

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela de Formación Profesional de
Acuicultura

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL PROBIÓTICO EM-CAMARÓN EN EL
ALIMENTO EXTRUÍDO SOBRE EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE
Piaractus brachypomus “PACO” CULTIVADOS EN CONDICIONES
EXPERIMENTALES CONTROLADAS, IIAP-UCAYALI, 2016”**

TESIS

Requisito para optar el título profesional de

BIÓLOGA ACUICULTORA

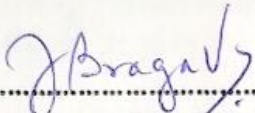
AUTORA:

JULEYSI BETZABETH ALVEZ ROBLEDO


IQUITOS – PERÚ

2017


JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR:



.....
Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra.
Presidente

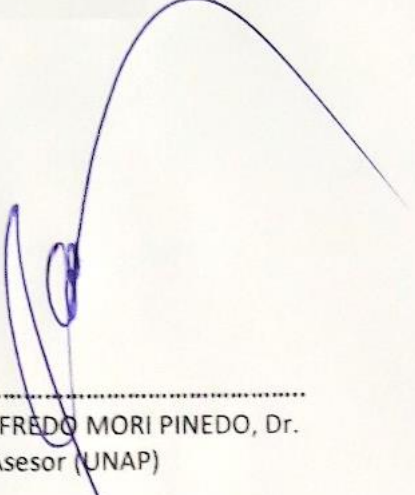


.....
Mblgo. ÁLVARO B. TRESIERRA AYALA, Dr.
Miembro




.....
Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.
Miembro

ASESORES



Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.
Asesor (UNAP)



Blgo. Pesq. ROGER BAZÁN ALBITEZ
Asesor (IIAP)



Blgo. Acui. HUMBERTO ARBILDO ORTIZ
Co-Asesor



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Dirección de Escuela de Formación
Profesional de Acuicultura

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007

Iquitos, 28 de diciembre de 2017

En la ciudad de Iquitos, a los veintiocho días del mes de diciembre de 2017 y, siendo las 17.35 horas; se reunió en el auditorio de las Direcciones de Escuelas de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de tesis que suscribe, designado con Resolución Directoral N° 074-2016-DEFP-A-FCB-UNAP, presidido e integrado por: **Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra., (Presidente); Mblgo. ÁLVARO BENJAMIN TRESIERRA AYALA, Dr. (Miembro); Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc., (Miembro);** para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"EFECTO DE LA INCLUSIÓN DEL PROBIÓTICO EM-CAMARÓN EN EL ALIMENTO EXTRUIDO SOBRE EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE *Piaractus brachypomus* "PACO" CULTIVADOS EN CONDICIONES EXPERIMENTALES CONTROLADAS, IIAP-UCAYALI, 2016"**, presentado por la bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas – Escuela de Formación Profesional de Acuicultura **JULEYSI BETZABETH ALVEZ ROBLEDO de la Promoción 2015-II, graduada de Bachiller con R.R. N° 1107-2016-UNAP** de fecha 13 de setiembre de 2016, reconociendo como asesores: **Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr., Blgo. Pesq. ROGER BAZÁN ALVITES y como Co Asesor Blgo. Acuí. HUMBERTO ARBILDO ORTÍZ.**



Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de la bachiller, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por la bachiller y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto; aprobado Buena LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO Buena; quedando en consecuencia la candidata apta para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 19.00 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por ocho ejemplares.


Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra.
PRESIDENTE


Mblgo. ÁLVARO BENJAMIN TRESIERRA AYALA, Dr.
MIEMBRO


Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.
MIEMBRO

Dirección: Plaza Serafín Filomeno S/N, Iquitos, Perú
Teléfono: 236121

www.unapiquitos.edu.pe
e – mail: fcbb@unapiquitos.edu.pe

DEDICATORIA

A **Dios** Todo Poderoso, por haberme dado la vida, por andar siempre a mi lado iluminando mi camino;

Con mucho amor y afecto a mis padres **Edwin Alvez Hernández** y **Nancy Robledo Coquinche**, por el apoyo incondicional que me brindan, por estar detrás de mis caídas y cada uno de mis logros;

A mi hermano **Edwin S. Alvez Robledo**, por el amor y considerarme su ejemplo a seguir;

A mi pareja Blgo. Acui. **Humberto Arbildo Ortiz**, por su paciencia y comprensión, por ser mi guía en mi carrera;

A mis angelitos **Dannith y Alessio** que desde el cielo son mi inspiración;

A mis familiares, amigos(as) y a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí.

JULEYSI B. ALVEZ ROBLEDO

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, quien a través de los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, por la formación profesional que me brindaron durante mis años de estudio.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y en especial a la Gerente, Blga Carmela Rebaza Alfaro, por permitir realizar la tesis en las instalaciones del Centro de Investigación Dale E. Bandy, de la Sede del IIAP en Ucayali.

A mis asesores Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo Dr. (UNAP), Blgo. Pesq. Roger Bazán Albitez (IIAP) y Blgo. Acui. Humberto Arbildo Ortiz, por la confianza, asesoramiento y apoyo incondicional que me brindaron en la realización de esta tesis de pre grado y sobre todo por brindarme su conocimiento y experiencia.

A mis padres y a mi pareja por el respaldo económico constante, ya que sin sus apoyo no hubiese sido posible la realización de este estudio.

A todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en las diferentes actividades para la ejecución de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....	i
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR.....	ii
ASESORES.....	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTAS DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	9
3.3 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
3.4 PROCEDIMIENTOS.	10
3.4.1 Colecta del material biológico.....	10
3.4.2 Acondicionamiento de las unidades experimentales.....	11
3.4.3 Manejo nutricional de los peces.....	11

3.4.4 Activación del probiótico EM-CAMARÓN e incorporación en el alimento balanceado.....	13
3.4.5 Índices zootécnicos evaluados.....	15
3.4.6 Monitoreo de la calidad de agua.....	16
3.4.7 Análisis bromatológico de los peces.....	17
3.4.8 Análisis de costo.....	17
3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
4.1 Crecimiento en longitud de los alevinos de paco	19
4.2 Crecimiento en peso de los alevinos de paco	20
4.3 Índices zootécnicos.....	22
4.4 Monitoreo de la calidad de agua.....	23
4.5 Análisis Bromatológico.....	24
4.6 Análisis de costo.....	25
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
IX. ANEXO.....	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos con diferentes porcentajes del probiótico EM-Camarón®	10
Tabla 2. Composición proximal del alimento.....	12
Tabla 3. Índices zootécnicos evaluados.....	15
Tabla 4. Parámetros evaluados durante la ejecución de la investigación.....	16
Tabla 5. Valores promedios longitud total (cm) (promedio \pm desviación estándar) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	19
Tabla 6. Valores promedios de peso (g) (promedio \pm desviación estándar) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	21
Tabla 7. Índices zootécnicos (promedios \pm D.S) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días, alimentados con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®	23

Tabla 8. Calidad de agua (promedios \pm D.S), registrada durante el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	24
Tabla 9. Composición bromatológica inicial (peso entero) y final (músculos del pez) de los alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco”, alimentados con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®.....	25
Tabla 10. Costo del alimento (kg) con inclusión de probiótico por tratamientos...	25
Tabla 11. Costo de kilo de pescado producido.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Estación Experimental Dale E. Bandy, IIAP-Ucayali y B) Laboratorio de Reproducción Artificial de Peces Amazónicos.....	9
Figura 2. Distribución de las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos y repeticiones.....	11
Figura 3. Alimentación de los alevinos de paco.....	12
Figura 4. Captura y registro de peso promedio (g) y longitud total (cm) total de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i>	13
Figura 5. Flujo de activación del probiótico EM-Camarón, A) insumos, B) Mezcla de insumos y C) Sellado de recipiente.....	14
Figura 6. Incorporación del probiótico al alimento y pesado del alimento + probiótico.....	15
Figura 7. Registro de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	16
Figura 8. Muestras de músculo para el análisis bromatológico.....	17
Figura 9. Curva de crecimiento en longitud (cm) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	20
Figura 10. Curva de crecimiento en peso (g) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	22

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de la activación para 20 litros del probiótico EM-CAMARON.....	46
Anexo 2. Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos: temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad y sólidos disueltos totales, registrado en cada tratamiento, durante el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	47
Anexo 3. Promedio quincenal de los parámetros amonio, nitrito y dióxido de carbono, registrado en cada tratamiento, durante el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.....	50

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre octubre y diciembre de 2016, teniendo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión del probiótico EM-Camarón (0, 5, 10 y 15%/kg) en el crecimiento de alevinos de Paco, *Piaractus barchypomus*. Se trabajó con 240 alevinos de *Piaractus brachypomus* (9.83 ± 0.105 g y 7.47 ± 0.04 cm), producidos mediante la reproducción artificial en el Centro de Investigación Dale E. Bandy del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, sede Ucayali. Los alevinos fueron distribuidos en 12 tanques, a una densidad de 20 alevinos/0.4m³. Se suministró un alimento comercial extrusado de 28% PB, la tasa alimenticia de 5% y frecuencia de alimentación 3 veces al día, durante 90 días. Quincenalmente se realizó biometría (peso y longitud total) para determinar los índices zootécnicos: ganancia longitud (GL), ganancia de peso (GP), ganancia de peso diario (GPD), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), coeficiente de variación de peso (CVP), factor de condición (K) y sobrevivencia. Se registraron los parámetros de calidad de agua, temperatura, oxígeno disuelto, pH, TDS, conductividad, diariamente (2 veces al día); mientras que el amonio, nitrito y dióxido de carbono, se registraron cada quince días, mediante multiparámetro y un kit limnológico. Al final del estudio se realizó el análisis bromatológico (proteína, grasa, ceniza, humedad y carbohidrato) de los músculos de los peces. Se registra que la inclusión del probiótico al 10% (T3) influye en el incremento de la ganancia de peso, ganancia de peso diario, biomasa ganada, factor de condición y disminuye el índice de

conversión alimenticia aparente, en comparación con el tratamiento control ($p < 0.05$).

La calidad de agua estuvo dentro del rango aceptable para el cultivo de esta especie a excepción de pH y dióxido de carbono. Asimismo, el tratamiento T3 (10%) incremento el porcentaje de proteína y grasa de los músculos de los peces.

Palabras claves: alevinos, *Piaractus brachypomus*, probióticos, cultivo, Perú

I. INTRODUCCIÓN

La piscicultura posee un desarrollo rápido y con un gran futuro para la producción de proteína animal y generación de ingresos económicos para los piscicultores. Dentro de las principales especies con mayor importancia económica que se vienen cultivando en la Amazonía Peruana y en especial en la carretera Federico Basadre, en Pucallpa, esta *Piaractus brachypomus* “paco” , *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Arapaima gigas* “paiche”.

En el proceso productivo, la alimentación es uno de los aspectos importantes en la crianza de los peces en la Amazonía Peruana. Sin embargo, es la que compromete el 60% del costo de producción en el cultivo de peces amazónicos, siendo esto una limitante para el despegue de esta actividad. Una de las alternativas que se ha venido promoviendo en Amazonía Peruana para disminuir el costo de la producción es la utilización de insumos regionales, *Mauritia Flexuosa* “aguaje”, *Plukenetia volubilis* “sacha inchi”, *Myrciaria dubia* “camu camu”, *Theobroma bicolor* “macambo”, *Bactris gasipaes* “pijuayo” entre otros, y desechos industriales, *Coix lacryma-jobi* “trigo” para la elaboración de dietas, sin embargo la mayoría de estos insumos, tienen una producción temporal durante el año y en algunos casos contiene antinutrientes.

Por otro lado el desarrollo y rentabilidad de los cultivos depende inevitablemente de la obtención de dietas que satisfagan los requerimientos nutricionales de las especies, a fin de asegurar su crecimiento óptimo.

Actualmente el uso de probióticos en la acuicultura se ha incrementado en los últimos años debido a sus efectos beneficiosos, como son el incremento de las tasas de crecimiento y la conversión del alimento, la disminución del crecimiento de patógenos,

la mejora del sistema inmune y el aumento de la tolerancia al estrés ^(1,4, 5). Los probióticos en general son microorganismos vivos que adicionados a los cultivos acuáticos, entran al tracto digestivo de los animales, manteniéndose vivos y actúan benéficamente en el animal de interés, mejorando la eficiencia alimenticia, el sistema inmunológico y el balance de las relaciones de bacterias benéficas y patógenas en el tracto digestivo ⁽¹⁾. En el mercado Peruano existe el probiótico EM (microorganismos eficientes), que es una mezcla de bacterias fototrópicas, ácido lácticas y levaduras que se encuentran en estado latente. El uso del probiótico EM en alimentación en la acuicultura beneficia con el mejoramiento de la flora intestinal, aumenta la conversión alimentaria y disminuye el tiempo de producción ⁽²⁾.

En el Perú son escasos los estudios sobre el uso de probióticos, en particular en el cultivo de peces Amazónicos. Los estudios que existen se basan en la inclusión de diferentes dosis de probióticos comerciales en el alimento y su efecto en los índices productivos. Habiéndose realizado estudios en seis especies de peces, perteneciente a cuatro familias: Pimelodidae, *Pseudoplatystoma fasciatum* ⁽⁶⁾; Arapaimidae, *Arapaima gigas* ⁽⁷⁾; Characidae, *Brycon cephalus* ⁽⁸⁾, *Brycon melanopterus* ⁽⁹⁾ y Sarrasilimidae, *Colossoma macropomum* ⁽¹⁰⁾ y *Piaractus brachypomus* ^(11,12).

Por lo expuesto y siendo importante la búsqueda de nuevas alternativas para mejorar el crecimiento, disminución del tiempo en el cultivo y mejorar la salud de los peces, se tuvo como objetivo general determinar el efecto de la inclusión del probiótico EM-CAMARÓN en el alimento extruído sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus* cultivados en condiciones experimentales controladas. Siendo los beneficiarios los piscicultores y empresarios involucrados al rubro de la piscicultura Amazónica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

ESTUDIO DE PROBIÓTICO EN EL PERÚ

En el Perú son escasos los estudios de probióticos en peces de agua dulce, en especial en la Amazonía peruana. Hasta el momento se encuentra estudios en *Pseudoplatystoma fasciatum*^(6,13), *Arapaima gigas*⁽⁷⁾, *Brycon cephalus*⁽⁸⁾, *Piaractus brachypomus*^(11,12) y *Colossoma macropomum*⁽¹⁰⁾.

El 2012, en las Instalaciones de la Sede del IIAP en Pucallpa, se evaluaron diferentes concentraciones de probiótico *Lactobacillus* sp. (5, 10 y 15%) en la alimentación de alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatum* de 14.6 ± 1.7 g y 13.7 ± 0.4 cm. Teniendo como resultado que la inclusión de 10% del probiótico *Lactobacillus* sp. en el alimento comercial, ayuda a la digestibilidad aparente, incrementa la colonización de bacterias en el intestino anterior y medio, y mejora el crecimiento en peso ($p < 0.05$) de los alevinos de doncella⁽⁶⁾.

En Puerto Maldonado, se estudió el uso del probiótico comercial Amino plus, en el crecimiento del híbrido de pacotana en la fase juvenil, probando concentraciones de T1 (6ml/Kg), T2 (8ml/kg) y T3 (10ml/kg) en comparación a un control T4=0, sin probiótico. Registrando que el T3 presentó resultados positivos, GPI= 557.50 ± 88.17 g; LSI= 30.29 ± 2.22 ; ICAA de 1.05 ± 0.16 ; TCP= 2.43 ± 0.15 %/día y VCP= 6.19 ± 0.94 g/día⁽¹⁴⁾.

En Aguaytía, en alevinos *Piaractus brachypomus*, de segunda fase de 12.36 ± 0.09 g y 8.54 ± 0.11 cm, se evaluaron diferentes concentraciones (T=0; T1=2ml/kg; T2=4ml/kg; T3=6ml/kg) del probiótico comercial EM-1, durante un periodo de 90 días. Registrándose que el tratamiento T3, obtuvo mejores resultados en comparación a los

demás tratamientos T0, T1 y T2 con una ganancia de peso medio de 135.00 ± 7.98 g; en cuanto al ICAA fue 1.65 ± 0.08 , el SGR fue de 2.75 ± 0.05 y la sobrevivencia del 100% (12).

En el departamento de Loreto, en el eje de la carretera Iquitos Nauta, se realizaron 3 estudios de la inclusión de probiótico en la dieta de los peces. El primer estudio evaluó la inclusión del *Lactobacillus* sp. (T1=5%, T2=10% y T=14% y un testigo) en *Pseudoplatystoma fasciatum*, cultivado en un Sistema Acuícola de Reciclaje Integral (SARI), a una densidad de 1 alevino/3 litros de agua durante 60 días. Los resultados muestran que el mejor tratamiento fue T1, donde se registraron PF= 42.23 ± 5.56 g y GP= 40.88 ± 2.03 g (13). La segunda investigación se realizó en juveniles de *Brycon cephalus*, utilizando microorganismos eficaces EM-Camarón (T1= 20ml/kg; T2=50ml/kg; T3=80ml/kg y T0= 0ml/kg), cultivado en estanques durante 120 días. Al final del experimento el T1 mostró diferencias ($p < 0.05$) en ganancia de peso, ganancia de longitud, ganancia de peso diario y tasa de crecimiento específico (8). Dichos estudios se realizaron en Centro de Investigación Fernando Alcántara Bocanegra del IIAP, Loreto. La tercera investigación se realizó con juveniles de *Arapaima gigas*, cultivados en corrales durante 120 días, utilizando el probiótico LACTINA al 3% y 5%, adicionado al alimento extrusado, registrando efectos positivos, siendo el 5% el que mejoró el crecimiento 140.22 g y 29.08 cm. (7,12). Como se ha podido observar de las investigaciones mencionadas, el uso de probiótico en la adición del alimento influye en los índices de producción.

Sin embargo ⁽¹¹⁾, no encontró diferencias significativas ($P>0.05$) al realizar estudio con el probiótico comercial de la marca EM[®]-Agua en diferentes dosis (T1= 6ml/kg, T2=10ml/kg, T3=14ml/kg y T4=0ml/kg) en alevinos de *Piaractus brachypomus*. Mientras que ⁽¹⁵⁾ no encontró diferencias sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos, al incluir el probiótico *Lactobacillus sp.* 2; 4 y 8% en el alimento. Asimismo ⁽¹⁰⁾ no se encontró diferencias al utilizar la bacterias probióticas *Bacillus sp.*, sobre el desempeño de postlarvas de gamitana. Las cepas bacterianas fueron aisladas de compost (nativo) y del tracto digestivo de un organismo acuático.

ESTUDIOS DE PROBIÓTICOS EN OTROS PAISES

En Brasil, se realizó una investigación sobre el desempeño y composición corporal después del aporte de proteína de levadura a la dieta de *Piaractus mesopotamicus* “boga”, utilizando una sustitución de harina de pescado por proteína de levadura de 0, 10, 20, 30 y 40%, donde los resultados mostraron que la levadura deshidratada es potencialmente útil como fuente de proteína en alimentos para *Piaractus mesopotamicus*, produciendo resultados excelentes con un 30% de levadura, sin efectos adversos en la salud de los peces, consumo de alimento, crecimiento y composición corporal; recomendando además experimentos para evaluar su eficiencia bajo condiciones operativas y determinar el impacto de su uso en condiciones comerciales ⁽¹⁶⁾.

Varios estudios han demostrado que el uso de mezclas probióticas son más efectivas que las cepas independientes en el control de patógenos ya que la posibilidad de

establecer poblaciones probióticas en el intestino es mayor a pesar de las variaciones ambientales ⁽¹⁷⁾.

Asimismo, los probióticos son suplementos alimenticios microbial vivo que contribuye a un equilibrio microbiano intestinal que permite controlar microorganismos patógenos por medio de la estimulación del sistema inmune ⁽¹⁸⁾. Por otro lado el uso de probióticos incrementa la conversión de alimento, los índices de crecimiento y la ganancia de peso en los peces ^(3,4).

En una comparación entre dos probióticos, el primero conteniendo las bacterias *Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus*, el segundo conteniendo solo la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, se evaluó el efecto sobre el crecimiento de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica". Teniendo como resultado que los peces alimentados con los probióticos tuvieron resultados significativos de ganancia peso a diferencia del control ⁽¹⁹⁾.

Por otro lado en la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y *Debaryomyces hansenii* por aspersión en la dieta microparticulada para larvas de *Dicentrarchus labrax* "lubina" a una proporción de 0.9 ml.g⁻¹ (7 x 10⁵ ufc.g⁻¹). Teniendo como resultados efectos positivos, observaron un incremento de la maduración digestiva de larvas alimentadas con *Debaryomyces hansenii* en relación a la dieta control y aquellas alimentadas con *Saccharomyces cerevisiae* ⁽²⁰⁾.

En una evaluación comparativa entre probiótico y prebiótico en *Brycon melanopterus*, concluyen que el incremento de peso mensual y diario promedio y la ganancia de peso

al final del estudio muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; siendo el tratamiento T1 donde se adicionaron 2.0 g/Kg de probiótico (*L. acidophilus*, *S. faecium*, *B. subtilis*, *S. cerevisiae* y enzimas) al concentrado comercial con 32% de proteína, el que presentó el mejor resultado con un incremento de 88.52 g/mes, en comparación con el tratamiento testigo de 76.57 g/mes, el tratamiento T2 con 84.83 g/mes y el tratamiento T3 con 82.41 g/mes ⁽⁹⁾.

AISLAMIENTO DE PROBIÓTICO EN PECES DE AMAZONÍA

Son pocos los estudios realizados en el aislamiento de bacterias con potencial probióticos en peces de la Amazonía.

En juveniles de Paiche, *Arapaima gigas*, aisló bacterias presentes en el intestino, para evaluar potencial probiótico en test in vitro (inhibición de patógenos) e in vivo (evaluación de la colonias en el tracto digestivo y su relación con la hematología). Identificando a *Lactobacillus paracaesi*, como única bacteria que presentó características probióticas en el test in vitro. Sin embargo, al ser evaluada en el test in vivo, no influyó en el desempeño zootécnico ⁽²¹⁾.

Por otro lado, en el intestino de gamitana, *Colossoma macropomum*, se aislaron 4 bacterias con potencial probiótico, *Enterococcus faecalis*, *Lactococcus lactis*, *Pediococcus pentasaceus* y *Staphylococcus hominis*, a partir de test de caracterización morfológica, catalasa, tolerancia a bilis, antagonismos frente a patógenos, sensibilidad antimicrobiana e secuenciamiento de genes 16S rRNA ⁽²²⁾.

DESCRIPCIÓN DEL PROBIÓTICO EM-CAMARÓN® (23)

EM-CAMARON® es un cultivo mixto de microorganismos benéficos usados con éxito en la producción de camarones en muchos países del mundo. El contenido del EM-CAMARON® es el siguiente:

- **Bacterias ácido lácticas**, *Lactobacillus* spp., similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos; con una concentración de 2×10^3 ufc/mL.
- **Levaduras**, *Saccharomyces* spp., como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos; con una concentración de 5×10^4 ufc/mL.
- **Bacterias Fotosintéticas**, *Rhodospseudomonas* spp., habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas; con una concentración de 4×10^3 ufc/mL.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Reproducción Artificial de Peces Amazónicos de la Estación Experimental Dale E. Bandy del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Ucayali, ubicado en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali. Sus coordenadas geográficas son 8°24'18" LS y 79°36'23" LO. Tiene una extensión de 42 ha, incluyendo ambientes terrestres y acuáticos (**Figura 1**).

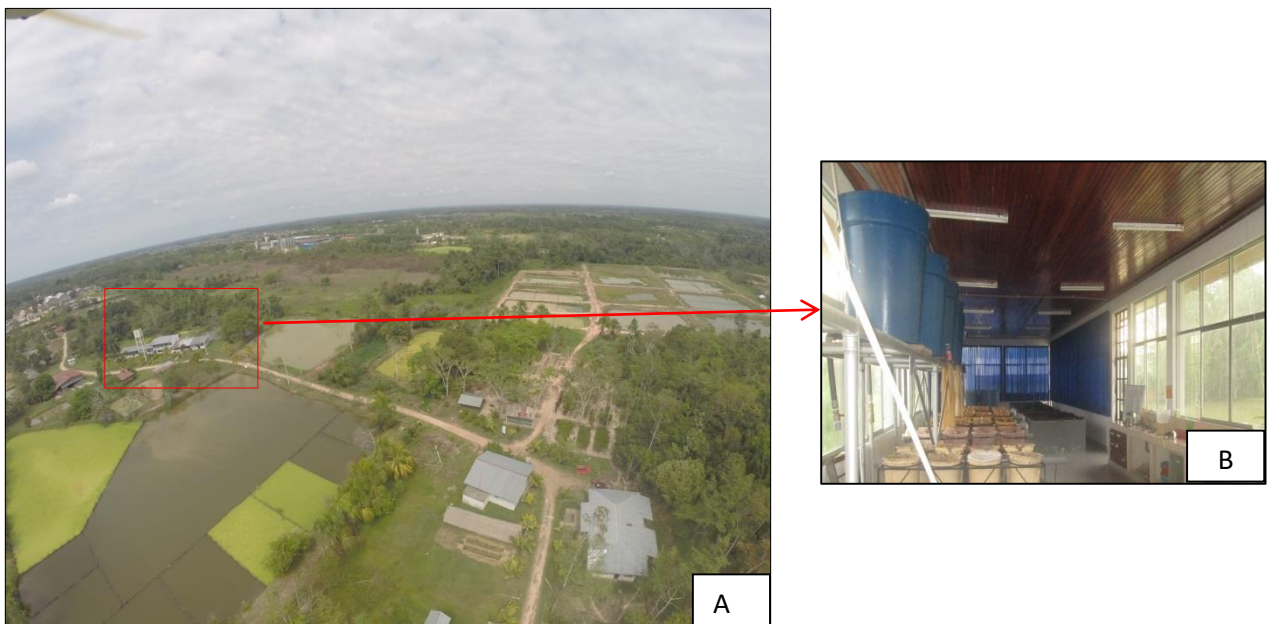


Figura 1. A. Estación Experimental Dale E. Bandy, IIAP-Ucayali y B) Laboratorio de Reproducción Artificial de Peces Amazónicos

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida por 40,000 especímenes de alevinos presentes en el E-37, del Centro de Investigación Dale E. Bandy, IIAP-Ucayali. La muestra estuvo representada por 240 alevinos de paco, con peso promedio de 9.83 ± 0.105 g y 7.47 ± 0.04 cm de longitud total.

3.3 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental; y nos permitió conocer el efecto del porcentaje inclusión del probiótico EM-Camarón® en el alimento extruído sobre el crecimiento de alevinos de paco cultivados en condiciones experimentales controladas. Se utilizó un Diseño completamente al azar (DCA), se formularon un total de cuatro tratamientos, con tres repeticiones cada uno, dando un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 1. Tratamientos con diferentes porcentajes del probiótico EM-Camarón®

Tratamientos	Inclusión de Probiótico (%)	Ración	Cantidad de probiótico (ml)
T1(Control)	0	1 kg	0
T2	5	1 kg	50
T3	10	1 kg	100
T4	15	1 kg	150

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1 Colecta del material biológico

Los alevinos fueron obtenidos del estanque de alevinaje E-37 del Centro Investigaciones Dale E. Bandy (CIDEB) del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana – IIAP Ucayali. Posterior a la captura los peces son trasladados al Laboratorio de Reproducción Artificial de Peces Amazónicos y colocados en dos tanques de 1m³ de volumen de agua, por periodo de 10 días, con la finalidad a que los individuos se adapten a las condiciones experimentales controladas (Espacio, calidad de agua y alimento balanceado).

3.4.2 Acondicionamiento de unidades experimentales

Se utilizaron 6 tanques de cemento revestidos con mayólica de las siguientes dimensiones 1.2 m x 1.50 m x 0.75 m. Cada tanque se dividió en dos, obteniendo así 12 tanques como unidades experimentales, de las siguientes dimensiones 1.2m x 0.75m x0.75 m, con una capacidad de 400 litros para el experimento (**Figura 2**). Para las respectivas divisiones se utilizaron listones de 2"x1"x4m, las cuales fueron revestidas de plásticos blancos; a cada tanque se colocó un aireador. Después de la siembra de los peces, se procedió a taparlos con malla de plástico para evitar la fuga e invasión de otros individuos en las unidades experimentales. Cada tanque fue llenado por medio de una manguera y el agua procedía de un pozo artesiano. La limpieza se realizaba por medio de sifoneo con la ayuda de una manguera, renovando el agua en un 40% del volumen, diariamente.

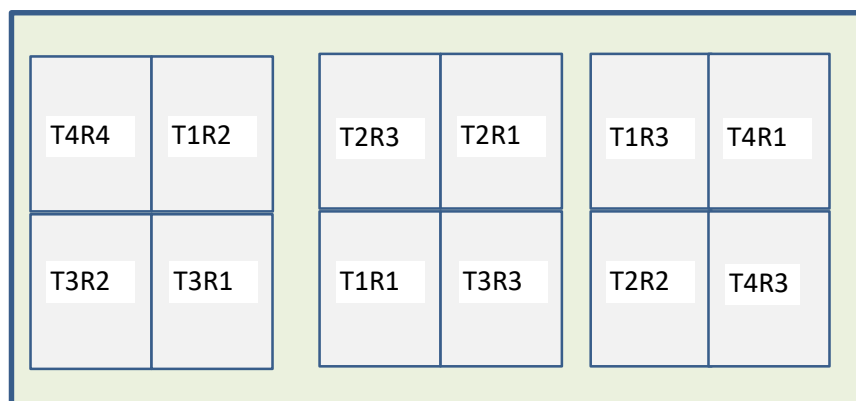


Figura 2. Distribución de las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos y repeticiones.

3.4.3 Manejo nutricional de los peces

a) Densidad de siembra.

La siembra de los alevinos de paco en los 12 tanques del experimento se realizó a una densidad de 1 pez/20 L de agua, utilizándose 20 alevinos por tanque. Asimismo antes de iniciar el experimento se determinó la homogeneidad de los peces para la respectiva siembra en las unidades experimentales.

b) Alimento comercial

Se utilizó un alimento comercial extruído de la marca Purigamitana de 28% de proteína, de 2mm y 4 mm de diámetro. El Tabla 2, se muestra la composición próxima del alimento utilizado en esta investigación.

Tabla 2. Composición próxima del alimento

CONTENIDO	Porcentaje (%)
Proteína	28
Carbohidratos	37
Grasa	5
Fibra	6
Humedad	14
Ceniza	10

Fuente: Purina

c) Frecuencia y tasa de alimentación.

La frecuencia de alimentación de los alevinos de paco fue de 3 veces por día (8 am y 12m y 4pm), el alimento balanceado ofrecido fue de 28% PB y la tasa de alimentación empleada fue del 5% de la biomasa, durante los 90 días, que fue periodo de cultivo (Figura 3).



Figura 3. Alimentación de los alevinos de paco.

El ajuste de la cantidad de alimento a suministrar a la población se efectuó luego de cada evaluación biométrica a través de las siguientes fórmulas:

*Obtención de la biomasa:	*Obtención de la Ración Diaria:
$Biomasa = (Peso\ Prom.) \times (N^\circ\ de\ Individuo)$	$Ración = \frac{(Biomasa) \times (TA\ \%)}{100}$

d) Evaluación biométrica.

El muestreo de los peces se realizó cada 15 días, la captura se efectuó con la ayuda de red jamo, la muestra extraída fue el 100% de la población de los peces sembrados. Se registraron los valores de longitud total (cm) con la ayuda del ictiómetro graduado en centímetros y peso vivo (g) con ayuda de una balanza digital (**Figura 4**). Con la finalidad de prevenir la aparición de algunas enfermedades se realizaron baños profilácticos después de cada muestreo, los cuales consistieron en someter a los individuos a un baño de inmersión de 10g de cloruro de sodio/litro de agua por un lapso de 30 segundos.



Figura 4. Captura y registro de peso promedio (g) y longitud total (cm) de alevinos de *Piaractus brachypomus*.

3.4.4 Activación del probiótico EM-CAMARÓN® e incorporación en el alimento balanceado

a) Activación del probiótico

Los microorganismos presentes en el EM-CAMARÓN® se encuentran en estado de latencia (inactivos) por lo que se necesitaba activarlos antes de utilizarlos. Para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Un litro de EM-Camarón® (5%) y 1 litro de melaza (5%) se diluyeron en 18 litros de agua (90%) limpia en un recipiente hermético, luego fue cerrado. Se dejó reposar la mezcla durante 7 días a temperatura ambiente, hasta que obtuvo un sabor agridulce y un pH de 3.5, los cuales indicaron que el proceso de activación estaba completo (**Figura 5**).

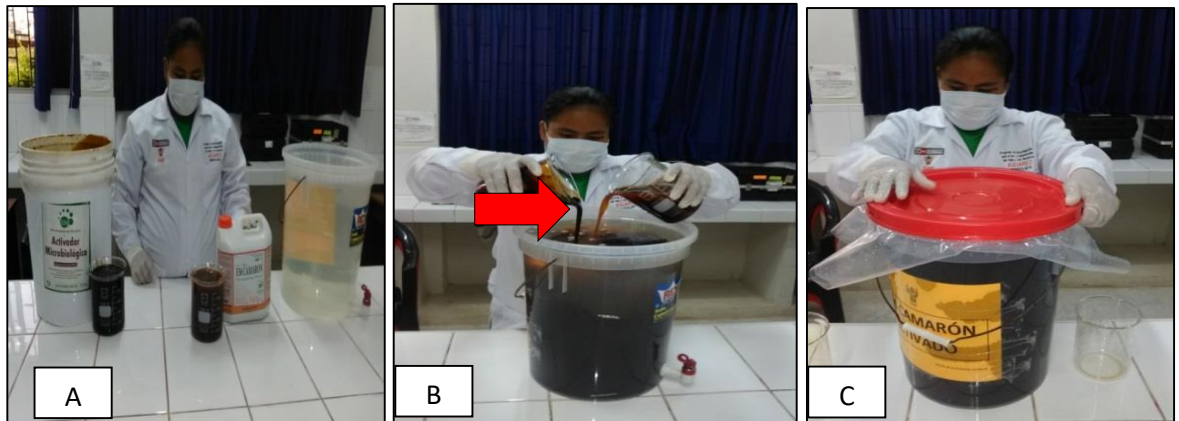


Figura 5. Flujo de activación del probiótico EM-Camarón, A) insumos, B) Mezcla de insumos y C) Sellado de recipiente.

b) Incorporación del probiótico EM-CAMARÓN® al alimento balanceado

Se pesó la cantidad de alimento, según la biomasa y tasa de alimentación de los peces presentes en cada unidad experimental, seguidamente se agregó el probiótico mediante el pipeteado de acuerdo a la dosis respectiva (0, 5, 10 y 15% /kg), siempre tratando de homogenizar la mezcla y se dejó reposar por 2 horas antes de alimentar a los alevinos, con el propósito que el probiótico se impregne al alimento.



Figura 6. Incorporación del probiótico al alimento y pesado del alimento + probiótico.

3.4.5. Índices zootécnicos evaluados.

Los parámetros de crecimiento tanto en peso (g) y en longitud (cm), así como el aprovechamiento del alimento fue de acuerdo a ⁽²⁴⁾.

Tabla 3. Índices zootécnicos evaluados

ÍNDICE ZOOTÉCNICOS	FORMULA
Ganancia de longitud – GL (cm)	GL = Longitud final – Longitud inicial
Ganancia de peso – GP (g)	GPM = Peso final – Peso inicial
Ganancia de peso diario – GPD (g/día)	GPD = (Peso final – Peso inicial)/Periodo de cultivo
Ganancia de biomasa – GB (g)	GB = Biomasa final – Biomasa inicial
Índice de conversión alimenticia aparente – ICAA	ICAA = Cantidad de ración ofrecida/GB
Coefficiente de variación del peso – CVP (%)	CVP = (desviación estándar del peso/peso promedio del peso)x100
Tasa de crecimiento específico – TCE (%/día)	TCE = {[ln (PMf) - ln (PMi)]/Periodo de cultivo en días} × 100 Donde: ln: logaritmo natural o neperiano
Sobrevivencia – S (%)	S% = (N° de peces cosechados/N° de peces sembrados) × 100
Factor de condición – k	K=(W/L ³)x100 W=peso, L=longitud

3.4.6. Monitoreo de la calidad de agua.

La calidad de agua fue monitoreada y analizada mediante un multiparámetro y un kit de análisis de aguas dulces FRESHWATER AQUACULTURE modelo AQ – 2 marca LAMOTTE (Figura 7). Los parámetros muestreados se detallan en el cuadro de abajo.

Tabla 4. Parámetros evaluados durante la ejecución de la investigación

Variables	Unidad	Frecuencia	Hora
Temperatura	°C	Diaria	08:00, y 3:00
Oxígeno disuelto	ppm	Diaria	08:00, y 3:00
pH	UI	Diaria	08:00, y 3:00
Conductividad eléctrica	μS/cm	Diaria	08:00, y 3:00
TDS	ppm	Diaria	08:00, y 3:00
Dióxido de carbono	ppm	Quincenal	08:00
Amonio	ppm	Quincenal	08:00
Nitrito	ppm	Quincenal	08:00



Figura 7. Registro de los parámetros fisicoquímicos del agua.

3.4.7. Análisis bromatológico de los peces.

Se colectaron 200g de muestra de peces, al inicio (provenientes de la población) y al final 200g de músculos de peces de las repeticiones de cada tratamiento (**Figura 8**), los cuales fueron puestos en envases de plástico debidamente identificados y enviados al Laboratorio Natura Analítica SAC, ubicado en la Av. Sáenz Peña N° 503, del distrito de Calería, en ciudad de Pucallpa para la realización de los análisis respectivos: Proteína bruta mediante el método de Kjeldahl, Carbohidratos mediante Indirect Method, Grasas mediante Hexane extract, Cenizas mediante Direct Method y Humedad mediante Air Oven(8).



Figura 8. Muestras de músculo para el análisis bromatológico.

3.4.8 Análisis de costo

Se calculó el precio y la cantidad de alimento utilizado para cada tratamiento, según el incremento de biomasa de los peces cultivados durante el tiempo de ejecución de la tesis. Asimismo se determinó el costo por kilogramo de pescado producido, por el alimento suministrado ($CKP=ICAA \times \text{Precio de alimento}$) por cada tratamiento.

3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Los datos fueron almacenados y procesados en Microsoft Excel, los mismos que fueron analizados al inicio y al final del experimento a través de la prueba de varianza simple, One-way ANOVA a un nivel de 95% de confianza, en el programa SPSS Statistics 21. Al inicio se realizó el análisis de los promedios de pesos y longitudes de los peces de cada tratamiento, para determinar la homogeneidad de los especímenes. Al final del experimento cuando hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de promedio de Tukey ($P < 0.05$). Los resultados son mostrados como el promedio \pm la desviación estándar (DS).

IV. RESULTADOS

4.1 Crecimiento en longitud de los alevinos de paco.

En la tabla 5, se observa los valores de longitud (cm) promedio de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, cultivados durante 90 días. En cuanto al inicio y al final del experimento no se registraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos con inclusión del probiótico EM-Camarón y el control (T1), según el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 5. Valores promedios de la longitud total (cm) (promedio \pm desviación estándar) de alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

Periodo de cultivo (días)	Tratamientos				P
	T1	T2	T3	T4	
0 (inicio)	7.49 \pm 0.01 ^a	7.47 \pm 0.00 ^a	7.47 \pm 0.04 ^a	7.45 \pm 0.06 ^a	0.603
15	9.04 \pm 0.13 ^a	8.96 \pm 0.12 ^a	9.1 \pm 0.11 ^a	9.02 \pm 0.29 ^a	0.625
30	10.99 \pm 0.17 ^a	11.04 \pm 0.09 ^a	10.99 \pm 0.17 ^a	10.75 \pm 0.17 ^a	0.496
45	11.61 \pm 0.41 ^a	11.53 \pm 0.46 ^a	11.75 \pm 0.09 ^a	11.36 \pm 0.28 ^a	0.358
60	12.90 \pm 0.57 ^a	12.96 \pm 0.11 ^a	13.07 \pm 0.21 ^a	12.60 \pm 0.20 ^a	0.387
75	13,28 \pm 0.50 ^a	13.15 \pm 0.33 ^a	13.53 \pm 0.32 ^a	12.94 \pm 0.53 ^a	0.444
90 (final)	14.10 \pm 0.60 ^a	14.35 \pm 0.25 ^a	14.32 \pm 0.35 ^a	14.13 \pm 0.32 ^a	0.830

Leyenda: T1= control 0%/kg, T2= 5%/kg, T3= 10%/kg, T4= 15%/kg. P= probabilidad. Letras iguales en la misma fila, indican la no diferencia significativa entre los tratamientos ($p>0.05$), según la prueba de Tukey.

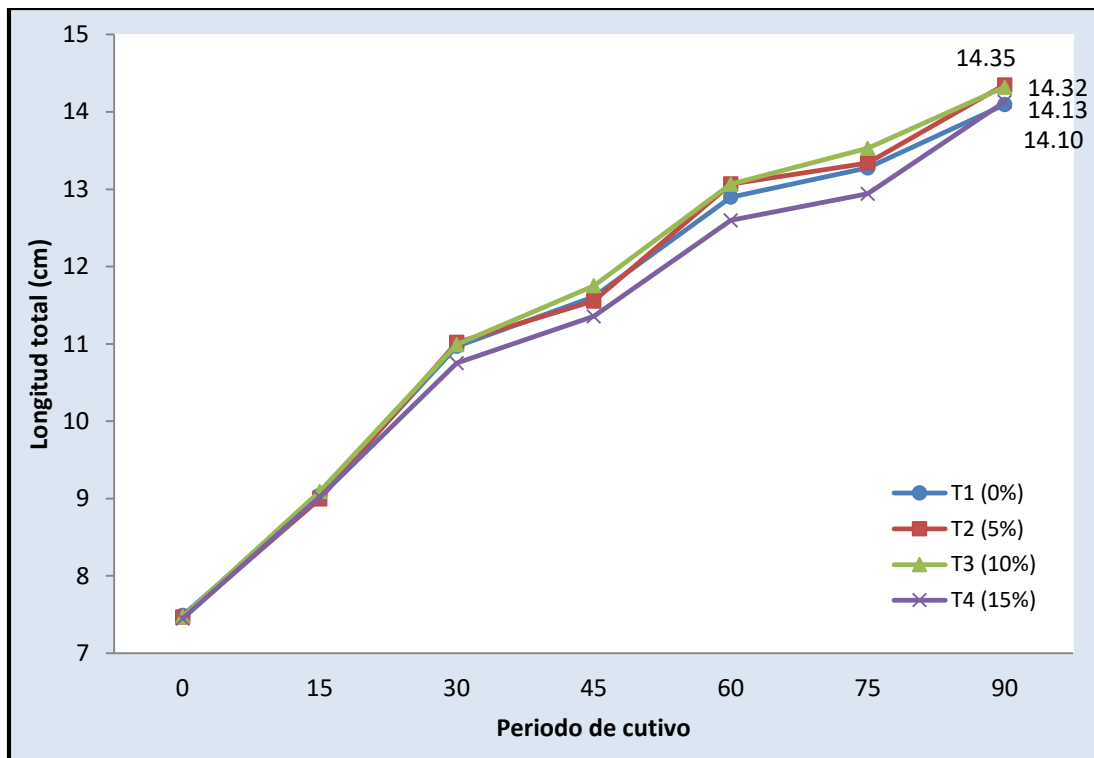


Figura 9. Curva de crecimiento en longitud (cm) de alevinos de *Piaractus brachipomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

En la **figura 9** se muestra la curva de crecimiento en longitud, en función al porcentaje de inclusión del probiótico EM-Camarón, en donde se observa que los tratamientos, T1 (control), T2, T3 T4 tienen crecimiento exponencial. Siendo homogéneas las tallas al final del estudio.

4.2 Crecimiento en peso de los alevinos de paco

Al inicio del experimento el análisis de varianza indicó que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en los pesos promedio de los alevinos, siendo homogéneo los tratamientos. Mientras que al finalizar el experimento (90 días), el análisis de varianza indicó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). Al realizar la prueba de Tukey, se registró T3 y T2 son estadísticamente semejantes ($p > 0.05$), sin

embargo el tratamiento T3 mostro diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento control (T1).

Tabla 6. Valores promedios de peso (g) (promedio \pm desviación estándar) de alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

Periodo de cultivo (días)	Tratamientos				P
	T1	T2	T3	T4	
0 (inicio)	9.90 \pm 0.06 ^a	9.83 \pm 0.08 ^a	9.78 \pm 0.05 ^a	9.81 \pm 0.15 ^a	0.477
15	15.52 \pm 0.79 ^a	15.04 \pm 0.36 ^a	15.36 \pm 0.31 ^a	14.83 \pm 0.33 ^a	0.364
30	23.98 \pm 2.39 ^a	23.43 \pm 0.53 ^a	23.96 \pm 0.71 ^a	22.20 \pm 1.27 ^a	0.431
50	34.28 \pm 3.71 ^a	34.93 \pm 0.47 ^a	34.44 \pm 1.08 ^a	31.26 \pm 1.55 ^a	0.209
60	37.83 \pm 4.37 ^a	38.35 \pm 0.67 ^a	38.20 \pm 2.08 ^a	34.77 \pm 2.82 ^a	0.398
75	46.81 \pm 5.19 ^a	47.14 \pm 2.92 ^a	48.13 \pm 2.78 ^a	42.46 \pm 4.81 ^a	0.390
90 (final)	56.49 \pm 1.86 ^b	61.00 \pm 0.58 ^{ab}	65.40 \pm 2.54 ^a	55.75 \pm 3.021 ^b	0.002

Leyenda: T1= control 0%/kg, T2= 5%/kg, T3= 10%/kg, T4= 15%/kg. P= probabilidad. Letras iguales en la misma fila, indican la no diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$), según la prueba de Tukey. ab= igual tratamientos y diferente a los demás tratamiento.

En la **figura 10** se muestra la curva de crecimiento en peso, en función a porcentaje de inclusión del probiótico EM-Camarón, en donde se observa que a los 30 días de cultivos los pesos de los tratamiento T1, T2 y T3 son homogéneos en comparación con el T4; sin embargo a los 90 días de cultivo se observa que el tratamiento T3 tuvo el mayor valor en comparación con los demás tratamientos, concluyendo que presentan la siguiente tendencia: $T3 > T2 > T1 = T4$.

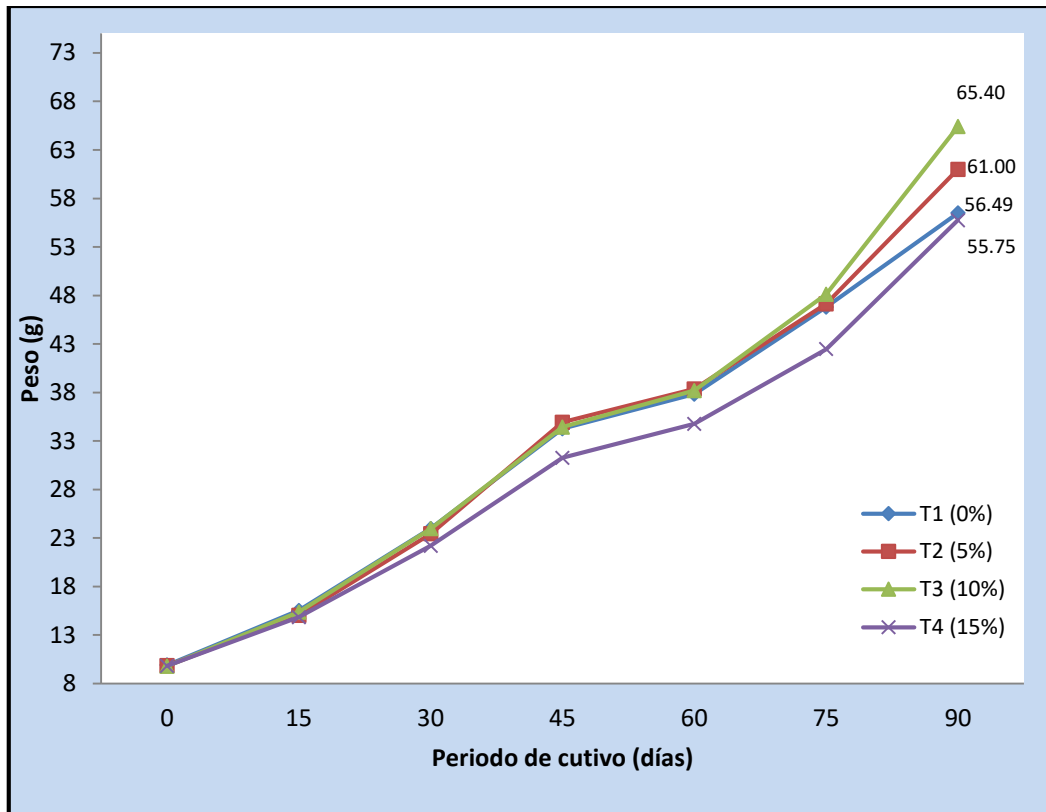


Figura 10. Curva de crecimiento en peso (g) de alevinos de *Piaractus brachyomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

4.3 Índices zootécnicos.

Los datos del desempeño de los alevinos de paco, obtenidos durante 3 meses de alimentación se muestran en la **tabla 7**; donde se observa que GP, GPD, BG, ICCA y TCE mostraron diferencia estadísticas ($p < 0.05$) al realizar el análisis de varianza (ANOVA) al final del cultivo. Mientras que las variables GL y S, no registraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos.

Referente a la variable GP, al realizar la prueba de Tukey se registró que el tratamiento T3 tuvo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con el control (T1). Resultado similar se registró en las variables GPD y BG. Mientras que en la variable

ICCA, los tratamientos con inclusión del probiótico EM-Camarón (T2, T3 y T4), registraron diferencias estadísticas con el control (T1). Siendo el Tratamiento T3 el mejor. Asimismo en la variable TCE, los tratamientos T2 y T3 presentaron diferencias significativas con el control (T1) y T4. Para el valor K hubo diferencias entre T3 con los demás tratamientos y el control ($p < 0.05$).

Tabla 7. Índices zootécnicos (promedios \pm D.S) de alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				P
	T1 (0%/kg ⁻¹)	T2 (5%/kg ⁻¹)	T3 (10%/kg ⁻¹)	T4 (15%/kg ⁻¹)	
GL (cm)	6.62 \pm 0.60 ^a	6.88 \pm 0.25 ^a	6.84 \pm 0.38 ^a	6.68 \pm 0.35 ^a	0.836
GP (g)	46.58 \pm 1.87 ^b	51.17 \pm 0.65 ^{ab}	55.51 \pm 2.35 ^a	45.94 \pm 2,87 ^b	0.002
GPD(g/día)	0.52 \pm 0.02 ^b	0.57 \pm 0.01 ^{ab}	0.62 \pm 0.29 ^a	0.51 \pm 0.31 ^b	0.002
BG (g)	931.73 \pm 37.56 ^b	1023.35 \pm 13.06 ^{ab}	1112.28 \pm 50.43 ^a	918.89 \pm 57.36 ^b	0.002
ICAA	1.53 \pm 0.58 ^c	1.32 \pm 0.51 ^b	1.21 \pm 0.17 ^a	1.41 \pm 0.29 ^b	0.000
CVP(%)	11.08 \pm 1.36 ^a	9.89 \pm 2.94 ^a	6.16 \pm 0.70 ^a	12.57 \pm 5.10 ^a	0.141
TCE (%/día)	1.93 \pm 0.38 ^b	2.03 \pm 0.17 ^a	2.11 \pm 0.44 ^a	1.93 \pm 0.40 ^b	0.001
K	2.0 \pm 0.3 ^b	2.1 \pm 0.2 ^b	2.3 \pm 0.3 ^a	2.0 \pm 0.2 ^b	0.001
S%	100	100	100	100	-

Leyenda: T1= control 0%/kg, T2= 5%/kg, T3= 10%/kg, T4= 15%/kg. GL: ganancia de longitud, GP: ganancia de peso, GPD: Ganancia de Peso Diario, BG: Biomasa Ganada, ICAA: Índice de Conversión Alimenticia Aparente, CVP: Coeficiente de Variación de Peso, TCE: Tasa de crecimiento específico y S: Supervivencia. Valores con letras iguales en la misma fila, no presentan diferencia significativas según ANOVA ($P > 0.05$). ab= igual tratamientos y diferente a los demás tratamiento.

4.4 Monitoreo de la calidad de agua

Durante los 90 días de cultivo de los alevinos de Paco, la temperatura promedio del agua osciló de 26.8 \pm 0.61 a 26.9 \pm 0.62°C. El parámetro de oxígeno disuelto osciló entre 4.0 \pm 1.49 y 4.2 \pm 1.40 mg/l, el pH se mantuvo entre los rangos de 8.7 \pm 0.23 y 8.8 \pm 0.23

Por otro lado la conductividad fluctuó entre 367.4 ± 66.37 y 373.8 ± 100.48 mg/l, mientras que TDS 231.6 ± 40.75 y 236.5 ± 62.29 mg/l. El parámetro dióxido de carbono tuvo valores entre 5.2 ± 2.1 a 5.7 ± 2.1 mg/l, el amonio y el nitrógeno oscilaron entre 0.2 ± 0.0 a 0.2 ± 0.1 mg/l y 0.09 ± 0.05 a 0.13 ± 0.11 mg/l respectivamente (**Tabla 8.**)

Tabla 8. Calidad de agua (promedios \pm D.S), registrado en los tanques durante el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Temperatura (°C)	26.8 ± 0.64	26.9 ± 0.62	26.8 ± 0.61	26.8 ± 0.63
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.1 ± 1.51	4.2 ± 1.40	4.1 ± 1.57	4.0 ± 1.49
pH (upH)	8.7 ± 0.24	8.7 ± 0.23	8.8 ± 0.24	8.8 ± 0.23
Dióxido de carbono (mg/l)	5.2 ± 2.1	5.4 ± 1.6	5.7 ± 2.1	5.6 ± 2.5
Conductividad (μ s/cm)	367.4 ± 66.37	368.9 ± 68.13	373.8 ± 100.48	371.7 ± 68.45
TDS (mg/l)	231.6 ± 40.75	232.3 ± 40.56	236.5 ± 62.29	232.4 ± 40.36
Amonio (mg/l)	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1
Nitrito (mg/l)	0.11 ± 0.13	0.13 ± 0.11	0.09 ± 0.08	0.09 ± 0.05

Leyenda: T1= control 0%/kg, T2= 5%/kg, T3= 10%/kg, T4= 15%/kg.

4.5 Análisis Bromatológico

En la **tabla 9**, se muestran los resultados de los análisis bromatológicos al inicio y al final del cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, donde se observa que al final del cultivo la proteína osciló entre 15.84 y 17.1%, grasa 0.71 a 0.90% y humedad de 79.93 a 81.03% y ceniza 2.1 a 2.4%.

Tabla 9. Composición bromatológica inicial (pez entero) y final (músculo del pez) de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco”, alimentados con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®.

Nutrientes (%)	Inicial	Final				P (valor)
		T1	T2	T3	T4	
Proteína Bruta	18.92± 0.43	15.84±0.53 ^b	16.87±0.44 ^a	16.43±0.43 ^a	17.1±0.12 ^a	0.0002
Grasa	8.95±0.27	0.73±0.02 ^c	0.90±0.02 ^a	0.90±0.01 ^a	0.71±0.001 ^b	0.0002
Ceniza	1.03±0.06	2.4±0.08 ^a	2.30±0.02 ^a	2.1±0.01 ^b	2.2±0.12 ^b	0.0002
Humedad	67.74±0.63	81.03±0.55 ^a	79.93±0.59 ^b	80.57±0.57 ^a	79.99±0.34 ^b	0.0006
Carbohidrato	3.36±0.02	-	-	-	-	-

Leyenda: T1= control 0%/kg, T2= 5%/kg, T3= 10%/kg, T4= 15%/kg. P= probabilidad. Letras iguales en la misma fila, indican la no diferencia significativa entre los tratamientos ($p>0.05$), según la prueba de Tukey.

4.6 Análisis de costo

En la tabla 10 se muestra el costo del alimento con la inclusión del probiótico EM® CAMARON, y sin probiótico, donde se observa que el costo fluctuó entre 2.96 a 3.29 soles (Tabla 10).

Tabla 10. Costo del alimento (kg) con inclusión de probiótico por tratamientos

Tratamiento	kilo de alimento Purina 28% (kg)	Probiótico activado por Kg/alimento	Costo del alimento + probiótico
T1 (0%)	2.8	0.00	2.80
T2 (5%)	2.8	0.16	2.96
T3 (10%)	2.8	0.33	3.13
T4 (15%)	2.8	0.49	3.29

Al analizar el experimento el costo del kilo de pescado producido por tratamiento, se puede observar en la **tabla 11**, donde el menor costo fue registrado en el T3 y mayor costo en la producción de un kilo de pescado fue registrado en el T4. Siendo el T3 el que proporciona mejor ganancia por el precio en venta.

Tabla 11. Costo de kilo de pescado producido

Tratamiento	ICAA	Precio de kg. Alimento con probiótico(S/.)	Costo de kilo Pescado producido kg. (S/.)	Precio de venta de kilo pescado en mercado (S/.)	Ganancia por Kg. de pescado (S/.)
T1 (0%)	1.53	2.80	4.28	10	5.72
T2 (5%)	1.32	2.96	3.91	10	6.09
T3 (10%)	1.21	3.13	3.79	10	6.21
T4 (15%)	1.41	3.29	4.63	10	5.37

ICAA= Índice de conversión alimenticia aparente.

V. DISCUSIÓN

Crecimiento en longitud

El resultado del crecimiento en longitud de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, no muestran diferencias significativas ($p>0.05$), indicando que el probiótico EM-Camarón no influye en el incremento de talla de los alevinos, puesto que los tratamientos con probióticos (T2, T3 y T4) no presentan diferencias significativas con el control (T1). El periodo evaluado en este estudio fue de 90 días, probablemente haya sido corto para ver el efecto en el crecimiento en talla; asimismo la densidad de siembra o la temperatura del agua, produjeron algún estrés en los peces, lo que ocasionó un crecimiento lento en talla en esta investigación. Según **Angelini**⁽²⁵⁾, las temperaturas altas o bajas ocasionan estrés en los peces y por ende reducen su crecimiento.

Resultados similares son registrados por **Hualinga**⁽¹¹⁾ y **Satalaya**⁽¹²⁾, quienes al incluir en el alimento los probiótico EM-Agua y EM-1 no encuentran diferencias en los tratamientos con probióticos y el control ($p>0.05$); asimismo **Ruiz & Zumaeta**⁽⁸⁾ al utilizar el mismo probiótico de esta investigación en las dosis de 20ml, 50ml y 80ml/kg en juveniles de *Brycon cephalus*, no encontraron diferencias con el control, pero si entre tratamientos con la inclusión del probiótico.

El resultado de esta investigación y de los otros autores demuestra que el crecimiento en talla no se ve afectado, al incluir el probiótico de la marca EM (microorganismos eficientes) en el alimento de los peces.

En otros estudios y utilizando especies de peces y probióticos distintos a los utilizados en esta investigación, encuentran diferencia significativa ($p>0.05$) en la

variable crecimiento, aumentando la longitud de los hospederos, siendo los valores elevados de los tratamientos con probiótico a comparación del control (sin probiótico). Por ejemplo **Saldaña**⁽⁷⁾, al utilizar el probiótico Lactina (5%) en juveniles de *Arapaima gigas* cultivados en corrales; **Gutiérrez**⁽¹⁴⁾, al cultivar juveniles de pacotana en corrales, con inclusión del probiótico AMINO PLUS (10%) en alimento; y **Bardales**⁽¹³⁾, al incluir 5% de *Lactobacillus* sp. en alimento de alevinos de doncella cultivadas en un Sistema Acuícola de Reciclaje Integral (SARI).

Crecimiento en Peso

Referente a los resultados de la variable crecimiento en peso de los alevinos de *Piaractus brachypomus*, al final del cultivo se registraron diferencias ($p < 0.05$), entre el tratamiento con inclusión del 10% (T3) de probiótico EM-Camarón y el control (T1). Esto se debe posiblemente a que los probióticos se alojaron en el intestino y ayudaron al crecimiento de las vellosidades y por ende hubo mayor absorción de los nutrientes. Según **Tovar**⁽²⁶⁾, el uso de probiótico en el cultivo de los peces generan resultados alentadores, debido a los efectos que estos aportan al hospedero, teniendo la habilidad de estimular al sistema inmune, así como el crecimiento, maduración digestiva, de larvas y juveniles de diferentes especies.

Resultados positivos registró **Satalaya**⁽¹²⁾, al incluir microorganismos eficientes EM-1 en la concentración de 6ml/kg en la alimentación de alevinos de *Piaractus brachypomus*, registrando peso promedio final de 147.36 ± 8.15 g. Asimismo **Ruiz & Zuameta**⁽⁸⁾ al incluir EM® CAMARON en la concentración de 20ml/kg, tuvieron peso

final de 346.70 ± 31.93 g. en juveniles *Brycon Cephalus* durante 120 días. Por el contrario, **Hualinga**⁽¹¹⁾ al utilizar EM-AGUA en las dosis de 6, 10, 14ml/kg, en la alimentación de alevino de Paco; **Kotzent**⁽²²⁾, al utilizar un probiótico comercial, no registran diferencias en esta variable.

Por otro lado en alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatus* (**Herrera & Velásquez**⁽⁶⁾, **Bardales**⁽¹³⁾), juveniles del híbrido (*Piaractus brachipomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) (**Gutiérrez**⁽¹⁴⁾) y juveniles de *Arapaima gigas* (**Saldaña**⁽⁷⁾), también registran mayor crecimiento en peso, al adicionar probiótico en el alimento, en comparación con los peces alimentados sin probiótico.

Como se observa, en la mayoría de las investigaciones del uso de probiótico en peces amazónicos, tienen resultados positivos, influyendo en la ganancia de peso de los especímenes, corroborándose con los resultados de esta investigación, donde la inclusión de las concentraciones 5 y 10% del probiótico EM-CAMARÓN en el alimento balanceado registraron valores positivos.

Índices zootécnicos

Con respecto a los índices zootécnicos, al final del cultivo (90 días) se ha registrado una ganancia de longitud promedio entre 6.62 cm y 6.88 cm, no observándose diferencia estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los tratamiento con la inclusión (T2, T3 y T4) de probiótico EM-Camarón y el control (T1).

Mientras que la ganancia de peso, ganancia de peso diario, biomasa ganada fluctuó entre 45.94 g y 55.51g, 0.51 y 0.62, 918.89 g y 1112.28g respectivamente,

registrándose diferencias estadísticas ($P>0.05$) en estas variables; siendo los tratamientos T2 (5%) y T3 (10%) los mejores. Sin embargo estos valores estudiados son bajos a comparación de **Satalaya**⁽¹²⁾, quien al adicionar EM-1 (0, 2, 4 y 6 ml/kg de alimento) registra ganancia de longitud entre 8.54 cm y 8.72 cm, y ganancia de peso entre 10.1g y 135g, ganancia de peso diario de 1.12 g/día y 1.5 g/día, biomasa ganada entre 1880 g y 2700 g, en el mismo tiempo de cultivo y estadio de la especie, utilizada en esta investigación.

La diferencia entre la ganancia de longitud y peso, ganancia de peso diario, biomasa ganada, entre los autores mencionados y el presente estudio, podría ser a la densidad de siembra, tipo de agua, unidad experimental y al tipo de probiótico utilizado. **Satalaya**⁽¹²⁾, utiliza una densidad de 20 alevinos/1m³, agua proveniente de escorrentía, el cultivo se realizó en estanques de tierra, con una profundidad de 1m y utiliza el probiótico EM-1 en las concentraciones de 2, 4, 6 ml/kg de alimento; mientras que en esta investigación la densidad fue de 20 alevinos/0.4m³ y se utilizó el probiótico EM-CAMARON® en las concentraciones de 5, 10 y 15%/kg de alimento, agua proveniente de un pozo artesiano, el cultivo fue en tanques de cemento revestidos con mayólicas dentro de un laboratorio y una profundidad de 0.75 m. Asimismo los peces cultivados en estanques tienen disponibilidad de alimento natural, producto de la producción primaria, lo cual ayuda a la ganancia en crecimiento.

Referente al ICAA se encontraron diferencias estadísticas ($p<0.05$) entre los tratamientos, siendo el T3=1.21, el que logró ser más eficiente en la asimilación y

conversión de alimento, en comparación del control (T1), quien registró valor menos eficiente en la asimilación, generando elevada tasa de conversión.

Resultados semejantes en la adición de probiótico en el alimento en la misma especie y estadio reporta **Satalaya**⁽¹²⁾, quien registró ICAA de 1.65 ± 0.08 , al utilizar el probiótico EM-1 (6ml/kg) en comparación con el control; mientras que **Hualinga**⁽¹¹⁾, no registró diferencia al trabajar con el Probiótico EM-Agua (6ml/kg, 10ml/kg, 14ml/kg y 0ml/kg); del mismo modo **Vas**⁽²⁸⁾, al utilizar *Bacillus cereus* y *Bacillus subtilis* en diferentes concentraciones 2, 4, 8, 16 g/kg en juveniles de *Piaractus mesopotamicus*.

Por otro lado **Ruiz & Zumaeta**⁽⁸⁾, no encontró diferencias ($P > 0.05$), al adicionar el mismo probiótico utilizado en esta investigación, en diferentes concentraciones, T=0ml/kg, T1=20ml/kg, T2=50 ml/kg y T3=80 ml/kg, en juveniles de *Brycon cephalus*. Sin embargo **Saldaña**⁽⁷⁾, al utilizar el probiótico comercial Lactina (3% y 5%) en juveniles *Arapaima gigas*, **Gutiérrez**⁽¹⁴⁾, al utilizar el probiótico Amino Plus (T3=10ml/kg) en juveniles de Pacotana (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*), registran valores significativos ($p < 0.05$) en comparación de sus tratamiento control (sin adición de probiótico).

Como se puede observar el resultado de esta investigación y de los otros autores, la inclusión de probiótico ayuda a la asimilación de los nutrientes en presentes en el alimento, disminuye la cantidad de alimento utilizado en la producción de los peces. Según **Chabrillón et al.**⁽²⁹⁾, afirman que una bacteria probiótica estimula la

degradación de las proteínas en el tracto intestinal y mejora la digestibilidad de la misma con el aporte benéfico de enzimas digestivas, macro y micronutrientes mejorando la tasa de conversión.

Naidu et al. ⁽³⁰⁾, han observado que los microorganismos utilizados como probióticos son capaces de producir aminoácidos, carbohidratos simples y ácidos grasos a partir de macro nutrientes (proteínas, polisacáridos, grasas) los cuales son mejor asimilados por el animal acuático, lo que ocasiona que el alimento sea aprovechado con mayor eficiencia y se mejore la conversión alimenticia.

La mayor tasa de crecimiento específico (TCE) se registró en el tratamiento T3 (10%/kg), seguido del T2 (5%/kg), siendo diferentes ($p < 0.05$) a los tratamientos T1 (0%) y T4 (15%). Como se puede observar en la **tabla 7**, las variaciones de TCE fue de 1.93 a 2.11%. Valores elevado de TCE fue registrado por **Gutiérrez**⁽¹⁴⁾, en el cultivo de pacotana, 2.43%, con la inclusión de probiótico comercial AMINO PLUS (10ml/kg); asimismo **Satalaya**⁽¹²⁾ en el cultivo de alevinos de paco, TCE de 2.75 con la inclusión de EM1 y **Hualinga**⁽¹¹⁾ registró TCE entre 2.2 a 2.5%. Estas variaciones de los resultados podría ser debido se deben a la densidad de siembra de los peces y la especie de pez estudiado. **Reyes**⁽³¹⁾, manifiesta que la densidad de siembra afecta el crecimiento de los peces en proporción inversa, mayor densidad menor tasa de crecimiento específico, entonces lo peces tardarán más tiempo en alcanzar el peso comercial. El uso de inclusión del probiótico EM-CAMARÓN influyo en el TCE en esta investigación en comparación del control.

Referente al coeficiente de variación de peso, los valores oscilan entre 6.16% y 12.57%, no existiendo diferencias entre los tratamientos ($p>0.05$). Sin embargo se puede observar que los peces tuvieron un crecimiento uniforme, presentando el T3 más uniforme que los demás tratamientos (CVP 6.16%). Los coeficientes de variaciones menores de 20% indican uniformidad de crecimiento, siendo importante en la piscicultura (**Rebaza et al.**⁽³²⁾) y mayores de 30% indican la escasez de alimento y espacio (**Fontes et al.**⁽³³⁾)

El factor de condición (K), fue mayor para el tratamiento T3 ($K=2.3\pm 0.3$), en comparación con los tratamientos T1, T2 y T4. Estos valores son superiores a los registrados por **Bardales**⁽¹³⁾, quien registro valores de 0.56 a 0.60 de factor de condición al cultivar alevinos de doncella, con inclusión del probiótico *Lactobacillus sp*, en porcentajes de 5, 10 y 15%/kg de alimento. Según **Martines**⁽³⁴⁾ los valores cercanos a 2 muestran un buen estado fisiológico de los peces sometidos al cultivo. La densidad de siembra, el lugar donde fueron cultivados los alevinos probablemente son factores que influyeron para tener este valor.

Referente a la variable sobrevivencia, los peces alimentados con la inclusión de probiótico EM-Camarón y sin probiótico, no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$). Registrándose una sobrevivencia de 100% en todos los tratamientos, coincidiendo con **Satalaya**⁽¹¹⁾, **Hualinga**⁽¹²⁾, y **Benavides**⁽²⁷⁾, quienes registraron mortalidad nula al adicionar probiótico en el alimento de alevinos de *Piaractus brachypomus*. Por otro lado **Saldaña**⁽⁷⁾ y **Gutiérrez**⁽¹⁴⁾, también registran sobrevivencia del 100% al evaluar el uso de los probióticos LACTINA en juveniles de paiche y AMINO PLUS en juveniles de pacotana.

La mezcla de microorganismos presentes en el probiótico EM-CAMARÓN mejoró el desempeño productivo de los peces, coincidiendo con **El-Haroun et al.**⁽³⁵⁾ y **Abraham et al.**⁽³⁶⁾, quienes manifiestan que las mezclas de microorganismo probiótico mejoran el crecimiento y el factor de conversión alimenticia. Asimismo **Ahilan et al.**⁽³⁷⁾ y **Mesalhy et al.**⁽³⁸⁾, mencionan que al incorporar probiótico en las dietas, mejoran la respuesta inmune y tasa de crecimiento, sea en talla o peso, por tanto mayor sobrevivencia.

Por otro lado **Lara et al.**⁽¹⁹⁾, aseguran que una mezcla de *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisia*, mejoran el desempeño y tasa de crecimiento en *O. niloticus*.

En esta investigación se utilizó el probiótico EM-CAMARÓN, lo cual está compuesto por bacterias ácidos lácticas (*Lactobacillus* sp.), Levaduras (*Saccharomyces* spp.) y bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas* spp.).

Calidad de Agua

En esta investigación los valores registrados de temperatura del agua oscilo de 26.8 ± 0.61 a 26.9 ± 0.62 °C, siendo similares a lo registrado por **Herrera & Velásquez**⁽⁶⁾, en cultivo de *Pseudoplatystoma fasciatum*, cultivados condiciones similares al presente estudio. Sin embargo los valores son bajos en comparación con **Gonzales**⁽³⁹⁾, quienes mencionan que *Piaractus brachipomus*, alcanza su máximo desarrollo en temperaturas entre 28 y 31 °C y es considerado una especie de aguas cálidas. Asimismo está dentro de los rangos óptimos (24-28 °C) para el cultivo de peces

amazónicos (**Guerra** ⁽⁴⁰⁾). La diferencia de los resultados entre los dos últimos autores se debe a la procedencia del agua y el lugar donde se ejecutó la investigación.

Referente al parámetro oxígeno disuelto oscilo ente 4.0 ± 1.49 y 4.2 ± 1.40 mg/l, no estuvo dentro de los rango óptimos recomendado para el cultivo de peces amazónicos, encontrándose cerca del rango mínimo (**Guerra** ⁽⁴⁰⁾). Los valores bajos registrado en esta investigación se debe al lugar donde fueron cultivados los peces, tanque de cemento revestido con mayólica y a la procedencia del agua, pozo artesiano. Coincidiendo con **Guerra** ⁽⁴⁰⁾, quien afirma que la temperatura, descomposición de materia orgánica, heces de los peces, el aumento de la densidad de siembres, son factores que disminuyen el oxígeno disuelto en el agua. Además el consumo de oxígeno está determinado por el peso corporal, siendo los alevinos por debajo de 50g de peso los que consumen más oxígeno (**Pañuela** ⁽⁴¹⁾).

Por otro lado el pH se mantuvo entre los rangos de 8.7 ± 0.23 y 8.8 ± 0.23 , siendo valores cercanos al rango máximo (pH 9), para el cultivo de peces amazónicos (**Guerra** ⁽⁴⁰⁾). Según **Boyd** (42), *Piaractus brachypomus* es una especie que tolera rangos amplios de pH 3.5 a 11, pero las mejores aguas para la piscicultura son las que tienen pH neutro o ligeramente alcalino (entre 7-8).

La conductividad fluctuó entre 367.4 ± 66.37 y 373.8 ± 100.48 mg/l, mientras que TDS 231.6 ± 40.75 y 236.5 ± 62.29 mg/l. El parámetro dióxido de carbono tuvo valores entre 5.2 ± 2.1 a 5.7 ± 2.1 mg/l, siendo valores elevados, en comparación con lo recomendado para el cultivo de peces amazónicos, donde el rango optimo es de 1.8 – 2.0ml/l y el máximo es 4 mg/l (**Guerra** ⁽⁴⁰⁾).

El parámetro amonio y el nitrito oscilaron entre 0.2 ± 0.0 a 0.2 ± 0.1 mg/l y 0.09 ± 0.05 a 0.13 ± 0.11 mg/l están dentro de los rangos para el cultivo de *Piaractus brachipomus*.

En general, a pesar que los alevinos de *Piaractus brachipomus* estaban siendo cultivados en tanques de cemento revestido con mayólica y a una densidad elevada (20 peces/ 0.4m^3), diferente a los autores mencionados, los parámetros de calidad de agua en especial el pH y el dióxido de carbono, no perjudicaron la sobrevivencia de los especímenes. Esto puede atribuirse a que los microorganismos presentes en el EM-CAMARON®, tuvieron influencia en el sistema inmunológico de los peces, ayudando a disminuir el estrés.

Análisis bromatológico

Referente a los análisis bromatológicos de los músculos de los peces al final de estudio, se pudo registrar diferencias ($P < 0.05$), en los nutrientes: proteína bruta, grasa, ceniza y humedad. Al realizar la prueba de Tukey, para los nutrientes proteína bruta y grasa, se registró diferencias entre los tratamientos con la inclusión de probióticos en comparación con el control, siendo los valores de proteína bruta iguales entre los tratamientos con probióticos y los valores de grasa iguales para el tratamiento T2 y T3. Mientras que en el nutriente ceniza el tratamiento T3 y T4, mostraron diferencias estadísticas al comparar con el control (T1). Asimismo el valor alto de humedad se registró en los tratamientos T1 y T3. Los resultados de esta investigación afirman que el uso de probiótico influye en la composición bromatológica en los músculos de los

peces. Los microorganismos utilizados como probióticos son capaces de producir aminoácidos, carbohidratos simples y ácidos grasos a partir de macro nutrientes (proteínas, polisacáridos, grasas) (**Naidu et al.** ⁽³⁰⁾).

Por otro lado **Hualinga**⁽¹¹⁾ y **Ruiz & Zumaeta**⁽⁸⁾, registran diferencias de los valores proximales en alevinos de *Piaractus brachypomus* y juveniles de *Brycon cephalus*, al comparar los tratamientos con inclusión de probióticos y el control (sin probiótico). Asimismo **García**⁽⁴³⁾, en España al utilizar cepas probióticas en el alimentación de lenguado (*Solea senegalensis*) encontró diferencias estadísticas en la variable proteína.

En la **tabla 9**, se puede observar que los valores finales de proteína, se encuentran cerca al rango mínimo registrado por **Salas et al.** ⁽⁴⁴⁾, quienes registraron rangos de 15.69% a 18.74% en peces colectados de ambiente natural, y menor a lo registrado por **Hualinga**⁽¹¹⁾ en sus tratamientos T1 (18.49%), T2(18.80%) y T4 (18.26%). En el caso de porcentaje de grasa se registró superior al rango mínimo registrado por **Salas et al.**⁽⁴⁴⁾, (0,28%), e inferior a lo registrado por **Hualinga**⁽¹¹⁾, quien registra rango de 2.21 a 3.54% de grasa. Asimismo el porcentaje de ceniza fue superior a lo registrado por **Salas et al.**⁽⁴⁴⁾ (1,14 – 1,57%) y semejante a **Hualinga** ⁽¹¹⁾. Por otro lado el valores de humedad registrados en esta investigación fueron cerca a los rango superiores registrado por **Salas et al.** ⁽⁴⁴⁾ (72.51-82.16%) y **Hualinga**⁽¹¹⁾ (74.85 -79%).

La diferencia de los valores bromatológicos registrados en este estudio con los dos autores, se debe al lugar de procedencia de las muestras y al efecto que produjo el probiótico utilizado en esta investigación. **Salas** ⁽⁴⁴⁾, colecto de peces de ambientes

naturales y **Hualinga** ⁽¹¹⁾ de ambientes controlados (estanques de tierra), mientras que en nuestro estudio fue colectados de laboratorio (tanques con agua procedentes de pozo artesiano). Coincidiendo con **Ogawa** ⁽⁴⁵⁾, quien menciona que el porcentaje de nutrientes varían de una especie a otra, asimismo depende de la época del año, tipo y calidad de alimento disponible, de las condiciones de cultivo, y como no decir de la parte a ser analizada (**Lagler** ⁽⁴⁶⁾, **Castagnolli** ⁽⁴⁷⁾, **Machado** ⁽⁴⁸⁾).

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación bajo condiciones de cultivo en tanques permiten concluir que:

1. La inclusión del probiótico EM-CAMARON® no influyó en el crecimiento en longitud de los alevinos entre los tratamientos, pero si hubo influencia en el crecimiento en peso, siendo el tratamiento T3 (10%/kg de alimento balanceado) el mejor en comparación con el control T1 (sin probiótico).
2. La inclusión del probiótico EM-CAMARÓN® influye ($p < 0.05$) en los índices zootécnicos: ganancia de peso, ganancia de peso diario, biomasa ganada, índice de conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico y factor de condición, siendo el tratamiento T3(10%/kg de alimento balanceado) el que tuvo mejor resultado en comparación con el control (T1). Mientras que los índices, ganancia de longitud, coeficiente de variación de peso y sobrevivencia, no registraron diferencia ($p > 0.05$).
3. La inclusión del probiótico EM-CAMARÓN®, influyó positivamente ($p < 0.05$) en los valores bromatológicos de proteína (T2, T3 y T4) y grasa (T2 y T3) en comparación del control (T1).
4. El costo del kilo de pescado reporta menor precio en el tratamiento T3 con la inclusión de 10% del probiótico EM-CAMARÓN® respecto al tratamiento control T1.
5. Los valores de parámetros físicos-químicos del agua, temperatura, conductividad, TDS, Amonio y nitrito, registrados durante el cultivo, se mantuvieron dentro de los rangos aceptables para el cultivo de esta especie a excepción del parámetro Ph, oxígeno disuelto y dióxido carbono.

VII. RECOMENDACIONES

1. Analizando el peso final, índices zootécnicos y el costo de producción se recomienda utilizar el tratamiento T3 (10%), en cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus* bajo las condiciones de este estudio, agua proveniente de pozo artesiano y cultivo en tanques de cemento revestido de mayólica.
2. Realizar investigaciones de la inclusión del probiótico EM-CAMARON en esta y otras especies con potencial acuícola y estadios diferentes, sobre los parámetros hematológicos, índice parasitológico y proximales, cultivados en estanques de tierra.
3. Realizar estudios sobre la flora bacteriana del tracto digestivo de *Piaractus brachypomus*, su potencial uso como probióticos y su viabilidad.
4. Realizar estudios sobre el efecto de los probióticos en la calidad de agua en cultivo de peces nativos en estanque.
5. Evaluar el crecimiento de *Piaractus brachypomus*, cultivados en diferentes densidades, alimentados con la inclusión de probióticos en el alimento.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PEDREIRA MOURIÑO JL, JATOBA A, CORREA DA SILVA B, DO NASCIMENTO VIEIRA F, LATERCA MARTINS M. Probioticos na aquicultura. In: Patología e Sanidade de Organismos Aquáticos. Brasil; 2012. p. 381–404.
2. MICROORGANISMOS EFICACES TM (EMTM) [Internet]. 2013. Available from: www.emuruguay.org.
3. TAOKA Y, MAEDA H, JO JY, KIM SM, PARK S, YOSHIKAWA T. Use of live and dead probiotic cells in tilapia *Oreochromis niloticus*. Fisher Sci. 2006;72:755–66.
4. Wang Y-B, Tian Z-Q, Yao J-T, Li W-E. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. Aquaculture. 2008;277:203–7.
5. DÍAZ-ROSALES P, ARIJO S, CHABRILLÓN M, ALARCÓN J. F, TAPIA-PANIAGUA S, MARTÍNEZ-MANZANARES E, et al. Effects of two closely related probiotics on respiratory burst activity of Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup) phagocytes, and protection against *Photobacterium damselaes* ubsp. piscicida. Aquaculture. 2009;293:16–21.
6. HERRERA CASTILLO NM, VELÁSQUEZ DÁVALOS DA. Efecto del 5, 10 y 15 % del probiótico *Lactobacillus* sp. en la digestibilidad aparente de una dieta comercial en alevines de *Pseudoplatystoma fasciatum* “doncella”, en laboratorio. [Pre Grado]. [IIAP-Pucallpa-Perú]: Universidad Nacional del Santa; 2012.
7. SALDAÑA NAVARRO CE. Evaluación de la utilización de probióticos en el crecimiento de juveniles de Paiche (*Arapaima gigas*), cultivados en corrales. [Pre Grado]. [Iquitos-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2015.
8. RUIZ TAFUR KM, ZUMAETA CACHIQUE JC. Influencia del probiótico comercial EM-Camarón (Microorganismos eficaces) en el crecimiento y en la composición corporal en juveniles de sábalo cola roja *Brycon cephalus* (Characidae) criados en corrales, Iquitos-Perú [Pre Grado]. [IIAP-Iquitos-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2017.
9. PALACIOS PALACIOS J, SANTANDER C, A. ZAMBRANO L, J. LÓPEZ M. Evaluación comparativa de prebióticos y probióticos incorporados en el alimento comercial sobre el crecimiento y la sobrevivencia de una especie nativa, el sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) y una especie foránea, trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Rev Electrónica Ing En Prod Acuícola. 2007;2.
10. CERNA L, MULLUHARA L, PRADA D, OLIVERA Y, QUILLAMA E, ALVAREZ G. Efecto de bacterias probioticas *Bacillus* sp. sobre el desempeño de poslarvas de “gamitana” *Colossoma macropomum* criadas en condiciones controladas. In Lima-Perú: Argos E.I.R.L.; 2015. p. 110.

11. HUALINGA VASQUEZ KK. "Efecto del probiótico EM AGUA en el crecimiento y composición corporal de alevinos de *Piaractus brachypomus* "Paco" (Cuvier, 1818) (Pisces, Serrasalminidae), cultivados en corrales, CICMCR - IIAP - Bello Horizonte, San Martín". [Pre Grado]. [IIAP-San Martín-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2014.
12. SATALAYA ARELLANO H. "Efecto del probiótico EM (microorganismos eficientes) sobre el crecimiento de alevinos de paco; *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818) confinados en jaulas durante la segunda fase de alevinaje en Padre Abad – Perú." [Pre Grado]. [Padre Abad-Perú]: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2013.
13. BARDALES BALAREZO I. Efecto de una dieta con tres niveles del probiótico *Lactobacillus* sp, sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos de "doncella" *Pseudoplatystoma fasciatum*, en ambientes controlados [Pre Grado]. [IIAP–Iquitos-Perú]: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía; 2015.
14. GUTIERREZ MENDOZA Y. "Efecto de la inclusión de probiótico comercial (Amino Plus) en el alimento extruído sobre el crecimiento del híbrido "Pacotana" (*Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum*) durante la fase juvenil". [Pre Grado]. [Puerto Maldonado-Perú]: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios; 2012.
15. ROBLES HUAYNATE R, ALVAREZ RAMOS D, PAREDES LOPEZ D, REBAZA ALFARO C. Inoculación de diferentes dosis de *Lactobacillus* sp. en raciones de alevinos de paiche, sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos. In Lima-Perú: Argos E.I.R.L.; 2015. p. 111.
16. DA SILVA A. B. Substituição da proteína da levadura desidratada na dieta da boga (*Piaractus mesopotamicus*) nos estanques da UPLO. [INPA/UPLO.Brasil]; 1995.
17. DOUILLET P. Bacterial additives that consistently enhance rotifer growth under synxenic culture conditions 2. Use of single and multiple bacterial probiotics. *Aquaculture*. 2000;182:241–8.
18. GUEVARA J, MATEUS R. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis* sp). [Bogotá-Colombia]: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.; 2001.
19. LARA-FLORES M, OLIVERA-CASTILLO, OLIVERA-NOVOA M. Effect of the inclusion of bacterial mix (*Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*), and the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, feed utilization and enzymatic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of fisheries and Aquaculture*. 2010;2(4):93–101.

20. TOVAR-RAMÍREZ D, ZAMBONINO J, CAHU C, GATESOUBE J. F, VÁZQUEZ-JUÁREZ R, LÉSEL R. . Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. 2002;204(2):113–23.
21. GABBAY M. I. Avaliação da suplementação alimentar com bactéria probiótica no crescimento e sanidade de *Arapaima gigas* em sistema de recirculação de água [Tesis de maestría]. [Belem- Brasil]: Universidade Federal Do Para; 2012.
22. KOTZENT S. Bactérias com potencial probiótico do intestino de tambaqui (*Colossoma macropomum*) [Tesis de maestría]. [Jaboticabal-Brasil]: Universidade Estadual Paulista; 2017.
23. EM Camaron TP. [Internet]. 2016. Available from: www.bioem.com.pe.
24. CASTELL JD, TIEWS K. Report of the EIFAC, JUNS and ICES working group on the standarization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany. EIFAC Tech. Pap., 36. 24 p. 1980;
25. ANGELINI R, Jr. R. P. Simulação da produção do « paco » *Piaractus mesopotamicus* em viveiros de piscicultura. Bol Téc CEPTA. 1992;5(Único):41–5.
26. TOVAR-RAMÍREZ D, REYES B, GUZMÁN L, GLEAVES V, CIVERA C, ASCENCIO F, et al. Probióticos en Acuicultura: Avances Recientes del Uso de Levaduras en Peces Marinos. UANL, Monterrey, MX. 2008;237–57.
27. BENAVIDES ROSERO S, CASTRO M, DELGADO A, GUERRERO C, SANGUINO WR. Efecto de un probiótico posterior a su inclusión en alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Rev Investig Pecu. 2016;149–50.
28. VAZ FARIAS TH. Probiótico na alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*): avaliação hematológica, bioquímica, imunológica e desempenho produtivo [Tesis de maestria]. [Jaboticabal – São Paulo]: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA; 2012.
29. CHABRILLÓN M, BALEBONZ MC, MORIÑIGO MA. Interference of *Listonella anguillarum* with potential probiotic microorganisms isolated from farmed gilthead seabream. Aquaculture Research. 2006;37:78–86.
30. NAIDU AS, W.R. B, R.A. C. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 1999;38(1):13–126.
31. REYES W. Cultivo de peces amazónicos. Publ Espec APLAC. 1998;4.
32. REBAZA C, VILLAFANA E, REBAZA M, DEZA S. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (paco) en segunda fase de alevinaje en estanques semi naturales. Folia Amazónica. 2002;13(1):122–34.

33. FONTES N, SENHORINI J, A. L. Efeito de duas densidades de estocagem no desempenho larval de « pacu » *Piaractus mesopotamicus* (Homberg, 1 887) x *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em viveiros. Pirassununga; 1990 p. 23–32. Report No.: 3.
34. MARTINEZ M. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura, Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta (eds.) Madrid – España. 1987;295 – 322.
35. EL-HAROON ER, A. M. GODA AS, K. CHOWDURY MA. Effect of dietary probiotic Biogen supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquaculture Research. 2006;37:1473–80.
36. ABRAHAM TJ, MONDAL S, BABU C. Effect of comercial aquaculture probiotic and fish gut antagonistic bacterial flora on the growth and disease resistance of ornamental fishes *Carassius auratus* and *Xiphophorus helleri*. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2008;25:27–30.
37. AHILAN B, SHINE G, SANTHANAM R. Influence of probiotics on the growth and gut microflora load of juvenile Gold fish (*Carassius auratus*). Asian Fisheries Science. 2004;17:271–8.
38. MESALHY SA, FATHI MM, JOHN G. Effect of probiotic on the survival, growth and challenge infection in Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Research. 2008;39:647–56.
39. GONZÁLES J, B. H. El cultivo de la “cachama”. Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP) Estación Experimental de Guárico, sub estación Guanapito Maracay Venezuela. 1989;124.
40. GUERRA FLORES H. Cultivando Peces Amazónicos. 2° Edición. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N0 : 2006-9633; 2006. 200 p.
41. PAÑUELA HERNANDEZ Z, HERNÁNDEZ AREVALO G, CORREDOR MATUS JR, CRUZ CASALLAS PE. Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. Revista ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta Colombia. 2007;11(1):49–55.
42. BOYD CE. Manejo de suelos y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA) Caracas, Venezuela. 1996;62.
43. GARCÍA DE LA B. G. Efecto de la adición de dos probióticos (*Shewanella putrefaciens* y *Shewanella baltica*) en el engorde del lenguado senegalés (*Solea senegalensis* Kaup, 1858). [Tesis doctoral]. [España]: Universidad de León; 2011.

44. SALAS MALDONADO A, BARRIGA SANCHEZ M, ALBRECHT RUIZ M, CHU KOO F, ORTEGA TORRES H. Información nutricional sobre algunos peces comerciales de la amazonia peruana. Vol. 9. Callao-Peru; 2009.
45. OGAWA M, KOIKE J. Manual de pesca. Fortaleza: Associação dos engenheiros de pesca do Estado de Ceará. 1987. 800 p.
46. LAGLER K, BARDACH J, MILLER R R, PASSINO M. Ictiología. México: John Wiley & Sons. México; 1977. 489 p.
47. CASTAGNOLLI N. . Fundamentos de nutrição de peixes. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP. Campus de Jaboticabal-São Paulo; 1979. 189 p.
48. MACHADO, Z. L. Tecnología de recursos pesqueiros: parâmetros, processos e productos. Recife: Superintendencia de Desenvolvimento da Região Nordeste – Divisão de Recursos pesqueiros. 1984. 277 p.

IX. . ANEXO

Anexo 1. Costo de la activación para 20 litros del probiótico EM-CAMARON

Insumos	Costo
Probiótico EM-Camarón Litro)	40.00
Melaza (Litro)	2.50
Balde (20 litros)	20.00
Agua (20 litros)	3.00
Total	65.50

Anexo 2

Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos: temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad y solidos disueltos totales, registrado en cada tratamiento, durante el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

N°	Temperatura				Oxígeno disuelto				pH				Conductividad				Solidos disueltos totales			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	26.6	26.7	26.7	26.7	6.2	6.1	6.3	5.7	8.7	8.6	8.6	8.7	357.2	372.4	343.4	373.0	217.8	233.8	218.0	201.9
2	26.8	26.8	26.7	26.9	5.7	5.9	5.8	5.5	8.8	8.8	8.9	8.8	352.3	357.5	348.0	357.1	222.2	224.7	219.4	224.9
3	26.9	26.9	26.8	26.9	5.3	5.5	5.6	5.6	8.8	8.8	8.9	8.9	347.4	354.2	346.7	352.3	219.5	221.7	218.3	220.4
4	26.8	26.9	26.7	26.7	5.1	4.9	5.4	5.1	8.5	8.5	8.5	8.5	350.3	351.3	345.7	350.2	220.1	222.1	219.2	220.2
5	26.3	26.3	26.2	26.3	5.6	5.2	5.4	5.3	8.5	8.5	8.5	8.6	341.4	343.4	339.9	340.9	217.9	218.1	215.7	218.2
6	26.5	26.5	26.4	26.4	6.1	5.4	5.4	5.7	8.6	8.6	8.7	8.7	341.0	343.5	340.4	341.2	215.4	233.0	216.5	215.9
7	26.6	26.6	26.5	26.5	6.1	6.0	5.3	5.9	8.8	8.8	8.8	8.8	343.0	346.1	344.5	346.1	216.1	220.1	217.5	218.0
8	26.6	26.6	26.6	26.6	6.1	6.1	5.7	5.7	8.6	8.6	8.6	8.6	345.5	348.1	346.2	348.1	218.7	219.5	218.5	219.7
9	26.7	26.7	26.6	26.7	5.7	5.7	5.2	5.6	8.7	8.6	8.7	8.7	348.3	349.2	346.6	349.3	218.8	220.1	218.6	220.1
10	26.8	26.8	26.7	26.7	3.5	3.4	3.4	3.3	8.7	8.7	8.8	8.7	350.5	351.8	348.5	353.1	219.9	220.6	219.5	222.1
11	26.8	26.8	26.7	26.8	5.6	5.7	5.5	5.5	8.7	8.7	8.8	8.7	353.5	354.3	349.5	353.4	221.0	223.1	219.6	222.4
12	26.8	26.8	26.7	26.8	5.4	5.9	5.7	5.3	8.7	8.7	8.7	8.7	349.4	353.9	347.4	349.8	221.2	222.0	219.1	222.1
13	26.8	26.8	26.7	26.8	5.9	6.0	5.5	5.6	8.8	8.8	8.9	8.9	350.7	352.2	346.8	350.6	219.3	221.3	216.9	221.4
14	27.0	27.1	26.8	27.0	5.6	5.6	5.6	5.4	8.8	8.8	8.9	8.8	351.9	354.4	343.3	351.8	219.4	221.4	217.3	220.7
15	26.6	26.6	26.5	26.6	5.2	5.3	5.4	5.2	8.8	8.8	8.9	8.8	356.1	348.2	344.2	354.6	224.7	218.5	217.2	224.4
16	26.6	26.6	26.5	26.5	5.6	5.7	5.8	5.6	8.8	8.8	8.9	8.8	357.3	353.4	350.9	355.8	225.9	223.4	222.1	225.1
17	26.9	26.9	26.8	26.8	5.6	5.8	5.7	5.6	9.0	9.0	9.1	9.1	363.1	358.8	358.9	359.5	227.9	222.3	225.1	226.2
18	26.9	26.9	26.8	26.8	5.2	5.4	5.5	5.2	8.6	8.6	8.6	8.6	361.1	358.9	354.1	357.6	226.7	225.3	222.8	225.2
19	27.0	27.0	26.9	27.0	5.1	5.0	5.6	5.3	8.7	8.6	8.7	8.7	356.5	358.0	354.2	357.1	223.4	223.6	220.6	224.4
20	26.8	26.8	26.6	26.7	5.0	5.4	5.7	5.6	8.6	8.6	8.6	8.6	352.2	349.0	349.1	352.8	221.8	221.4	221.2	223.4
21	27.0	27.0	26.8	26.9	4.9	5.3	5.5	5.3	8.1	8.6	8.6	8.6	352.1	355.1	350.9	350.7	222.3	223.0	220.7	222.6
22	27.1	27.1	27.0	26.9	5.5	5.2	5.3	5.5	8.7	8.7	8.8	8.7	353.6	355.6	350.1	351.7	221.3	222.8	219.5	221.0
23	27.4	27.4	27.3	27.2	5.5	5.4	5.7	5.5	8.6	8.6	8.7	8.6	357.7	357.5	355.9	353.6	223.1	224.5	220.9	222.3
24	27.8	27.8	27.7	27.8	5.3	4.8	5.1	4.9	8.9	8.9	8.8	9.0	363.5	366.2	360.2	361.5	224.5	225.8	223.0	223.4
25	27.8	27.8	27.6	27.7	4.7	4.6	5.1	4.6	8.4	8.4	8.4	8.5	366.4	368.4	353.9	362.2	226.2	227.2	222.2	223.7
26	27.8	27.7	27.5	27.7	5.2	4.8	5.1	4.9	8.4	8.4	8.4	8.4	364.3	366.3	356.2	361.9	225.1	226.4	221.1	223.4
27	27.1	27.1	26.8	27.0	5.2	5.1	5.4	5.2	9.0	9.0	9.0	9.0	359.0	358.8	349.3	354.1	224.0	224.1	220.2	221.7
28	26.0	26.1	25.9	25.9	5.2	5.1	5.6	5.3	8.7	8.7	8.7	8.7	353.2	355.1	347.9	348.7	225.6	226.0	222.0	223.6
29	25.8	25.9	25.7	25.7	5.1	4.8	5.5	5.0	8.7	8.6	8.6	8.6	349.4	351.9	347.3	348.0	223.8	225.1	222.5	224.6
30	26.1	26.1	26.0	26.0	5.8	5.6	6.1	5.8	8.7	8.7	8.8	8.7	344.1	343.6	342.3	345.0	223.9	223.4	222.1	222.9
31	27.0	27.0	27.1	27.0	5.9	5.6	5.6	5.7	8.8	8.7	8.7	8.7	346.4	355.4	346.3	348.5	223.2	226.3	223.1	222.4
32	26.8	26.9	26.8	26.8	5.9	5.5	5.5	5.6	8.7	8.7	8.7	8.7	363.8	363.9	358.3	366.9	228.5	228.4	225.2	230.6
33	27.3	27.3	27.2	27.2	4.7	4.4	4.8	4.4	8.8	8.7	8.8	8.8	364.7	365.2	361.3	366.8	228.1	229.2	225.9	230.1

34	27.6	27.6	27.5	27.5	5.0	4.7	5.1	5.2	8.7	8.7	8.8	8.7	367.0	367.5	362.2	366.3	227.7	228.0	225.1	227.2
35	27.6	27.4	27.7	27.7	5.5	5.6	5.8	5.9	8.7	8.8	8.8	8.8	359.7	364.6	355.5	366.8	227.3	227.9	225.4	228.6
36	27.3	27.4	27.3	27.5	4.7	4.3	4.7	4.6	9.0	8.9	9.1	8.9	362.0	365.6	359.7	364.3	225.1	226.9	224.6	225.1
37	27.4	27.5	27.4	27.5	5.2	4.8	5.0	4.9	9.0	9.0	9.1	9.0	361.2	363.1	356.6	359.7	224.7	225.6	221.8	222.7
38	26.3	26.1	25.9	25.9	5.6	5.6	5.4	5.6	9.0	8.9	8.9	8.9	355.3	363.9	354.9	362.0	223.1	226.2	224.8	225.1
39	25.8	25.8	25.7	25.8	5.7	5.2	5.7	5.5	9.0	8.9	9.0	8.9	357.8	358.3	354.2	352.0	229.3	229.6	227.2	225.3
40	25.1	25.2	25.1	25.1	5.4	5.2	5.2	5.2	8.8	8.8	8.9	8.8	352.5	354.2	348.0	347.5	228.7	229.7	226.0	225.4
41	27.4	27.1	27.4	27.3	4.9	4.5	5.1	4.7	9.0	9.0	9.0	9.1	362.2	365.3	363.3	363.7	226.3	228.4	226.1	226.1
42	26.3	26.3	26.2	26.2	5.5	4.9	5.3	4.9	8.9	8.9	8.9	8.8	346.3	350.0	343.9	346.5	220.1	222.4	218.3	220.0
43	26.8	26.8	26.7	26.7	5.1	5.0	5.3	5.0	9.0	9.0	9.0	9.0	355.3	358.6	350.9	353.4	223.5	225.7	221.1	222.7
44	27.1	27.1	27.1	27.0	5.2	4.7	4.9	4.9	8.9	8.9	9.2	9.1	359.3	362.2	356.2	357.6	225.2	226.7	222.9	224.0
45	25.9	27.1	27.1	26.8	5.6	4.9	5.0	4.8	8.7	8.6	8.7	8.7	346.2	357.7	349.9	357.9	221.9	225.8	219.6	224.5
46	27.1	27.4	27.1	27.0	5.4	5.1	5.2	4.9	8.7	8.6	8.8	8.7	353.3	356.1	338.3	355.0	225.0	227.0	216.7	227.3
47	26.5	27.4	26.6	26.8	3.8	3.7	4.1	3.7	8.8	8.6	8.7	8.8	347.2	364.1	350.6	357.1	223.2	227.0	219.6	190.9
48	27.6	27.6	27.2	26.6	1.7	1.8	1.3	1.2	8.5	8.4	8.5	8.6	673.9	724.2	863.4	587.6	413.5	444.5	535.3	419.5
49	27.3	26.8	27.2	26.3	1.1	1.3	0.9	1.0	8.7	8.6	8.7	8.7	339.1	362.8	356.9	468.9	224.2	267.6	241.3	231.6
50	27.9	27.0	27.0	27.1	1.4	0.9	0.9	1.0	8.7	8.8	8.7	8.8	465.5	365.1	350.7	362.5	324.2	234.6	280.8	241.4
51	27.6	27.6	27.2	27.7	1.2	1.8	1.1	1.4	8.5	8.4	8.5	8.5	673.9	724.2	863.4	702.1	413.5	444.5	535.3	430.1
52	27.7	27.8	27.5	27.6	1.9	1.9	1.8	1.9	8.4	8.5	8.3	8.5	781.1	745.8	959.1	826.7	483.4	451.2	598.9	454.0
53	26.1	26.2	26.0	26.1	0.8	0.7	0.7	0.8	8.4	8.4	8.4	8.4	417.0	378.3	515.3	480.1	265.3	240.4	328.3	306.2
54	25.3	25.3	25.2	25.2	0.6	0.9	1.1	0.9	8.5	8.4	8.5	8.4	366.1	353.8	459.5	431.8	237.0	228.7	298.0	279.5
55	25.4	25.3	25.3	25.4	1.1	1.2	0.9	1.3	8.5	8.4	8.5	8.5	357.2	354.9	412.5	405.2	233.9	231.2	268.7	266.3
56	25.4	25.5	25.4	25.5	1.8	1.3	1.6	1.2	8.5	8.5	8.4	8.6	365.7	364.9	416.0	417.2	236.7	235.7	268.9	269.5
57	26.8	26.8	26.9	27.0	1.0	1.9	1.1	1.6	8.6	8.5	8.7	8.6	333.3	337.8	347.6	358.7	209.5	213.9	221.2	224.5
58	27.2	27.2	27.2	27.3	0.9	1.7	0.9	1.5	8.4	8.4	8.5	8.4	331.6	336.8	351.7	352.1	206.9	210.0	219.6	189.8
59	27.8	27.8	27.7	27.8	2.1	2.2	2.2	2.3	8.6	8.6	8.6	8.6	342.4	345.9	359.9	362.9	211.6	213.5	222.6	223.8
60	28.1	28.1	28.0	28.0	3.6	3.2	3.5	3.2	8.4	8.4	8.5	8.4	350.1	351.6	369.6	368.0	215.9	219.9	227.6	227.9
61	27.9	27.9	27.8	27.9	3.5	3.3	3.1	3.6	7.9	7.9	7.8	7.9	350.2	355.4	348.3	361.3	215.6	218.5	214.5	222.6
62	27.8	27.9	27.6	27.8	2.2	2.7	2.2	3.1	8.6	8.6	8.5	8.6	352.4	354.1	349.4	347.3	217.5	218.2	216.3	214.3
63	27.4	27.5	27.3	27.5	2.6	3.4	1.7	3.4	8.6	8.6	8.5	8.7	355.9	357.0	356.1	352.1	221.0	221.7	220.7	218.3
64	26.4	26.5	26.4	26.5	3.1	3.9	2.7	3.8	8.6	8.5	8.5	8.6	352.9	354.5	354.5	348.9	223.9	224.0	221.3	220.5
65	26.4	26.5	26.5	26.4	3.8	5.1	3.7	4.6	8.9	8.8	9.0	9.0	343.8	346.1	345.3	346.7	219.1	219.2	218.9	217.4
66	26.6	26.7	26.8	26.8	3.5	5.1	3.4	4.0	8.9	8.9	9.0	8.8	350.1	347.5	346.6	348.3	219.6	219.0	219.8	218.7
67	25.9	25.9	26.0	26.0	3.6	4.0	3.8	3.3	8.8	8.8	8.8	8.8	336.1	346.0	320.2	340.5	214.9	223.1	220.1	223.0
68	25.9	25.9	25.7	25.6	4.4	4.5	3.4	3.7	8.8	8.8	8.7	8.8	353.0	350.3	350.4	351.1	227.3	225.4	225.1	224.8
69	25.8	25.9	25.8	25.8	3.8	3.7	3.2	3.3	8.6	8.6	8.5	8.6	352.8	357.3	351.1	354.3	227.0	229.6	225.2	235.9
70	26.6	26.6	26.5	26.7	3.0	2.7	3.4	2.4	8.7	8.6	8.7	8.7	355.6	359.3	349.8	358.4	224.9	226.4	221.4	226.4
71	26.9	27.0	26.8	26.8	2.8	2.8	3.2	1.9	8.8	8.8	8.7	8.9	363.6	366.2	355.0	365.3	227.8	229.6	223.3	228.3
72	26.9	26.8	26.7	27.0	3.3	3.5	3.3	3.3	8.9	8.9	8.8	8.9	356.8	357.8	357.1	364.7	223.0	224.3	223.8	224.0
73	26.6	26.5	26.4	26.4	3.8	3.4	3.0	3.3	8.9	8.9	8.8	8.9	355.5	357.5	352.2	351.2	224.7	226.0	223.0	222.5
74	26.3	26.3	26.3	26.3	3.7	3.6	3.0	3.3	9.1	9.0	9.2	9.1	350.8	352.1	347.5	349.6	222.4	223.2	220.5	221.8
75	26.6	26.7	26.5	26.5	3.2	3.8	3.1	2.9	9.0	9.1	9.0	9.1	348.7	350.0	347.6	351.1	221.8	221.1	219.3	221.4
76	27.0	27.1	27.0	26.8	3.4	3.7	3.1	3.2	9.0	9.0	8.9	9.0	346.0	350.1	352.0	350.2	221.6	220.9	220.1	221.8

77	27.2	27.1	27.0	27.2	3.4	2.8	2.6	2.4	9.0	9.1	9.0	9.0	356.2	360.6	353.0	357.4	224.3	225.7	221.4	224.3
78	26.7	26.4	26.7	26.7	4.5	5.0	4.6	4.1	9.1	9.1	9.2	9.1	349.1	345.5	344.1	351.3	220.4	218.1	219.0	221.4
79	28.0	28.0	28.1	28.0	4.2	3.7	3.2	3.1	9.1	9.0	9.1	9.0	363.7	371.7	362.8	368.6	226.0	229.9	224.9	228.5
80	26.9	26.8	26.9	26.9	3.8	4.2	3.8	3.8	9.2	9.1	9.2	9.2	350.5	350.8	351.8	353.9	220.0	220.2	220.5	222.2
81	26.9	26.9	26.8	26.9	3.0	3.7	2.9	2.9	8.4	8.2	8.3	8.4	353.9	353.6	352.8	355.6	222.0	221.8	221.7	222.8
82	26.7	26.8	26.7	26.8	3.3	3.6	3.0	3.0	8.4	8.3	8.5	8.5	354.7	356.5	353.1	339.6	223.1	224.0	222.4	224.3
83	27.1	27.2	27.2	27.1	3.5	3.7	3.2	3.3	8.9	8.8	8.9	8.9	361.4	361.4	358.3	361.5	226.2	227.4	225.1	226.3
84	27.3	27.3	26.9	27.3	3.5	3.4	3.6	2.8	9.0	9.0	9.0	9.0	354.9	357.5	348.9	357.5	221.0	222.3	218.8	222.8
85	27.7	27.7	27.5	27.7	3.2	3.2	3.3	3.1	9.1	9.0	9.1	9.1	359.1	362.3	356.2	361.6	222.4	224.2	222.1	223.5
86	27.0	26.9	26.9	27.0	3.1	3.6	3.5	3.4	9.1	9.0	9.0	9.1	357.4	355.8	350.8	353.6	221.6	221.8	222.4	222.2
87	27.0	27.0	27.1	27.1	3.5	3.7	3.4	3.2	9.1	9.0	9.0	9.1	357.6	355.1	354.9	355.0	222.8	223.1	223.5	223.9
88	26.9	26.8	26.9	26.9	3.3	4.0	3.3	2.8	8.8	8.8	8.8	8.8	357.8	361.1	357.2	361.8	224.8	226.6	224.1	227.1
89	27.2	27.2	27.2	27.3	3.5	3.9	3.3	2.7	9.0	9.0	9.0	9.1	362.0	366.0	362.7	366.8	226.0	228.3	226.3	228.6
90	27.0	27.1	27.0	27.0	3.8	3.4	2.6	2.7	9.1	8.9	9.3	9.2	357.0	363.1	357.8	365.0	222.9	226.6	224.1	227.9
Promedio	26.8	26.9	26.8	26.8	4.1	4.2	4.1	4.0	8.7	8.7	8.8	8.8	367.4	368.9	373.8	371.7	231.6	232.3	236.5	232.4
Desviación	0.64	0.62	0.61	0.63	1.51	1.40	1.57	1.49	0.24	0.23	0.24	0.23	66.37	68.13	100.48	68.45	40.75	40.56	62.29	40.36
Máximo	28.1	28.1	28.1	28.0	6.2	6.1	6.3	5.9	9.2	9.1	9.3	9.2	781.1	745.8	959.1	826.7	483.4	451.2	598.9	454.0
Mínimo	25.1	25.2	25.1	25.1	0.6	0.7	0.7	0.8	7.9	7.9	7.8	7.9	331.6	336.8	320.2	339.6	206.9	210.0	214.5	189.8

Anexo 3

Promedio quincenal de los parámetros amonio, nitrito y dióxido de carbono, registrado en cada tratamiento, durante el cultivo de alevinos de *Piaractus brachipomus*, “paco” con tres diferentes porcentajes de probiótico EM-Camarón®, durante 90 días.

Amonio (mg/l)																		
Muestreo	T1				T2				T3				T4					
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio		
M1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
M2	0.2	0.2	0.6	0.3	0.2	0.6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.3		
M3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
M4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
M5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
M6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
Promedio total				0.2					0.2					0.2				
Desviación				0.1					0.1					0.0				
Nitrito (mg/l)																		
Muestreo	T1				T2				T3				T4					
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio		
M1	0.05	0.2	0.05	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
M2	0.6	0.05	0.05	0.23	0.2	0.4	0.4	0.33	0.05	0.3	0.1	0.15	0.05	0.05	0.1	0.07		
M3	0.05	0.1	0.2	0.12	0.1	0.1	0.1	0.10	0.2	0.2	0.05	0.15	0.2	0.2	0.1	0.17		
M4	0.2	0.1	0.1	0.13	0.1	0.2	0.1	0.13	0.05	0.2	0.1	0.12	0.1	0.2	0.1	0.13		
M5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.1	0.08		
M6	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
Promedio total				0.11					0.13					0.09				
Desviación				0.13					0.11					0.08				
Dióxido de carbono (mg/l)																		
Muestreo	T1				T2				T3				T4					
	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio		
M1	3.0	5.0	5.0	4.3	6.0	5.0	4.0	5.0	6.0	3.0	5.0	4.7	5.0	6.0	6.0	5.7		
M2	3.0	5.0	5.0	4.3	6.0	5.0	4.0	5.0	6.0	3.0	5.0	4.7	5.0	6.0	6.0	5.7		
M3	5.0	8.0	4.0	5.7	4.0	8.0	3.0	5.0	8.0	3.0	3.0	4.7	5.0	7.0	9.0	7.0		
M4	6.0	4.0	4.0	4.7	5.0	4.0	5.0	4.7	6.0	6.0	5.0	5.7	3.0	3.0	2.0	2.7		
M5	8.0	10.0	8.0	8.7	7.0	9.0	8.0	8.0	10.0	6.0	9.0	8.3	5.0	11.0	10.0	8.7		
M6	4.0	3.0	3.0	3.3	5.0	5.0	4.0	4.7	4.0	6.0	8.0	6.0	4.0	4.0	3.0	3.7		
Promedio total				5.2					5.4					5.7				
Desviación				2.1					1.6					2.1				

