UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DEL ALIMENTO VIVO ENRIQUECIDO CON PROBIÓTICO (EM) EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LARVAS Y POSTLARVAS DE PACO (*Piaractus brachypomus* Cuvier 1818)

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

GLORIA PILAR AHUANARI USQUIANO

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **GLORIA PILAR AHUANARI USQUIANO**, denominada: **"Efecto del alimento vivo enriquecido con probiótico (EM) en la supervivencia y crecimiento de larvas y postlarvas de paco (*Piaractus brachypomus*) en Ucayali"** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **17**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico .....), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 21 de diciembre de 2023.

M.V. Víctor Fernández Delgado.
Presidente

M.V. Elías Florentino Cano Castillo.
Secretario

Ing. Jessica Madeley Ríos Guzmán, M.Sc.
Miembro

Dr. Roger Brayan Braga Sandoval.
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

M.V. Víctor Fernández Delgado. .....
PRESIDENTE

M.V. Elías Florentino Cano Castillo. .....
SECRETARIO

Ing. Jessica Madeley Ríos Guzmán, M.Sc .....
MIEMBRO

Dr. Roger Brayan Braga Sandoval. .....
ASESOR

Bach. Gloria Pilar Ahuanari Usquiano. .....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0672-2023** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DEL ALIMENTO VIVO ENRIQUECIDO CON PROBIÓTICO (EM) EN LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LARVAS Y POSTLARVAS DE PACO (PIARACTUS BRACHYPOMUS CUVIER 1818)**"

Autor(es)	:	**AHUANARI USQUIANO, GLORIA PILAR**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dra. ROGER BRAYAN BRAGA SANDOVAL**

Presenta un **porcentaje de similitud de 3%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,
De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 07/11/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Gloria Pilar Ahuanari Usquiano

Autor de la tesis titulada : Efecto del Alimento vivo enriquecido de larvas y postlarvas de Paco (Piaractus brachypomus) en Ucayali.

Sustentada el año 21 de Diciembre 2023

Asesor(a): Roger Brayan Braga Sandoval

Facultad: Ciencias Agropecuaria

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL ☐ TOTAL ☒

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10/06/2024

Email: Adrianoalexisd@gmail Firma: [signature]

Teléfono: 937203466 DNI: 45583919

DEDICATORIA.

- Con profunda gratitud y admiración, dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía inquebrantable, brindándome fuerzas, salud y amor para perseverar en el cumplimiento de mis metas.

- A mis queridos padres y a mi amada familia, les agradezco de todo corazón por su apoyo incondicional y sus sabios consejos. En los momentos más difíciles, ustedes han sido mi ancla, impulsándome a alcanzar este sueño de convertirme en una profesional realizada.

- A mis adorables hijos, Adriano, Nicolás y Yaret, su amor incondicional ilumina mi camino y llena mi vida de felicidad. Ustedes son mi mayor inspiración y la razón por la que me esfuerzo día a día. Este logro es también suyo, y les dedico cada página de este trabajo con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO.

- Quiero expresar mi profundo agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que hicieron posible la realización de este trabajo:

- A la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme los sólidos conocimientos y herramientas necesarias para mi formación académica y profesional en el campo de la agronomía.

- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP, Filial Ucayali, por la valiosa oportunidad y el apoyo brindado en la ejecución de esta tesis. Su respaldo fue fundamental para llevar a cabo este estudio de manera exitosa.

- A los investigadores del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP, Filial Ucayali, por su incondicional apoyo y colaboración durante toda la realización de este estudio. Su experiencia y guía fueron fundamentales para alcanzar resultados significativos.

- Al Dr. Brayan Braga Sandoval, asesor de este trabajo, por su invaluable orientación y asistencia tanto en la planificación como en la ejecución de la tesis. Sus conocimientos y consejos fueron de gran importancia para el desarrollo de este proyecto.

- A la Blga. M. Sc. Dr. (c). Nadhia Herrera Castillo y a la Blga. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro, co - asesores de esta tesis, les agradezco sinceramente por su paciencia, apoyo incondicional y valiosa asesoría. Su dedicación y compromiso fueron imprescindibles en cada etapa de la ejecución y redacción de este trabajo.

- Por último, quiero expresar mi agradecimiento a los técnicos del área de piscicultura del IIAP, por su valioso apoyo durante la instalación y muestreos de los peces. Su colaboración fue fundamental para el éxito de este estudio.

- Sin la contribución de todas estas instituciones y personas, este trabajo no habría sido posible. Mi más sincero agradecimiento a cada uno de ellos por su invalorable participación en este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN……x
ABSTRACT……xi
LISTA DE TABLAS……..xii
LISTA DE FIGURAS……xiii
I.INTRODUCCION…… ……1
II.REVISION DE LITERATURA……3
2.1 Antecedentes……..3
2.1.1 A nivel internacional. 3
2.1.2 A nivel nacional 4
2.1.3 A nivel regional. 5
2.2 Marco teórico. 6
2.2.1 Especie ictiológica paco (Piaractus brachypomus Cuvier 1818). 6
2.2.2 Fases de desarrollo del paco. 7
2.2.3 Alimentación en el período de post larva y crecimiento. 8
2.2.4 Requerimientos nutricionales. 10
2.2.5 Importancia del alimento vivo en la acuicultura. 12
2.2.6 El uso de probióticos en la acuicultura. 17
III. MATERIALES Y MÉTODOS. 19
3.1 Ubicación y tiempo de duración del estudio. 19
3.2 Características climáticas de las zonas de estudio. 20
3.3 Materiales. 20
3.3.1 Material biológico. 20
3.3.2 Materiales de laboratorio. 20
3.3.3 Lista de equipos. 21
3.3.4 Lista de reactivos. 21
3.4 Tratamientos estudiados. 21
3.5 Tipo de investigación. 22
3.6 Diseño experimental. 22
3.7 Metodología. 22
3.7.1 Infraestructura del estudio. 22

3.7.2 Estabulación de post larvas de paco. 23
3.7.3 Activación y preparación de los inóculos de probiótico. 23
3.7.4 Obtención de Artemia en fase de desarrollo INSTAR II. 24
3.7.5 Bio encapsulado de probióticos de artemia en fase INSTAR II. 25
3.7.6 Alimentación de las PL de Piaractus brachypomus. 25
3.7.7 Limpieza de los Recipientes. 26
3.7.8 Evaluación de Temperatura (T°). 26
3.7.9 Captura de peces. 26
3.7.10 Evaluación de parámetros físico-químicos del agua. 26
3.7.11 Evaluaciones biométricas. 27
IV.RESULTADOS…….28
4.1 Porcentaje de supervivencia en los diferentes tratamientos. 28
4.2 Crecimiento de larvas y post larva de paco (P. brachypomus). 29
4.2.1 Ganancia en peso de los tratamientos (Peso final – Peso inicial). ..29
4.2.2 Ganancia en longitud de los tratamientos (Longitud inicial/Final). ...30
4.2.3 Calidad del agua. 31
V.DISCUSIONES……..34
5.1 Porcentaje de supervivencia. 34
5.2 Crecimiento de larvas y post larva de paco (P. brachypomus). 34
5.2.1 Ganancia en peso de los tratamientos. 34
5.2.2 Ganancia en longitud de los tratamientos. 35
5.2.3 Tasa de Crecimiento Absoluto. 36
5.2.4 Calidad del agua. 38
VI.CONCLUSIONES…….40
VII.RECOMENDACIONES……..41
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. 42
IX.ANEXOS……48

RESUMEN.

La presente investigación se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) sede Pucallpa, ubicado en el kilómetro 12.400 de la carretera Federico Basadre. Con el objetivo de analizar el impacto del alimento vivo (Nauplios de Artemia) enriquecido con probiótico (Microorganismo Eficiente) en la supervivencia y crecimiento de larvas y postlarvas de paco. Se empleó un diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos (T1 = testigo; T2 = 0,4% de probiótico; T3= 0,6% probiótico y T4= 0,8% probiótico) y tres repeticiones, totalizando 12 unidades experimentales. Los resultados indicaron que el porcentaje de supervivencia no presentó diferencias significativas, aunque los tratamientos con adición moderada de probiótico (EM) (T2 y T3) mostraron un mayor porcentaje de supervivencia superior al 90%. En cuanto a las evaluaciones biométricas, no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de longitud entre los grupos estudiados, pero se observó una diferencia significativa en la ganancia de peso entre el tratamiento 1 y el tratamiento 4, siendo este último más eficaz en la ganancia. de pesos. Los parámetros de calidad del agua, como pH, concentración de oxígeno disuelto, amonio y dureza, no experimentaron cambios significativos debido a los tratamientos, lo que indica condiciones óptimas para el desarrollo de los peces. En conclusión, estos hallazgos respaldan la importancia de considerar el uso de probióticos en la acuicultura como una estrategia prometedora para mejorar la producción y la salud de los peces.

Palabras clave: Paco, supervivencia larval, crecimiento, peso, alimento vivo, enriquecido, probiótico (microorganismos eficientes), acuicultura.

ABSTRACT.

This research was carried out at the Peruvian Amazon Research Institute (IIAP), Pucallpa headquarters, located at kilometer 12,400 of the Federico Basadre highway. With the objective of analyzing the impact of live food (Artemia nauplii) enriched with probiotic (Efficient Microorganism) on the survival and growth of paco larvae and postlarvae. A complete randomized design (RCD) was used with four treatments (T1 = control; T2 = 0.4% probiotic; T3 = 0.6% probiotic and T4 = 0.8% probiotic) and three repetitions, totaling 12 units. experimental. The results indicated that the survival percentage did not present significant differences, although treatments with moderate addition of probiotic (EM) (T2 and T3) showed a higher survival percentage of over 90%. Regarding the biometric evaluations, no significant differences were found in length gain between the groups studied, but a significant difference was observed in weight gain between treatment 1 and treatment 4, the latter being more effective in weight gain. . of pesos. Water quality parameters, such as pH, dissolved oxygen concentration, ammonium and hardness, did not experience significant changes due to the treatments, indicating optimal conditions for fish development. In conclusion, these findings support the importance of considering the use of probiotics in aquaculture as a promising strategy to improve fish production and health.

Keywords: Paco, larval survival, growth, weight, food, enriched, probiotic (efficient microorganisms), aquaculture.

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Etapas de desarrollo del paco (P. brachypomus). 7
Tabla 2. Descripción de los tratamientos estudiados. 21
Tabla 3. Etapas de obtención de Artemia INSTAR II. 24
Tabla 4. Fórmulas para evaluación de parámetros biométricos……..…27
Tabla 5. Porcentaje de supervivencia a diferentes concentraciones de probiótico……28
Tabla 6. ANOVA para supervivencia por tratamiento. 29
Tabla 7. ANOVA para ganancia en peso por tratamiento. 29
Tabla 8. ANOVA para ganancia en longitud por tratamiento. 30
Tabla 9. Parámetros de Calidad del Agua por Tratamiento. 31
Tabla 10. Parámetros Microbiológicos de bacterias. 32

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa de ubicación del experimento. 20
Figura 2A. Vista frontal de tanque.…….....48
Figura 3A. Tanques de fibra de vidrio. 49
Figura 4A. Preparación de probiótico. 49
Figura 5A. Probiótico Lactobacillus casei…….....….48
Figura 6A. Artemia Salina…….....50
Figura 7A. Decapsulación (8 min.)…….……50
Figura 8A. Hidratación 5gr. (2 horas)…….....….49
Figura 9A. Lavado de la Artemia……..…….... 49
Figura 10A. Incubación 30 hora…….……50
Figura 11A. Conteo y distribución de Post Larvas en unidades experimentales ...51
Figura 12A. Registro de temperatura 51
Figura 13A. Cosecha……..…...50
Figura 14A. Vista al microscopio……...…...51
Figura 15A. Aireación constante/1h…….…….50
Figura16A. Administración de Tratamiento…….…50
Figura17A. Pesado 2gr. Nauplios…….…….52
Figura 18A. Disminución de 5Lt de agua…….....…...51
Figura 19A. Alimentación……...…52
Figura 20A. Cambio de agua……51
Figura 21A. Limpieza de tina……51
Figura 22A. Llenado de agua…….…52
Figura 23A. Limpieza de residuos de comidas de tinas……...……53
Figura 24A. Venoclisis……54
Figura 25A. Botella con alimento…….……54
Figura 26A. Alimento para 7 horas……..….53
Figura 27A. Registro de longitud……..….53
Figura 28A. Registro de peso…….……...53

I. INTRODUCCION.

La piscicultura ha adquirido una importancia creciente en la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de numerosos países. La cría y producción de peces se ha convertido en una alternativa clave para enfrentar la demanda de proteínas de origen acuático, así como para diversificar las fuentes de ingresos en las comunidades acuícolas. En este contexto, el paco (*Piaractus brachypomus*) se ha destacado como una especie de alto valor comercial y amplia distribución en la región de Ucayali, Perú.

Según datos recopilados por la Dirección Regional de Producción (DIREPRO) del Gobierno Regional de Ucayali, la producción acuícola en la región ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. En base al análisis histórico de la producción acuícola en la región de Ucayali desde el año 2001 hasta el 2019, se estima que se han producido un total de 2,317.2 toneladas. Entre las especies cultivadas, el paco ha destacado con una producción de 1,119.3 toneladas, representando el 48.3% del total. El año 2017 marcó un hito en la producción de paco con un máximo de 192.7 toneladas (DIREPRO, 2021) Es importante resaltar que la tasa de crecimiento anual promedio durante el periodo 2004-2019 fue del 25.7%. Se ha tomado como referencia el año 2004, ya que fue el año con la producción más baja registrada. Desde entonces, todas las cosechas han superado este valor, indicando un crecimiento constante y positivo en la producción acuícola en Ucayali.

Sin embargo, el éxito en la producción acuícola depende de múltiples factores, entre ellos, la alimentación adecuada de las larvas y post larvas de paco. La calidad del alimento vivo es un aspecto crucial para garantizar su supervivencia y crecimiento óptimo durante las etapas tempranas de su vida. Uno de los desafíos que se enfrenta en la producción de larvas y alevines de paco y otras especies nativas en la región de Ucayali es el alto índice de mortalidad durante la etapa de post larva. Según el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) en el año 2000, aproximadamente el 40% de las larvas mueren en los colectores en los primeros tres días de vida al consumir su saco vitelino. Esta situación dificulta el

abastecimiento de alevines para los piscicultores registrados en la región. Ante este desafío, surge la necesidad de encontrar nuevas alternativas para mejorar la producción de larvas de estas especies piscícolas. Uno de los factores cruciales en la supervivencia y crecimiento temprano de estos peces tropicales es la alimentación. Por estas razones, se ha optado por la administración de alimento vivo enriquecido con probiótico, específicamente artemia salina.

Los probióticos son microorganismos que, cuando se agregan como suplementos en la dieta, desempeñan un papel importante en el control de bacterias patógenas y brindan nutrientes esenciales para la supervivencia y el crecimiento de las larvas y juveniles de pescado. Esta estrategia busca mejorar la salud y el rendimiento productivo de las especies acuáticas. Al utilizar el alimento vivo enriquecido con probiótico, se busca optimizar las condiciones de alimentación durante las primeras etapas de vida de los peces, lo que puede contribuir a reducir la mortalidad y mejorar el crecimiento de las larvas y post larvas. En este sentido, los probióticos han surgido como una herramienta prometedora para mejorar el rendimiento productivo y la salud de los organismos acuáticos.

La finalidad de este estudio es investigar el efecto del alimento vivo enriquecido con probiótico (EM) en la supervivencia y crecimiento de larvas y post larvas de paco en la región de Ucayali. Para lograrlo, se llevará a cabo un experimento en el cual se compararán diferentes grupos de larvas y post larvas alimentadas con alimento vivo enriquecido con probiótico EM y grupos de control alimentados con alimento vivo convencional.

Considerando lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto del alimento vivo (nauplios de artemia) enriquecido con probiótico Microorganismos Eficaces (EM) en la supervivencia de larvas y post larvas de paco (*Piaractus brachypomus*).

2. Identificar el efecto del alimento vivo (nauplios de artemia) enriquecido con probiótico Microorganismos Eficaces (EM) en el crecimiento de larvas y post larva de paco (*Piaractus brachypomus*)

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 A nivel internacional.

En el estudio realizado por David et. al., (2011) Colombia, se evaluó el efecto de diferentes dietas en la ganancia de peso, longitud y supervivencia de larvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Las larvas fueron alimentadas durante tres días con diferentes tipos de alimento: nauplios de Artemia salina (T1), plancton silvestre filtrado a 200 µm (T2), concentrado pulverizado con 48% de proteína bruta (T3), o se mantuvieron en ayuno (T4). La densidad de las larvas fue de 70 por litro. Se observaron diferencias significativas en el peso final, longitud final, ganancia de peso y ganancia de longitud entre los tratamientos. El tratamiento T1 mostró los mejores resultados, seguido por el T2. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la supervivencia entre los tratamientos. Estos resultados sugieren que el uso de nauplios de Artemia salina y plancton silvestre filtrado puede ser beneficioso para el crecimiento y desarrollo de las larvas de cachama blanca.

En el estudio realizado por Collazos et. al., (2014), Colombia, se investigó el rango de confort y los tiempos de respuesta de ajuste a los cambios de temperatura en larvas de cachama blanca, con el objetivo de determinar su impacto en la supervivencia. Se utilizaron 1020 larvas obtenidas mediante reproducción inducida y alimentadas con náuplios de Artemia. Las larvas fueron expuestas a diferentes temperaturas en beakers colocados en una incubadora térmica. Se realizaron conteos de supervivencia cada cinco minutos durante una hora. Se estableció que el rango de confort para las larvas de cachama se encuentra entre 22-29°C, mientras que el rango de estrés inferior se sitúa entre 18-22°C y el rango de estrés superior entre 29-32°C. Se determinó una temperatura letal 50 de 9,5°C y una temperatura letal inferior de 6°C. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia entre las temperaturas dentro de los rangos establecidos. Estos hallazgos son importantes para el manejo de la temperatura en la larvicultura de cachama blanca, destacando la relevancia de los

nauplios de Artemia como fuente de alimento en el desarrollo y supervivencia de las larvas.

2.1.2 A nivel nacional

Según Monroy (2020), llevó a cabo una investigación en Huaura Perú, tuvo como objetivo utilizar bacterias ácido lácticas y microorganismos probióticos comerciales como suplemento alimenticio para los juveniles de "paco" *Piaractus brachypomus*. Los resultados revelaron que las bacterias ácido lácticas y los probióticos tuvieron un impacto significativo en la ganancia de peso promedio y el crecimiento en longitud promedio de los peces. Además, se logró una sobrevivencia del 100% en los peces y se demostró, mediante análisis de varianza, la influencia significativa de los tratamientos y los días de crecimiento en la ganancia de peso. Estos hallazgos subrayan la promesa de los lactobacilos aislados del "masato" y los microorganismos probióticos comerciales como aditivos alimentarios en la acuicultura, presentando una alternativa viable para reducir los costos de producción en el sector acuícola peruano.

Según Ríos (2019), llevó a cabo una investigación en Tarapoto Perú con el objetivo de evaluar el efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco. Se utilizaron larvas de dos especies nativas obtenidas del centro acuícola "Gran Paso". Las dietas consistieron en Artemia importada de EE.UU. con 55% de proteínas (T1), alimento vivo producido localmente (T2) y alimento comercial en polvo con 45% de proteínas (T3). Durante un período de 10 días, las post larvas fueron alimentadas cuatro veces al día en nueve incubadoras con densidad de 30 post larvas por litro en un diseño completamente al azar. Se encontró que las post larvas de gamitana alimentadas con Artemia tuvieron el mayor porcentaje de sobrevivencia (87,53%), seguidas por el alimento vivo (47%) y el alimento comercial (25%). Para las post larvas de paco, los porcentajes de sobrevivencia fueron más altos en Artemia (87,73%), seguido del alimento vivo (96,83%) y el alimento comercial (98,22%). Se concluyó que los nauplios de Artemia fueron el mejor alimento para las post larvas de ambas especies al inicio de su alimentación. Sin embargo, se recomendó eliminar los copépodos carnívoros

presentes en el zooplancton natural. Además, el concentrado comercial con 45% de proteínas no resultó favorable en el inicio de la alimentación.

En el estudio realizado por Sánchez (2018), se evaluaron diferentes dietas durante el cultivo de *Piaractus brachypomus* en estanques de 1000 m^2. Tres tratamientos fueron comparados: el tratamiento 1 (T1) consistió en un alimento balanceado sin aditivos, el tratamiento 2 (T2) incluyó un aditivo de concentrado de pescado mezclado con el alimento balanceado, y el tratamiento 3 (T3) incluyó el aditivo de concentrado de pescado junto con enzimas digestoras de materia orgánica (probiótico) en el agua de cultivo. Los resultados mostraron que el tratamiento 3 demostró un mejor crecimiento y supervivencia en comparación con los otros tratamientos. Se atribuyó este resultado al uso del suplemento de ensilado en el alimento y al uso de probióticos para mejorar la calidad del agua. Además, se observó una baja mortalidad en el tratamiento 3, y la presencia de depredadores, como ranas, fue mínima en los estanques. En conclusión, el empleo del ensilado combinado con el probiótico y el alimento balanceado mostró mejores resultados en términos de peso y tamaño durante el cultivo de *Piaractus brachypomus.*

2.1.3 A nivel regional.

En el estudio realizado por Valencia (2016), en el IIAP sede Ucayali, se compararon diferentes densidades de cultivo de alevinos de *P. brachypomus* utilizando el probiótico EM.1. Se evaluaron el crecimiento en peso y longitud en doce unidades experimentales con distintos tratamientos. El probiótico EM.1 se incorporó al alimento en dosis del 4% de la ración diaria, excepto en el grupo de control. Los resultados mostraron que la densidad de 5 alevinos por 50 litros, junto con el uso del probiótico EM.1, resultó en un mayor rendimiento de *P. brachypomus*, con sobrevivencias del 60% al 100%. Estos hallazgos resaltan la eficacia del probiótico EM.1 como un complemento beneficioso en la crianza de alevinos de *P. brachypomus*, promoviendo un crecimiento óptimo y una alta tasa de supervivencia.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Especie ictiológica paco (Piaractus brachypomus Cuvier 1818).

El paco es una especie nativa de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas en América del Sur, según lo señalado por González (2001). Clasificado en el orden Characiforme y perteneciente a la familia Characidae y sub familia Serrasalmidae, el paco se destaca por su comportamiento alimenticio omnívoro, con una inclinación hacia una dieta frugívora. Además, esta especie es reconocida por su rápido crecimiento, uniformidad en la talla, resistencia al manejo y a las enfermedades. En el ámbito del cultivo comercial de *P. brachypomus* en estanques y jaulas, es crucial contar con un suministro constante de alevinos para la crianza, así como una alimentación que satisfaga sus necesidades nutricionales, especialmente en términos de proteínas y energía. Según Gutiérrez et. al., (2010) enfatizan la importancia de asegurar una disponibilidad adecuada de alevinos y una dieta nutritiva en el contexto del cultivo de esta especie.

El Paco, una especie de la familia Characidae, se destaca por su tamaño imponente y su robustez. Es considerado uno de los peces más grandes de su familia, pudiendo alcanzar tallas superiores a los 85 cm y pesos de hasta 20 kg (IIAP 2000). Esta especie comparte el mismo rango geográfico que la gamitana y ocupa hábitats y nichos ecológicos similares. Aunque su forma es similar, se distingue por su distintivo patrón de coloración. El Paco presenta un dorso de tono gris oscuro y costados de tono blanquecino, con destellos anaranjados en la región de la garganta, la parte inferior de la cabeza y la zona anterior del vientre. Este esquema de color se mantiene constante desde las etapas tempranas de alevines y juveniles hasta los adultos, aunque puede suavizarse dependiendo de las características del agua en las que habita (IICA, 2000).

El paco es un pez de importancia económica y social en las regiones donde se encuentra presente. Es ampliamente cultivado en pisciculturas y granjas acuícolas debido a su rápido crecimiento, alto valor comercial y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y alimenticias (Ríos 2019).

2.2.2 Fases de desarrollo del paco.

Durante su ciclo de vida, pasa por diversas etapas de desarrollo que han sido identificadas y descritas por Woynarovich et. al., (2006). Estas fases abarcan desde el embrión hasta el adulto, cada una con características distintivas y cambios significativos en su morfología y fisiología. A continuación, se presenta una tabla (Tabla 1) que resume las diferentes etapas de desarrollo del *P. brachypomus*, proporcionando una visión general de cada fase y sus principales características.

Tabla 1. Etapas de desarrollo del paco (P. brachypomus).

Etapas de Desarrollo	Descripción
Embrión	Comprende desde la fertilización de los huevos hasta la eclosión o nacimiento del pez. El embrión se denomina larva.
Larvas	Comienza con el nacimiento del embrión y finaliza cuando inicia la alimentación exógena. Durante esta fase, la larva desarrolla su tracto digestivo y obtiene alimento del agua.
Post larva	Se refiere a la larva del pez cuando ya se alimenta. Es una etapa importante en el desarrollo de la larva, donde se produce la alimentación endógena.
Alevín	El pez tiene la forma general del pez adulto, pero con un tamaño reducido de 1.5 a 2.5 cm. En esta etapa se determina el sexo y se forman los ovarios y los testículos.
Juvenil	Durante esta etapa, el pez sigue creciendo en tamaño hasta que los órganos sexuales comienzan a madurar.
Pre adulto	El pez continúa creciendo en tamaño y los órganos sexuales inician su madurez. La hembra produce óvulos fértiles y los machos esperma fértil.
Adulto	El pez se considera sexualmente maduro, con la hembra produciendo óvulos fértiles y los machos esperma fértil.
Desove e incubación de Huevos	En esta etapa, se extrae a la hembra para el desove y se realiza la incubación de los huevos. Se deben tomar precauciones para evitar la pérdida de óvulos y asegurar la fecundación.

Fuente: Woynarovich et. al., (2006)

2.2.3 Alimentación en el período de post larva y crecimiento.

Una de las etapas críticas en la cría de peces es el periodo inicial de desarrollo (larvicultura / alevinocultura), cuando se producen altas tasas de mortalidad. La obtención de alevines de calidad y en cantidades adecuadas depende de la aplicación de técnicas de manejo apropiadas durante esta fase (Soares et. al., 2002). La larvicultura desempeña un papel fundamental en la producción de peces, ya que un mayor número de post larvas viables permite una mejor planificación de la producción. La alimentación adecuada de las post larvas tiene un impacto significativo en la obtención de animales de calidad y en cantidad, maximizando tanto el número como el peso de los individuos (Hayashi et. al., 2000).

La alimentación con gránulos durante la etapa inicial de cría de peces puede causar pérdidas por lixiviación. Estas dietas, recomendadas para las etapas iniciales, contienen niveles altos de energía y fósforo para prevenir deficiencias nutricionales, pero aumentan los costos y los riesgos para la calidad del agua. Durante la reversión sexual, se sugiere el uso de gránulos peletizados o extrusionados de tamaño adecuado. Las larvas y alevinos requieren una mayor frecuencia de alimentación debido a su rápido crecimiento. Algunas especies pueden presentar diferencias en su rendimiento productivo con más de una comida al día (Santos et. al., 2013).

Existen diferentes métodos de alimentación en la cría de peces, como la alimentación manual y el uso de comederos de demanda o automáticos. La alimentación manual permite una distribución uniforme de los pellets y facilita la observación directa del consumo. Aunque puede requerir más mano de obra, se ha demostrado que reduce las pérdidas por lixiviación y mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes. Los comederos de demanda y automáticos fragmentan la dieta diaria, mejorando la eficiencia de utilización de los nutrientes y reduciendo las pérdidas por lixiviación. Es importante monitorear los parámetros del agua y la introducción de nuevas dietas para evitar la sobrealimentación y el colapso del sistema. (Cyrino et. al., 1998).

En un estudio sobre el crecimiento y la heterogeneidad del crecimiento de juveniles de *Sparus aurata*, se observó que la frecuencia de alimentación influyó en el crecimiento cuando se utilizó alimentación artificial continua y semi continua, al igual que se observó en las larvas de trairão. Sin embargo, cuando se suministró Artemia como suplemento de la dieta seca para S. aurata, la frecuencia de alimentación no afectó el crecimiento de los animales, lo que destaca la importancia de la asociación entre la alimentación y los tipos de alimentos ofrecidos (Goldan et. al., 1997). En el caso de otras especies carnívoras como el rodaballo y el salmón del Atlántico, no se encontraron diferencias en el crecimiento relacionadas con diferentes frecuencias de alimentación (Benavente et. al., 1997).

En la crianza del paco, durante los primeros días de vida, las larvas de esta especie presentan una alta demanda de proteínas en su alimentación. Son conocidas por su voracidad y se alimentan de organismos zooplanctónicos, como rotíferos, cladóceros y copépodos, que son obtenidos mediante filtración del agua de los estanques previamente preparados. Otra opción viable para su dieta son los nauplios de Artemia salina. Aproximadamente a los diez días de edad, las larvas son trasladadas a los estanques de larvicultura. Este método se ha implementado exitosamente en Tarapoto y Pucallpa, utilizando colectores de 200 litros en el primer caso y cajas de madera revestidas con plástico en el segundo. Para mejorar aún más las condiciones de cultivo, se ha introducido el uso de oxigenadores y termóstatos en estos sistemas. Previamente a la siembra de las larvas, es esencial realizar una limpieza minuciosa de los estanques, eliminando cualquier elemento muerto, como huevos y larvas, así como la envoltura de los huevos, ya que su acumulación puede consumir oxígeno, fomentar la proliferación de patógenos y generar metabolitos tóxicos (IIAP, 2000).

En cuanto a la supervivencia de las larvas de peces, la depredación es la principal causa de mortalidad, (Atencio 2001). Por lo tanto, la disponibilidad de alimentos en un ecosistema acuático se considera un factor fundamental para garantizar su tasa de supervivencia (Faria et. al., 2001).

2.2.4 Requerimientos nutricionales.

a) Proteínas y aminoácidos.

En cuanto a las proteínas, son el componente más abundante en los huevos, principalmente en forma de aminoácidos libres en el vitelo. Estos aminoácidos son utilizados para el crecimiento de tejidos y como fuente de energía a través de procesos catabólicos. Según Tucker (1998), se ha establecido que la cantidad mínima de proteína requerida para la alimentación de las larvas debe ser superior al 50%. Sin embargo, la cantidad de proteína necesaria puede variar según la especie.

Una vez que las larvas completan su formación y se convierten en juveniles, sus requerimientos de proteínas disminuyen. Es importante no solo considerar el contenido total de proteínas, sino también el perfil de aminoácidos adecuado. Durante las etapas tempranas de las larvas, los aminoácidos desempeñan un papel crucial en la fisiología, especialmente durante la maduración del ovocito y la absorción del vitelo. Es necesario prestar especial atención a las fuentes de aminoácidos derivados del alimento vivo y su función en el tracto digestivo. El "turnover" proteico es regulado por los flujos de aminoácidos entre los grupos de aminoácidos libres y los aminoácidos que forman las proteínas durante el crecimiento de las larvas, (Houlihan et. al., 1995).

Según estudios estociométricos, se ha determinado que la desaparición de aminoácidos libres proporciona la energía básica para el metabolismo anaeróbico durante las primeras etapas del desarrollo (Fyhn et. al., 1993). Además, cuando los aminoácidos libres se agotan, los aminoácidos polimerizados en proteínas son utilizados para mantener el metabolismo de la larva.

Se ha observado que las larvas de peces marinos regulan la absorción de aminoácidos de manera similar a los invertebrados marinos mediante el uso de alimento vivo. En condiciones de hiperosmolaridad, el contenido intracelular de aminoácidos libres aumenta a través de la síntesis o el transporte a

través de las membranas. Por otro lado, en condiciones de hiposmolaridad, los aminoácidos libres son catabolizados o excretados (Hawkins et. al., 1992).

Los alimentos vivos tradicionalmente utilizados para alimentar a las larvas, como los rotíferos y Artemia, tienen un alto contenido de proteínas (57% y 55.8%, respectivamente) (Lic et. al., 1997). Por lo tanto, se considera que el requerimiento de proteínas se satisface completamente con el uso de estas presas.

b) Lípidos y ácidos grasos.

Los lípidos desempeñan un papel fundamental en las larvas de peces, tanto como componentes estructurales de las membranas celulares como fuente de energía. Después de la eclosión, los requerimientos energéticos aumentan y se satisfacen principalmente a través de los triglicéridos y ésteres céricos. Es importante tener en cuenta que los ácidos grasos insaturados son esenciales para el desarrollo de las larvas de peces, pero los requerimientos pueden variar entre especies de agua dulce y especies marinas. También es crucial mantener un equilibrio adecuado de ácidos grasos, ya que un desequilibrio puede tener efectos adversos en las larvas. Además, el aporte de lípidos a través del alimento es significativo, especialmente para las especies marinas que no tienen la capacidad de sintetizar ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (HUFAS) a partir de ácidos grasos de 18 carbonos.

Los lípidos desempeñan un papel fundamental en las primeras etapas de desarrollo de los peces, ya que proporcionan la principal fuente de energía desde la formación de la gástrula hasta la eclosión del embrión (Vetter et. al., 1983). Durante la falta de alimento, se ha observado una disminución gradual de las reservas de lípidos en las larvas de peces (Tandler et. al., 1989). En muchos huevos de peces, se encuentran glóbulos de aceite compuestos principalmente por triacilglicéridos, lo que demuestra la importancia de los lípidos en la alimentación larval (Kanazawa, 1985). Los ácidos grasos, en particular los altamente insaturados como el ácido araquidónico (ARA), el ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido

docosahexaenoico (DHA), juegan un papel esencial en diversas funciones corporales (Sargent et. al., 1989).

El ácido docosahexaenoico (DHA) desempeña un papel especialmente importante en el desarrollo de los ojos y otros tejidos, por lo que se requiere una concentración elevada de este ácido graso y una proporción adecuada de ácido araquidónico (ARA), ácido eicosapentanoico (EPA) y DHA (Tocher *et al.,* 1997). Se ha observado que el DHA es más crucial en las etapas larvales que en los peces adultos. La deficiencia de HUFA n-3 retrasa el crecimiento, aumenta la mortalidad y reduce la resistencia al manejo en larvas (Izquierdo 1996) y en juveniles (Montero et. al., 1998). Además, las deficiencias de HUFA n-3 se han asociado con alteraciones anatómicas, como la hipomelanosis en el área ocular (Kanazawa, 1993).

2.2.5 Importancia del alimento vivo en la acuicultura.

En la acuicultura, el alimento vivo es el grupo de organismos que componen el plancton (fitoplacton y zooplacton), el cual constituye la unidad básica de producción del material orgánico en los sistemas acuáticos. La totalidad de larvas de peces marinos son zooplanctófagas y las principales presas, en condiciones naturales, son copépodos y copepoditos, aunque también ingieren rotíferos, ciliados y larvas de moluscos. En general, las larvas buscan su alimento en la columna de agua, ignorando completamente las presas bentónicas o hipobentónicas (Jomori, 2001). La importancia del plancton es mayor durante las fases de larvicultura y alevinaje, independientemente de la estrategia alimenticia del pez durante su vida adulta. Por regla general, después de la absorción del saco vitelino, el inicio de la alimentación exógena de la larva estará constituida de organismos planctónicos (Lavens et. al., 1998), siendo demostrada la esencialidad de organismos vivos como alimento inicial para post larvas de peces (Jomori, 2001), ya que prácticamente todas las especies se alimentan de éstos durante su fase post larval (Sipaúba et. al., 2003). A partir de estudios sobre ontogenia temprana de enzimas digestivas de los peces marinos, se han generado la hipótesis de que

los alimentos vivos son la única fuente de enzimas digestivas en las larvas de peces marinos, lo cual es crucial para su supervivencia (Sipaúba et. al., 2003).

Los alimentos vivos desempeñan un papel fundamental en la mejora de la microflora tanto en el tanque como en el tracto digestivo de los peces (Reitan et al., 1994). Además, el uso de alimentos vivos en concentraciones adecuadas tiene un impacto mínimo en la calidad del agua y estimula el comportamiento predatorio de las larvas debido a la movilidad natural de las presas (Portella *et al.,* 2002). En la selección de alimentos vivos para la acuicultura, se consideran características como el alto contenido proteico, la abundancia, la disponibilidad, la alta densidad de cultivo, el ciclo de vida corto, la morfología, el comportamiento, el movimiento y el tamaño adecuado para las etapas tempranas del cultivo (Sipaúba et. al., 2003).

La composición bioquímica de los alimentos vivos es crucial, ya que contienen la mayoría de los nutrientes necesarios para la supervivencia y el desarrollo óptimo de las post larvas, y también sirven como base para la formulación de dietas experimentales para peces. Además, su uso en concentraciones adecuadas tiene un bajo impacto en la calidad del agua y estimula el comportamiento predatorio de las larvas debido a su movilidad natural. Durante los primeros estadios de vida, algunas larvas son capaces de ingerir directamente las microalgas, lo cual aumenta su apetito y mejora la microflora tanto en el tanque como en el tracto digestivo (Reitan et al., 1994). Al seleccionar microalgas para la alimentación de las presas y el control de la calidad del agua en los sistemas de cultivo, se consideran factores como el tamaño celular, el valor nutricional, la digestibilidad y la ausencia de sustancias tóxicas. Algunas de las microalgas más utilizadas son *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis spp*., *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Nannochloropsis spp*., *C. variegata y Spirulina sp*., debido a su capacidad para formar cultivos de biomasa abundante, su tamaño (2-20 um), su digestibilidad y su valor nutricional (Muller 2000).

Entre las presas utilizadas comúnmente en la acuicultura se encuentran diversos organismos, tales como protozoarios como *Paramecium sp*.,

rotíferos como *Brachionus sp*., crustáceos como *Streptocephalus mackini, Daphnia pulex* y *Artemia salina*, y nemátodos como *Panagrellus redivivus*, entre otros. Cabe destacar la importancia de *A. salina*, debido a su perfil nutricional y su capacidad de cultivo masivo, lo cual la convierte en una presa altamente valorada para la alimentación de larvas en la acuicultura (Nanton et. al., 1998).

c) Artemia salina: una valiosa fuente de alimento vivo.

También conocida como Brine Shrimps, no solo se utiliza en la acuariofilia, sino que su consumo principal se encuentra en los grandes centros de acuicultura a nivel mundial. Su utilización en la industria acuícola se remonta a muchos años atrás, cuando se descubrieron sus numerosos beneficios. El náuplio de la Artemia salina es capaz de aumentar su tamaño corporal en menos de 24 horas gracias a una hormona de crecimiento presente en su interior. Esta hormona puede transferirse a otras especies cuando los alevines y larvas las consumen (Guzmán 2011).

Con el fin de obtener una población que satisfaga las necesidades de la acuicultura, se buscan mejoras en los aspectos reproductivos de la Artemia salina, como tasas de eclosión más altas y propiedades nutricionales mejoradas. Estas mejoras se logran mediante el uso de emulsiones enriquecedoras y la alimentación de la Artemia con diferentes microalgas. La Artemia salina es un alimento vivo excelente en la acuicultura debido a su rápido desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio y metanauplio (adecuado para las larvas y juveniles de crustáceos y peces) y su facilidad de manejo, entre otras ventajas. Los nauplios recién eclosionados tienen un alto valor nutritivo, que disminuye en ausencia de otros alimentos (Guzmán, 2011).

d) Aspectos reproductivos de Artemia.

Existen dos tipos de reproducción en el género Artemia que son importantes destacar: la bisexual, también conocida como zigogenética o anfigónica, que involucra hembras y machos, y la partenogenética, específicamente

la telitoca que genera progenie femenina. Ambos tipos producen dos tipos de huevos: aquellos que se desarrollan dentro del útero de la hembra y dan lugar a nauplios (reproducción ovovivípara), y aquellos que se detienen en etapas embrionarias tempranas y se recubren con una estructura llamada corion, formada por las glándulas de la cáscara, para luego ser liberados como quistes (reproducción ovípara). Los quistes pueden ser de dos tipos: los que eclosionan de manera rápida después de ser expulsados al medio y los que entran en un estado de diapausa o criptobiosis, requiriendo una activación para eclosionar y dar lugar a los nauplios. Estos conceptos han sido estudiados por varios autores como (Mathias 1960).

Según Bengtson et. al., (1991), los nauplios de Artemia son ampliamente reconocidos como el alimento vivo más comúnmente utilizado en la cría de especies cultivables en todo el mundo. Los nauplios son las primeras etapas de vida de Artemia, que eclosionan a partir de los huevos o quistes. Son pequeños organismos acuáticos con un número limitado de apéndices. A medida que los nauplios crecen y se desarrollan, pasan por varias etapas larvarias antes de convertirse en adultos.

Los nauplios de Artemia pasan por diferentes etapas de desarrollo en las cuales experimentan cambios en su alimentación. En la fase de nauplio recién eclosionado (Instar I), se alimentan de sus reservas vitelinas acumuladas en el órgano nucal. A medida que avanzan a la segunda fase larvaria (Instar II), comienzan a utilizar la actividad filtradora coordinada con las segundas antenas para alimentarse de partículas en suspensión (Barlow et. al., 1980). Durante este proceso, los telopoditos de los toracópodos se desarrollan, y las partículas retenidas en los apéndices son arrastradas hacia el atrio bucal y luego hacia el intestino a través de las maxilas y mandíbulas, en el intestino medio, las partículas son digeridas por enzimas digestivos, y finalmente, los restos son eliminados a través del intestino posterior (Amat 1985).

La adaptación de Artemia a la alimentación por filtración se evalúa mediante la relación entre la tasa de filtración (F) y la tasa de respiración (R). A

25ºC, la relación F/R en Artemia es de 7.4 L de agua filtrada por ml de O2 consumido. Comparado con otros invertebrados marinos filtradores, como crustáceos marinos, Artemia presenta una menor adaptación para alimentarse y competir por el alimento en medios marinos típicos (Riisgard et. al., 2015). La tasa de asimilación en Artemia varía según la concentración de alimentos, lo que está relacionado con la digestibilidad y el tiempo de tránsito a través del intestino (Coutteau 1992). Artemia también tiene la capacidad de reemplazar completamente el contenido intestinal en un tiempo aproximado de 30 minutos, sin importar su tamaño y el tipo de alimento (Nimura 1989). Esta característica hace que Artemia sea una excelente opción como vehículo de compuestos nutricionales, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo larvario (nauplios y metanauplios).

e) Enriquecimiento de nauplios de Artemia mediante encapsulación.

Las técnicas de enriquecimiento con nauplios de Artemia varían en función de las condiciones ambientales (pH, salinidad y temperatura) y del tiempo de enriquecimiento (Mejía et. al., 2007). El método principal es la encapsulación, que implica el uso de sistemas coloidales de liberación con dos fases diferentes: una fase dispersa compuesta por partículas pequeñas y una fase dispersante que forma la matriz alrededor de la fase dispersa (Patel et. al., 2014). Estos sistemas se clasifican en tres tipos según su composición Para ser utilizados en alimentación, los sistemas de liberación coloidal deben ser compatibles con la matriz original, preservando sus características originales como textura, sabor, estabilidad y apariencia, y garantizando la actividad y estabilidad del agente durante el procesado y almacenamiento, sin verse fácilmente degradados por factores ambientales como el pH, el oxígeno, la temperatura y la luz (Shin et. al., 2015). La encapsulación ofrece dos ventajas significativas: evita la percepción sensorial, permitiendo el enriquecimiento con productos bioactivos sin afectar las propiedades organolépticas del producto original, y mejora la biodisponibilidad del bioactivo a través de mecanismos como la mejora de la absorción, el transporte y la estabilidad en la digestión, así como la solubilidad en el intestino (Livney 2015).

La técnica más comúnmente utilizada para enriquecer los nauplios de Artemia es la bioencapsulación, en la cual los nauplios son expuestos a una emulsión que contiene la sustancia enriquecedora. Esto permite que los nauplios se cubran y se alimenten de la emulsión, actuando como vehículos (Leger et. al., 1987). Los niveles de enriquecimiento son más efectivos cuando las emulsiones son más concentradas (Mejía et. al., 2007). Otra opción es encapsular las sustancias enriquecedoras en un núcleo que las protege del entorno y permite su liberación controlada, facilitando su absorción a través del intestino de los organismos durante la alimentación (Zeng et. al., 2019).

La técnica de encapsulación consta de dos procesos: uno químico, que se lleva a cabo en un medio líquido para lograr una fase de separación, y otro físico, que implica el uso de un material de cobertura que se retiene después de la formación de la cápsula (Anaya et. al., 1995). Los estudios de enriquecimiento de nauplios y metanauplios de Artemia se han centrado principalmente en la encapsulación directa (bioencapsulación) de carotenoides y ácidos grasos poliinsaturados, pero también se han investigado la bioencapsulación de otros compuestos como los antibióticos (Majack et. al., 2000).

Estas técnicas se han utilizado ampliamente en la acuicultura de peces y crustáceos, con el objetivo de mejorar el color, la salud y el valor nutritivo de las presas vivas. Además, permiten evitar la pérdida de sustancias hidrosolubles en el medio, asegurando la dosis adecuada para cada especie y etapa de desarrollo (Castro et. al., 2003). La naturaleza de las sustancias o compuestos encapsulados varía según los requerimientos nutricionales de la especie objetivo (Gelabert et. al., 1996).

2.2.6 El uso de probióticos en la acuicultura.

En la acuicultura, los probióticos se definen como suplementos alimenticios que contienen microorganismos vivos capaces de mejorar el equilibrio intestinal del huésped. Sin embargo, esta definición se ha ampliado para incluir preparados de microorganismos vivos o muertos que tengan efectos positivos en

los animales y/o el entorno acuático. El uso de probióticos en acuicultura ha aumentado recientemente debido a sus beneficios, como el mejoramiento del crecimiento y la conversión alimenticia, la reducción de patógenos, el fortalecimiento del sistema inmunológico y el aumento de la tolerancia al estrés (Díaz et. al*.,* 2009).

En los últimos años, los probióticos se han convertido en una parte esencial de las prácticas acuícolas para mejorar el crecimiento y la resistencia a enfermedades en los organismos acuáticos. El uso de probióticos en la acuicultura abarca un amplio rango de especies, y existen numerosos suplementos comerciales disponibles, tanto monoespecíficos como multi específicos. Además de los beneficios nutricionales y sanitarios, algunos probióticos, cuando se agregan al agua, pueden desempeñar un papel importante en la descomposición de la materia orgánica, la reducción de los niveles de nitrógeno y fosfatos, y el control de los niveles de amonio, nitritos y sulfuro de hidrógeno (Nayak 2010).

Se ha identificado una amplia variedad de microorganismos como probióticos en la acuicultura, y cada uno de ellos tiene diferentes modos de acción. A pesar de estas diferencias, existen mecanismos de acción comunes que se observan en la mayoría de las cepas probióticas. Estos probióticos facilitan la conversión del alimento, lo que promueve el aumento de peso en los organismos acuáticos, y también brindan protección contra patógenos al competir por los sitios de adhesión, producir ácidos orgánicos, compuestos antibióticos y lisozima, además de modular la respuesta inmune innata de los peces (Nayak 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación y tiempo de duración del estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) ubicado en el distrito de Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, región Ucayali, Perú. El instituto se encuentra en el kilómetro 12.400 de la carretera Federico Basadre, en la ciudad de Pucallpa. Geográficamente, se localiza en las coordenadas 8º24'18" S y 79º36'23" O, con una altitud de 148 metros sobre el nivel del mar (ver figura 1).

El tiempo de duración desde la elaboración del perfil del proyecto hasta la redacción de este fue de 4 meses.

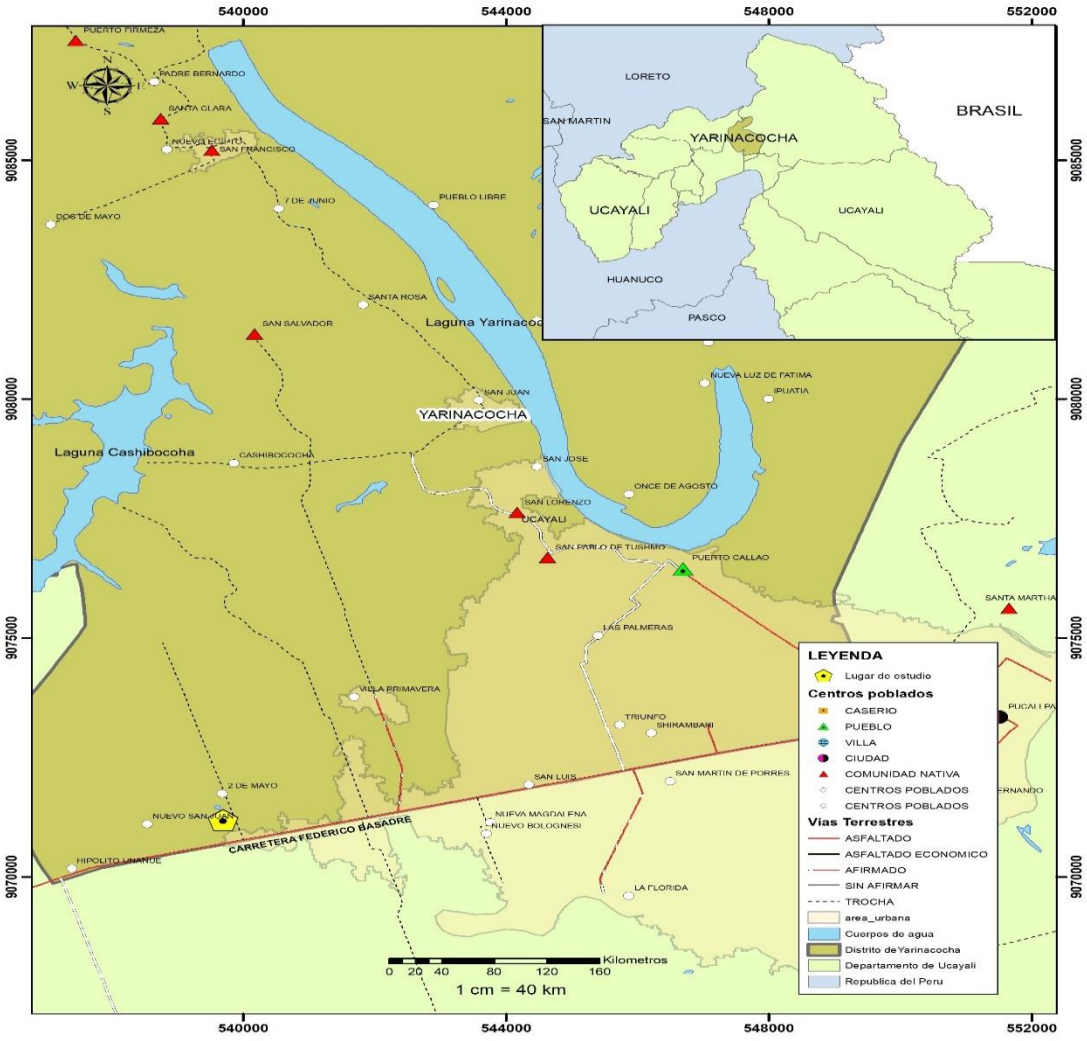


Figura 1. Mapa de ubicación del experimento.

3.2 Características climáticas de las zonas de estudio.

En términos climáticos, el distrito presenta un clima tropical, cálido y húmedo. La temperatura media anual es de 31,2°C, con una máxima de 32,5°C y una mínima de 19,30°C. Las precipitaciones varían entre 137,6 mm y 663,9 mm, siendo los meses de noviembre a marzo los de mayor registro pluvial.

3.3 Materiales.

3.3.1 Material biológico.

- ***Piaractus brachypomus*** **(paco) en fase de post larvas:** los cuales fueron obtenidos mediante reproducción artificial en el laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), ubicado en la sede Ucayali. Al inicio del experimento se comenzó con individuos de talla y peso relativamente homogéneos

- **Nauplios de Artemia salina (AS)**: Estos nauplios fueron obtenidos a partir de la eclosión de quistes deshidratados suministrados por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). Los quistes deshidratados proporcionados por el IIAP garantizan la uniformidad y viabilidad de los nauplios utilizados en el experimento.

- **Probiótico (EM)**: Específicamente fue empleado el probiótico *Lactobacillus casei*.

3.3.2 Materiales de laboratorio.

- Botella de plástico de 500 ml
- Recipiente de vidrio con aireación continua
- Vaso precipitado de 500 ml

- Tamizador
- Regla graduada al milímetro
- Probeta de 1 ml

3.3.3 Lista de equipos.

- Balanza digital H.W. Kessel S.A Max 210g ± 0,1 mg
- Aireador
- Sistema de filtración

3.3.4 Lista de reactivos.

- Agua esterilizada
- Melaza diluida esterilizada
- EM
- Hipoclorito al 5%

3.4 Tratamientos estudiados.

En el presente estudio, se llevaron a cabo diferentes tratamientos para evaluar su efecto en la alimentación de las larvas y post larvas. Estos tratamientos consistieron en variaciones en la concentración de probiótico (EM) utilizado, así como en la alimentación con microalga Chlorella SP salina y nauplios de artemia salina. A continuación, se describe en la siguiente tabla (tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos estudiados.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	REPETICIONES
T1	Testigo	3
T2	Alimentación con nauplios de artemia salina con una concentración de probiótico (EM) 0.4ml/kg	3
T3	Alimentación con nauplios de artemia salina con una concentración de probiótico (EM) 0. 6ml/kg	3
T4	Alimentación con nauplios de artemia salina con una concentración de probiótico (EM) 0.8 ml/kg	3

Fuente: Elaboración propia

3.5 Tipo de investigación.

Este estudio se enmarca en una investigación experimental, ya que se manipulan variables independientes (alimento vivo enriquecido con probiótico) y se observan los efectos en las variables dependientes (supervivencia y crecimiento de larvas y post larvas de paco). A través de este enfoque, se busca obtener información relevante sobre la influencia del alimento vivo enriquecido con probiótico en el desarrollo de estas etapas tempranas del paco.

3.6 Diseño experimental.

El diseño experimental empleado fue un DCA con 3 repeticiones y un grupo control, cada uno con tres repeticiones. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento ANOVA y el software Statgraphics Centurion XVII, lo que permitió realizar una evaluación estadística precisa de las diferencias entre los tratamientos en términos de los resultados obtenidos.

El grupo control, denotado como T0, consistió en una dieta sin inclusión de probiótico. Los tratamientos T1, T2 y T3 correspondieron a dietas con diferentes niveles de inclusión de probiótico, siendo 0,4%, 0,6% y 0,8% del probiótico respectivamente.

3.7 Metodología.

3.7.1 Infraestructura del estudio.

El estudio se llevó a cabo utilizando un conjunto de 12 recipientes de PVC con forma circular, con dimensiones de 40 cm de diámetro y 19 cm de altura, lo que resulta en un volumen total de 13 litros. Estos recipientes se instalaron en el laboratorio sobre una base de concreto dispuestas en baterías de tres unidades.

Cada recipiente estaba equipado con un sistema de entrada de agua a través de tubos de PVC de 2" de diámetro, que incluían llaves de paso individuales. El flujo de agua hacia las tinas se utilizó únicamente durante la limpieza de estos y provino de un pozo tubular de 80 metros de profundidad. Este pozo suministraba agua a un tanque de concreto con una capacidad de 20 m3, desde donde se distribuía a los diferentes laboratorios.

Antes de su uso, los recipientes de cultivo fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5%. Durante el período de cultivo, se llevó a cabo una limpieza diaria de los restos de alimento y heces presentes en cada uno de los recipientes, como medida preventiva contra la aparición de patógenos.

3.7.2 Estabulación de post larvas de paco.

Para el experimento, se colocaron 1000 post larvas (PL) de *Piaractus brachypomus* paco en cada tina, con un volumen efectivo de agua de 10 litros. Esto resultó en una densidad de siembra de 100 PL por litro de agua. Antes de ser colocadas en las tinas, las PL fueron pesadas utilizando una balanza digital Kessel con una precisión de 210 g ± 0,1 mg, y su longitud fue medida utilizando una regla milimetrada.

3.7.3 Activación y preparación de los inóculos de probiótico.

El EM utilizado en el estudio fue proporcionado por el Laboratorio del Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana - Ucayali. Para su preparación, se llevó a cabo una serie de pasos. En primer lugar, se realizó una mezcla de 1.250 g de zoil, que fue diluida en agua esterilizada. Posteriormente, se diluyeron 6.25 ml de melaza esterilizada y se agregaron a la mezcla anterior. A continuación, se añadieron 6.25 ml del probiótico EM. Una vez realizada la mezcla, se aforó en una botella de plástico de 500 ml y se tapó herméticamente. La botella fue incubada a temperatura ambiente durante un periodo de siete días. Al finalizar la incubación, se procedió a medir el pH de la solución, asegurándose de obtener valores entre 3 y 4unidades. Esta activación y preparación del inóculo

de probiótico fue realizada con el objetivo de obtener una solución óptima y activa para su posterior uso en el estudio.

3.7.4 Obtención de Artemia en fase de desarrollo INSTAR II.

En el proceso de obtención de nauplios de Artemia salina (AS) en fase de desarrollo INSTAR II, se siguieron una serie de pasos. En primer lugar, se hidrataron los cistos deshidratados en agua durante 2 horas, seguido de la decapsulación de los cistos hidratados mediante un tratamiento con hipoclorito. Luego, los nauplios recién eclosionados fueron separados de los restos de la eclosión y se les realizó una limpieza exhaustiva para eliminar cualquier residuo o metabolito. Finalmente, se resuspendieron en agua dulce para eliminar posibles restos más ligeros. Todo esto se realizó antes de comenzar la alimentación de las larvas. A continuación, se presenta una tabla (tabla 3) que resume los pasos y descripciones de cada etapa del proceso.

Tabla 3. Etapas de obtención de Artemia INSTAR II.

PASO	DESCRIPCIÓN
Hidratación de cistos	Se hidrataron 5 g de cistos de Artemia salina en 625 ml de agua durante 2 horas en un recipiente de vidrio con aireación continua y 1000 lux de iluminación.
Decapsulación	Los cistos hidratados se colocaron en un tamizador y luego se transfirieron a un vaso precipitado de 500 ml. Se agregaron 67,5 ml de hipoclorito al 5% y 25 ml de agua, y se removió la solución durante 8 minutos con movimientos circulares. Posteriormente, se enjuagaron con agua para eliminar el hipoclorito.
Incubación	Los nauplios decapsulados se incubaron en una botella de plástico con 5 litros de agua y una salinidad del 20% durante 30 horas. La aireación se detuvo al final del período de incubación.
Recogida de nauplios	Los nauplios recién eclosionados se separaron de los restos de la eclosión (quistes, membranas y embriones no eclosionados) utilizando un tamiz. Se lavaron con abundante agua dulce para eliminar los metabolitos generados durante la eclosión.
Limpieza de nauplios	Los nauplios se suspendieron en un recipiente con agua dulce durante 2-3 minutos para eliminar posibles restos más ligeros de la eclosión mediante flotación.
Alimentación de PL	Se utilizó una muestra de nauplios para cada ración cada dos horas, garantizando su frescura y calidad nutricional.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5 Bio encapsulado de probióticos de artemia en fase INSTAR II.

Se llevó a cabo el proceso de bio encapsulado de probióticos en nauplios de Artemia salina en fase INSTAR II. Antes de la eclosión de los quistes, se realizó la descapsulación para eliminar el corion y posibles contaminantes adheridos. Los nauplios de 30 horas de edad, cultivados bajo condiciones estándar, fueron filtrados y concentrados para su posterior enriquecimiento con probióticos. Se utilizó una cantidad de 2 gramos de nauplios en masa húmeda en un volumen de agua de 200 ml, con una densidad aproximada de 124 nauplios por mililitro. Se incluyó una concentración de probióticos del 0,4%, 0,6% y 0,8% sobre la ración calculada, administrados mediante una probeta desinfectada y agregados al alimento vivo. Durante una hora, se proporcionó aireación constante para el enriquecimiento de los probióticos.

3.7.6 Alimentación de las PL de Piaractus brachypomus.

Las larvas y post larvas (PL) de *Piaractus brachypomus* fueron alimentadas cada 2 horas durante el día, desde las 7:00 am hasta las 7:00 pm. La ración diaria consistió en 2 gramos de biomasa húmeda de Artemia salina enriquecida con probióticos, diluida en 100 ml de agua. Se realizó una limpieza diaria de las excretas y se realizó un recambio de agua para mantener un ambiente óptimo. Durante la noche, la alimentación de las PL se realizó mediante goteo. Se preparó agua salobre al 20% y se llenaron botellas de plástico con 4,800 litros de agua. Luego se agregaron 200 ml de nauplios de Artemia diluidos en cada botella y se proporcionó aireación constante. Este proceso de alimentación nocturna se llevó a cabo durante 7 horas.

Para determinar la cantidad de ración adecuada para las PL, se realizó un ensayo previo donde se administraron 50 ml de Artemia por tratamiento durante 3 horas. Después de 2 horas, se verificó que no quedaran nauplios en el tracto digestivo de las larvas y post larvas, lo que permitió establecer la cantidad óptima de alimento a suministrar.

3.7.7 Limpieza de los Recipientes.

La limpieza de las tinas se llevó a cabo dos veces al día, a las 7:00 a.m. y a las 4:30 p.m. Utilizando el método de los sinfines. Para ello, se empleó una manguera de 12 mm de diámetro para succionar los restos de alimento y heces que se acumulaban en el fondo de los recipientes. Posteriormente, se realizó un recambio de agua del 90% para mantener las condiciones adecuadas del sistema de cultivo.

3.7.8 Evaluación de Temperatura (T°).

Se realizó una evaluación de la temperatura cada 2 horas a lo largo del día, para un total de 7 mediciones por cada tratamiento y repetición. Esta evaluación tenía como objetivo monitorear los cambios en la temperatura del agua de las tinas de cultivo. Los registros de temperatura fueron tomados de manera sistemática y se utilizaron como datos para el análisis y seguimiento del experimento.

3.7.9 Captura de peces.

Las post larvas (PL) fueron capturadas al azar en cada repetición y tratamiento utilizando una red de captura adecuada. Para facilitar su captura y minimizar el estrés, el nivel del agua en los recipientes fue reducido intencionalmente. Esta medida permitió capturar las PL de manera más efectiva, asegurando un muestreo aleatorio y evitando molestias innecesarias a los peces durante el proceso.

3.7.10 Evaluación de parámetros físico-químicos del agua.

Se realizaron evaluaciones regulares de los parámetros fisicoquímicos del agua. Estos parámetros incluyeron el oxígeno disuelto, la concentración de amonio, los sólidos totales disueltos y el pH. Las mediciones

se llevaron a cabo dos veces por semana, a las 7:00 de la mañana, utilizando un multiparámetro de la reconocida marca Profesional Series YSI. Este instrumento permitió obtener mediciones precisas y confiables de los diferentes parámetros, lo que proporcionó información importante sobre la calidad del agua y el entorno en el que se encontraban las PL de *Piaractus brachypomus.*

3.7.11 Evaluaciones biométricas.

Las evaluaciones biométricas de las post larvas (PL) de Piaractus *brachypomus* se llevaron a cabo al inicio y al final del estudio. El número de PL evaluadas representó el 20% de la población total en cada unidad experimental. Para determinar el peso, se utilizó una balanza digital H.W. Kessel S.A Max 210g ± 0,1 mg, mientras que la longitud total se registró utilizando una regla graduada al milímetro.

Los peces fueron pesados por tratamiento y repeticiones. Este proceso consistió en colocar cada PL sobre la regla graduada al milímetro para obtener las mediciones correspondientes. Se determinaron los siguientes índices productivos (ver tabla 4):

Tabla 4. Fórmulas para evaluación de parámetros biométricos

PARÁMETRO	FÓRMULA
Sobrevivencia (%)	(N° Pf / N° Pi) x 100
Ganancia de Peso	peso promedio final - peso promedio inicial
Ganancia de Longitud	longitud promedio final - longitud promedio inicial
Tasa de Crecimiento Absoluto	(Pf - Pi) / T

* **Nota:** N° Pf = Número de peces al final del estudio, N° Pi = Número de peces al inicio del estudio, Pf = Peso final de los peces, Pi = Peso inicial de los peces, T = Período de crianza en días.

IV. RESULTADOS.

4.1 Porcentaje de supervivencia en los diferentes tratamientos.

La tabla 5, presenta el porcentaje de supervivencia en los diferentes tratamientos analizados. Inicialmente, se tuvo una población de 3000 unidades en cada tratamiento. Se observa que el tratamiento con 0.4% de probiótico alcanzó el mayor porcentaje de supervivencia, con un 92.27%, seguido por el tratamiento con 0.6% de probiótico con un 91.47%. Estos resultados indican que concentraciones moderadas de probiótico favorecieron una mayor supervivencia en comparación con el tratamiento sin probiótico (0%) y el tratamiento con una concentración más alta de probiótico (0.8%).

Sin embargo, el tratamiento con 0.8% de probiótico mostró un porcentaje de supervivencia similar al tratamiento sin probiótico, ambos alrededor del 78%. Estos hallazgos sugieren que la concentración de probiótico utilizada puede influir en el porcentaje de supervivencia en este estudio.

Tabla 5. Porcentaje de supervivencia a diferentes concentraciones de probiótico

Tratamientos	Población inicial (unidad)	Población final (unidad)	% Sobrevivencia
0%	3000	2349	78,30
0,4%	3000	2768	92,27
0,6%	3000	2658	91,47
0,8%	3000	2460	78,37

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 6) realizado para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos en el porcentaje de supervivencia, se observa que la suma de cuadrados entre grupos fue de 55042.0, con 3 grados de libertad y un cuadrado medio de 18347.3. La razón-F obtenida fue de 1.70, y el valor-p asociado

fue de 0.2430. Comparando el valor-p con el nivel de significancia establecido de 0.05.

Tabla 6. ANOVA para supervivencia por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	
Entre grupos	55042.0	3	18347.3	1.70	**0.2430**	**NS**
Intra grupos	86160.0	8	10770.0			
Total (Corr.)	141202.	11				

Fuente: Elaboración propia

4.2 Crecimiento de larvas y post larva de paco (P. brachypomus).

4.2.1 Ganancia en peso de los tratamientos (Peso final – Peso inicial).

El análisis de varianza (ANOVA) realizado en la siguiente tabla (tabla 8) para evaluar la ganancia en peso por tratamiento no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos. La suma de cuadrados entre grupos fue de 40202.1, con 3 grados de libertad y un cuadrado medio de 13400.7. La razón-F calculada fue de 2.14, con un valor-p de 0.1734, lo que indica que las diferencias observadas podrían haber ocurrido por azar. Estos resultados sugieren que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en la ganancia de peso de los sujetos de estudio.

Tabla 7. ANOVA para ganancia en peso por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón - F	Valor-P
Entre grupos	40202.1	3	13400.7	2.14	0.1734
Intra grupos	50117.5	8	6264.69		
Total (Corr.)	90319.6	11			

Fuente: Elaboración propia

Para una observación más detallada de los resultados se realizaron pruebas de múltiples rangos (Ver tablas 8) para analizar las diferencias en la ganancia de peso entre los diferentes tratamientos. Según los resultados, se

observaron diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos 1 y 4, con una diferencia de -158.283 unidades de peso. Además, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2, 1 y 3, y 3 y 4, con diferencias de -102.25, -60.5667 y -97.7167 unidades de peso, respectivamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 2 y 3, ni entre los tratamientos 2 y 4, con diferencias de 41.6833 y -56.0333 unidades de peso, respectivamente. Estos hallazgos indican que algunos tratamientos tuvieron un impacto significativo en la ganancia de peso de los sujetos de estudio, mientras que otros no mostraron diferencias significativas.

4.2.2 Ganancia en longitud de los tratamientos (Longitud inicial/Final).

En la tabla ANOVA (ver tabla 10) para ganancia en longitud por tratamiento, se observa que la suma de cuadrados entre grupos es de 0.00735, con 3 grados de libertad y un cuadrado medio de 0.00245. La razón-F obtenida es de 0.92, con un valor-p de 0.4731. Estos resultados indican que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia en longitud entre los diferentes tratamientos utilizados. El valor-p de 0.4731 es mayor que el nivel de significancia de 0.05, lo que sugiere que las diferencias observadas podrían haber ocurrido por azar.

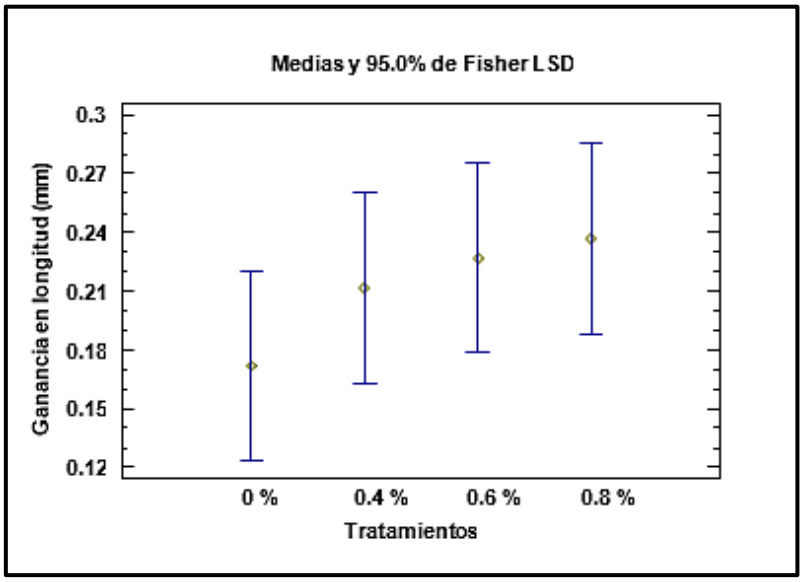
Tabla 8. ANOVA para ganancia en longitud por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	
Entre grupos	0.00735	3	0.00245	0.92	0.4731	NS
Intra grupos	0.0212667	8	0.00265833			
Total (Corr.)	0.0286167	11				

Fuente: Elaboración propia

Esto implica que los distintos niveles de probióticos agregados a las dietas no parecen tener un efecto significativo en la ganancia de longitud de los sujetos en este estudio.

Tabla 9. Parámetros de Calidad del Agua por Tratamiento.



4.2.3 Calidad del agua.

Con relación al pH del agua, se observa que todos los tratamientos presentan valores similares, alrededor de 8.50 unidades de pH, con pequeñas variaciones. Estos resultados indican que los tratamientos no generan cambios significativos en la acidez o alcalinidad del agua utilizada en el estudio. En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto (O.D), los valores se mantienen alrededor de 5.90 mg/L para todos los tratamientos, con desviaciones mínimas. Esto sugiere que los tratamientos no tienen un impacto sustancial en la disponibilidad de oxígeno en el agua, lo cual es favorable para el desarrollo de los organismos estudiados.

En relación a la concentración de amonio (NH4-N), se observa que todos los tratamientos presentan valores bajos, cercanos a 0.20-0.30 mg/L, con pequeñas variaciones. Esto indica que los tratamientos no han generado un aumento significativo en la concentración de amonio en el agua, lo cual es importante ya que altas concentraciones de amonio pueden ser perjudiciales para los organismos acuáticos. En cuanto a la dureza del agua, todos los tratamientos muestran valores cercanos a 80.30 mg/L, con desviaciones mínimas. Esto sugiere que los tratamientos no han generado cambios significativos en la dureza del agua

utilizada en el estudio. Una dureza del agua estable es beneficiosa para los organismos, ya que cambios bruscos en la dureza pueden afectar su salud y desarrollo.

Estos resultados indican que los tratamientos evaluados no generan cambios significativos en los parámetros de calidad del agua, como el pH, la concentración de oxígeno disuelto, el amonio y la dureza. Estos hallazgos son favorables, ya que indican que los tratamientos no causan efectos adversos en la calidad del agua utilizada y proporcionan condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los organismos estudiados.

Tabla 10. Parámetros Microbiológicos de bacterias.

Tratamiento	pH (Ul)	O.D (mg/L)	NH_4-N. (mg/L)	DUREZA (mg/L)
0%	8,50±0,50	5,90±0,50	0,20±0,25	80,30±0,46
0,4%	8,50±0,51	5,90±0,42	0,30±0,29	80,30±0,42
0,6%	8,50±0,52	5,80±0,40	0,20±0,15	80,10±0,09
0,8%	8,50±0,53	5,90±0,50	0,30±0,26	80,20±0,21

Nauplios de Artemia	Promedio de repetición	Post Larva inicial	Promedio de repetición	Probiótico	Promedio	Post Larva final paco	Promedio de repetición
$9.5x10^7$	95,000,000	$5x10^7$	50,000,000			$1x10^8$	100,000,000
$9.7x10^7$	97,000,000	$3x10^7$	30,000,000			$4x10^8$	400,000,000
$9x10^7$	90,000,000	$3.61x10^7$	36,100,000			$4x10^8$	400,000,000
$1.3x10^7$	13,000,000	$3.4x10^7$	34,000,000			$4x10^8$	400,000,000
$5x10^7$	50,000,000	$4x10^7$	40,000,000			$7x10^8$	700,000,000
$3x10^7$	30,000,000	$5.7x10^7$	57,000,000	2.08x107	20,800,000	$1x10^8$	100,000,000
$1.64x10^7$	16,400,000	$3x10^7$	30,000,000			$1x10^8$	100,000,000
$3x10^7$	30,000,000	$9x10^7$	90,000,000			$1x10^8$	100,000,000
$1.32x10^7$	13,200,000	$1.2x10^7$	12,000,000			$1.5x10^8$	150,000,000
$1x10^7$	10,000,000	$6x10^7$	60,000,000			$1x10^8$	100,000,000
$5x10^7$	50,000,000	$1.48x10^7$	14,800,000			$1.8x10^8$	180,000,000
$5x10^7$	50,000,000	$9x10^7$	90,000,000			$3x10^8$	300,000,000

Nota: Los valores representan la media ± desviación estándar de las mediciones realizadas para cada parámetro de calidad del agua en los diferentes tratamientos.

La tabla revela que el uso constante de los probióticos EM promueve la presencia de ciertas colonias de microorganismos en los diferentes organismos. Este enriquecimiento de colonias podría ser una influencia fundamental en la mejora de la salud y la resistencia de las poblaciones de Artemia y las larvas de paco. La relación entre los probióticos y las colonias observadas sugiere que los probióticos podrían estar interactuando de manera positiva con los microorganismos presentes en estos organismos, contribuyendo a un ambiente más equilibrado y saludable. En resumen, la tabla demuestra cómo los probióticos EM influyen en la colonización microbiana de Artemia, las larvas iniciales y finales de paco. La correlación entre los probióticos y las colonias observadas es un factor esencial en el impacto potencialmente beneficioso de los probióticos en la salud y la resistencia de los organismos estudiados.

En la tabla se puede observar la fila 5 Con una cantidad inicial de 4x10^7 de colonias observadas en larvas iniciales de paco manifestaron una notable diferencia en comparación de los demás tratamientos observándose en las larvas finales de paco a los 10 días de estudio la cantidad notable de 7x10^8, lo que representa un aumento significativo en comparación con las cantidades iniciales. Este tratamiento demuestra que el uso de probióticos ha tenido un impacto positivo en el crecimiento y desarrollo de las post larvas, creando un ambiente propicio para su salud y resistencia.

La correlación entre los probióticos y las colonias observadas en los organismos de Artemia salíana y post larvas de paco subraya la importancia potencial de los probióticos EM en la mejora de la salud y la capacidad de resistencia de los organismos estudiados. Por otro lado, aunque algunas configuraciones no alcanzan los niveles más altos, aún logran mejoras notables en comparación con las cantidades iniciales observadas.

V. DISCUSIONES.

5.1 Porcentaje de supervivencia.

Sin embargo, es importante destacar que los efectos de los probióticos pueden variar dependiendo de la especie de pez, la cepa de probiótico utilizada y las condiciones de cría. Algunos estudios han reportado resultados contradictorios en cuanto a los beneficios de los probióticos en la supervivencia y crecimiento de larvas y post larvas de peces. Por ejemplo, La supervivencia de las larvas y juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) ha sido objeto de estudio en diferentes investigaciones. A modo de ilustración, un estudio realizado por David et al. (2011) evaluó el efecto de diferentes dietas en la supervivencia de larvas de paco. Aunque se observaron diferencias significativas en el peso final, longitud final, ganancia de peso y ganancia de longitud entre los tratamientos alimentarios, no se encontraron diferencias significativas en la supervivencia en los tratamientos y el grupo control. Estos resultados sugieren que el uso de nauplios de Artemia salina y plancton silvestre puede ser beneficioso para el crecimiento y desarrollo de las larvas de paco, sin afectar su supervivencia.

Finalmente, los resultados indican que concentraciones moderadas de probiótico (0.4% y 0.6%) pueden favorecer una mayor supervivencia en comparación con el tratamiento sin probiótico y el tratamiento con una concentración más alta de probiótico (0.8%). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de supervivencia entre los tratamientos evaluados. Estos hallazgos resaltan la importancia de encontrar el equilibrio adecuado en la concentración de probiótico utilizado para optimizar la supervivencia de las unidades de paco en el cultivo.

5.2 Crecimiento de larvas y post larva de paco (P. brachypomus).

5.2.1 Ganancia en peso de los tratamientos.

La utilización de probióticos en la acuicultura ha demostrado ser beneficioso para el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos. En un estudio realizado por Díaz et. al., (2009), se observó que los probióticos mejoran la conversión alimenticia y promueven un mayor aumento de peso en los peces. Estos

suplementos alimenticios, que contienen microorganismos vivos, favorecen el equilibrio intestinal del huésped y optimizan la utilización de los nutrientes. Además, el estudio de David et. al., (2011) encontró resultados positivos en términos de ganancia de peso al emplear Artemia y plancton como fuentes de alimento vivo. Estos alimentos naturales, ricos en nutrientes y adecuados para las necesidades de las larvas, promovieron un mejor crecimiento y desarrollo en la especie estudiada. Sánchez (2018) también investigó el uso de probióticos en la ganancia de peso de organismos acuáticos y encontró resultados favorables. El empleo de probióticos adicionales al alimento utilizado en la alimentación de las especies acuícolas mostró mejoras significativas en el crecimiento y rendimiento productivo.

En concordancia con estos hallazgos, los resultados obtenidos en el presente estudio respaldan la importancia de considerar el uso de probióticos y la alimentación adecuada en los programas de manejo y alimentación de especies acuícolas. Aunque los análisis estadísticos no revelaron diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos, las diferencias observadas en las pruebas de múltiples rangos indican que algunos tratamientos pueden tener un impacto significativo en el crecimiento de los sujetos de estudio. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de implementar estrategias de alimentación que incluyan el uso de probióticos y el suministro de alimentos vivos o naturales adecuados para las especies acuícolas. La optimización de la dieta y el equilibrio intestinal a través de la suplementación probiótica pueden contribuir al crecimiento saludable y sostenible de los organismos acuáticos, mejorando así la eficiencia productiva en la acuicultura.

5.2.2 Ganancia en longitud de los tratamientos.

La ganancia en longitud es un parámetro importante para evaluar el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos. En este estudio, se investigó el efecto de diferentes tratamientos en la ganancia en longitud de las larvas y post larvas de paco. Sin embargo, los resultados obtenidos indican que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia en longitud entre los tratamientos utilizados.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de otros estudios previos. Por ejemplo, en un estudio realizado por Johnson et. al., (2010) sobre el crecimiento de peces de agua dulce, se encontró que diferentes dietas no tuvieron un efecto significativo en la ganancia en longitud de los peces. Esto puede indicar que factores adicionales, como la genética, el ambiente y otros aspectos del manejo de los peces, pueden desempeñar un papel más importante en la determinación de la ganancia en longitud. Es importante destacar que los resultados negativos o la falta de diferencias significativas en la ganancia en longitud no necesariamente indican un efecto negativo de los tratamientos evaluados. Puede haber otros beneficios asociados con los tratamientos que no se reflejen en la ganancia en longitud, como mejoras en la salud, el sistema inmunológico o la calidad de los tejidos (Olabuenaga 2015). Además, los resultados pueden verse influenciados por las condiciones experimentales específicas utilizadas en este estudio, como la densidad de siembra, la calidad del agua y la duración del experimento (Martínez et. al., 2020).

Los resultados de este estudio no muestran diferencias estadísticamente significativas en la ganancia en longitud entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, es importante considerar que la ganancia en longitud es solo un aspecto del crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos, y otros parámetros y aspectos de la salud y el rendimiento podrían estar influenciados por los tratamientos utilizados. Estudios futuros pueden explorar otros indicadores de crecimiento y evaluar los posibles efectos a largo plazo de los tratamientos en el desarrollo de los organismos acuáticos.

5.2.3 Tasa de Crecimiento Absoluto.

La tasa de crecimiento absoluto es una medida importante para evaluar el rendimiento de crecimiento de los organismos en diferentes tratamientos. Según Everhart y Youngs (1981), la forma más conveniente de modelar el crecimiento de un pez es mediante el registro de la tasa de crecimiento instantánea a través de sucesivos intervalos de tiempo. Esta metodología permite comparar directamente la tasa de crecimiento con la tasa de mortalidad al restarlas. Sin embargo, una desventaja al utilizar la tasa de crecimiento absoluta es su fuerte

dependencia del tamaño alcanzado por el pez. Los autores señalan que la longitud proporciona un ajuste deficiente en comparación con el peso, sugiriendo que, en caso de utilizar la longitud, los intervalos de tiempo deberían ser muy cortos para obtener resultados más precisos. Los resultados de este estudio, mostraron variaciones en la tasa de crecimiento absoluto en longitud y peso de los sujetos de estudio bajo diferentes tratamientos. Estos resultados concuerdan con algunos estudios previos que también han encontrado diferencias en la tasa de crecimiento absoluto en peso, mientras que no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de longitud.

Varios autores han investigado la tasa de crecimiento absoluto en diferentes especies de peces y han reportado resultados similares. Por ejemplo, Yanqui et. al., (2021) estudiaron el crecimiento de juveniles de trucha arcoíris bajo diferentes condiciones alimenticias y encontraron que la tasa de crecimiento absoluto en peso fue significativamente influenciada por el tipo de alimento suministrado, mientras que no se observaron diferencias significativas en la ganancia de longitud. Estos hallazgos indican que la ganancia de peso puede ser más sensible a los cambios en la alimentación que la ganancia de longitud.

En otro estudio, realizado por Kaneshima et. al., (2022), se evaluó la tasa de crecimiento de juveniles de tilapia en diferentes sistemas de acuicultura. Los resultados mostraron que la tasa de crecimiento absoluto en peso varió significativamente entre los sistemas, mientras que no se observaron diferencias significativas en la ganancia de longitud. Esto sugiere que factores ambientales y de manejo pueden tener un impacto más fuerte en la ganancia de peso que en la ganancia de longitud.

La diferencia en la respuesta de la tasa de crecimiento absoluto en longitud y peso puede atribuirse a varias razones. Una posible explicación es que el crecimiento en longitud está más influenciado por factores genéticos y ambientales, como la temperatura y la disponibilidad de alimento, mientras que el crecimiento en peso puede estar más relacionado con el suministro de nutrientes y la eficiencia de utilización de la dieta (Warren et al., 2001). Además, el crecimiento en peso puede reflejar cambios en la composición corporal, como el desarrollo de

tejido muscular y graso, que pueden estar más directamente relacionados con la calidad de la dieta y el metabolismo energético (Canosa et. al., 2007).

De todo ello podemos mencionar que la tasa de crecimiento absoluto en longitud y peso puede proporcionar información valiosa sobre el rendimiento de crecimiento de los organismos en diferentes tratamientos. Si bien en el estudio mencionado no se encontraron diferencias notables en los promedios de la ganancia de longitud, se observaron diferencias en la ganancia de peso entre los tratamientos. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores que han demostrado que la ganancia de peso puede ser más sensible a los cambios en la alimentación y otros factores ambientales. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto la ganancia de longitud como la ganancia de peso al evaluar el crecimiento de los peces y diseñar estrategias de manejo adecuadas.

5.2.4 Calidad del agua.

La calidad del agua es un aspecto crucial para el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos. Los resultados de este estudio indican que los tratamientos evaluados no generaron cambios significativos en los parámetros de calidad del agua, como el pH, la concentración de oxígeno disuelto, el amonio y la dureza. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores en el campo.

En relación al pH del agua, los valores obtenidos en este estudio concuerdan con la literatura existente. Según Patiño (2022), la mayoría de las especies de peces prosperan en aguas con un pH cercano a la neutralidad, alrededor de 6.5 a 8.5 unidades. La estabilidad del pH dentro de este rango es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en los organismos acuáticos y asegurar un ambiente adecuado para su crecimiento.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, los resultados obtenidos en este estudio están en línea con estudios previos. Según Mora et. al., (2018), la concentración de oxígeno disuelto en el agua es un factor crítico para el desarrollo de los peces. Valores óptimos de oxígeno disuelto generalmente se

encuentran en el rango de 5 a 8 mg/L. Los resultados de este estudio, que muestran concentraciones de alrededor de 5.90 mg/L, indican que los tratamientos no tuvieron un impacto negativo en la disponibilidad de oxígeno en el agua.

En relación a la concentración de amonio en el agua, los resultados de este estudio coinciden con investigaciones anteriores. Según Cárdenas et. al., (2013), altas concentraciones de amonio en el agua pueden ser tóxicas para los peces y otros organismos acuáticos. Los valores bajos y estables de amonio observados en este estudio, cercanos a 0.20-0.30 mg/L, indican que los tratamientos no generaron un aumento significativo en la concentración de amonio, lo cual es favorable para la salud de los organismos estudiados.

En cuanto a la dureza del agua, los resultados de este estudio concuerdan con la literatura existente. Según Brown (2020), la dureza del agua puede influir en el crecimiento y desarrollo de los peces. Una dureza estable dentro de un rango adecuado es beneficioso para los organismos acuáticos. Los valores cercanos a 80.30 mg/L obtenidos en este estudio indican que los tratamientos no generaron cambios significativos en la dureza del agua utilizada.

Los resultados de este estudio, respaldados por investigaciones anteriores, indican que los tratamientos evaluados no generaron cambios significativos en los parámetros de calidad del agua. Estos hallazgos son consistentes con la literatura existente y sugieren que los tratamientos proporcionaron condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los organismos estudiados**.**

VI. CONCLUSIONES.

Los resultados de este estudio indican que la adición de probióticos (Microorganismo eficiente) bioencapsulado en las dietas de larvas y postlarvas de Paco (*Piaractus brachypomus*) puede influir en su supervivencia. Se observó que las concentraciones moderadas de probiótico (0.4% y 0.6%) favorecieron una mayor supervivencia en comparación con el tratamiento sin probiótico y el tratamiento con una concentración más alta de probiótico (0.8%).

La ganancia en peso de las larvas y postlarvas de Paco no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, las pruebas de múltiples rangos indicaron que hubo diferencias significativas en la ganancia de peso entre algunos tratamientos específicos.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia en longitud entre los diferentes tratamientos. Tanto el análisis de varianza (ANOVA) como las pruebas de múltiples rangos mostraron que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en la longitud de las larvas y postlarvas de Paco.

VII.RECOMENDACIONES.

se recomienda considerar la adición de probióticos en las dietas de larvas y post larvas de Paco en la acuicultura. Sin embargo, es importante realizar más estudios para determinar las concentraciones óptimas de probióticos que promuevan el crecimiento y la supervivencia de manera consistente.

Es importante realizar estudios de larga duración para evaluar los efectos a largo plazo de la adición de probióticos en las dietas de larvas y post larvas de Paco. Esto permitirá determinar si los beneficios observados en términos de supervivencia y crecimiento se mantienen a lo largo del tiempo.

Se recomienda explorar diferentes cepas de probióticos y evaluar su efectividad en las larvas y post larvas de Paco. Diferentes cepas pueden tener efectos variables y es importante identificar aquellas que sean más beneficiosas para esta especie en particular.

Además de los probióticos, también se pueden explorar otros aditivos y prácticas de manejo que puedan complementar el uso de probióticos en la producción de larvas y post larvas de Paco.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Amat, F., 1985. Utilización de Artemia en acuicultura. Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq. 59, 128-129.

Atencio, V. (2001). Producción de alevinos de especies nativas. MVZ Córdoba, 6(1), pp. 9-14.

Barlow, D.I. & Sleigh, M.A., (1980). The propulsion and use of water currents for swimming and feeding in larval and adult Anemia. En: Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., Jaspers, E. (Eds.), The Brine Shrimp Artemia, Vol. 1. Universa Press, Wetteren, Bélgica, pp. 61-73.

Bengtson, D. A., Léger, P., & Sorgeloos, P. (1991). Use of Artemia as a food source for aquaculture. Artemia biology, 11, 255-85.

Canosa, L. F., Chang, J. P. & Peter, R. E. (2007). Neuroendocrine control of growth hormone in fish. General and Comparative Endocrinology, 151(1), 1-26.

Castro, B. T., Castro, M. J., & Castro, M. G. (2003). Artemia. In Alimento vivo para organismos acuáticos. Cap. 7. Castro, B. T. (Ed.). AGT Editor, S.A. México. 129 p.

Collazos-Lasso, L. F., Gutiérrez-Espinosa, M. C., & Restrepo-Betancur, L. F. (2014). Supervivencia de larvas de cachama blanca, *Piaractus brachypomus* Cuvier 1818, sometidas a cambios experimentales de temperatura. *Orinoquia*, *18*, 193-197.

Coutteau, P. (1992). Baker's yeast as substitute for micro-algae in the culture of filter-feeding organisms (Doctoral dissertation, Ghent University).

Cyrino, J. E. P., Carneiro, P. C. F., Bozano, G. L. N., & Caseiro, A. C. (1998). Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede. *Aquicultura Brasil*, *98*(1). p 409-433. 1998.

David, C., Lenis, G., Castañeda, G., Lopera, A., & Restrepo, L. F. (2011). La dieta usada en la primera alimentación afecta la ganancia de peso y longitud total de larvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *24*(1), 48-53.

Díaz-Rosales, P., Arijo, S., Chabrillón, M., Alarcón, F. J., Tapia-Paniagua, S., Martínez-Manzanares, E., Balebona, M. C., & Moriñigo, M. A. (2009). Effects of two closely related probiotics on respiratory burst activity of Senegalese sole (Solea senegalensis, Kaup) phagocytes, and protection against Photobacterium damselae subsp. piscicida. Aquaculture, 293, 16-21.

Fyhn, H. J., Fin, R. N., Helland, S., Ronnestad, I., & Lomsland, E. R. (1993). Nutritional value of phyto and zooplankton as live food for marine fish. In Reinersten, H., Dahle, L. A., Jorgensen, L., & Tvinnereim, K. (Eds.), Fish Farming Technology (pp. 121-131). Balkema, Rotterdam.

Goldan, O., Popper, D., & Karplus, I. (1997). Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). I. Particle size and frequency of feeding dry and live food. Aquaculture, 152, 181-190.

González R. 2001. El cultivo de cachama (pp. 329-345). In: H. Rodríguez, P. V. Daza, & M. Carrillo (Eds.), Fundamentos de acuicultura continental Bogotá, DC: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA, Bogotá, Colombia, 469p.

Gutiérrez FW, Quispe M, Valenzuela L, Contreras G, Zaldívar J .2010. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Rev. Peru. Biol*.17: 219-223 p

Guzmán, D. (2011). Introducción A la Artemia salina. Recuperado el 12 de junio de 2023 de http://guzmancreations.blogspot.com/2011/05/introduccion-la-artemia-salina-autor.html.

Hayashi, C., Boscolo, W. R. & Soares, C. M., *et al.* (2000). Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia-do-Nilo no período de reversão sexual. En

Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. Anais... (pp. XX-XX). Viçosa: SBZ. 2000. CD-room.

Houlihan, D. F., Carter, C. G., & McCarthy, I. D. (1995). Protein synthesis in fish. In: Mommsen, T., & Hochachka, P. (Eds.), Biochemistry and molecular biology of fishes (pp. 191). Elsevier Press.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2000). Desarrollo de la Acuicultura en la Amazonía Continental. Lima, Perú: Proyecto IICA-GTZ, PROCITROPICOS, FONTAGRO, IIAP. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos. ISSN 0253-4746. A3/PE-2000-01.

Jomori, R. (2001). Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos de producao de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratorio. Master's thesis. Universidad e Estadual Paulista, Centro de Aqiicultura. 69p.

Kanazawa, A. (1993). Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish. Journal of the World Aquaculture Society, 24(2), 162-166.

Kaneshima-Gonzalez, K., De La Cruz Barrueto, K. N., Ponciano Quezada, M. Á., Toledo Meza, N., & Malpica, Z. G. C. (2022). Efecto de la temperatura en el crecimiento de juveniles de *Oreochromis niloticus* tilapia en un sistema de recambio acuícola (RAS). *Manglar, 19(1), 39-44.*

Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1998). Present status and prospects of the use of Artemia cysts and biomass in shrimp farming. En: Ruas de Moraes, F., Fernandes de Castro, P., Souza E. (eds.) Congresso Sul-Americano de Aquicultura 1. Memorias del X Simposio Brasileiro de Aquicultura. Brasil. 147p.

Lic, O., Haaland, H., Hemre, H. I., Maage, A., Lied, E., Rosentund, E., Sandnes, G., Olsen, K., & Olsen, Y. (1997). Nutritional composition of rotifers following a change in diet from yeast and emulsified oil to microalgae. Aquaculture International, 5, 427-438.

Livney, Y. D. (2015). Nanostructured delivery systems in food: latest developments and potential future directions. Current Opinion in Food Science, 3, 125–135.

Majack, T. J., Rust, M. B., Massee, K. C., Kissil, G. W., Hardy, R. W., & Peterson, M. E. (2000). Bioencapsulation of erythromycin using adult brine shrimp, Artemia franciscana (Latreille). Journal of Fish Disease, 23, 71-6.

Mathias, P. (1932). Sur le développement de l'oeuf d'un crustace Phyllopodes (Artemia salina L.). Comptes Rendus de l'Academie Scientifique de Paris, 194, 1195-7.

Muller-Feuga, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. Journal of Applied Ichthyology, 12(3-5), 527-534.

Nayak, S. K. (2010). Probiotics and immunity: A fish perspective. Fish & Shellfish Immunology, 29, 2-14.

Nimura, Y. (1989). Shortest gut passage time and gut content volume of Artemia franciscana. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Patel, A. R., & Velikov, K. P. (2014). Zein as a source of functional colloidal nano- and microstructures. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 19, 450–8.

Retain, K. I., Bolla, S., & Olsen, Y. (1994). A study of the mechanism of algal uptake in yolk sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Journal of Fish Biology, 44, 303-310.

Riisgård, H. U., Zalacáin, D., Jeune, N., Wiersma, J. B., Lüskow, F., y Pleissner, D. (2015). Adaptation of the brine shrimp Artemia salina (Branchiopoda:

Anostraca) to filterfeeding: effects of body size and temperature on filtration and respiration rates. Journal of Crustacean Biology, 35, 650-8.

Ríos-Carrasco, G.E. (2019). Evaluación del efecto de tres dietas en la sobrevivencia de post larvas de gamitana y paco, en la región San Martín. Tesis Pre-grado. Tarapoto Perú. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 62 p. obtenido de: URI: http://hdl.handle.net/11458/3482

Sánchez-Mora, L. M. (2018) La producción acuícola mediante la adición de concentrado de pescado en el alimento y de un probiótico (enzima) en el agua para el crecimiento y supervivencia del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818). Tesis de Pre-grado. Lima Peru. Universidad Nacional Federico Villarreal. 69 p. obtenido de: http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2056

Santos, E. L., Cavalcanti, M. C. D. A., Fregadolli, F. L., Meneses, D. R., Temoteo, M. C., Lira, J. E., & Fortes, C. R. (2013). Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. *Revista Eletrônica Nutritime*, *10*(1), 2216-2255.

Sargent, J. R., Henderson, R. J., & Tocher, D. R. (1989). The lipids. In J. E. Halver (Ed.), Fish nutrition (2nd ed., pp. 153). Academic Press.

Shin, G. H., Kim, J. T., & Park, H. J. (2015). Recent developments in nanoformulations of lipophilic functional foods. Trends in Food Science & Technology, 46, 144–57.

Sipaúba-Tavares, L., & Rocha, O. (2003). Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. RiMa. San Carlos, Brasil. 106p.

Tandler, A., Watanabe, T., Satoh, S., & Fukusho, K. (1989). The effect of food deprivation on the fatty acid and lipid profile of red seabream (Pagrus major) larvae. The British Journal of Nutrition, 62(2), 349-361.

Tocher, D. R., Mourente, G., & Sargent, J. R. (1997). The use of silages prepared from fish neural tissues as enrichers for rotifers (Brachionus plicatilis) and Artemia in the nutrition of larval marine fish. Aquaculture, 148(3-4), 213-231.

Tucker, J. W. (1998). Marine Fish Culture. Kluwer Academic Publishers. London, UK. 750p.

Valencia-Gonzales, J. G. (2016). Comparación de densidades de cultivo de paco *Piaractus brachypomus* utilizando el suplemento probiótico EM, IIAP sede–Ucayali-Perú. Bachellor´s tesis. Trujillo Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 66 p. Obtenido de: http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9036

Vetter, R. D., Hudson, R. E., & Arnold, C. (1983). Energy metabolism in a rapidly developing marine fish eggs, the red drum Sciaenops ocellata. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 40(3), 627-634.

Warren, C. E. & Davis, G. E. (1967). Laboratory studies on the feeding, bioenergetics, and growth of fish (Vol 1, pp. 175-214).

Woynarovich, A. & Woynarovich, E. (2006). Guía Detallada para la Producción de Alevinos de Gamitada, Paco y Caraña. Edición Fondo nacional de desarrollo pesquero FONDEPES. Lima – Perú. Pp. 7 – 41.

Zeng, J., Yu, W., Dong, X., Zhao, S., Wang, Z., Liu, Y., & Wang, Y. (2019). A nanoencapsulation suspension biomimetic of milk structure for enhanced maternal and fetal absorptions of DHA to improve early brain development. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine, 15, 119-28.

IX. ANEXOS.



Figura 2A. Vista frontal de tanque.



Figura 3A. Tanques de fibra de vidrio.



Figura 4A. Preparación de probiótico.



Figura 5A. Probiótico Lactobacillus casei.



Figura 6A. Artemia Salina.

Proceso de hidratación y decapsulación de la Artemia Salina



Figura 7A. Decapsulación (8 min.)



Figura 8A. Hidratación 5gr. (2 horas).



Figura 9A. Lavado de la Artemia.



Figura 10A. Incubación 30 horas



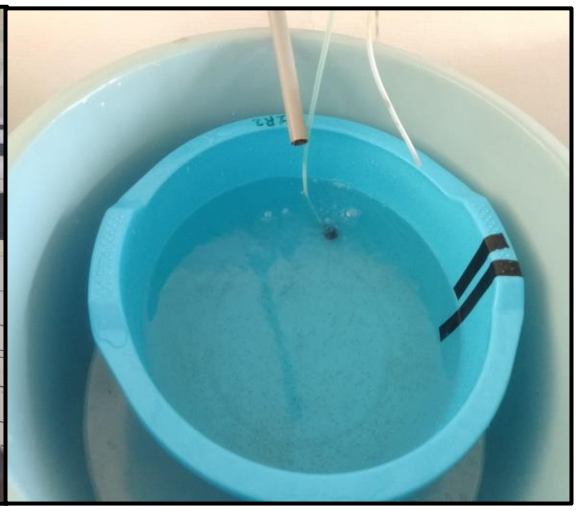


Figura 11A. Conteo y distribución de Post Larvas en unidades experimentales



Figura 12A. Registro de temperatura

Cosecha de los nauplios - INSTAR II



Figura 13A. Cosecha



Figura 14A. Vista al microscopio

Enriquecimiento de Artemia salina (Probiótico)







Figura 15A. Aireación constante/1h. Figura16. Administración de Tratamiento Figura17. Pesado 2gr. Nauplios

Alimentación de las PL



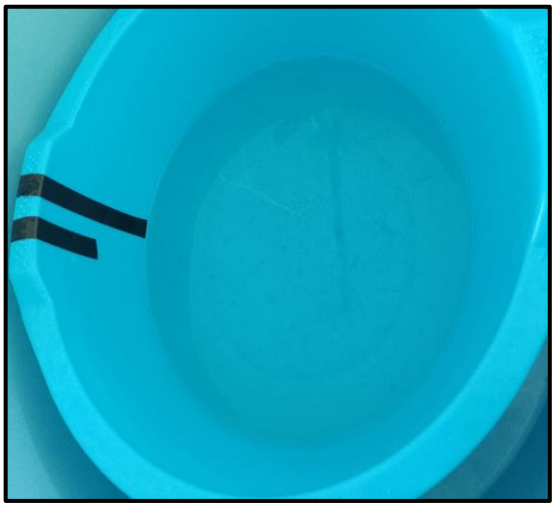


Figura 18A. Disminución de 5Lt de agua **Figura 19A. Alimentación**

Limpieza y Recambio de Agua

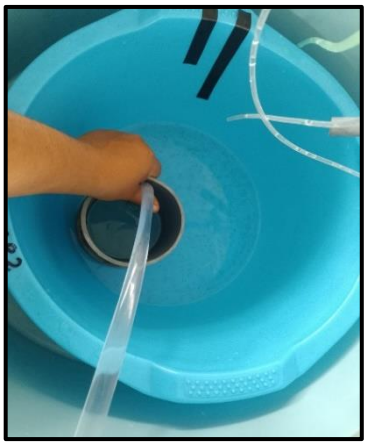






Figura 20A. Cambio de agua **Figura 21A. Limpieza de tina de agua** **Figura 22A. Llenado**



Figura 23A. Limpieza de residuos de comidas de tinas

Alimentación durante la Noche

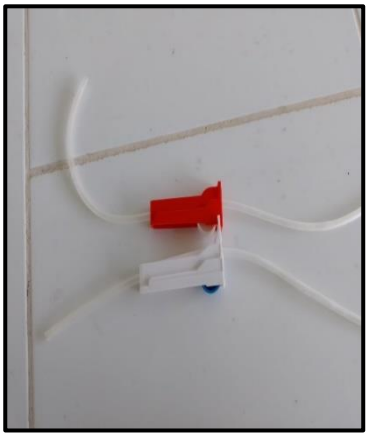


Figura 24A. Venoclisis



Figura 25A. Botella con alimento



Figura 26A. Alimento para 7 horas

Evaluación biométrica de PL

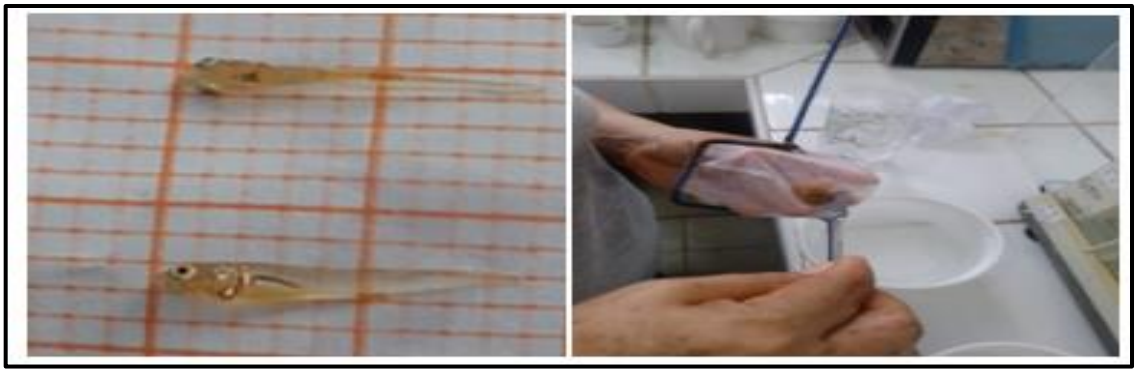


Figura 27A. Registro de longitud

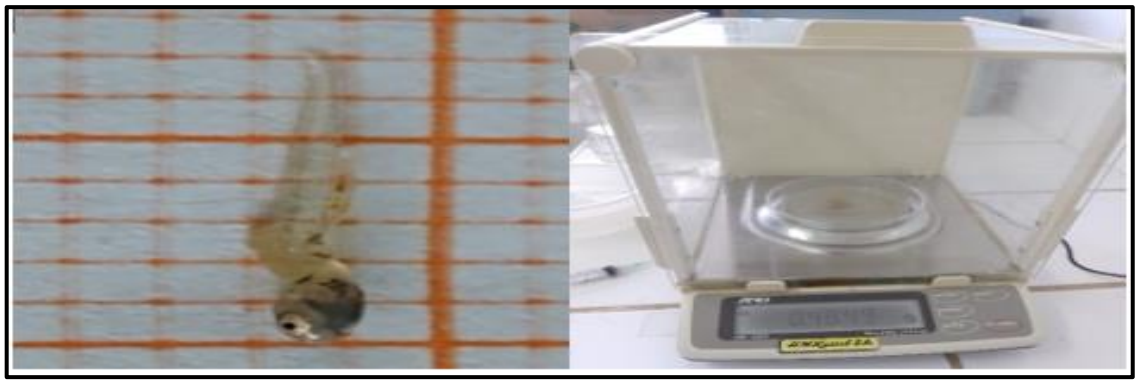


Figura 28A. Registro de peso