2)

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Cociente F	Valor-P
Tratamientos	5847.25	2	2923.63	21.42	0.0000
Intra grupos	2866.38	21	136.494		
Total (Corr.)	8713.63	23			

Prueba de Tukey. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo 2)

Contraste	Sig	Diferencia
<i>Chlorella - Artemia salina</i>	*	0.0039
<i>Chlorella - Daphnia pulex</i>	*	0.00027
<i>Artemia salina - Daphnia pulex</i>	*	0.005

* indica diferencia significativa

Análisis de varianza. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo3)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Cociente F	Valor-P
Tratamientos	2094.33	2	1047.17	18.38	0.0000
Intra grupos	1196.63	21	56.9821		
Total (Corr.)	3290.96	23			

Prueba de Tukey. Preferencia alimentaria de larvas de pejerrey (Ensayo 3)

Contraste	Sig	Diferencia
<i>Chlorella - Artemia salina</i>	*	0.011
<i>Chlorella - Daphnia pulex</i>	*	0.00001
<i>Artemia salina - Daphnia pulex</i>	*	0.0058

* indica diferencia significativa

Composición del índice de condición biológico a los 55 y 69 días

	IK – 55	IK – 69
Promedio	1.8	1.3
Desviación Estándar	0.1	0.07
Coefficiente de Variación	0.011%	0.005%

Anexo 2. Panel fotográfico de la prueba de viabilidad larvaria y crecimiento, mediante el suministro de tipos de alimento vivo, análisis del sistema digestivo y controles biométricos.

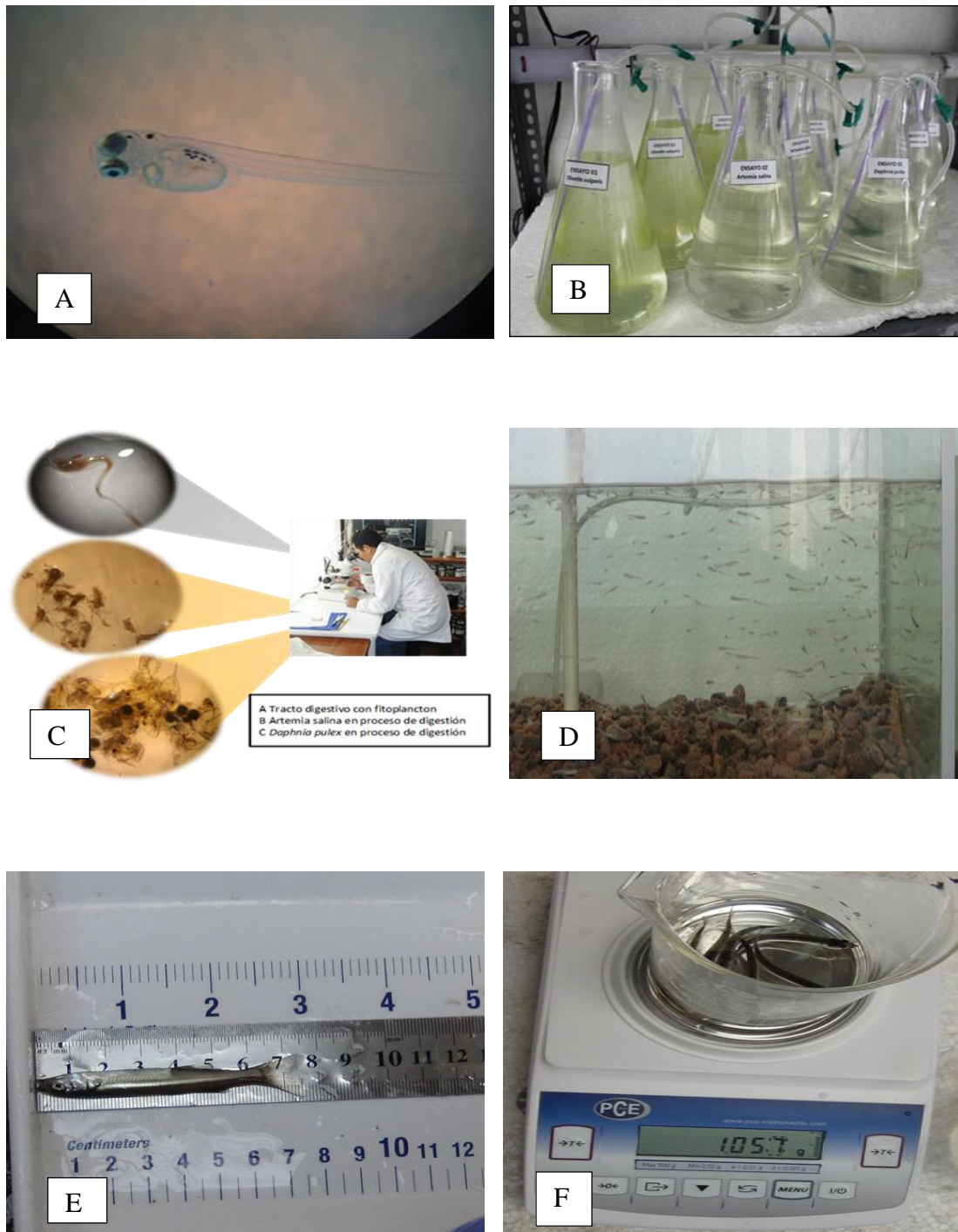


Figura 11. Actividades en el laboratorio: **A.** larva de pejerrey **B.** Ensayos de viabilidad larvaria en matraces **C.** Análisis del sistema digestivo en el Microscopio óptico **D.** Alevinos de pejerrey confinados en acuarios de vidrio **E.** Control de peso de alevinos de pejerrey

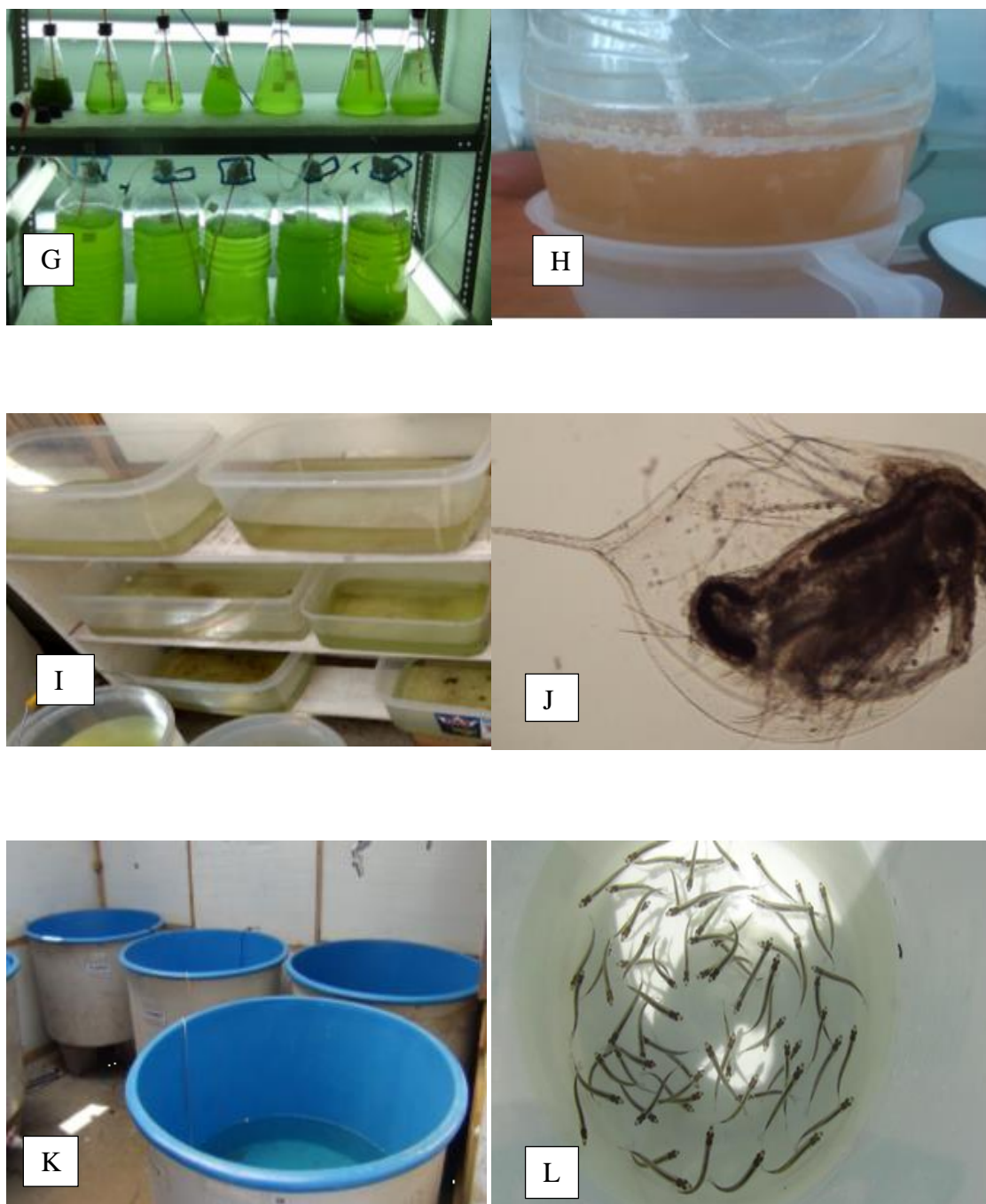


Figura 12. Actividades en el laboratorio: **G.** Cultivo de *Chlorella vulgaris* **H.** *Artemia salina* en proceso de descapsulación **I.** producción de *Daphnia pulex* **J.** *Daphnia pulex* adulta **K.** Tanques de 500 litros confinados con alevinos de pejerrey **L.** Interior del tanque con alevinos de pejerrey

Anexo 3. Constancia de ejecución de proyecto de tesis en las instalaciones de laboratorio continental de Puno – IMARPE.



"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE COORDINADOR DE LABORATORIO CONTINENTAL DE PUNO - IMARPE

HACE CONSTAR:

Que, el Ing. Glicerio Reyes Amaru Chambilla egresado del programa de Maestría en Ecología, mención en Acuicultura de la Universidad Nacional del Altiplano, ha desarrollado Tesis denominado **"Alimentación, crecimiento y supervivencia de *Odontesthes bonariensis* (pejerrey) hasta la etapa de alevines en condiciones de laboratorio"**, en las instalaciones del Laboratorio Continental de Puno, en el Área de Acuicultura, durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2016.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

Puno, 17 de enero del 2017.


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

