



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Evaluación del efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco, en la región San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial**

**AUTOR:**

**Gerónimo Eduardo Ríos Carrasco**

**ASESOR:**

**Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada**

**Tarapoto - Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**Evaluación del efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco, en la región San Martín**

**AUTOR:**

**Gerónimo Eduardo Ríos Carrasco**


**Sustentada y aprobada el 27 de mayo del 2019, por el siguiente jurado:**

  
.....  
**Ing. Dr. Manuel Fernando Coronado Jorge**

**Presidente**

  
.....  
**Ing. Dra. Mari Luz Medina Vivanco**

**Secretaria**

  
.....  
**Ing. Dr. Thony Arce Saavedra**

**Miembro**

  
.....  
**Ing. Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada**

**Asesor**

  
.....  
**Blgo. Gilberto Ubaldo Ascón Dionicio**  
**Co-Asesor**

## **Declaratoria de autenticidad**

**Gerónimo Eduardo Ríos Carrasco**, con DNI N° 45942160, egresado de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Evaluación del efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco, en la región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mí accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 27 de mayo del 2019.



.....  
**Bach. Gerónimo Eduardo Ríos Carrasco**

DNI N° 45942160



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	RIOS CARRASCO GERONIMO EDUARDO		
Código de alumno :	062128	Teléfono:	922970612
Correo electrónico :	CARRASCO.214@hotmail.com	DNI:	45942160

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
Escuela Profesional de:	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	EVALUACION DEL EFECTO DE TRES DIETAS EN LA SOBREVIVENCIA DE POST LARVAS DE CAMITANA Y PACO EN LA REGION DE SAN MARTIN.
Año de publicación:	2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

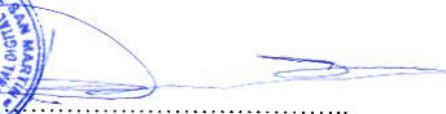
  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

02 / 10 / 2019



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Este trabajo de tesis de está dedicado con mucho cariño a mis queridos padres, Jorge Augusto Ríos Pérez y Clara Soledad Carrasco Céspedes quienes me enseñaron a enfrentar las adversidades, me ilustraron, valores, principios, perseverancia, empeño y sobre todo una gran dosis de amor.

A mi esposa, Zuly Rosena Pinchi Pinedo, porque estuvo a mi lado siempre con optimismo, lo que me impulso a seguir adelante, me ayudó hasta donde le era posible, incluso más.

A mi hijo, Jorge Oscar Eduardo Ríos Pinchi, es mi orgullo y mi gran motivación, libera mi mente de las adversidades que se presentan y me impulsan a superarme cada día más, por él puedo lograr cosas grandes.

**Gerónimo Eduardo**

## **Agradecimiento**

Al Señor Paco Vargas Rojas, propietario del centro acuícola “El Gran Paso”, por haberme aceptado como miembro de este tan hermoso plantel de profesionales capaces que dirige y en donde se desarrolló este tema tan importante.

A los biólogos Jorge Luis Ibérico Aguilar y Eric Del Águila Panduro, por el asesoramiento desinteresado y al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP).

A los docentes y administrativos de la UNSM-T, muchas gracias por el apoyo, la paciencia y la comprensión ofrecida.

Al Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada, gracias por los momentos de amistad dentro y fuera del salón de clases, con el merecido respeto; también gracias por sus críticas, puntos de vista y consejos las cuales sirvieron para mejorarlo significativamente.

Al Dr. Gilberto Ascón Dionisio, gracias a sus consejos, paciencia y enseñanzas mejoré como persona.

**Gerónimo Eduardo**



## Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
Objetivos .....	1
Objetivo general .....	1
Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Descripción de las especies nativas amazónicas.....	3
1.1.1. La gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ) .....	3
1.1.2. Paco <i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818).....	5
1.2. Reproducción de las especies gamitana y paco .....	6
1.2.1. Reproducción natural.....	6
1.2.2. Reproducción Artificial .....	9
1.2.3. Inductores .....	9
1.2.4. Dosificación.....	10
1.2.5. Desove e incubación de Huevos .....	11
1.2.6. Crianza de larvas.....	12
1.2.7. Requerimientos nutricionales de larvas .....	13
1.2.8. Importancia la estructura de la proteína en el alimento .....	13
1.2.9. Alimento natural .....	14
CAPÍTULO II.....	19
MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
2.1. Material biológico y unidades experimentales.....	19

2.2.	Lugar de ejecución .....	19
2.3.	Materiales y equipos .....	19
2.3.1.	Material biológico.....	19
2.3.2.	Materiales de Laboratorio.....	20
2.3.3.	Equipos .....	20
2.3.4.	Reactivos.....	20
2.4.	Metodología .....	20
2.4.1	Aplicación de dosis hormonal .....	20
2.5.	Diseño estadístico .....	23
2.6.	Formulación de hipótesis .....	23
CAPÍTULO IV .....		24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		24
3.1.	Resultados .....	24
3.1.1.	Porcentaje de sobrevivencia de post larvas .....	24
3.1.2.	Resultados para la especie gamitana.....	24
3.1.3.	Resultados para la especie paco.....	28
3.2.	Discusión.....	32
CONCLUSIONES .....		34
RECOMENDACIONES .....		35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		36
ANEXOS .....		41
Anexo 1. Post larvas de <i>Colosoma macropomum</i> .....		42
Anexo 2. Recolección del Placton .....		43
Anexo 3. Disposición de las incubadoras con volumen de 600 L .....		44
Anexo 4. Realizando el registro de temperatura en los tratamientos .....		45
Anexo 5. Recuento del número de post larvas sobrevivientes .....		46
Anexo 6. Recolección de post larvas muertas.....		47
Anexo 7. Muestras de Post larvas muertas.....		48

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Estadio de desarrollo de un pez .....	7
Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos de naúplios de <i>Artemia</i> en cuatro localidades .....	18
Tabla 3. Cantidad de Hormona usada en los reproductores hembra de gamitana y paco	21
Tabla 4. Porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco .....	24
Tabla 5. ANOVA para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana .....	27
Tabla 6. Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana .	27
Tabla 7. ANOVA para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco .....	31
Tabla 8. Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco .....	31

## Índice de figuras

Figura 1. Ejemplar de Gamitana <i>Colossoma macropomum</i> .....	4
Figura 2. Ejemplar de Paco <i>Piaractus brachypomus</i> .....	6
Figura 3. Etapas principales de la cadena de eventos fisiológicos .....	8
Figura 4. Hormona homóloga sintética “Conceptal” .....	10
Figura 5. Dirección de ingreso del flujo de agua a una incubadora .....	11
Figura 6. Estadios de desarrollo de las larvas de gamitana y paco.....	12
Figura 7. Ciclo de vida de <i>Caligus rogercresseyi</i> .....	15
Figura 8. Anatomía de <i>Brachionus plicatilis</i> (Rotífera) .....	16
Figura 9. Reproducción inducida de <i>C. macropomum</i> y <i>P. brachypomus</i> . .....	21
Figura 10. Registro de la temperatura en post larvas de gamitana .....	24
Figura 11. Normalidad de los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.....	25
Figura 12. Residuos vs el valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.....	26
Figura 13 Medias del rango del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana .....	28
Figura 14. Registro de la temperatura en post larvas de paco .....	28
Figura 15. Probabilidad normal de los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco .....	29
Figura 16. Residuos versus el valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco .....	30
Figura 17. Medias del rango del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco .....	32

## Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco. La materia prima biológica que se utilizó fueron larvas de 2 especies nativas (gamitana, *Colossoma macropomum* y paco, *Piaractus brachypomus*), obtenidas en el centro acuícola el “Gran Paso” se encuentra ubicado en el distrito de Morales. Se utilizó tres tipos de alimentos: *Artemia* (Breeze Aqua), importada de U.S.A., con 55% de proteínas; alimento vivo (rotíferos, cladóceros, copépodos, etc.), los que fueron producidos en el centro acuícola el Gran Paso y alimento artificial de 45% de proteínas en polvo, el cual se adquirió en el Jr. Andrés Avelino Cáceres N° 351. Los tratamientos fueron *Artemia* 14300 Nauplio/L (T1), alimento vivo producido en artesas de 250 litros en concentración de 30000 zoop/L (T2) y alimento comercial con 45% de proteínas (T3). Las post larvas fueron alimentadas cuatro veces al día, por un periodo de 10 días. Asimismo, se utilizaron 9 incubadoras de 60 litros de volumen útil, con densidad de 30 post Larvas/L, de tres réplicas por tratamiento en un diseño completamente al azar. Para post larvas de gamitana, el alimento comercial tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de post larvas, 25%; seguido del Plancton, 47%, mientras que *Artemia salina* fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia, siendo estos porcentajes respectivamente 87,53%; 93,97% y 96,57%. Mientras que para la especie paco estos porcentajes fueron respectivamente 87,73%; 96,83% y 98,22%. Los naúplios de *Artemia sp.* Fueron el mejor alimento para post larvas de *C. macropomum* y *P. brachypomus* en el inicio de su alimentación, debido a que presentaron mayor porcentaje de sobrevivencia. Sin embargo, la alimentación con zooplancton natural es recomendable, eliminando los copépodos carnívoros en el zooplancton silvestre. Asimismo, el concentrado comercial del 45% de proteínas no resulto favorable al inicio de la alimentación.

**Palabras clave:** Alimento, Sobrevivencia, Larvas, Gamitana (*Colossoma macropomum*), Paco (*Piaractus brachypomus*).



## Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of three diets on the survival of post larvae of gamitana and paco. The biological raw material that was used were larvae of 2 native species (gamitana, *Colossoma macropomun* and paco, *Piaractus brachypomus*), obtained at the aquaculture center, the "Gran Paso" is located in the Morales district. Three types of food were used: *Artemia* (Breeze Aqua), imported from U.S.A., with 55% protein; live food (rotifers, cladocerans, copepods, etc.), which were produced at the Gran Paso aquaculture center and artificial feed of 45% protein powder, which was purchased at Jr. Andrés Avelino Cáceres No. 351. The treatments were *Artemia* 14300 Nauplio / L (T1), live food produced in troughs of 250 liters in concentration of 30,000 zoop / L (T2) and commercial feed with 45% of proteins (T3). The post larvae were fed four times a day, for a period of 10 days. Likewise, 9 incubators of 60 liters of useful volume were used, with a density of 30 post Larvae / L, of three replicates per treatment in a completely randomized design. For post-larvae of gamitana, the commercial food had a lower survival percentage of post larvae, 25%; followed by Plankton, 47%, while brine shrimp was the one with the highest percentage of survival, these percentages being respectively 87.53%; 93.97% and 96.57%. While for the paco species these percentages were respectively 87.73%; 96.83% and 98.22%. The napplios of *Artemia sp.* were the best food for post larvae of *C. macropomun* and *P. brachypomus* at the beginning of their feeding, because they had a higher percentage of survival. However, feeding with natural zooplankton is recommended, eliminating carnivorous copepods in wild zooplankton. Also, the commercial concentrate of 45% protein was not favorable at the beginning of the feeding.

**Key words:** Food, Survival, Larvae, Gamitana (*Colossoma macropomun*), Paco (*Piaractus brachypomus*).



## **Introducción**

La piscicultura es una de las actividades más promisorias en la región de San Martín, estando limitado su crecimiento por mucho tiempo debido a la carencia de alevinos de las especies nativas “gamitana” *Colossoma macropomum* y “paco” *Piaractus brachypomus*. Esto ocurre por la elevada mortalidad que se tiene en la etapa de post larva ya que el 40% de las larvas mueren en los colectores durante sus tres primeros días de vida al consumirse su saco vitelino. Esto dificulta el abastecimiento de alevines de gamitana y paco y otras especies nativas que son reproducidas artificialmente, en los más de 740 piscicultores registrados en la región San Martín, siendo las principales Instituciones que la ofertan el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) y la Estación Pesquera Ahuashiyacu, del Ministerio de la Producción. Además de otros productores independientes como el Ing. Carlos Sánchez, la Ing. Dalila García y el señor Quinto Owaky que tiene su laboratorio en el distrito de Cabo Leveau.

Frente a ello, surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para la producción de larvas de estas especies piscícolas. La alimentación, es un factor crucial durante la primera etapa de su vida de estos peces tropicales. Algunos piscicultores han intentado sistemas tradicionales como la alimentación con zooplancton silvestre y el suministro de naúplios de *Artemia*, sin mucho éxito, debido a que no controlaban ciertos factores como la temperatura y la dosificación de alimento.

El presente estudio evaluó la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco al inicio de la alimentación exógena, alimentando con naúplios de *Artemia* alimento vivo natural, y alimento comercial de 45% de proteínas para determinar su incidencia en la mortalidad, crecimiento y calidad de la larva.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres tipos de alimento, en la sobrevivencia de la fase de larvas a post larvas de las especies gamitana y paco.

### **Objetivos específicos**

- Comparar el efecto de tres tipos de alimento suministrado: naúplios de *Artemia salina*, alimento vivo natural producido y alimento balanceado de 45% de proteínas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana durante un periodo de diez días.
- Comparar el efecto de tres tipos de alimento suministrados: naúplios de *Artemia salina*, alimento vivo natural producido y alimento balanceado de 45% de proteínas en la sobrevivencia de post larvas de paco durante un periodo de diez días.
- Registrar la temperatura de las incubadoras, durante el desarrollo de post larvas de gamitana y paco.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Descripción de las especies nativas amazónicas

En la Amazonía peruana, se están cultivando las especies gamitana y paco, desde el siglo pasado, con experimentos en pequeña escala inicialmente y a mayor escala debido al interés creciente a nivel estatal y privado. Con este fin, anualmente se ha venido realizando el aprovisionamiento de alevinos del medio natural entre los meses de noviembre a diciembre; sin embargo, debido a la creciente demanda, al riesgo de introducción de especies indeseables para el cultivo y al costo de aprovisionamiento, se identificó como la mejor alternativa de abastecimiento de semilla, la producción por reproducción inducida. En este sentido, en la década de los ochenta del siglo pasado, se dedicaron esfuerzos tendientes a lograr este objetivo, logrando producciones crecientes de semilla de estas dos especies y se están efectuando introducciones en áreas de la costa peruana, así lo mencionan (Alcántara y Guerra, 1986).

La Acuicultura en nuestra región Amazónica se presenta como una actividad con futuro, tanto para aumentar la oferta de pescado como para la conservación de las especies que están sufriendo sobrepesca, como la gamitana y el paiche, entre otras (Rodríguez *et al.*, 1996; Francalossi, 1997).

#### 1.1.1. La gamitana (*Colossoma macropomum*)

Es considerado el carácido más grande de la Amazonía. Algunos estudios detallados de la dieta de los individuos juveniles de esta especie revelan que, en sus fases iniciales, se alimentan mayormente de zooplancton, frutas y semillas. En estado adulto se alimentan también de zooplancton, especialmente en época de vaciante, cuando están aisladas del bosque. Las gamitanas juveniles consumen grandes cantidades de frutas y semillas durante el periodo en el que las aguas de los ríos y cochas de la Amazonía alcanzan su nivel más elevado, época en la que este tipo de alimento abunda en la floresta inundada. Numerosos filamentos branquiales y una serie de dientes molariformes permiten a los peces jóvenes aprovechar estos dos tipos de alimento, que individualmente o de manera combinada, son relativamente abundantes a lo largo del año (Campos, 2015).

A continuación, se presenta la descripción taxonómica de la gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818).

Phyllis: *Chordata*

Clase: *Pisces*

Orden: *Cypriniforme*

Familia: *Characidae*

Género: *Colossoma*

Especie: *macropomum*

La gamitana es un auténtico pez tropical, que muere si la temperatura es menor a 15°C. Es un pez muy fuerte. La parte dorsal de su cuerpo es gris oscuro y la vertebral es amarillo blancuzco. Los ejemplares adultos tienen manchas oscuras irregulares en la parte ventral y en la cola; pueden crecer hasta 90 cm de longitud total y pesar alrededor de 30 kg (Goulding, 1980). Un ejemplar adulto de gamitana se presenta en la Figura 1.



**Figura 1.** Ejemplar de Gamitana *Colossoma macropomum* (Ministerio de la Producción, 2009).

La gamitana habita los cuerpos de agua de la Amazonía y de la Orinoquia. Los adultos realizan migraciones laterales y longitudinales; en el primer caso, desde la planicie de inundación hacia el canal principal; en el segundo, a lo largo del canal principal. Realiza, además, otra migración corta, de carácter reproductivo, hacia las áreas de mezcla de aguas en la confluencia de los ríos. Las larvas inician su fase de alimentación en los remansos de los ríos, en zonas con abundante vegetación en descomposición, que propicia una alta



productividad de microorganismos planctónicos. Los alevinos realizan migraciones para alcanzar nuevos ambientes laterales en los que viven hasta alcanzar su estado adulto (**IIAP, 2000**).

El intestino de la Gamitana es largo, de 2 a 2.5 veces mayor que la longitud estándar del pez. Tiene un estómago muy desarrollado, alargado y en forma de codo doblado. El número de apéndices pilóricos varía de 43 a 75. Este gran número facilita mucho la absorción de los nutrientes digeridos en el estómago (**Honda, 1974**).

En la dieta de la gamitana pueden mencionarse frutas, granos, arbustos y plantas trepadoras, las cuales son: *Tabeuia barbata* (Bignoniácea), *Mabea sp.* (Euphorbiaceae), *Cecropia sp.* (Morácea), *Vitex cynosa* (Verbenaceae), *Oriza perenneis* “arroz”, *Hevea brasiliensis* “árbol del caucho” y *Hevea spruceana* (Euphorbiaceae), *Neolabatia sp.* (Sapotaceae), *Genipa americana* (rubiaceae), *Echornia crassipes* “planta de agua” (**Honda, 1974**).

El plancton es también un alimento muy importante de la Gamitana. Los crustáceos planctónicos son encontrados con mayor frecuencia en su contenido estomacal, estos son: *Daphia gessneri*, *Ceriodaphnia reticulata y cornuta*, *Moina reticulata*, *Notodiptomus amazonicus*, *Diaphanosomas sp.*, *Bosmina sp.*, *Chidoridaea*, *Macrothricidae*, *Cyclopidae*, *ostracoda*, *Conchostraca*, camarones, ácaros y otros insectos (**Honda, 1974**).

### 1.1.2. Paco *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)

Phyllum:	<i>Chordata</i>
Clase :	<i>Actinopterygii</i>
Orden:	<i>Characiformes</i>
Familia:	<i>Characidae</i>
Género:	<i>Piaractus</i>
Especie:	<i>P. brachypomus</i>

Esta especie comparte el nicho ecológico con la gamitana (*Colossoma macropomum*), con la que tiene similitud en forma, variando en sus patrones de coloración gris oscura en el dorso y lados, con tonalidad anaranjada en la parte ventral un tanto más intensa en los juveniles que en los adultos, en quienes el tono plomizo a marrón oscuro se uniformiza. Se

diferencia de la gamitana en su mayor altura y por poseer espina en la base de la aleta dorsal, la que es relativamente corta (TCA, 1996).



*Figura 2.* Ejemplar de Paco *Piaractus brachypomus* (Ministerio de la Producción, 2009).

El crecimiento del Paco en su hábitat natural es significativamente menor comparándolo con la gamitana. Esta pueda ser la razón por la que el Paco alcanza su madurez sexual un año antes y, además, es un consumidor menos agresivo y tiene un menor espectro alimenticio que la gamitana (Woynarovich y Woynarovich, 1998).

## 1.2. Reproducción de las especies gamitana y paco

### 1.2.1. Reproducción natural

Antes de entrar en detalles acerca de la reproducción natural de la gamitana y paco se debe dar una mirada general a los estadios de desarrollo de los peces. Para esto, en la Tabla 1 se resume estos estadios (Woynarovich y Woynarovich, 1998).

La gamitana, el paco, el boquichico y muchos otros peces reofílicos (dependen de sus gónadas para la maduración de sus óvulos y semen) en la Amazonia, han adaptado su periodo reproductivo hacia el comienzo de la expansión del ambiente acuático (Alcántara y Guerra, 1990).

La reproducción comienza cuando las aguas empiezan a subir y el ambiente acuático se expande. Por lo tanto, estos peces viven y se desarrollan en un medio que experimenta

cambios periódicos de luz, temperatura, pH, oxígeno disuelto, lluvias, disponibilidad de alimento, principalmente, que influyen de manera determinante en la maduración gonadal y en el éxito de la reproducción (TCA, 1996).

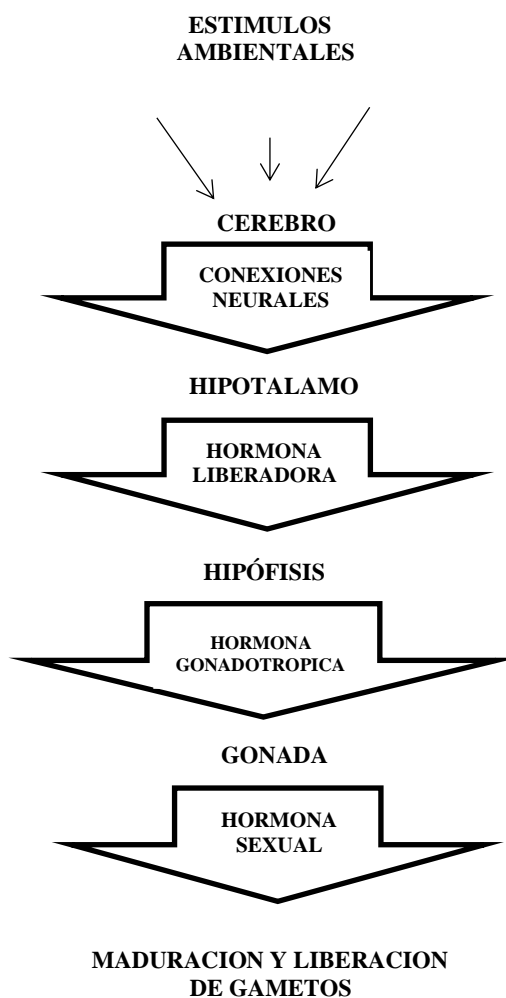
**Tabla 1**

*Estadio de desarrollo de un pez (Goulding y Carvalho, 1982).*

Estadios	Descripción
Embrión	Este estado comienza con la fertilización de los huevos y finaliza con el nacimiento del embrión del pez del huevo. Este embrión es llamado larva.
Larvas	Comienza cuando nace el embrión y termina cuando inicia alimentación exógena, este es el tiempo en que el tracto digestivo de la larva inicia su desarrollo y caza su alimento del agua (esta es una fase de la vida de la larva cuando mezcla la alimentación endógena y exógena. Esta alimentación mixta ayuda al ajuste de la larva a depender del agua que la circunda).
Post larvas	Cuando la larva del pez se alimenta es llamada por los acuicultores latinoamericanos como post larva. Una muy importante fase del desarrollo de la larva, que es la alimentación endógena, culmina.
Alevinos	En esta etapa comienza la alimentación exógena y termina con el desarrollo completo de los ojos, sistema respiratorio, tracto digestivo y la determinación somática del sexo.
Juvenil	Este nombre es una terminología para los peces jóvenes de un cierto tamaño. El tamaño del pez es tan grande como el dedo de una persona. Peso: 1 a 10 g.
Pre adultos	Durante el desarrollo de este estadio, el pez crece en tamaño y termina cuando los órganos sexuales inician su madurez. El pez puede considerarse sexualmente maduro cuando la hembra produce óvulos fértiles y los machos esperma fértil.
Adultos	El pez sexualmente maduro es considerado como pez adulto.

Después del desove, los peces adultos buscan terrenos inundados del bosque donde encuentren alimentos naturales en abundancia. Ellos permanecen allí usando todas las oportunidades para alimentarse bien de 4 a 7 meses (**Goulding y Carvalho, 1982**).

La percepción de los estímulos ambientales como la duración del día (fotoperiodo), la temperatura y la pluviosidad, está regida por el sistema nervioso e incluye el paso de la información desde los receptores sensoriales hasta el cerebro. Al llegar al hipotálamo, la información neural determina la actividad de la hipófisis por medio de mensajeros químicos denominados hormonas liberadoras, esta a su vez estimula la hipófisis para liberar a la circulación general una hormona llamada gonadotropina, cuyo destino es la gónada: su efecto es estimular la producción de esteroides sexuales en la gónada, esteroides que posteriormente serán los responsables de la maduración de los gametos (**Brian y William, 1970**), tal como se describe en la Figura 3.



**Figura 3.** Etapas principales de la cadena de eventos fisiológicos (Brian & William, 1970).

### 1.2.2. Reproducción Artificial

La reproducción artificial inducida de peces en América Latina fue iniciada en Argentina, por Houssay en 1928, sin éxito; luego, Ihering y Acevedo en 1934, obtuvieron resultados positivos en “boquichico” *Prochilodus sp.*, con hipófisis de la misma especie. En Colombia, Solano en 1974, también logró resultados positivos en “Boquichico”. Con respecto al género *Colossoma*, los estudios sobre reproducción inducida fueron iniciados por Lovshin et al. En 1974 y Da Silva en 1977, en Brasil, quienes describieron las primeras técnicas para desovar y reproducir artificialmente “Gamitana” *Colossoma macropomum* y “Paco” *Piaractus brachypomus*. Asimismo, cabe resaltar a autores, como Woynarovich en 1978, Kossowsky en 1980, Harvey y Hoar en 1980 y Bermúdez en 1979, quienes han contribuido con valiosos avances en la reproducción inducida de peces. En el Perú, sobre reproducción inducida se viene trabajando a partir de 1983, habiéndose iniciado con los trabajos de Alcántara en 1983, Castañeda y Saldaña en 1983, y Saldaña y Ascón en 1986, con significativos avances en la reproducción de “Gamitana” y “Paco” (Ascón, 1992).

### 1.2.3. Inductores

Los inductores disponibles en el mercado interno y externo que se usan con relativo éxito son los siguientes (IIAP, 2000):

#### a. Conceptal

Es un producto de uso veterinario, producido por Roussel Veterinar GmbH, disponible en el mercado regional. Su presentación es en solución inyectable de 10 y 50 ml, listo para su aplicación inmediata, almacenar entre 15° y 30° C.

#### b. Composición

Cada 1 ml de Conceptal® contiene 0,0042 mg de acetato de buserelina equivalente a 0,004 mg de buserelina.

#### c. Ovudal

Es un análogo del LHRH elaborado para la administración a peces, también se le conoce como Ovufish. Su presentación es en ampolla de 200 microgramos, para su administración se diluye en agua destilada (IIAP, 2000).



#### d. LHRH

Es un producto de fabricación en un laboratorio canadiense, contiene la hormona liberadora de la hormona luteinizante (LHRH), para administración en peces, su presentación es en de ampollas de 200 microgramos (IIAP, 2000).

#### e. Pituitaria de carpa

Es el extracto de la hipófisis de “carpa común” *Cyprinus carpio*. Actúa de manera similar a las gonadotropinas endógenas, estimulando la producción de esteroides sexuales, forzando la actividad del ciclo reproductivo a nivel de gónadas (IIAP, 2000).

#### 1.2.4. Dosificación

Ascón (1990) obtuvo el desove de “Paco” *P. brachypomus* y “gamitana” *C. macropomum* utilizando el “conceptal”, análogo sintético de la hormona Gn-RH de uso veterinario, aplicando 2.6 mL/kg p.v. equivalente a (0.014 mg. de Buserelina/kg peso vivo) en 2 dosis, una del 10% y 90% del total con un intervalo de tiempo de 12-14 horas. La reproducción artificial inducida de gamitana, paco y boquichico, con el uso de “conceptal” se muestra en la Figura 4.



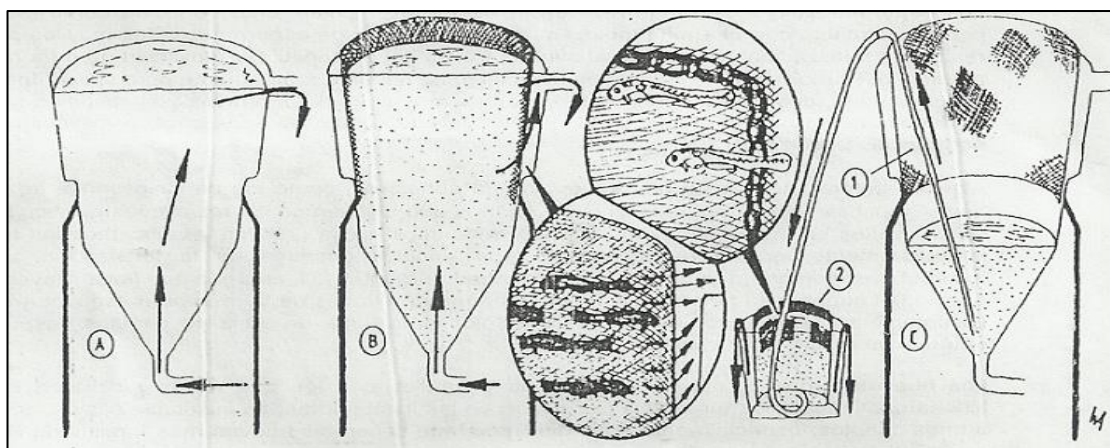
**Figura 4.** Hormona homóloga sintética “Conceptal” (Salud Animal, 2015).

### 1.2.5. Desove e incubación de Huevos

Llegada la hora estimada para el desove se extrae a la hembra con mucho cuidado cubriendo de inmediato la abertura urogenital para evitar la pérdida de óvulos, se la coloca sobre una espuma plástica y con toallas suaves se procede a secar para evitar el contacto de los óvulos con agua, ya que al contacto se inicia la hidratación favoreciendo el cierre del micrópilo, lo que impide el ingreso del espermatozoide, en consecuencia, no se produce la fecundación. Esto se controla practicando una sutura del orificio urogenital al momento de aplicar la dosis. Esta práctica no se ha generalizado, con el argumento de que el manipuleo excesivo causa heridas y produce estrés en el pez, haciéndolo refractario al tratamiento (IIAP, 2000).

En la colocación de 30 a 50 gramos de huevos recién fecundados, sin adición de agua, esto representa de 30 000 a 50 000 huevos. Una vez efectuada la carga de las incubadoras no se debe de realizar trasvase de los huevos, de otro modo, se producirá rotura de corion y por lo tanto, la muerte de muchos huevos (TCA, 1992).

En la estación del IIAP, Iquitos, se aplica un flujo de  $0,6 \pm 0,1$  litros por minuto, en incubadoras de 60 litros, tal como se muestra en la Figura 5.



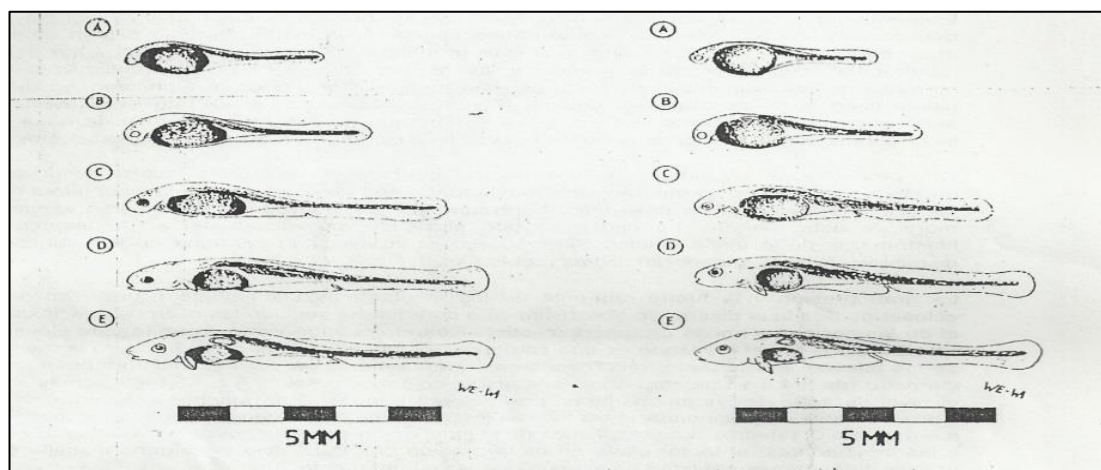
**Figura 5.** Dirección de ingreso del flujo de agua a una incubadora (Woynarovich y Woynarovich, 1998).

En el desenvolvimiento de las ovas tiene efecto la temperatura, siendo mucho más rápida, 16 horas, a temperatura de  $26^{\circ}\text{C}$ , mientras que toma sólo 12 horas cuando la temperatura es de  $28^{\circ}\text{C}$ . La eclosión de larvas presenta innumerables dificultades desde un punto de vista técnico. Para la crianza de larvas, precisamos atender todas las exigencias necesarias para su desarrollo, tal como la temperatura adecuada, oxígeno en abundancia y remoción de los metabolitos de larvas dentro de las incubadoras (Val y Honczaryk, 1995).

### 1.2.6. Crianza de larvas

A fin de criar larvas saludables y bien desarrolladas, es importante proveer todas las condiciones necesarias para su desarrollo.

Las larvas de *Colossoma*, al igual que otros peces óseos, no tienen boca, branquias, tubo digestivo, ano, vejiga natatoria, etc., sólo por mencionar los órganos más importantes. Luego de 4 a 6 días de desarrollo, ya tienen boca, branquias, tubo digestivo simple, ano y la vejiga natatoria está lista para llenarse de aire. A pesar de tener todavía de 30 a 40% de su saco vitelino, ellos pueden tomar alimento del medio ambiente, cuando la vejiga natatoria se llena con aire pueden tomar alimento de la superficie del agua. En 1 o 2 semanas la larva consume el saco vitelino y empieza a cubrir sus necesidades con alimentación exógena, tal como se muestra en la Figura 6 (Woynarovich y Woynarovich, 1998).



**Figura 6.** Estadios de desarrollo de las larvas de gamitana y paco (Woynarovich y Woynarovich, 1998).

Durante los primeros días de vida las larvas requieren alimento rico en proteínas. La voracidad es característica de la gran mayoría de especies de peces en su fase larval, siendo su primer alimento organismos zooplanctónicos como rotíferos, cladóceros y copépodos, los que obtienen por filtración del agua de los estanques previamente preparados. Otra alternativa lo constituyen los naúplios (larvas) de *Artemia salina*.

Aproximadamente al décimo día son sembrados en los estanques de larvaje. Este método viene empleándose en Tarapoto y Pucallpa; en el primer caso, en los colectores de 200 litros de capacidad y en el segundo caso, en cajas de madera forradas con plástico. Se viene incorporando, a esta última opción, el uso del oxigenador y termostato.

En cualquier caso, es importante, antes de sembrar las larvas, proceder a realizar la limpieza con la finalidad de eliminar los elementos muertos (huevos y larvas) y la envoltura de los huevos, que producen putrefacción, consumiendo oxígeno, favoreciendo la proliferación de patógenos y producción de metabolitos tóxicos (IIAP, 2000).

### **1.2.7. Requerimientos nutricionales de larvas**

Las larvas tienen la capacidad para la digestión del alimento desde la primera alimentación exógena. Esto significa que el éxito de las dietas artificiales para larvas de peces depende más de sus propiedades físicas y nutricionales que de la capacidad de las larvas para digerir el alimento. Las dietas artificiales deben satisfacer los requerimientos nutricionales establecidos por los procesos fisiológicos en las larvas de peces durante su desarrollo. Durante la fase larvaria, la mayoría de las especies de peces no tienen 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 elucidar la diferencia entre la estructura de la proteína y su digestibilidad en el alimento vivo y en las dietas artificiales (García, 2003).

### **1.2.8. Importancia la estructura de la proteína en el alimento**

La mayoría de las investigaciones sobre nutrición en larvas de peces se ha concentrado en los requerimientos y la utilización de los lípidos y ácidos grasos, Sin embargo, la proteína y los aminoácidos también son importantes para el desarrollo de las larvas.

La proteína es el principal componente en la materia seca de *Artemia* y debido a que la composición de proteína y aminoácidos entre quistes y náuplios no es significativamente diferente, algunos factores de calidad pueden tener un efecto importante en el crecimiento de las larvas de peces. Para obtener evidencia que apoye esta hipótesis, la digestibilidad de la proteína en *Artemia* y la caracterización de su tamaño molecular fueron investigadas la inclusión de aminoácidos libres y de péptidos de bajo peso molecular en las dietas iniciales podría facilitar la digestión y absorción de proteína en las larvas de peces (García, 2003).

El alto contenido de aminoácidos libres en los organismos, adicionalmente, el pool de aminoácidos en los huevos y larvas de saco vitelino de los peces marinos consiste principalmente de amino ácidos libres, los cuales son agotados durante la etapa de saco vitelino. Lo anterior sugiere un papel especial de los aminoácidos libres en el metabolismo de los estadios de vida tempranos (**García, 2003**).

Después de la absorción del saco vitelino, los peces dependen de una fuente similar de aminoácidos, los cuales son provistos por los organismos del zooplancton en su hábitat natural. Asimismo, algunos estudios sobre las capacidades proteolíticas de las larvas de peces han sugerido que la incorporación de pequeños péptidos o de hidrolizados de proteína en las dietas para larvas mejoran los procesos de desarrollo en el tracto digestivo de las larvas (**García, 2003**).

### **1.2.9. Alimento natural**

La larvicultura de peces neotropicales presenta limitaciones para el manejo de la primera alimentación dado el pobre desarrollo del tracto digestivo y capacidad natatoria. La alimentación de la larva debe considerar el tamaño, densidad y calidad de la presa ofrecida. Se aborda la importancia de la larvicultura en el proceso piscícola, la importancia del zooplancton como alimento y las alternativas en el manejo de cladóceros, copépodos y rotíferos para la alimentación de larvas de especies neotropicales.

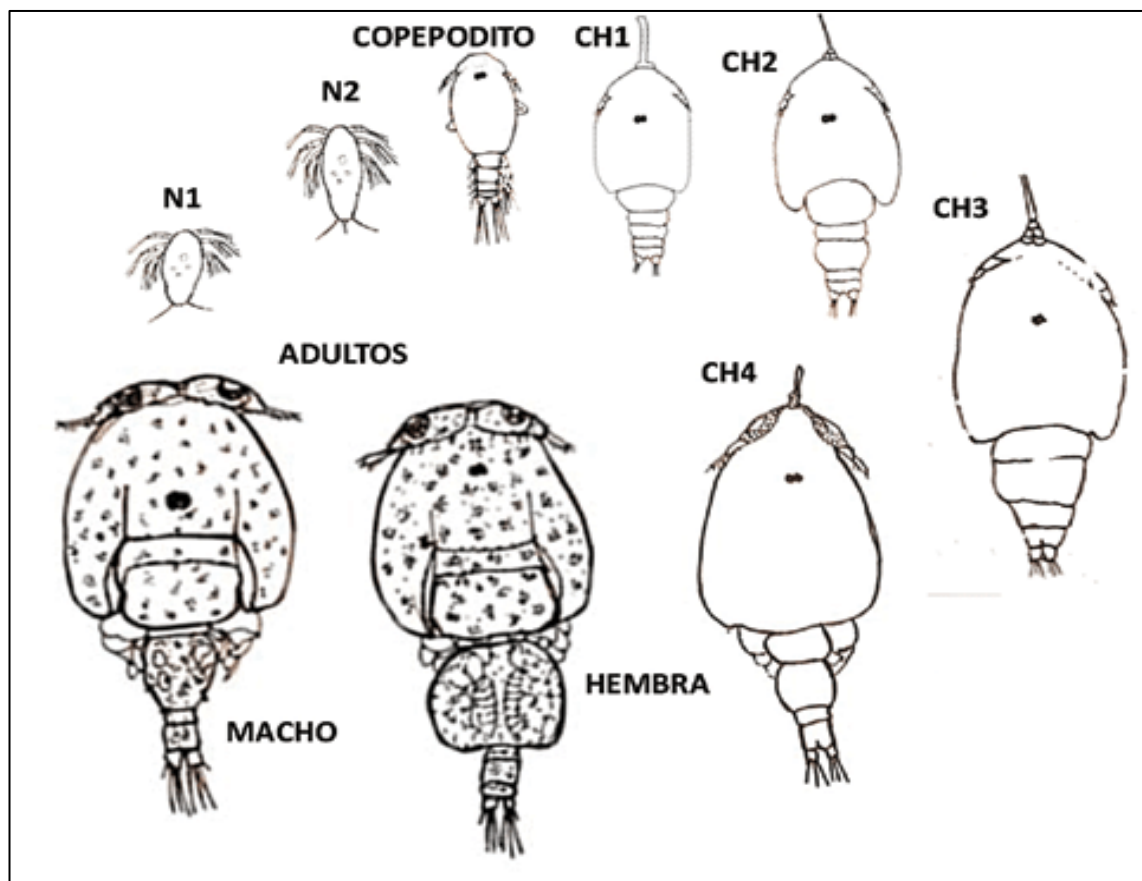
Existen dos principales aspectos que hacen del fitoplancton un factor de gran importancia en la acuicultura. Primero, la relación de la producción de oxígeno realizada por las algas permitiendo la existencia de vida en medios acuáticos. Segundo, referente a la relación de alimentación existente entre algas y organismos zooplanctónicos (cladóceros, copépodos y rotíferos) y que podemos considerar como la primera cadena alimentaria.

#### **a. Copépodos**

Los copépodos son unos diminutos animales pluricelulares que miden entre uno y dos milímetros, parientes de los camarones, y que por consiguiente pertenecen al grupo de los crustáceos; abundan en el plancton. Su cuerpo está constituido por varios segmentos arreglados en dos regiones, una formada por la unión de la cabeza y el tórax y la otra por el abdomen; en estas regiones se encuentran sus apéndices estructurados por pequeñas placas articuladas y que sirven para la locomoción o para transportar sus huevecillos. Tanto



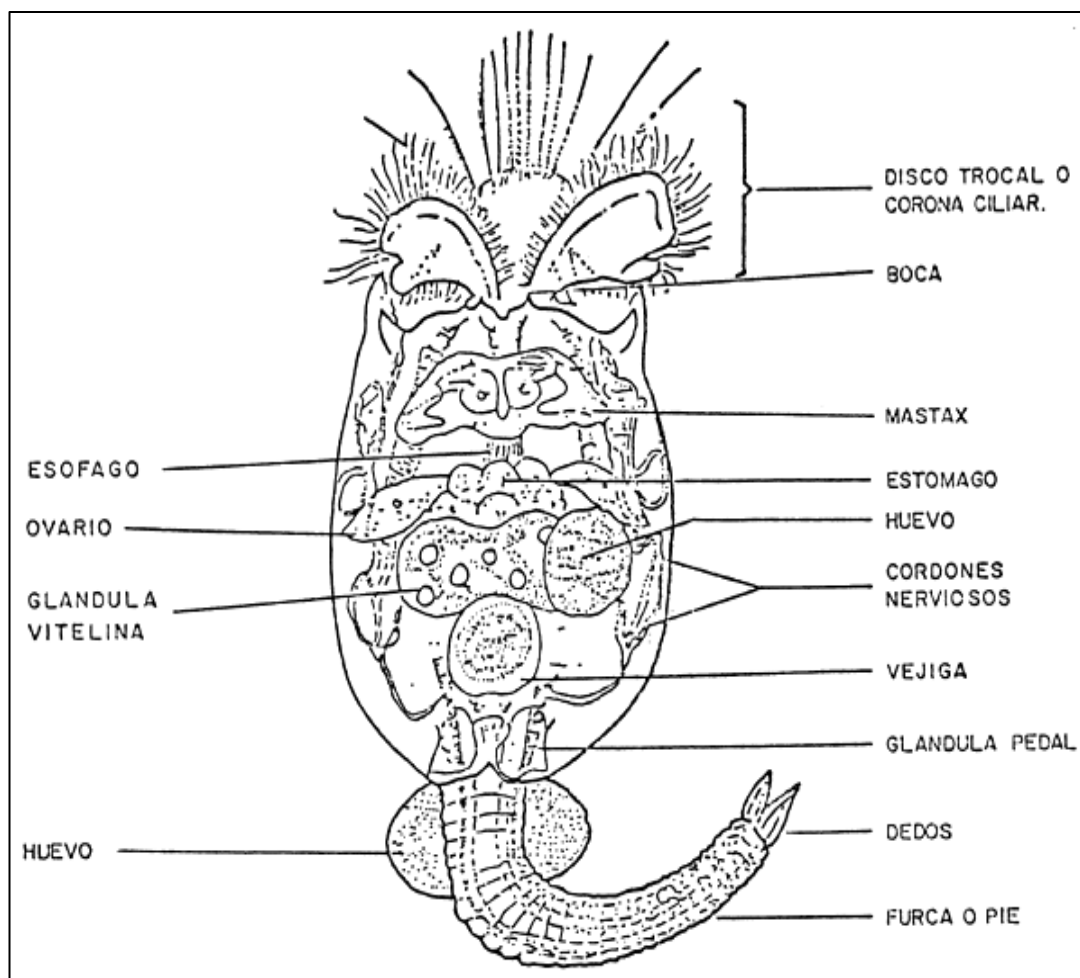
el cuerpo como los apéndices llevan una serie de largas cerdas que les confieren un aspecto vistoso y bello (Honczaryk y Val, 1995). Diferentes estadios de crecimiento de una especie de copépodo se presentan en la Figura 7.



*Figura 7.* Ciclo de vida de *Caligus rogercresseyi* (González y Carvajal, 2003).

## b. Rotíferos

Los rotíferos *Brachionus* spp. Son cultivados y utilizados como alimento vivo para larvas de peces y crustáceos en todo el mundo. Por lo general se utilizan como enriquecedores/suplementos alimenticios comerciales, Marol, Protein Hufa, Selcon Easy, Super Selco, así como la microalga *Nannochloropsis oculata*, sin suplemento, como control (Cisneros, 2011). En la Figura 8 se presenta la anatomía de una especie de rotífero.



**Figura 8.** Anatomía de *Brachionus plicatilis* (Rotífera) (Pejler et al., 1983)

Para fines prácticos, la producción masiva de microalgas y la utilización de levadura de pan aportan buenos resultados en la producción masiva de larvas de peces y otros invertebrados, tomando en cuenta que esta utilización permite un enriquecimiento de los cultivos de zooplancton llamado “tratamiento verde” (6 a 12 h en un cultivo de microalgas), después de haber obtenido una alta densidad con levadura por tres a cuatro días (pueden ser obtenidos más de 100 rotíferos/ml). Esto permite que el zooplancton obtenga la concentración necesaria de ácidos grasos y aminoácidos esenciales para el buen desarrollo de las diferentes especies de invertebrados y peces producidos mediante esta técnica (FAO, 1989).

### **c. *Artemia salina***

El uso de la *Artemia salina* o *Brine Shrimps* no se limita tan solo a la acuariofilia, sino que el grueso de su consumo está en los grandes centros de acuicultura a nivel mundial. Su uso

en la Industria de la acuicultura se remonta a muchas décadas atrás cuando se descubrieron las grandes bondades de este pequeño crustáceo. El náuplio de la *Artemia salina* puede duplicar su tamaño corporal en menos de 24 horas, esto se debe a una hormona de crecimiento contenida en ella, y dicha hormona a la vez, puede ser transferible al ser digerido por alevines y larvas de otras especies (**Guzmán, 2011**). Para obtener una población que cubra las necesidades de este sector, mejorando las eficiencias reproductivas, sus índices de eclosión y sus propiedades nutricionales. Estas últimas a base de emulsiones enriquecedoras y/o alimentando la *Artemia* con distintas microalgas. La *Artemia* es un excelente alimento vivo en la acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio y metanauplio (adecuado para las larvas y juveniles de crustáceos y peces) y fácil manejo, entre otros. El valor nutritivo de los nauplios recién eclosionados es muy alto; este valor decrece en ausencia de alimento. Si la *Artemia* (metanauplio y nauplio) es alimentada adecuadamente, podemos obtener 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.) (**Tacon, 1987**). Se ha calculado que se requiere entre un 2,5 a 5 g de la fuente, enriquecida para un millón de náuplios, y este enriquecimiento se logra en un período no menor de 6 h.

En el Tabla 2, se muestra la composición en ácidos grasos de cuatro cepas de *Artemia* (náuplios recién eclosionados) de diferentes localidades.

Para lavas de peces marinos, los náuplios de *Artemia* contienen una alta proporción de ácidos grasos esenciales de tipo W, (20:5W<sub>3</sub> y 22:6W<sub>3</sub>) que son los más nutritivos y que permiten el buen desarrollo y alta supervivencia de las larvas. Para especies de agua dulce, los náuplios de *Artemia* contienen una alta proporción de los ácidos grasos esenciales W<sub>3</sub> (18:2W<sub>6</sub> y 18:3W<sub>3</sub>) (**Watanabe et al., 1982**).

**Tabla 2**

*Porcentaje de ácidos grasos de naúplios de Artemia en cuatro localidades (Watanabe et al. (1982)).*

Ácidos grasos	RAC	San Pablo	Canadá	China	Francia
14:00	1.79	0.43	0.83	1.8	1.73
14:01	2.92	2.26	1.67	2.24	3.03
16:00	12.7	7.79	9.99	11.4	11.9
16:1 $\omega$ 7	16.78	5.24	9.03	19.06	11.34
16:3 $\omega$ 4/17:1 $\omega$ 8	4.33	2.44	1.47	2.54	2.2
18:00	4.07	3.08	5.12	3.99	4.21
18:1 $\omega$ 9	30.37	29.15	28.24	26.81	24.73
18:2 $\omega$ 6	9.62	4.6	7.95	4.68	6.14
18:3 $\omega$ 3	2.55	33.59	19.87	7.38	20.9
18:4 $\omega$ 3	Nd	4.88	1.6	1.26	2.04
20:2 $\omega$ 6/20:3 $\omega$ 6	0.2	0.24	0.44	0.15	1.13
20:3 $\omega$ 3/20:4 $\omega$ 6	5.82	1.48	4.21	3.34	2.45
20:5 $\omega$ 3	8.45	1.68	9.52	15.35	8.01

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **2.1. Material biológico y unidades experimentales**

El estudio se realizó en el Centro Acuícola el “Gran Paso”, de propiedad de Sr. Paco Raúl Vargas Rojas, ubicado en el distrito de Morales, km. 1,5 de la carretera a San Antonio de Cumbaza. Provincia de San Martín, región de San Martín. La localidad donde se efectuó el estudio presenta las siguientes características climatológicas: temperatura media anual de 27°C, precipitación anual media de 88,45 mm de lluvia, humedad relativa promedio de 75%.

#### **2.2. Lugar de ejecución**

El presente proyecto de investigación se realizó en el Centro acuícola “El Gran Paso”; ubicado en el distrito de Morales, km. 1,5 de la carretera a San Antonio de Cumbaza.

#### **2.3. Materiales y equipos**

##### **2.3.1. Material biológico**

La materia prima biológica que se utilizó en este proyecto de investigación fue post larvas de 2 especies nativas, las cuales fueron proporcionadas por el centro acuícola el “Gran Paso” que está ubicado en el distrito de Morales, kilómetro 1,5 de la carretera a San Antonio de Cumbaza post larvas de gamitana (*Colossoma macropomum*) y post larvas de paco (*Piaractus brachypomus*).

Para la evaluación se utilizaron 3 alimentos, los cuales proceden de los siguientes lugares:

- *Artemia* marca Breeze Aqua del Gran Lago Salado de Utah importada de U.S.A. con un porcentaje de proteínas de 55%.
- Alimento vivo (rotíferos, cladóceros, copépodos, etc.) fueron producidos en el centro acuícola el Gran Paso ubicado en el distrito de Morales km. 1.5 carretera San Antonio de Cumbaza.
- Alimento con 45% de proteínas en polvo es producido en planta de Nicovita de Trujillo en el Km 147 panamericana sur y distribuida en el Jr. Andrés Avelino Cáceres N° 351.

### **2.3.2. Materiales de Laboratorio**

- Fiolas de 10 mL y 100 mL.
- Matraces de 250 mL.
- Papel filtro # 42
- Pinza
- Pipetas de 10 mL.
- Placas de Petri
- Tubos de ensayo.
- Vasos precipitados de 250 ml y 500 ml
- Artesas
- Colectores de 60 litros
- Cánula
- Jeringa de inyección

### **2.3.3. Equipos**

- Autoclave.
- Balanza analítica de precisión (Cap. Máxima 30 Kg).
- Estufa (0°C a 250°C.)
- Microscopio
- Congeladora

### **2.3.4. Reactivos**

- Agua destilada.
- Alcohol etílico 96°.6L
- Cloruro de Sodio grado p.a.
- Kit de análisis de agua dulce
- Lugol

## **2.4. Metodología**

### **2.4.1 Aplicación de dosis hormonal**

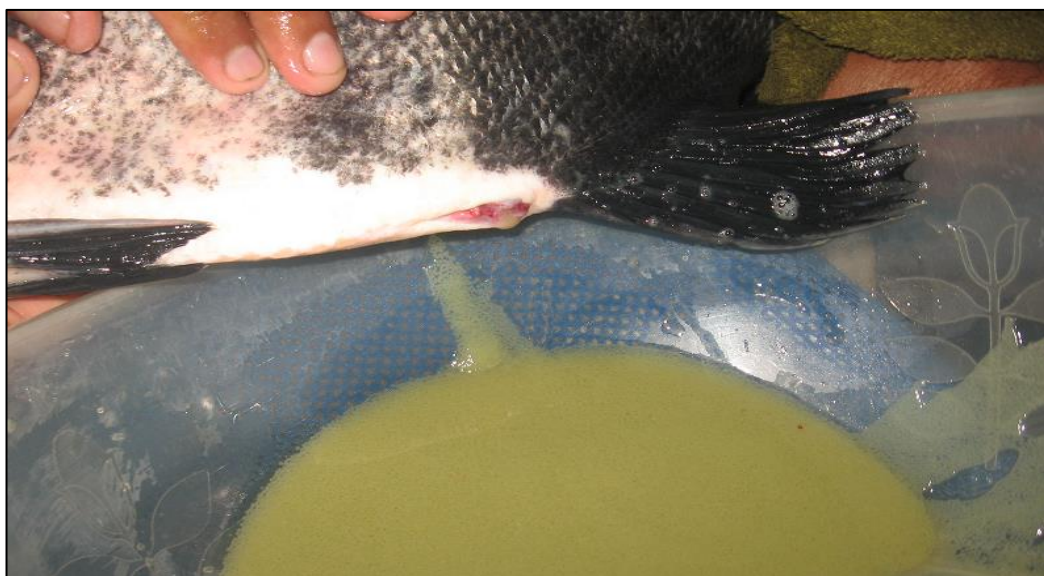
Se utilizaron post larvas obtenidas mediante reproducción, utilizando reproductores de gamitana y paco mantenidos en cautiverio, inducidos con conceptual en dos dosis del 20 y 80% de 2,6 ml/Kg de peso para hembras y una única dosis para el macho 2,6 ml/Kg tal como se muestra en la Tabla 3, en la base de la aleta pectoral, mantenidos en artesas de

fibra de vidrio de 6 m<sup>2</sup>; a partir de diez horas de la primera inducción se inyectó la segunda dosis, posteriormente se realizó las inspecciones cada dos horas para determinar el momento de la ovulación.

**Tabla 3**

*Cantidad de Hormona usada en los reproductores hembra de gamitana y paco*

Dosis	Gamitana	Paco
Peso	8	3
Primera dosis 20% (mL/kg)	4,16	1,56
Segunda dosis 80% (mL/kg)	16,64	6,24
Total	20,8	7,8



**Figura 9.** Reproducción inducida de *C. macropomum* y *P. brachypomus*.

La fertilización se realizó en seco, posteriormente estos fueron transferidos a incubadoras cilindro-cónicas de 60 L de capacidad y flujo ascendente continuo (4-6 L/min).

Las post larvas eclosionadas fueron transferidas a incubadoras con volumen de 200 litros y mantenidas allí hasta las 17 horas post-eclosión. Todas las post larvas procedían del desove de una sola hembra, para evitar el sesgo en la calidad de las post larvas, fueron contadas individualmente y dispuestas a densidad de 30 post larvas/L; para un total de 1800 post larvas en cada una de las 9 unidades experimentales, conformadas por colectores de 60 litros. Al inicio de la alimentación exógena se realizó una descripción general de post larvas, considerando las características de los ojos, boca, saco vitelino, barbicelos y pigmentación.



Se utilizó agua del canal Cumbaza, almacenada en el reservorio de 800 m<sup>3</sup> y conducidas por una serie de tuberías de 2 pulgadas, se registró la temperatura, oxígeno disuelto y pH. La dureza total, alcalinidad y amonio total fueron medidos al inicio, en la mitad y al final del estudio. La alcalinidad fue determinada por el método de la fenolftaleína, utilizando reactivos (ácido sulfúrico, fenolftaleína y verde de bromocresol). El amonio total se determinó mediante el método de titulación ácida utilizando reactivos.

La mortalidad diaria y total se determinó colectando las post larvas muertas durante la limpieza diaria por sifoneo junto a las heces y alimento no consumido, realizándose recambio hasta del 70% del volumen de agua total.

Se suministró 4 raciones diarias (7:30 am, 11:30 am, 3:30 pm y 7:30 pm), durante diez días, de los siguientes alimentos: Tratamiento 1 (T1): alimentación con naúplios de *Artemia*. Estos fueron desencapsulados, de quistes incubados con agua y sal (500 gramos de sal marina en 20 litros de agua). En cada incubadora fue adicionado un litro de solución salina conteniendo 14300 nauplios.

Tratamiento 2 (T2): alimentación natural colectada, con red planctónica de 50 µm de malla, en artesas de 250 litros de fibra de vidrio abonados con 250 gramos de harina de pescado marca Costamar al 69% de proteínas brutas. El zooplancton producido fue lavado y seleccionado, con malla de 200 µm, antes de ser suministrado.

Tratamiento 3 (T3): alimentación constituida por concentrado comercial para peces del 45% de proteína bruta, micropulverizado a 200 µm; aplicado a razón de 0,078 g/L de agua. Antes de cada suministro del alimento se cortó el flujo del ingreso de agua para evitar la pérdida del alimento. Dos horas después de suministrado el alimento, se restituyó el flujo de agua para evitar la fuga de post larvas por las mangueras y para garantizar las condiciones de calidad del agua. Durante este tiempo se hizo monitoreo, cada cuatro horas, de las condiciones de calidad de agua presentando valores medios de temperatura de 28°C; oxígeno disuelto 8,0 mg / l y pH de 7.

Para determinar los cambios de talla y peso, antes de iniciar cada ensayo fue colectada una muestra de 10 post larvas de *C. macropomum* y *P. brachypomus*. Para el procesamiento de la muestra, las post larvas se midieron con una regla milimetrada y observadas con esteroscopio marca Nikon modelo MMK20106, con aproximación a 10x/21 mm.

Empleando los valores medios de los muestreos, para cada réplica se determinó la sobrevivencia (S).

Durante la alimentación para todas las réplicas por tratamiento, se contó la totalidad de las post larvas y de allí se calculó la sobrevivencia larval (S), mediante la siguiente ecuación:

$$S (\%) = \frac{N_i - N_f}{N_i} * 100$$

Dónde

N<sub>i</sub>: número de post larvas al inicio

N<sub>f</sub>: número de post larvas al final.

## 2.5. Diseño estadístico

Se seleccionó un diseño experimental unifactorial completamente al azar con tres tratamientos (**Montgomery, 2004**) tres repeticiones, para cada especie piscícola (Gamitana y Paco). Estos tratamientos fueron: Alimentación con naúplios de *Artemia salina* (T1), alimentación natural colectada, con red planctónica (T2) y alimentación constituida por concentrado comercial (T3). Se utilizó el análisis de varianza, para determinar el mejor alimento para las post larvas de Gamitana y Paco.

Asimismo, para las comparaciones múltiples, se utilizó el método Tukey, ya que este método efectúa un control sobre el índice del error global (**Montgomery, 2004**).

El tamaño de muestra de cada tratamiento se determinó en base a lo indicado por **Montgomery (2004)**.

## 2.6. Formulación de hipótesis

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ (para al menos un par (i, j))}$$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Porcentaje de sobrevivencia de post larvas

En la Tabla 4 se muestra el porcentaje de sobrevivencia de larvas de paco y gamitana, al ser alimentadas con tres tipos de alimento: Alimento comercial, Plancton y *Artemia salina*. Para las dos especies de peces, se observa que el mejor alimento es *Artemia salina*, seguido de Plancton y en último lugar el alimento Comercial.

**Tabla 4**

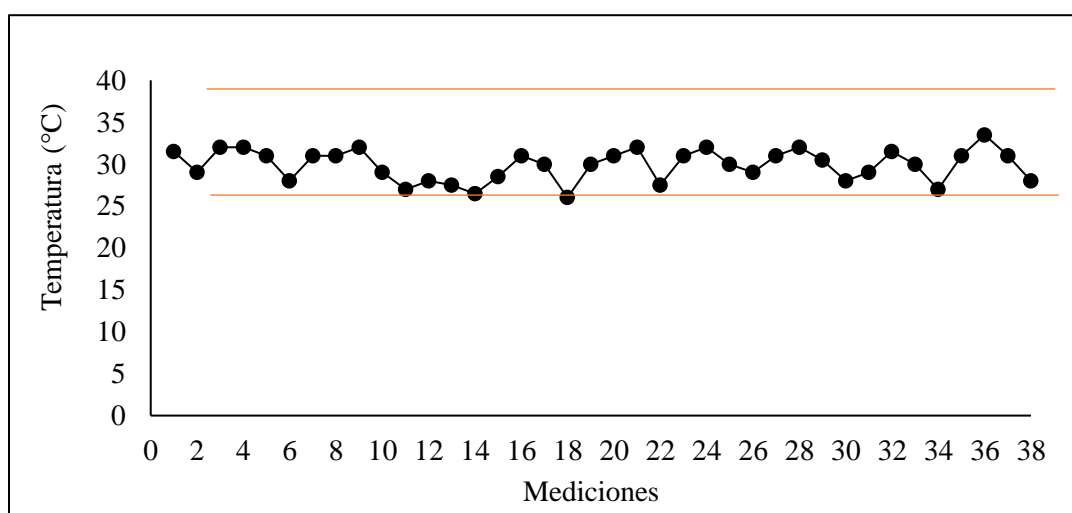
*Porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco*

Especie	Alimento		
	Comercial	Plancton	<i>Artemia salina</i>
Gamitana	87,53±11,79	93,97 ±4,85	96,57±2,43
Paco	87,73±11,94	96,83±1,19	98,22±1,26

##### 3.1.2. Resultados para la especie gamitana

###### 3.1.2.1. Registro de la temperatura en post larvas de gamitana

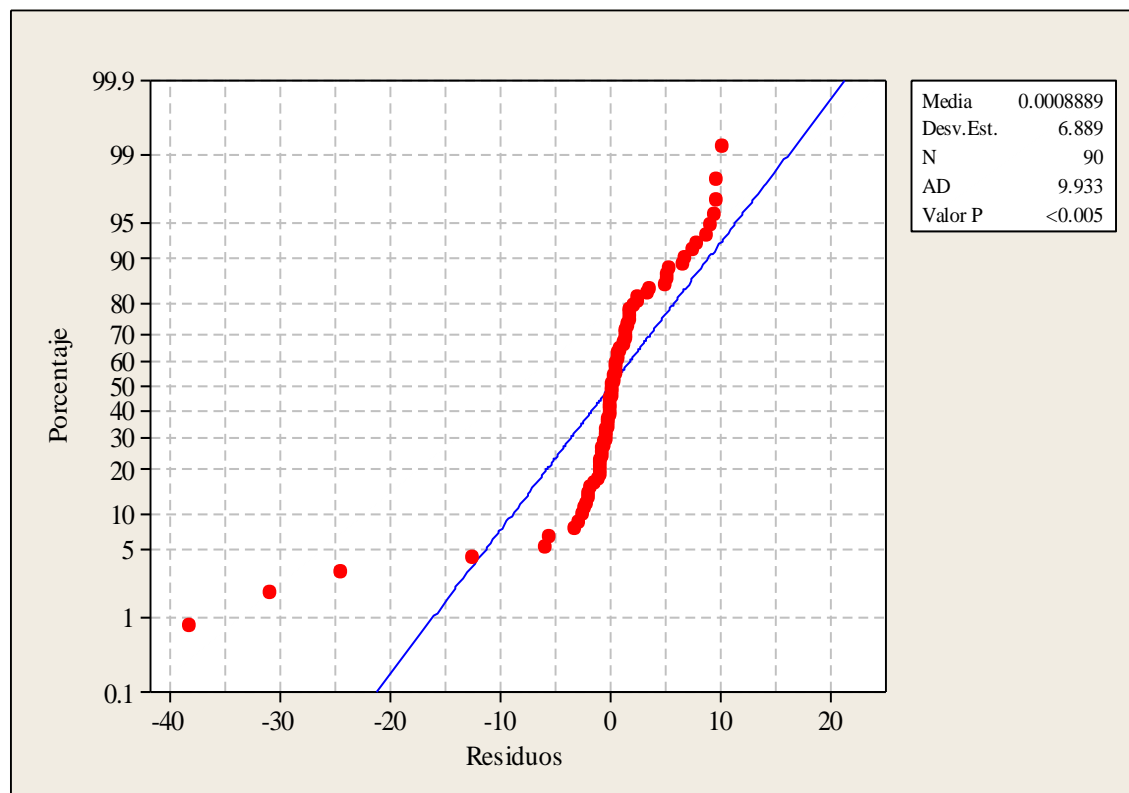
En la Figura 10 se muestra el control de la temperatura del agua para las post larvas de gamitana. En las 38 mediciones, la temperatura se mantuvo entre 25°C y 35°C.



**Figura 10.** Registro de la temperatura en post larvas de gamitana.

### 3.1.2.2. Normalidad del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.

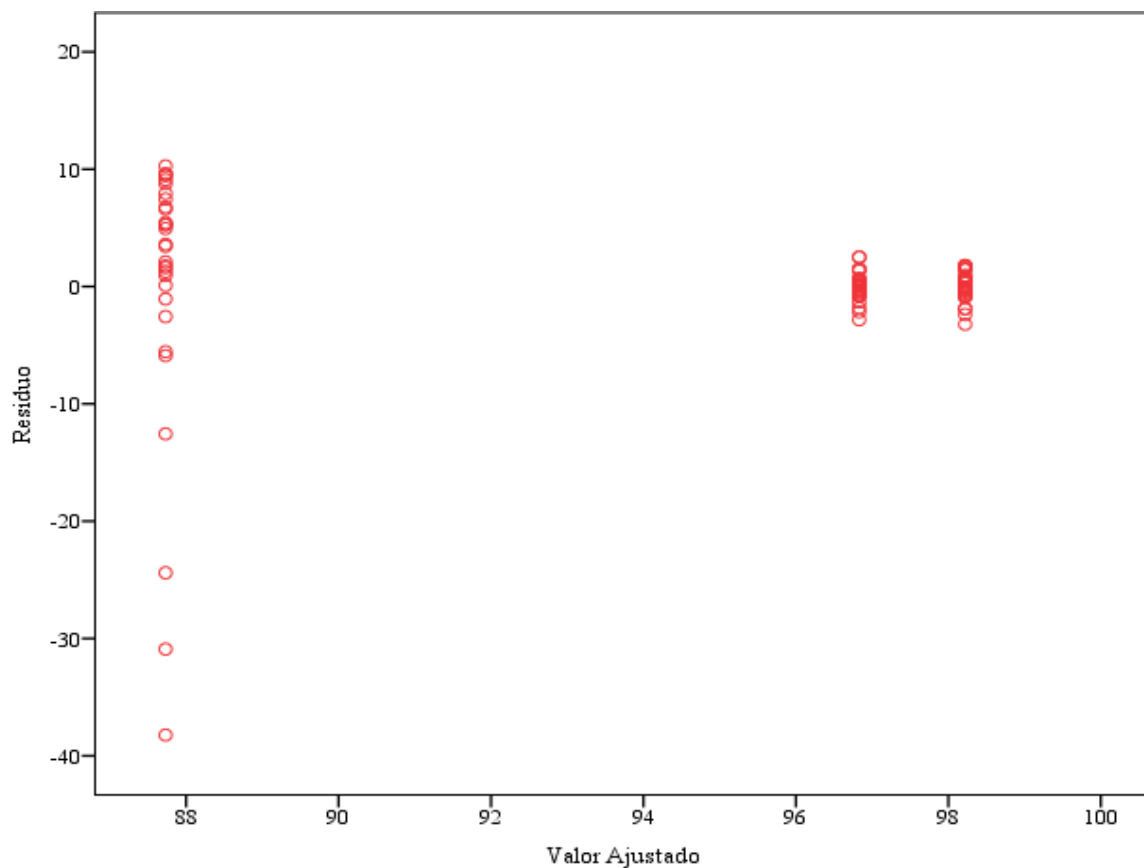
El supuesto de normalidad se analizó mediante los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana. En la Figura 11 se muestra el gráfico de normalidad de los residuos para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana. Se observa que los datos no se aproximan a la línea recta, por tanto, esta variable no cumple el supuesto de normalidad de los residuos ( $p$ -valor $<0.05$ ).



*Figura 11.* Normalidad de los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana

### 3.1.2.3. Homogeneidad de varianzas del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana

La homogeneidad de varianzas del porcentaje sobrevivencia de post larvas de gamitana, se analizó, mediante el gráfico de los residuos versus el valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana. Este gráfico muestra un patrón obvio, por la forma de embudo con la boca hacia adentro. Por esta razón no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.



*Figura 12.* Residuos del valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana

Al no cumplir los supuestos del Análisis de varianza paramétrico, se procedió a realizar la clasificación por rangos, para luego proceder a realizar el ANOVA de Fisher. De acuerdo con **Montgomery (2004)**, indica que, si los datos están en rangos, y se aplica la prueba F común, el resultado es un procedimiento aproximado que tiene buenas propiedades estadísticas.

#### **3.1.2.4. Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.**

En la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana. Se obtuvo un  $p\text{-valor} < 0.05$ , por esta razón se acepta la hipótesis alterna, es decir existe diferencia significativa entre los tipos de alimento de las post larvas de gamitana.

**Tabla 5**

*ANOVA para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.*

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	33807,35	2	16903,68	54,73	,000
Error	26869,65	87	308,85		
Total	60677,00	89			

### 3.1.2.5. Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.

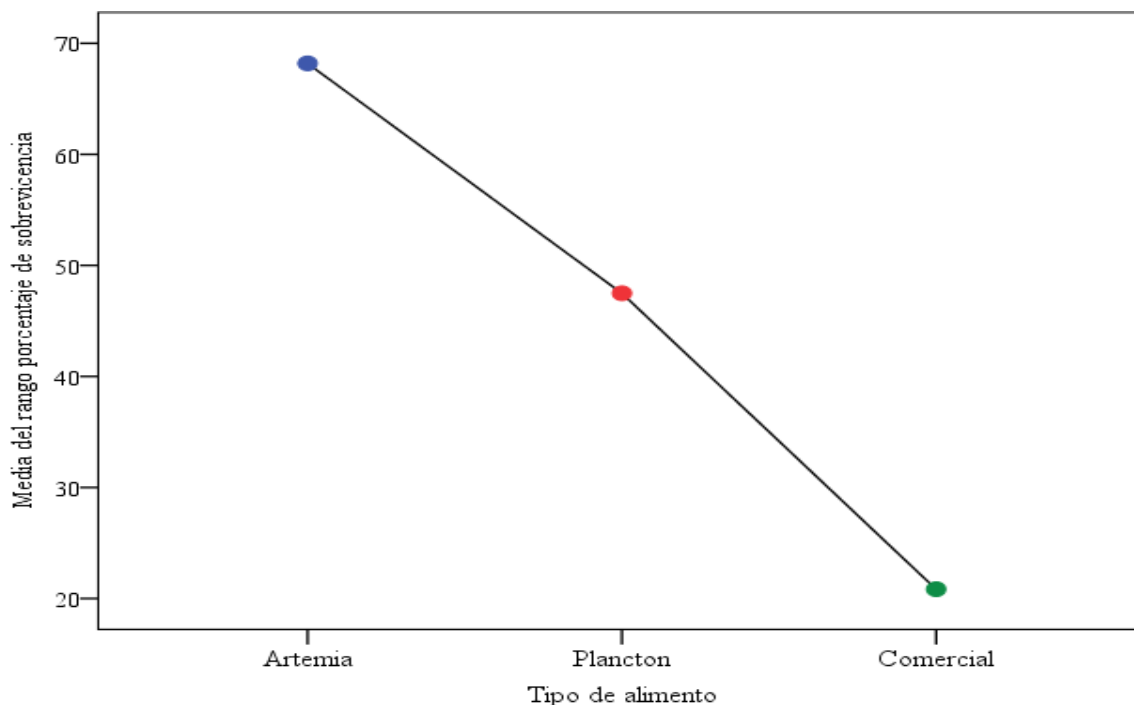
En la Tabla 6 se muestra los resultados de la prueba Tukey al 5% de significancia. Se observa que el alimento comercial tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana, seguido del alimento con Plancton. Mientras que la *Artemia salina* fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.

**Tabla 6**

*Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.*

Tipo de Alimento	N	Grupos homogéneos		
		1	2	3
Comercial	30	20,833 (a)		
Plancton	30		47,483 (b)	
<i>Artemia</i>	30			68,183 (c)
p-valor		1,000	1,000	1,000

En la Figura 13 se muestra las medias para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana, alimentadas con tres tipos de alimento. Se observa que el alimento comercial (color azul) tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana, seguido del alimento con Plancton (color rojo). Mientras que la *Artemia salina* (color verde) fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.

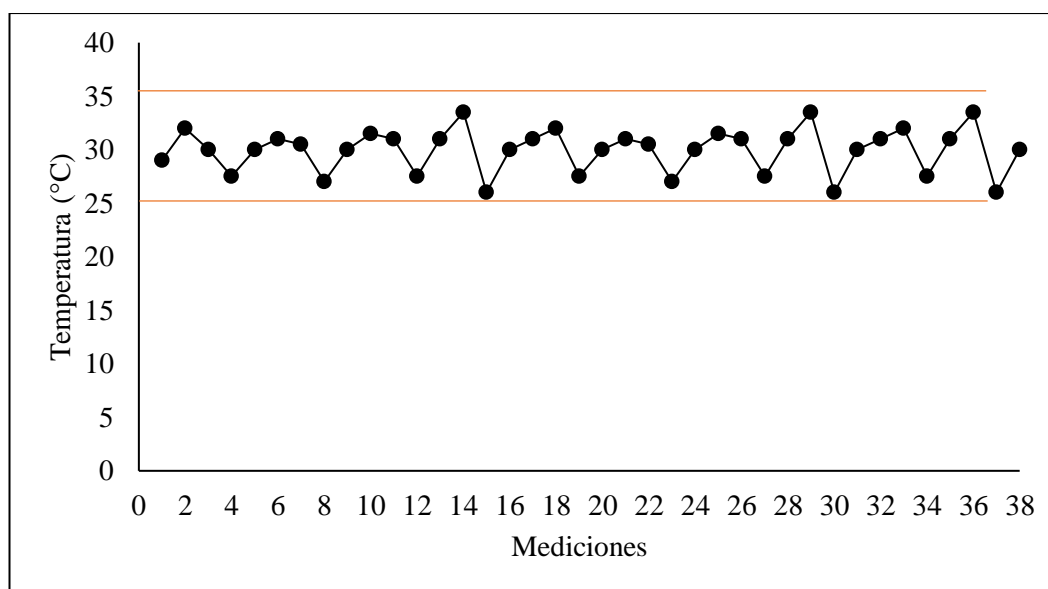


**Figura 13.** Medias del rango del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana.

### 3.1.3. Resultados para la especie paco

#### 3.1.3.1. Registro de la temperatura en post larvas de paco

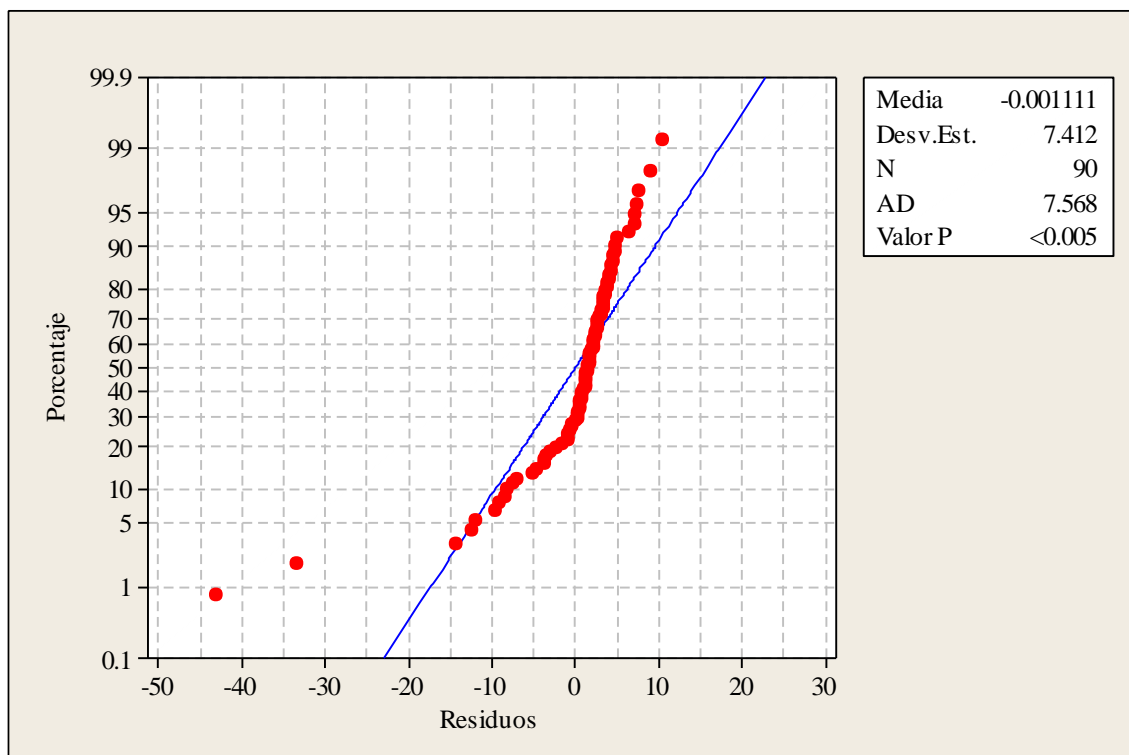
En la Figura 14 se muestra el control de la temperatura del agua para las post larvas de paco. En las 38 mediciones, la temperatura se mantuvo entre 25°C y 35°C.



**Figura 14.** Registro de la temperatura en post larvas de paco.

### 3.1.3.2. Normalidad del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

El supuesto de normalidad se analizó mediante los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco. En la Figura 15 se muestra el gráfico de normalidad de los residuos para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco. Se observa que los datos no se aproximan a la línea recta, por tanto, esta variable no cumple el supuesto de normalidad de los residuos ( $p$ -valor $<0.05$ ).

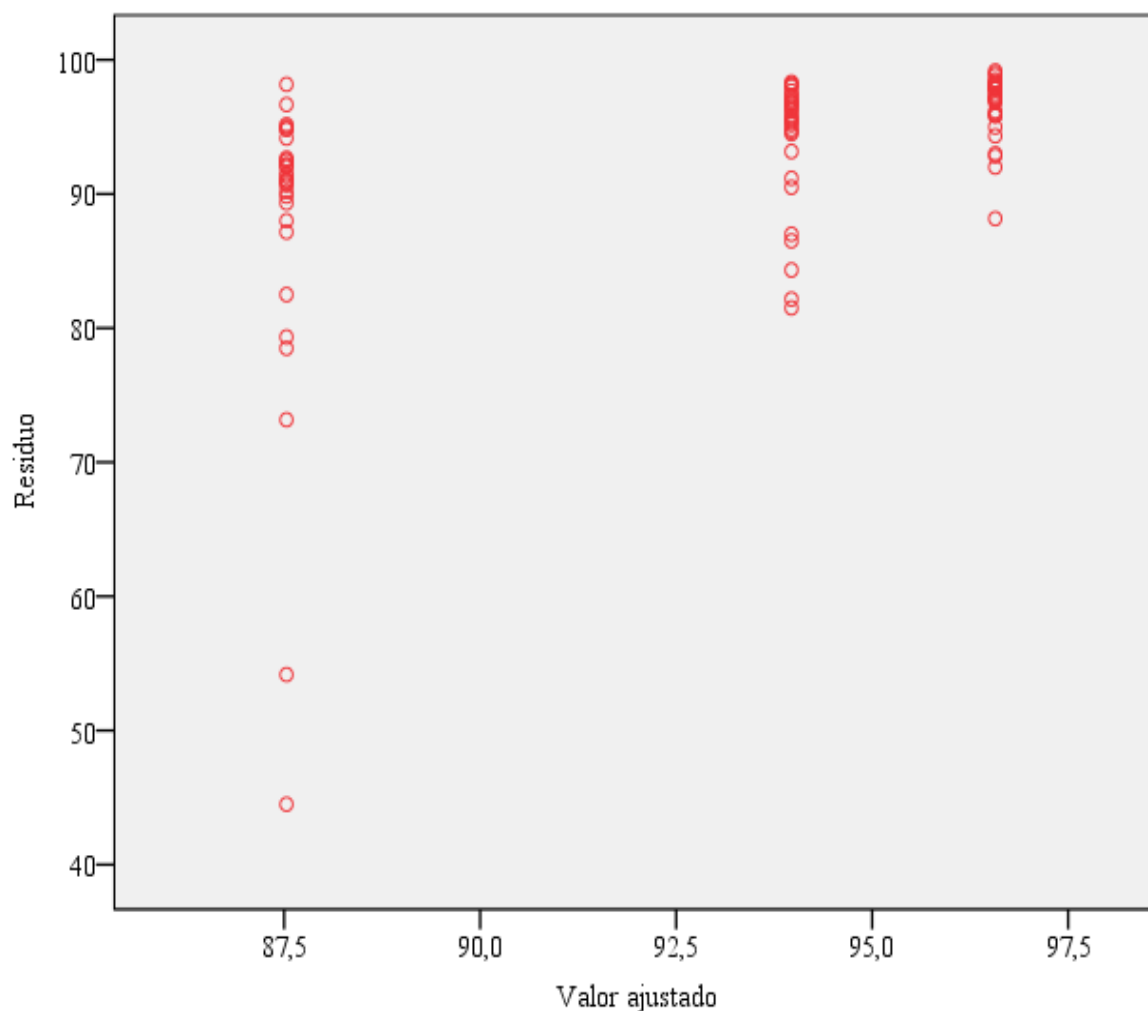


*Figura 15.* Probabilidad normal de los residuos del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

### 3.1.3.3. Homogeneidad de varianzas del porcentaje de sobrevivencia e post larvas de paco.

La homogeneidad de varianzas del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco se analizó, mediante los residuos versus el valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco. Esta figura muestra un patrón obvio, por la forma de embudo con la boca hacia adentro. Por esta razón no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.





**Figura 16.** Residuos versus el valor ajustado del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

Al no cumplir los supuestos del Análisis de varianza paramétrico, se procedió a realizar la clasificación por rangos, para luego proceder a realizar el ANOVA de Fisher. De acuerdo con **Montgomery (2004)**, indica que, si los datos están en rangos, y se aplica la prueba F común, el resultado es un procedimiento aproximado que tiene buenas propiedades estadísticas.

#### **3.1.3.4. Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia e post larvas de paco.**

En la Tabla 7 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco. Se obtuvo un  $p\text{-valor} < 0.05$ , por esta razón se acepta la hipótesis alterna, es decir existe diferencia significativa entre los tipos de alimento de post larvas de paco.

**Tabla 7**

ANOVA para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Entre tratamientos	23028,07	2	11514,03	26,58	,000
Error	37682,43	87	433,13		
Total	60710,50	89			

### 3.1.3.5. Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco

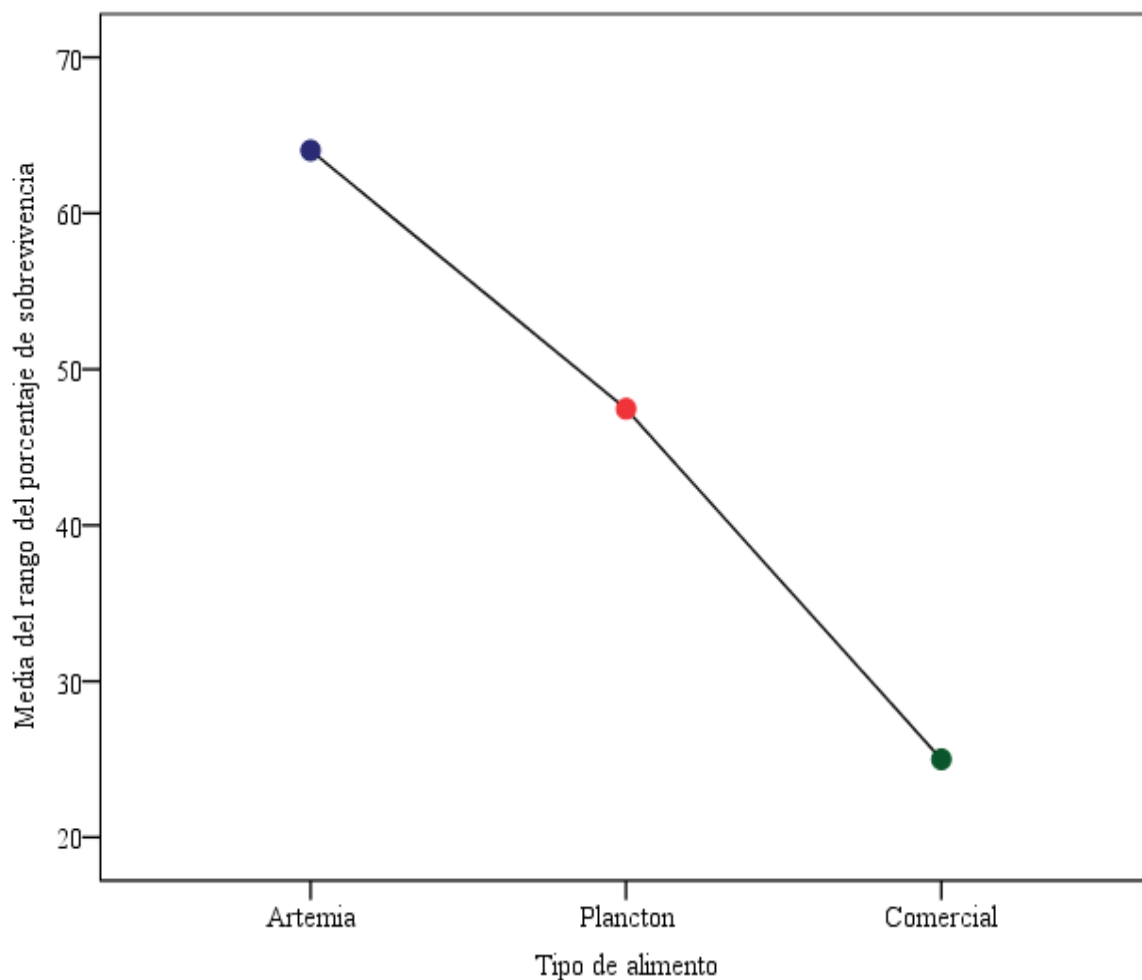
En la Tabla 8 se muestra los resultados de la prueba Tukey al 5% de significancia. Se observa que el alimento comercial tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco, seguido del alimento con Plancton. Mientras que la *Artemia salina* fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

**Tabla 8**

Prueba Tukey para el porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

Tipo de Alimento	N	Grupos homogéneos		
		1	2	3
Comercial	30	25,000 (a)		
Plancton	30	47,467 (b)		
<i>Artemia</i>	30	64,033 (c)		
p-valor		1,000	1,000	1,000

En la Figura 17 se muestra el gráfico de medias para del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco, alimentadas con tres tipos de alimento. Se observa que el alimento comercial (color azul) tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco, seguido del alimento con Plancton (color rojo). Mientras que la *Artemia salina* (color verde) fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.



**Figura 17.** Medias del rango del porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco.

### 3.2. Discusión

En el presente estudio, el alimento comercial tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia (87.53%) de post larvas de gamitana, seguido del alimento Plancton (93.97%). Mientras que la *Artemia salina* (96.57%) fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de gamitana. Sin embargo, **García (2003)**, utilizó alimento vivo (*R. quelen*) como ración para post larvas de gamitana, superó las demás raciones (alimento comercial y *Artemia salina*), debido posiblemente a su composición, palatabilidad y características físicas o a la inhabilidad de las post larvas para digerir el alimento preparado. En esta investigación, el alimento, plancton estuvo en segundo lugar, o sea la *Artemia salina* fue el alimento más adecuado para las post larvas de de gamitana. A pesar de lo reportado por **Gallardo (1994)**, quien señala que las ventajas del zooplancton en la alimentación de post larvas de peces, propiciando crecimientos favorables con este tipo de alimentación en el

género *Rhamdia*. El alimento comercial, para post larvas de gamitana tuvo el porcentaje de sobrevivencia más bajo, comparado a los otros dos tipos de alimento. Este resultado no concuerda con **Rebaza et al. (2008)**, quienes estudiaron, la alimentación de post larvas de gamitana y de paco en dos estanques de tierra en la región Ucayali y alimentos con una dieta extrusada comercial con 28% de proteína bruta, obteniendo un porcentaje de sobrevivencia del 95%. La razón podría deberse al mayor porcentaje proteico que contenía el alimento comercial.

Asimismo, para post larvas de paco se observa que el alimento comercial tuvo un menor porcentaje (87.73%) de sobrevivencia de post larvas de paco, seguido del alimento Plancton (96.83%). Mientras que la *Artemia salina* (98.22%) fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de paco. En el presente estudio, el Plancton fue el alimento que tuvo menor porcentaje de sobrevivencia que la *Artemia salina*. Esto podría explicarse debido a que en la composición del mismo pudo incluir, además de alimento, organismos patógenos y predadores (**Gallardo, 1994; Prieto & Atencio, 2008**). Específicamente para Colombia, se advierte una alta probabilidad de coleccionar copépodos carnívoros en el zooplancton silvestre que se utiliza para el abonamiento de estanques (**Prieto y Atencio, 2008**). Otra explicación para este resultado puede deberse a que durante los primeros días de alimentación exógena las post larvas capturan organismos de menor tamaño y de menor movilidad, y el zooplancton capturado no garantizaba estas dos condiciones. De acuerdo con **Centeno et al. (2004)**, los peces tanto en condiciones naturales como en cultivo son susceptibles al ataque de virus, bacterias, hongos y parásitos. Estos organismos naturalmente están siempre presentes en el agua sin ocasionar problemas de mortalidad; sin embargo, cuando se crían peces en altas densidades y se altera la calidad de agua y las condiciones se tornan desfavorables para los peces, pueden bajar las defensas naturales y los organismos atacantes invaden desmedidamente al hospedero, comportándose como patógenos que pueden ocasionar altas tasas de mortalidad en las piscigranjas.

## CONCLUSIONES

- Para post larvas de gamitana, el alimento comercial tuvo un menor porcentaje de sobrevivencia (87,53%) de post larvas, seguido del alimento Plancton (93,97%). Mientras que *Artemia salina* (96,57%) fue la que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia.
- Asimismo, para post larvas de paco, el alimento comercial tuvo igualmente un menor porcentaje de sobrevivencia (87,73%) de post larvas de paco, seguido del alimento Plancton (96,83%). Mientras que *Artemia salina* (98.22%) fue el que tuvo mayor porcentaje de sobrevivencia de post larvas de esta especie piscícola.
- Los naúplios de *Artemia sp.* fueron el mejor alimento para las post larvas de *C. macropomum* y *P. brachypomus* en el inicio de su alimentación, debido a que presentaron mayores porcentajes de sobrevivencia. Sin embargo, la alimentación con zooplancton natural es recomendable, eliminando previamente los copépodos carnívoros en el zooplancton silvestre. Asimismo, la aceptación de concentrado comercial al inicio de la alimentación exógena no resulta positivo para la larvicultura, debido a que obtuvo porcentajes menores de sobrevivencia para las dos especies de peces.

## RECOMENDACIONES

- Trabajos de investigación en digestibilidad de cada tipo de alimento vivo que puedan consumir las post larvas de gamitana y paco.
- Otros tipos de alimentos vivos alternativos que puedan ser utilizados en la alimentación de post larvas de gamitana y paco y así obtener mejores porcentajes de sobrevivencia de estas a especies piscícolas.
- Realizar ensayos con alimentos concentrados a base de proteína vegetal (algas).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J. A., & Muñoz, F. (2007). Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdia sebae* cf (pisces: siluriformes, pimelodidae). *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 5(1), 47-53. Recuperado el 11 de marzo de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117631.pdf>
- Ascon G. (1990). *Producción de alevinos de “gamitana” Colossoma macropomum y “paco” Piaractus brachypomus, mediante el empleo de dos técnicas de reproducción inducida*. *Folia amazónica*, 4(1), 123-131, San Martín, Perú. Recuperado el 12 de abril de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/316706970\\_PRODUCION\\_DE\\_ALEVINOS\\_DE\\_GAMITANAColossoma\\_macropomum\\_y\\_PACO\\_Piaractus\\_brachypomus\\_MEDIANTE\\_EL\\_EMPLEO\\_DE\\_DOS\\_TECNICAS\\_DE\\_REPRODUCCION\\_INDUCIDA](https://www.researchgate.net/publication/316706970_PRODUCION_DE_ALEVINOS_DE_GAMITANAColossoma_macropomum_y_PACO_Piaractus_brachypomus_MEDIANTE_EL_EMPLEO_DE_DOS_TECNICAS_DE_REPRODUCCION_INDUCIDA).
- Ascon G. (2001). *Sobrevivencia de larvas de “gamitana” Colossoma macropomum y “boquichico” Prochilodus nigricans, utilizando diferentes tipos de alimento vivo*. San Martín, Perú. Recuperado el 12 de octubre de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/316711315\\_REPRODUCCION\\_INDUCIDA\\_DE\\_LA\\_DONCELLA\\_Pseudoplatystoma\\_fasciatum\\_y\\_DESARROLLO\\_EMBRIONARIO\\_-\\_LARVAL](https://www.researchgate.net/publication/316711315_REPRODUCCION_INDUCIDA_DE_LA_DONCELLA_Pseudoplatystoma_fasciatum_y_DESARROLLO_EMBRIONARIO_-_LARVAL)
- Brian J., William S. (1980). *Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces*, (pp. 9-10), Ottawa, Canadá: Editorial Asia. Recuperado el 03 de marzo de 2018 de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/5955/IDL-5955.pdf?sequence=1>
- Campos. L. (2015). *El cultivo de la gamitana en Latinoamérica*. Recuperado el 03 de abril de 2018 de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IIAP\\_e1dba6a2b27b6c9e4027eaac026a5a57](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IIAP_e1dba6a2b27b6c9e4027eaac026a5a57)
- Cantelmo, O. A. & De Souza, J. A. 1986. Influência da alimentação em diferentes níveis proteicos para o desenvolvimento inicial do pacu, *Colossoma mitrei* in: Síntese de

trabalhos realizados com espécies do gênero *Colossoma*. Projeto Aqüicultura. CPT A. Pirassununga. 120 pp. Recuperado el 03 de abril de 2018 de <https://www.cpt.com.br/artigos/peixes-de-agua-doce-do-brasil-tambaqui-colossoma-macropomum>.

Centeno L, Silva-Acuña A, Silva-Acuña R, Pérez J. (2004). Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachipomus*, cultivados en el estado delta Amacuro, Venezuela. *Bioagro* 16 (2): 121-126. Recuperado el 05 de julio de 2018 de [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16\(2\)/6.%20Fauna%20ectoparasitaria.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16(2)/6.%20Fauna%20ectoparasitaria.pdf)

Cisneros, R. (2011). Rendimiento poblacional del rotífero nativo *Brachionus* sp. “Cayman”, utilizando diferentes enriquecedores. Recuperado el 05 de julio de 2018 de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/419/411>

Da Silva A., Vinatea J., Alcantara F., (1987). Manual de reproducción de peces *Colossoma* sp, “pacu” y “tambaqui”. Recuperado el 09 de marzo de 2018 de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB491S/AB491S01htm>

De la Cruz, J. (1999). *Producción de quistes de Artemia franciscana (Kellog, 1906) bajo condiciones controladas y determinación de su calidad con fines acuícolas*. Facultad de Ciencias Marinas, (Vol.1, pp.5-21). Colima, México: Centro Editorial Universidad de Colima. Recuperado el 09 de setiembre de 2018 de [https://www.researchgate.net/profile/Hector\\_Bustos-Serrano/publication/310649636\\_Memorias\\_en\\_extenso\\_del\\_XIX\\_Congreso\\_Nacional\\_de\\_Oceanografia\\_ASOCEAN-UNAM\\_en\\_la\\_CDMX/links/5834bd8b08ae102f0739603a/Memorias-en-extenso-del-XIX-Congreso-Nacional-de-Oceanografia-ASOCEAN-UNAM-en-la-CDMX.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hector_Bustos-Serrano/publication/310649636_Memorias_en_extenso_del_XIX_Congreso_Nacional_de_Oceanografia_ASOCEAN-UNAM_en_la_CDMX/links/5834bd8b08ae102f0739603a/Memorias-en-extenso-del-XIX-Congreso-Nacional-de-Oceanografia-ASOCEAN-UNAM-en-la-CDMX.pdf)

Gallardo, P. (1994). *Alimentación planctónica de larvas de camarón blanco (Pennaeus vannanei)*. (pp.62- 120) Pasto-Colombia: Universidad de Nariño. Recuperado el 09 de marzo de 2018 de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/rt/printerFriendly/38641/43320>



- García O., A. (2003). *Valor nutricional de los quistes de Artemia y sus usos como fuente de proteína en dietas artificiales para larvas de peces* (pp. 11-13). Mazatlán, Sinaloa, México. Recuperado el 19 de mayo de 2018 de [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/V/archivos/agarcia.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/archivos/agarcia.pdf)
- González L, Carvajal J. (2003). Life cycle of *Caligus rogercressey* (Copepoda: Caligidae) parasite of Chilean reared salmonids. *Aquaculture* 220, 101-117. Recuperado el 19 de mayo de 2018 de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v28n1/a03v28n1.pdf>
- Goulding. M. (1982). “*Los peces y la foresta, exploración en amazonia historia*” (pp.11-15). Universidad De California, Berkeley Los Ángeles, Londres. Recuperado el 07 de agosto de 2018 de <https://www.elacuario.org/sites/default/files/sites/default/files/archivos/MORICH ALES.pdf>
- Goulding, M. & Carvalho, M.L. (1982). Life History and Management of the Tambaqui (*Colossoma macropomun Characidae*): An Important Amazonian Food Fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1, 107-133. Recuperado el 07 de agosto de 2018 de [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306193](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306193)
- Guerra H., Alcántara F., Sánchez H., Avalos S. (1986) “Hibridación de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) por Gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) en Iquitos, Perú”. *Folia Amazónica*, 4 (1), pp.17-114. Recuperado el 10 de marzo de 2018 de <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL738.pdf>
- Guzmán, D. (2011). *Introducción A la Artemia salina*. Recuperado el 07 de agosto de 2018 de <http://guzmancreations.blogspot.com/2011/05/introduccion-la-artemia-salina-autor.html>
- Honda E. (1974). Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens Spix*. *Act. Amazônica*. 4(2): 47-53. Recuperado el 07 de agosto de 2018 de <https://pdfs.semanticscholar.org/df27/8d45058620efba7354cb3f374bed1c45cf66.pdf>

- Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. (IIAP). (2000). Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la amazonia peruana (pp.13-20). Iquitos, Perú: Editorial Omega. Recuperado el 07 de mayo de 2018 de [http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion\\_1477.pdf](http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1477.pdf)
- Intervet International B.V. Intervet veterinaria Chile Ltda. (2009), CONCEPTAL® detalles del producto. Recuperado el 03 de noviembre de 2018 de [http://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal\\_/020\\_detalle\\_deproducto.aspx](http://www.msd-salud-animal.cl/products/conceptal_/020_detalle_deproducto.aspx)
- Ministerio de la Producción [PRODUCE]. (2009). Especies cultivadas en el Perú. Recuperado el 07 de octubre de 2018 de <http://www.produce.gob.pe>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (1989). La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura. Recuperado de Pejler B., R. Starkweather & T. Nogrady, (1983). Biology of rotifers. Proc. Recuperado el 05 de abril de 2018 de <http://www.fao.org/3/i0680s/i0680s09.pdf>
- Prieto M. & Atencio V., (2008). Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Acuícolas, CINPIC. Recuperado el 03 de febrero de 2018 de <http://mjprie}@sinu.unicordoba.edu.com>
- Prieto-Guevara, M., Hernández, J., Gómez, C., Pardo, S., Atencio-García, V., & Rosa, P. V. (2013). Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). *Revista MVZ Córdoba*, 18(3), 3790-3798. Recuperado el 08 de marzo de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v18n3/v18n3a07.pdf>
- Rebaza-Alfaro, C., Valdivieso, M., Rebaza-Alfaro, M., & Chu-Koo, F. W. (2008). Análisis económico del cultivo de gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. *Folia Amazónica*, 17(1-2), 7-13. Recuperado el 03 de abril de 2018 de <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/261>
- Tacon, A., G. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp - a training manual. The essential nutrients. FAO Field Document N°. 2, Project GCP/RLA/075/ITA, pp. 129-143. Recuperado el 05 de agosto de 2018 de <http://www.fao.org/3/ab467e/AB467E07.htm>

- Tratado de Cooperación Amazónica (TCA). (1992). Piscicultura con especies nativas. Iquitos, Perú: Centro editorial Mejia. Recuperado el 03 de julio de 2018 de [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/eval\\_poi\\_primer\\_trim2017.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/eval_poi_primer_trim2017.pdf)
- Val, A., Honczaryk A. (1995). Criando peixes na Amazonia, (pp.85-90). Manaus, Brasil: INPA. Recuperado el 03 de mayo de 2018 de <http://www.riiaamazonia.org/PUBS/BGPREV2.PDF>
- Watanabe, T. (1982). Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B: pp.3–15. Recuperado el 03 de enero de 2018 de [www.amazoniaambiental.jimdo.com](http://www.amazoniaambiental.jimdo.com)
- Woynarovich A. & Woynarovich E. (1998). Reproducción artificial de las especies colossomas y piaractus, (pp.13). Manaus, Brasil: Taller editorial. Recuperado el 03 de marzo de 2018 de [www.researchcarmel.jimdo.com](http://www.researchcarmel.jimdo.com)

**ANEXOS**

**Panel fotográfico****Anexo 1.** Post larvas de *Colosoma macropomum*

## Anexo 2. Recolección del Plancton





**Anexo 3.** Disposición de las incubadoras con volumen de 60 L

**Anexo 4.** Realizando el registro de temperatura en los tratamientos



**Anexo 5.** Recuento del número de post larvas sobrevivientes

**Anexo 6.** Recoleccion de muertos

**Anexo 7.** Muestras de post larvas muertas