

**NO SALE A  
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA.



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS.**

Escuela de Formación Profesional

De Acuicultura.

**“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.”**

TESIS

Requisito para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO ACUICULTOR.**

AUTOR:

**HARVEY SATALAYA ARELLANO.**

DONADO POR:

*Harvey Satalaya Arellano*

*Iquitos, 17 de 02 de 2014*

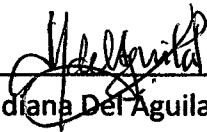
IQUITOS – PERÚ.

2013



029

**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR.**



---

Blga. Marina Claudiana Del Aguila Pizarro, M.Sc.

**PREDIDENTE**



---

Blga. Rossana Cubas Guerra, M.Sc.

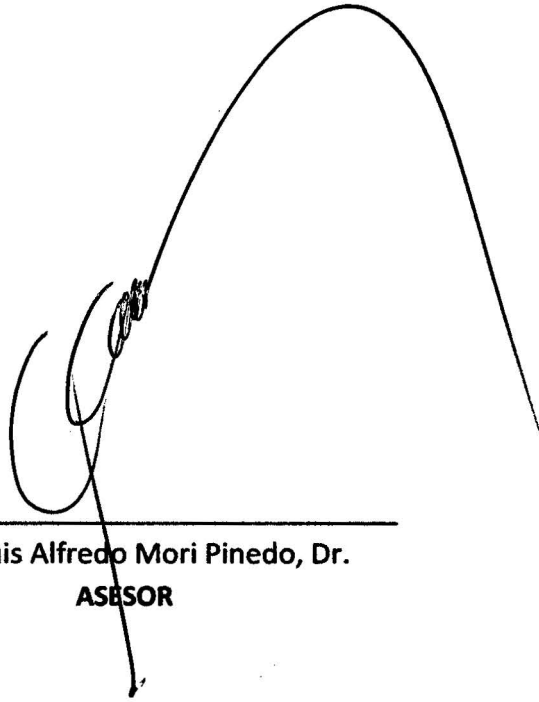
**MIEMBRO**



---

Blga. Emer Gloria Pizango Paima, M.Sc.

**MIEMBRO**

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'L' and 'M' followed by a series of loops and a long, sweeping arch that extends to the right. The signature is positioned above a horizontal line.

**Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo, Dr.**  
**ASBSOR**



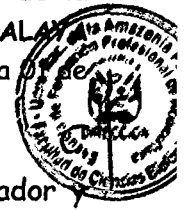
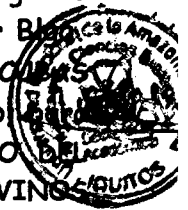
**UNAP**

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

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
Iquitos, 18 de octubre de 2013



En la ciudad de Iquitos, a los dieciocho (18) días del mes de octubre de 2013 y, siendo las 17:10 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 por RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 033-2012-DEFP-A-UNAP, presidido e integrado por **MARINA CLAUDIANA DEL ÁGUILA PIZARRO, M.Sc., Presidente**; **Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc., Miembro**; y **Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc., Miembro**; para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: "EFECTO BIOTECNOLÓGICO (MICROORGANISMOS EFICIENTES) SOBRE EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE PACO *Piaractus brachyomus* (CUVIER, 1818) CONFINADOS EN JAULAS DURANTE LA SEGUNDA FASE DE ALEVINAJE EN PADRE ABAD - PERÚ", realizado por el bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela Profesional de Acuicultura: **HARVEY SATALAY RELLANO** de la Promoción II-2007, graduado de Bachiller con R.R. N° 1327-2008-UNAP de fecha julio de 2008; reconociendo como asesor: **Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.**

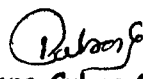


Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la valuación del desempeño del bachiller,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

Al culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por el bachiller, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto: APROBAR EXCELENTE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO EXCELENTE; quedando en consecuencia el candidato apto 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 19:05 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de sustentación por triplicado.

  
**Marina Claudiana del Aguila Pizarro**  
**PRESIDENTE**

  
**Rossana Cubas Guerra**  
**MIEMBRO**

  
**Emer Gloria Pizango Paima**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA.**

Aprendí que no importa lo que pase, o lo mal que parece hoy en día,

La vida sigue y mañana será mejor.

Aprendí que “saber ganar” la vida no es lo mismo que “saber vivir”

Anónimo.

**Aprendí que todavía tengo mucho que aprender...**

Con infinito amor y cariño:

**A mis padres:** Roger Satalaya por ser amigo y maestro en todo momento, Lucelida Arellano por su cariño y estímulo constante en mi superación personal.

**A mis hermanos:** Mery, Johann, Geovanna y Gian Marco por su apoyo imperecedero y desinteresado en todo momento.

**A mi esposa:** Rosmery Schmidt, por su paciencia, comprensión y ternura que me brinda sobre todo por el fruto de nuestro amor Harvey Fabricio que es la inspiración para seguir superando nuevos retos.

**A mis abuelos** Antonio Arellano y Lucrecia Valderrama como también a mis tías Juana, Yasodara y María Lucrecia por todo el apoyo que me brindaron.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Mi más profundo agradecimiento y sincera gratitud:

- A **Dios**, por andar siempre a mi lado iluminando mi camino, brindándome la fuerza y el entendimiento para salir adelante ayer, hoy y siempre.
  
- A la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, quien a través de los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas en especial a los catedráticos del Departamento Académico de Hidrobiología por la formación profesional que me brindaron para fomentar y contribuir con el desarrollo sostenible de la Amazonía peruana a través de la Acuicultura.
  
- A mis padres: **Roger y Lucelida** como también a mis hermanos: **Johann, Geovanna, Mery, Gian Marco** y a mi familia en general por el apoyo incondicional sobre todo por sus paciencia y comprensión, gracias por creer en mí, siempre los tengo en mi corazón con admiración y respeto.
  
- Al **Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo. Dr.**; investigador y catedrático de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por su profesionalismo, valiosa ayuda y aporte en la dirección de esta tesis. Mi admiración, gratitud y todo mi respeto.

- A la **Municipalidad Provincial de Padre Abad**, por el apoyo logístico recibido a través de la Gerencia de Desarrollo Económico y Social, con la designación del personal de campo para la realización eficiente y oportuna de la parte experimental de la tesis.
  
- A la **Eco. Esther Ramírez Acosta**, por darme la responsabilidad y confianza para dirigir la actividad piscícola en la Provincia de Padre Abad como Coordinador del Proyecto de Inversión Pública: Mejoramiento de la Infraestructura Piscícola Municipal, Aguaytía, Provincia de Padre Abad – Ucayali. Código SNIP 111761 y que mediante este proyecto se financió la tesis.
  
- Al **Ing. Walter Cunya Jorge**, por el apoyo brindado en la elaboración del presente trabajo con la facilitación de las bibliografías y donación del probiótico EM (microorganismos eficientes), asimismo por la cooperación generosa en la ejecución de la tesis.
  
- Al **Blgo. Julio Cesar Villa Lavy**, por su apoyo desinteresado y sus acertadas correcciones y sugerencias.
  
- Al **Bach. Segundo Zenón Campo Villacorta**, compañero de trabajo y amigo por su apoyo constante en las labores realizadas en la ejecución de la tesis.

- A los señores: **Frank Núñez, Israel Antonio, Elder Aliana, Neumer Castillejos y Elí Guerra**, por todo el esfuerzo y empeño que me ayudaron en la vigilancia y en la construcción de las jaulas, sobre todo por el ánimo que me brindaron, sé que lo hicieron de la mejor manera para poder terminar el trabajo que estaba realizando de ustedes buenos recuerdos tengo mis queridos amigos.
  
- Y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización y culminación del presente trabajo.

*¡A todos muchas gracias!*



## ÍNDICE DE CONTENIDO.

|  | Página    |
|--|-----------|
| <b>LISTA DE TABLAS</b> .....   | xii       |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | xiv       |
| <b>LISTA DE ANEXOS</b> .....   | xvi       |
| <b>RESUMEN</b> .....   | xvii      |
| <b>I. Introducción</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>II. Revisión de literatura</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>III. Materiales y métodos</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>3.1. Material Biológico</b> .....   | <b>16</b> |
| 3.1.1. Generalidades de la especie <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” ..... | 17        |
| 3.1.2. Generalidades del probiótico EM (microorganismos eficientes) .....      | 18        |
| <b>3.2. Área de estudio</b> .....  | <b>19</b> |
| 3.2.1. Localización geográfica .....   | 20        |
| 3.2.2. Climatología .....  | 21        |
| 3.2.3. Descripción básica de la Piscigranja Municipal “Centro Yúrac.” .....    | 21        |
| <b>3.3. Periodo del experimento</b> .....                                      | <b>22</b> |
| <b>3.4. Diseño experimental</b> .....  | <b>22</b> |
| <b>3.5. Unidades experimentales</b> .....                                      | <b>23</b> |
| <b>3.6. Infraestructura</b> .....  | <b>24</b> |
| <b>3.7. Protocolo de preparación de estanques piscícolas</b> .....             | <b>25</b> |
| <b>3.8. Acondicionamiento de los alevinos a condiciones de manejo</b> .....    | <b>26</b> |
| <b>3.9. Adiestramiento de los alevinos al probiótico EM</b> .....              | <b>26</b> |
| a) Fase de adaptación.....   | 27        |
| b) Fase de seguimiento.....  | 27        |
| c) Fase final.....   | 27        |
| <b>3.10. Determinación de tratamientos y repeticiones</b> .....                | <b>27</b> |
| <b>3.11. Densidad de siembra</b> .....   | <b>29</b> |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.12. | Manejo nutricional.....   | 29 |
| 3.13. | Método de impregnación del probiótico EM al alimento balanceado.....                | 30 |
| 3.14. | Raciones experimentales.....  | 31 |
| 3.15. | Evaluaciones biométricas.....   | 32 |
| 3.16. | Índices zootécnicos.....  | 33 |
|       | a) Peso medio inicial de los peces – $PM_i$ (g).....                                | 33 |
|       | b) Peso medio final de los peces – $PM_f$ (g).....                                  | 33 |
|       | c) Ganancia de peso medio – GPM (g).....  | 33 |
|       | d) Ganancia de peso diario – GPD ( $g.d^{-1}$ ).....                                | 33 |
|       | e) Supervivencia – S% (%).....  | 34 |
|       | f) Biomasa inicial – $BIO_i$ (kg).....  | 34 |
|       | g) Biomasa final – $BIO_f$ (kg).....  | 34 |
|       | h) Ganancia de biomasa – GBIO (kg).....   | 34 |
|       | i) Ganancia de biomasa × unidad de volumen – $GBIOm^3$ ( $kg.m^{-3}$ ).....         | 34 |
|       | j) Ganancia de biomasa diaria × unidad de volumen – $GBIODm^3$ ( $kg.m^{-3}$ )..... | 34 |
|       | k) Índice de crecimiento específico – SGR.....                                      | 34 |
|       | l) Índice de conversión alimenticia aparente – ICAA.....                            | 35 |
| 3.17. | Análisis de calidad de agua.....  | 35 |
| 3.18. | Análisis de datos.....  | 36 |
| IV.   | Resultados.....   | 37 |
| 4.1.  | Índices de producción.....  | 37 |
|       | 4.1.1. Crecimiento en longitud total (cm). ....                                     | 40 |
|       | 4.1.2. Crecimiento en peso total (g). ....  | 42 |
| 4.2.  | Índices zootécnicos.....  | 44 |
|       | 4.2.1. Ganancia de biomasa.....   | 45 |
|       | 4.2.2. Ganancia de biomasa x unidad de volumen.....                                 | 46 |
|       | 4.2.3. Índice de conversión alimenticia aparente. ....                              | 47 |
|       | 4.2.4. Índice de crecimiento específico. ....                                       | 47 |
|       | 4.2.5. Supervivencia.....   | 48 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 4.3. Calidad de agua.....             | 49 |
| 4.3.1. Temperatura del agua.....      | 51 |
| 4.3.2. Transparencia.....             | 52 |
| 4.3.3. Conductividad eléctrica.....   | 54 |
| 4.3.4. Oxígeno disuelto.....          | 55 |
| 4.3.5. pH.....                        | 56 |
| V. Discusión.....                     | 57 |
| 5.1. Índices de producción.....       | 57 |
| 5.2. Índices zootécnicos.....         | 61 |
| 5.3. Calidad de agua.....             | 64 |
| VI. Conclusiones.....                 | 66 |
| VII. Recomendaciones.....             | 68 |
| VIII. Referencias bibliográficas..... | 70 |
| IX. Anexos.....                       | 81 |

## LISTA DE TABLAS.

|  | Página. |
|--|---------|
| <b>Tabla 1.</b> Composición del probiótico EM (microorganismos eficientes) aplicado en la alimentación de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....  | 16      |
| <b>Tabla 2.</b> Determinación de los tratamientos en las unidades experimentales durante el experimento. ....  | 28      |
| <b>Tabla 3.</b> Características de los tratamientos utilizados en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante la segunda fase de alevinaje incorporando al alimento balanceado, probiótico EM (microorganismos eficientes). .... | 28      |
| <b>Tabla 4.</b> Características del alimento balanceado según etapas de crecimiento utilizado en el experimento.....   | 30      |
| <b>Tabla 5.</b> Dosificación del probiótico EM (microorganismos eficientes) incorporado al alimento balanceado durante el experimento.....   | 32      |
| <b>Tabla 6.</b> Parámetros físico-químicos que se analizaron según métodos y frecuencia de análisis durante el experimento. ....   | 35      |
| <b>Tabla 7.</b> Valores medios del desempeño productivo en longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....  | 37      |
| <b>Tabla 8.</b> Análisis de variancia inicial con respecto a la longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....   | 38      |
| <b>Tabla 9.</b> Análisis de variancia final con respecto a la longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....   | 38      |
| <b>Tabla 10.</b> Valores medios del desempeño productivo en peso total (g) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....  | 39      |
| <b>Tabla 11.</b> Análisis de variancia inicial con respecto al peso total (g) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....   | 40      |
| <b>Tabla 12.</b> Análisis de variancia final con respecto al peso total (g) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....   | 40      |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 13.</b> Valores medios del desempeño productivo en longitud total (cm) inicial y final en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días..                            | 41 |
| <b>Tabla 14.</b> Valores medios del desempeño productivo en peso total (cm) inicial y final en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días.....                             | 43 |
| <b>Tabla 15.</b> Alimento total consumido en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 45 |
| <b>Tabla 16.</b> Valores medios de la ganancia de biomasa (kg) en cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 46 |
| <b>Tabla 17.</b> Valores medios de la ganancia de biomasa x unidad de volumen (kg.m <sup>-3</sup> ) en cultivo de alevinos de paco <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....                   | 47 |
| <b>Tabla 18.</b> Valores medios del índice de conversión alimenticia aparente e índice de crecimiento específico en cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....           | 47 |
| <b>Tabla 19.</b> Valores medios de sobrevivencia (%) en cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 48 |
| <b>Tabla 20.</b> Valores medios de las características físico-químicas del agua del estanque N° E-3 en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....                     | 50 |
| <b>Tabla 21.</b> Valores medios de máximo y mínimos de las características físico-químicas del agua del estanque N° E-3 en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. .... | 50 |

## LISTA DE FIGURAS.

Página.

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Imagen satelital de la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac"; lugar donde se realizó el experimento durante 90 días.....   | 19 |
| <b>Figura 2.</b> Ubicación Política de la Provincia de Padre Abad en la Región Ucayali.....  | 20 |
| <b>Figura 3.</b> Acondicionamiento de las unidades experimentales en 2 hileras de 8 jaulas.  | 23 |
| <b>Figura 4.</b> Estanque N° E-3, infraestructura piscícola donde se realizó el experimento durante 90 días. ....  | 24 |
| <b>Figura 5.</b> Protocolo de preparación del estanque piscícola previo al experimento. ....   | 25 |
| <b>Figura 6.</b> Acondicionamiento en laboratorio de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" utilizando tanques de maternidad para el adiestramiento a la alimentación. ..   | 26 |
| <b>Figura 7.</b> Distribución de las jaulas como unidades experimentales durante el experimento en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco".....  | 28 |
| <b>Figura 8.</b> Codificación de las unidades experimentales en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" durante la segunda fase de alevinaje incorporando al alimento balanceado, probiótico EM (microorganismos eficientes). .... | 29 |
| <b>Figura 9.</b> Técnica de impregnación del probiótico EM (microorganismos eficientes) aplicado al alimento balanceado.....   | 31 |
| <b>Figura 10.</b> Mediciones de los parámetros físico-químicos del agua del estanque N° E-3, donde se realizó el experimento. ....   | 36 |
| <b>Figura 11.</b> Evolución del crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" en longitud total (cm) durante 90 días.....   | 41 |
| <b>Figura 12.</b> Ganancia de longitud medio (cm) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" durante 90 días.....  | 42 |
| <b>Figura 13.</b> Evolución del crecimiento en peso total (g) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" durante 90 días.....  | 43 |
| <b>Figura 14.</b> Ganancia de peso medio (g) de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , "paco" durante 90 días.....   | 44 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 15.</b> Alimento total consumido en el cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 45 |
| <b>Figura 16.</b> Valores medios de la ganancia de biomasa (kg) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 46 |
| <b>Figura 17.</b> Valores medios del índice de conversión alimenticia aparente e índice de crecimiento específico en cultivo de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. .... | 48 |
| <b>Figura 18.</b> Valores medios de sobrevivencia (%) en crecimiento de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , “paco” durante 90 días. ....   | 49 |
| <b>Figura 19.</b> Valores medios de temperatura del agua (°C) registrados durante 90 días de cultivo. ....  | 51 |
| <b>Figura 20.</b> Valores medios de máximo y mínimo de temperatura del agua (°C) registrados durante 90 días de cultivo. ....   | 52 |
| <b>Figura 21.</b> Valores medios de transparencia (cm) registrados durante 90 días de cultivo. ....   | 53 |
| <b>Figura 22.</b> Valores medios de máximo y mínimo de transparencia (cm) registrados durante 90 días de cultivo. ....  | 53 |
| <b>Figura 23.</b> Valores medios de conductividad eléctrica (μS/cm) registrados durante 90 días de cultivo. ....  | 54 |
| <b>Figura 24.</b> Valores medios de máximo y mínimo de conductividad eléctrica (μS/cm) registrados durante 90 días de cultivo. ....   | 54 |
| <b>Figura 25.</b> Valores medios de oxígeno disuelto (mg/l) registrados durante 90 días de cultivo. ....  | 55 |
| <b>Figura 26.</b> Valores medios de máximo y mínimo del oxígeno disuelto (mg/l) registrados durante 90 días de experimento. ....  | 55 |
| <b>Figura 27.</b> Valores medios de pH (UI) registrados durante 90 días de cultivo. ....  | 56 |
| <b>Figura 28.</b> Valores medios de máximo y mínimo de pH (UI) registrados durante 90 días de cultivo. ....   | 56 |

## LISTA DE ANEXOS.

|   | Página. |
|---|---------|
| <b>Anexo 1.</b> Construcción de jaulas. ....                                      | 81      |
| <b>Anexo 2.</b> Instalación de las jaulas.....                                    | 81      |
| <b>Anexo 3.</b> Preparación del estanque N° E-3. ....                             | 82      |
| <b>Anexo 4.</b> Codificación y protección de las jaulas. ....                     | 82      |
| <b>Anexo 5.</b> Fase previa del experimento.....                                  | 83      |
| <b>Anexo 6.</b> Preparación del probiótico EM. ....                               | 83      |
| <b>Anexo 7.</b> Alimentación al voleo a los alevinos de paco.....                 | 84      |
| <b>Anexo 8.</b> Control de alimento sobrenadante.....                             | 84      |
| <b>Anexo 9.</b> Evaluación inicial de crecimiento. ....                           | 85      |
| <b>Anexo 10.</b> Evaluación final de crecimiento. ....                            | 85      |
| <b>Anexo 11.</b> Procesamiento de ANOVA inicial en longitud total. ....           | 86      |
| <b>Anexo 12.</b> Procesamiento de ANOVA final en longitud total.....              | 87      |
| <b>Anexo 13.</b> Procesamiento de ANOVA inicial en peso total.....                | 88      |
| <b>Anexo 14.</b> Procesamiento de ANOVA final en peso total. ....                 | 89      |
| <b>Anexo 15.</b> Imagen Satelital de la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac"..... | 90      |
| <b>Anexo 16.</b> Análisis Económico: Costo-Beneficio. ....                        | 91      |



## RESUMEN.

El experimento se realizó en la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac" ubicada en la región Ucayali, durante los meses de noviembre del 2012 a marzo del 2013; fueron manejadas 16 jaulas de 1 m<sup>3</sup> cada una, instaladas en un estanque de tierra por excavación de 953.58 m<sup>2</sup> de espejo de agua con una densidad de carga de 20 peces por jaula, con peso y longitud promedios de 12.36 ± 0.09 g y 8.54 ± 0.11 cm respectivamente. Los alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco", fueron alimentadas con piensos del tipo extrusado conteniendo 28% PB, incorporándole diferentes dosis del probiótico EM (microorganismos eficientes) en proporción de: T0 (dieta control), T1 (2 ml/kg), T2 (4 ml/kg) y T3 (6 ml/kg). El periodo experimental fue de 90 días. Los peces fueron alimentados 2 veces al día (07:00 am y 17:00 pm) a razón del 6% de la biomasa. Fue utilizado un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas para cada tratamiento. Los resultados demostraron 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%. El análisis de variancia (ANOVA) de los pesos finales (P<0.05) mostraron que existe diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a los parámetros físico-químicos del agua se encontraron dentro de los rangos permisibles para el cultivo de la especie.

## I. INTRODUCCIÓN.

La Acuicultura en la Región Ucayali es una actividad productiva relativamente limitada pero con ventajas comparativas y competitivas para su desarrollo. Durante sus inicios se practicó a nivel de subsistencia, donde posteriormente durante los últimos años ha tenido un desarrollo acelerado, debido fundamentalmente a los avances obtenidos en el proceso de producción de alevinos de especies nativas como *Colossoma macropomum* "gamitana" y *Piaractus brachypomus* "paco" (Reyes, 1998). Desde entonces, el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), ha generado tecnologías para la crianza de especies como, *Colossoma macropomum* "gamitana"; *Piaractus brachypomus* "paco", *Prochilodus nigricans* "boquichico" y *Arapaima gigas* "paiche" y que estas especies han sido priorizadas teniendo en cuenta su rusticidad, adaptación al cultivo, excelente tasa de crecimiento y conversión alimenticia y por aceptar muy bien el alimento balanceado, permitiendo prever que estas especies cultivadas en estanques serán en los próximos años la base de gran parte de la producción acuícola de la Región Ucayali. (Rebaza et al., 1999)

Con respecto, a las limitaciones de la Acuicultura en la Región Ucayali se indican que ha sido afectada por hechos que en el tiempo han originado su estancamiento de los cuales se puede mencionar que existe escasa coordinación entre las instituciones del Estado y no gubernamentales con intereses comunes en Acuicultura, originando trabajos repetitivos, desvinculación de gobiernos locales con los centros de

investigación (IIAP, IVITA) para la obtención de paquetes tecnológicos integrales, carencia de un Plan Estratégico de Desarrollo de la Acuicultura que lleve a definir claramente proyectos y población objetivo de acuerdo a sus potencialidades acuícolas y a un Plan de Ordenamiento de la Acuicultura Regional, inadecuada transferencia tecnológica, limitada capacidad de respuesta a exigencias cambiantes del mercado, limitaciones de gran porcentaje de la infraestructura existente, precio de alevinos por debajo de los costos de producción que desalienta la inversión privada en centros de producción de alevinos y promueve la dependencia y el asistencialismo, limitado acceso a sistemas de frío post-cosecha, dependencia de alimento balanceado producido en la costa que repercute en los costos de producción, demanda insatisfecha de tecnología acuícola validada y sostenible como alternativa a actividades tradicionales, pérdida de oportunidades de mercado y de inversión privada a mayor escala originando pulsos de interés y desengaño en los acuicultores por ofertas productivas no validadas y sostenibles, limitada capacidad para acceder a créditos bancarios, bajo número de especies ofertadas para la Acuicultura, poco desarrollo de gremios de acuicultores con conocimiento de mercados y aprovechamiento de oportunidades y carencia de profesionales especializados en Acuicultura.

En conjunto estos ítems reflejan la realidad de una Acuicultura con restricciones y cuya producción está destinada fundamentalmente al mercado local sustentada en dos o tres especies de consumo. Sin embargo el despliegue de la Acuicultura en la región Ucayali, tiene un gran potencial considerando los terrenos aptos para su desarrollo,

disponibilidad de agua y tecnología de producción desarrollada en otros países que permitirían desarrollar esta actividad con fines de exportación, requiriéndose para ello la transferencia y adaptación de tecnologías recuperando credibilidad y atrayendo a la inversión privada.

Por otra parte, si bien existe un interés para la explotación de esta actividad, y sabiendo que es necesaria la producción de alimentos para suministrar a la población mundial en crecimiento, la Acuicultura como cualquier otra actividad agrícola está siendo visto como una fuente de contaminación, principalmente por la liberación de sustancias en los efluentes que a menudo son arrojados en las fuentes de agua sin ningún tratamiento previo, lo que pudiera afectar negativamente a los recursos hídricos y como esta actividad depende en gran medida de la cantidad y calidad de este recurso natural, es evidente la importancia de realizar investigaciones alternativas y técnicas encaminadas a aumentar la producción sobre la base de la sostenibilidad medioambiental.

Es por eso que surge la idea de estudiar el efecto de los probióticos donde estudios recientes han demostrado que los microorganismos eficientes o EM-4 se han utilizado para la mejora de diversas actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería, con el fin de preservar el medio ambiente (FMO, 2006) y que el EM-4 ha corregido las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, proporcionando condiciones favorables para el trabajo de control biológico natural (CPMA, 2006); aunque de los

estudios citados, se sabe poco sobre el funcionamiento de los probióticos sobre los organismos acuáticos y el medio ambiente. Por lo tanto de acuerdo a las propiedades benéficas de los probióticos surge la necesidad de investigar la posibilidad de su uso en los sistemas de cultivo de peces destinados a aumentar los índices de producción con mejoras significativas en la productividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio tuvo como objetivo general, evaluar el efecto del probiótico EM (microorganismos eficientes) en diferentes dosis incorporados en el alimento comercial, sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" en la segunda fase de alevinaje confinados en jaulas.

En cuanto a los objetivos específicos son: demostrar el efecto de los microorganismos eficientes agregados en la dieta sobre los índices de producción en crecimiento de peso (g) y longitud (cm), calcular la eficiencia del cultivo medido a través de índices zootécnicos consecuente con el uso de los microorganismos eficientes incluidos en el alimento balanceado y examinar buenas prácticas de manejo de calidad de agua en el cultivo confinados en jaulas medido a través de parámetros físico-químicos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

**Quintero et al. (2000)**, evaluaron la utilización de probióticos en *Oreochromis sp.* "mojarra roja". En este trabajo los autores estudiaron una bacteria del género *Bacillus* otra del género *Lactobacillus* y una levadura del género *Saccharomyces*, que fueron incluida en el alimento concentrado de 38% de proteína cruda. Plantearon cuatro tratamientos: T1 (dieta control), T2 (2 g de probiótico/kg de alimento), T3 (4 g de probiótico/kg) y T4 (6 g de probiótico/kg). Indican que los resultados en ganancia de peso promedio de los tratamientos con probióticos fueron mayores al tratamiento de la dieta control. Concluyen que la inclusión de probiótico en la dieta alimenticia en la fase de levante de *Oreochromis sp.* "mojarra roja" tiene un efecto significativo sobre los parámetros productivos y que la relación de 6 g de probiótico/kg de alimento fue altamente significativa mejor que la dieta control y las demás inclusiones.

**Cruz & Mendoza (2000)**, mencionan que los probióticos son bacterias benéficas que se adicionan en el alimento para competir por sustratos de origen alimentario o sitios de adhesión bacteriana en las paredes del tracto digestivo. Asimismo, aluden que los animales acuáticos presentan poblaciones de microorganismos específicos que se encuentran formando parte de la microflora endógena bacteriana y por lo tanto, son un fiel reflejo de composición de especies microbianas presentes en el agua y cuando se presentan problemas patológicos, por lo general se asocia con la desestabilización del ecosistema.

**Douillet (2000)**, menciona que 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 es mayor a pesar de las variaciones ambientales.

**Verschuere et al. (2000)**, mencionan que la tendencia es aumentar el uso de los probióticos en la dieta en lugar que los antibióticos ya que el uso del probiótico es más racional que no deja residuos en el medio ambiente y no causa resistencia cruzada en los hombres en comparación con los antibióticos.

**Oliva (2000)**, menciona que al no considerar la segunda fase de alevinaje durante el período de cultivo de *Piaractus brachypomus* "paco", cultivados en estanques prolonga el tiempo de cultivo de esta especie de 10 a 12 meses, lográndose obtener individuos con pesos que varían entre 0.8 a 1.2 kg; mientras que experiencias preliminares en cultivo de "paco" a partir de alevinos pre-criados, reduce el tiempo de crianza de 6 a 8 meses con pesos similares a los señalados.

**Padilla et al. (2000)**, mencionan que el desarrollo de la Acuicultura está en franco progreso, habiéndose logrado avances importantes en el cultivo de diversas especies, como *Colossoma macropomum* "gamitana", *Piaractus brachypomus* "paco", *Arapaima gigas* "paiche" entre los peces y *Pomacea maculata* "churo" entre los caracoles acuáticos; este último considerado el molusco acuático de mayor tamaño.

**Gatesoupe (2000)**, hace referencia que los probióticos vienen siendo utilizados en Acuicultura para controlar enfermedades, como suplementos en los alimentos y en algunos casos se utilizan para sustituir el uso de antibióticos.

**Useche & Áviles (2001)**, mencionan que el *Piaractus brachypomus* "paco" es una de las especies que presenta gran potencial para la piscicultura debido a su rusticidad, amplios hábitos alimenticios, rápido crecimiento y porque no se reproduce en cautiverio; evitando problemas en cuanto al manejo, indican también que la especie acepta con facilidad el concentrado comercial.

**Nikoskelanem et al. (2001)**, estudiaron seis probióticos potenciales que se utilizan en dietas para humanos y en dietas para animales con miras a utilizar en piscicultura, han demostrado la capacidad de adherencia a la resistencia en la mucosa de la bilis en los peces, así como la supresión del crecimiento de patógenos tales como *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Flavobacterium psychrophilum*, que muestra la posibilidad de utilizar estos microorganismos como probióticos en piscicultura.

**FAO-OMS (2001)**, el comité de acción conjunta de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) definen los probióticos como microorganismos vivos que cuando se consume en cantidades adecuadas, proporcionan un efecto beneficioso para el huésped.



**Guevara & Mateus (2001)**, mencionan que los probióticos son suplementos alimenticios microbial vivo que contribuye a un equilibrio microbiano intestinal que permiten controlar microorganismos patógenos por medio de la estimulación del sistema inmune, mediante la acidificación del contenido intestinal activando bacterias benéficas y levaduras que aportan vitaminas y enzimas bacterianas que colaboran en una mejor degradación del alimento consumido, sinérgicamente actúan como promotores de crecimiento, debido a que su acción sobre el intestino favorece mayor absorción y utilización de nutrientes.

**Fracá-Scorvo et al. (2001)**, ostentan que el valor de la temperatura óptima para la producción de la mayoría de especies de peces de clima tropical, está entre los rangos de 25 y 28 °C y que si la variación de la temperatura no está dentro del rango, los peces dejan de desarrollarse.

**Tovar-Ramírez et al. (2002)**, evaluaron el efecto de la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y *Debaryomyces hansenii* por aspersion en la dieta microparticulada para larvas de *Dicentrarchus labrax* "lubina" a una proporción de 0.9 ml.g<sup>-1</sup> (7 x 10<sup>5</sup> ufc.g<sup>-1</sup>). Los autores indican que los efectos positivos fueron evidentes cuando se observó un incremento de la maduración digestiva de larvas alimentadas con *Debaryomyces hansenii* en relación a la dieta control y aquellas alimentadas con *Saccharomyces cerevisiae*. Mencionan además que la maduración digestiva está en función del aumento en los cocientes de actividad de diversas enzimas intestinales.

**Reuters (2002)**, hace referencia que los probióticos son microorganismos vivos que producen ácido láctico el cual reduce el pH intestinal inhibiendo el desarrollo de microorganismos patógenos del intestino (*Echerechia coli* y *Salmonella enteribitis*), y que también producen metabolitos y antibióticos que dificultan el desarrollo de los microorganismos patógenos.

**Lara-Flores et al. (2002)**, realizaron una comparación entre un promotor de crecimiento convencional y un probiótico comercial en donde utilizaron crías de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica"; prepararon tres dietas, a una de las dietas no se le adicionó ningún tipo de aditivo para que funcionara como dieta control, a otra se le adicionó 0.1% de terramicina como promotor de crecimiento convencional y a la última dieta se le añadió 0.1% de una mezcla probiótico comercial (ALL-LAC®) a base de *Lactobacillus acidophillus* y *Streptococcus faecium* ( $10^8$  ufc/g). Los resultados obtenidos en este estudio indican que el probiótico funcionó adecuadamente como promotor de crecimiento con resultados superiores a los obtenidos con la dieta suplementada con antibiótico y a la dieta control.

**Ono & Kubitza (2003)**, exteriorizan que el aspecto positivo del cultivo de peces en jaulas es la posibilidad de lograr múltiples aprovechamientos del recurso hídrico, generando menos conflicto en su uso. Mencionan además que las jaulas suelen clasificarse en volumen alto y bajo, las unidades con hasta  $6 \text{ m}^3$  se consideran jaulas de bajo volumen, mientras que las de alto volumen presentan más de  $18 \text{ m}^3$ .

**Delgado et al. (2003)**, indican que a nivel mundial el cultivo de especies acuícolas en jaulas ha crecido rápidamente durante los últimos 20 años y en la actualidad experimenta veloces cambios como respuesta a las presiones de la globalización y a la creciente demanda de productos acuáticos tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados.

**Kubitza (2003)**, demuestra que el oxígeno disuelto ( $O_2D$ ) es la variable en la calidad del agua más significativo, ejerciendo una influencia sobre la actividad, la ingesta de alimentos, el crecimiento y la conversión alimenticia de los peces y se debe mantener por encima 60% de saturación o  $4 \text{ mg.l}^{-1}$

**Galán (2004)**, considera a un alimento probiótico, aquel que cumple los siguientes requisitos: insubstancial y de efectos benéficos y que puede suministrarse solo o simultáneamente con antibióticos y que colaboran en la metabolización de los carbohidratos y a la absorción de las vitaminas en el tracto intestinal.

**Castillo (2005)**, alude que los microorganismos eficientes se utilizaron con buenos resultados en Japón y Brasil, con la finalidad de mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y que es un producto agropecuario de bajo costo, sin causar efecto negativo al medio ambiente y el consumidor. El autor también menciona que este compuesto se puede utilizar para el tratamiento de aguas residuales por su capacidad de reducir los compuestos tóxicos.

**Pillay & Kutty (2005)**, mencionan que la fase de engorde y la producción de organismos acuáticos cultivados en jaulas es una práctica relativamente nueva en la Acuicultura, aunque los orígenes del uso de jaulas servían para mantener y transportar peces por periodos cortos y que se remontan a dos siglos atrás en Asia.

**López (2005)**, menciona que en diferentes estudios han evaluado el efecto de probióticos como estimulantes del sistema inmunológico en mamíferos, pero existe escasa información sobre utilización en dietas para peces.

**Ayrosa et al. (2005)**, aluden que es posible asegurar la crianza de peces en jaulas, porque presenta ventajas comparado a una crianza convencional como: rapidez de implantación y el costo es relativamente bajo, control de densidad de siembra, sanidad de los peces, alta productividad y facilidad de manejo.

**FMO (2006)**, hacen referencia que los microorganismos eficientes o EM-4 se han utilizado para mejorar diversas actividades relacionadas a la agricultura y la ganadería, con el fin de preservar el medio ambiente. Mencionan además que los microorganismos eficientes es el resultado de cultivos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos y otras decenas de actuaciones de diferentes microorganismos (levaduras, actinomicetos, hongos, bacterias y bacterias fotosintéticas productoras de ácido láctico), que en su mayoría son ya utilizadas en la fabricación de alimentos y son inocuas para el hombre.

**Chu-Koo & Alván (2006)**, estudiaron el efecto del alimento extrusado con un tenor proteico de 28% PB en la alimentación de 6000 alevinos de *Colossoma macropomum* "gamitana" de 2 g de peso promedio y en 5000 alevinos del híbrido pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) de 3 g de peso promedio; en el experimento utilizaron 2 estanques de tierra de 7500 y 6250 m<sup>2</sup> respectivamente. A los 100 días la gamitana logró una ganancia de peso de 234.9 g; y la pacotana obtuvo una ganancia de peso de 278.2 g.

**Carrasco & Manrique (2006)**, evaluaron el efecto del ensilado biológico de vísceras de pescado en el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" cultivados en jaulas flotantes alimentados con un nivel proteico de 17% a 23% de PB, no presentando una diferencia significativa en sus resultados.

**Vine et al. (2006)**, especifican el término de probiótico como suplemento alimenticio de microorganismos vivos, que mejora el equilibrio microbiano de la flora intestinal del huésped.

**CPMA (2006)**, hacen referencia que los microorganismos eficientes o EM-4 han mejorado las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo y que proporcionan condiciones favorables para el control biológico natural, asimismo señalan que esta tecnología se ha utilizado en diversas empresas, instituciones, municipios, con resultados satisfactorios en el tratamiento de residuos líquidos y sólidos.

**Balcázar (2006)**, manifiesta que varios beneficios se observan en la utilización de probióticos en la Acuicultura, tales como: la exclusión de los agentes patógenos, fuente de nutrientes, mejora la calidad del agua y el aumento de respuesta inmune del huésped.

**Barros et al. (2007)**, expresan que las funciones inmunológicas pueden ser estimuladas con suplementos en las raciones balanceadas con inmunoestimulantes, vitaminas, minerales, nucleótidos y otros compuestos de esta forma es fundamental el entendimiento de las inter-relaciones entre los nutrientes y la acción de los suplementos en el estado nutricional de los peces.

**Linares-Aranda (2007)**, estudió el efecto del *Debaryomyces hanseii* (1.1%) en una dieta con la que fueron alimentados juveniles de *Mycteroperca rosacea*; observando que los peces alimentados con levaduras en la dieta presentaron un mayor factor de condición, presentado por lo tanto un peso mayor ( $P < 0.05$ ) al cabo de 30 días de administración, comparado con una dieta control libre de levaduras.

**Ally et al. (2008)**, refieren que en la actividad acuícola el uso de los probióticos es un tema reciente, pero que se ha observado un aumento considerable de los estudios, que evalúan el uso potencial de las bacterias probióticas para el control de enfermedades, así como mejorar la calidad del agua.

**Tovar-Ramírez et al. (2008)**, mencionan que el uso de probióticos para el cultivo de peces marinos y dulceacuícolas se incrementa cada vez más, debido a los efectos positivos que éstos confieren al huésped. Aluden además que los principales probióticos utilizados son levaduras del género *Saccharomyces* y *Debaryomyces* y bacterias del género *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*.

**Silva et al. (2008)**, evaluaron los parámetros físico-químicos de los efluentes de piscifactorías y concluyeron que los niveles de amoníaco se redujeron durante el tratamiento con EM-4, pero no interfiere en las siguientes variables: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, dureza del agua, el gas y dióxido de alcalinidad.

**Lara-Flores et al. (2010a)**, evaluaron el efecto de la inclusión de dos tipos de probióticos, una mezcla de dos bacterias (*Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus*) y una levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el crecimiento y en la actividad enzimática intestinal en la especie *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica". Los autores de este estudio concluyen que la adición de probióticos en dietas para crías de tilapia mejora el crecimiento animal y mitiga los efectos de los factores de estrés; sin embargo la levadura produjo mejores resultados manifestándose con la mejor opción para optimizar el crecimiento y utilización del alimento, también demostraron que la utilización del alimento con dietas suplementadas con levadura produce que los nutrientes fueran usados más eficientemente para crecimiento y energía.

**Lara-Flores et al. (2010b)**, realizaron un estudio del nivel óptimo de inclusión de una levadura probiótica (*Saccharomyces cerevisiae*) como promotor de crecimiento para la especie *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica". Elaboraron 11 dietas isoproteicas (40% de proteína), isolipídicas (12% de grasa) e isocalóricas (420 Kcal/100g). Probaron cinco concentraciones de levadura: 0.03% ( $3 \times 10^7$  ufc/g), 0.07% ( $7 \times 10^7$  ufc/g), 0.1% ( $1 \times 10^8$  ufc/g), 0.15% ( $1.5 \times 10^8$  ufc/g) y 0.2% ( $2 \times 10^8$  ufc/g) teniendo un total de 10 dietas experimentales y un control sin levadura. Los resultados de este estudio muestran que la inclusión de la levadura en las dietas afectó el crecimiento de los peces, pero no se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos ( $P > 0.05$ )

**Gutiérrez (2011)**, evaluó el efecto de la inclusión de un probiótico comercial en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana durante la fase juvenil; en el experimento utilizó 12 unidades experimentales con una población de 1200 juveniles de 10 cm y 70 g durante 90 días. Asimismo, el autor menciona que utilizó cuatro niveles de inclusión de probióticos en el alimento extruido con tres repeticiones: T1 (6 ml/kg), T2 (8 ml/kg), T3 (10 ml/kg), y una dieta sin inclusión de probióticos que representó el Control T4. Concluye que los resultados muestran que el tratamiento T3 presentó mayor Ganancia de Peso Individual (GPI=  $557.50 \pm 84,17$  g), resumiendo que el T3 mostraba mejores resultados que los demás tratamientos ( $P < 0.05$ )



### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Material Biológico.

Se trabajó con 320 alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" de 45 días, procedentes de la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac"; reproducidos artificialmente en el Laboratorio de Reproducción de Peces Amazónicos ubicada en la zona de Padre Abad - Ucayali.

Con respecto a los aditivos o promotores de crecimiento, se utilizó el probiótico EM (microorganismos eficientes) el cual es el nombre comercial de un tipo de probiótico elaborado por la Empresa BIOEM SAC. En su composición (ver **Tabla 1**) contiene probióticos sp.  $3 \times 10^9$  ufc.ml<sup>-1</sup>, de los cuales se encuentran las bacterias del género *Lactobacillus* y *Streptococcus* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

**Tabla 1.** Composición del probiótico EM (microorganismos eficientes) aplicado en la alimentación de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Composición           | % PP                   |
|-----------------------|------------------------|
| Aminoácidos libres    | 13.40                  |
| Minerales             | 3.00                   |
| Ácidos grasos         | 1.10                   |
| Fibra                 | 7.00                   |
| Calcio soluble        | 3.20                   |
| Fósforo total         | 0.18                   |
| Energía metabolizable | 2446 cal/kg            |
| Colina                | 600 mg/kg              |
| Probióticos sp.       | $3 \times 10^9$ ufc/ml |

PP: proporción porcentual

### 3.1.1. Generalidades de la especie *Piaractus brachypomus*, “paco”.

La especie *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) tiene la misma distribución geográfica que la especie *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) con la que comparte hábitat y nicho ecológico, tiene una coloración parda grisácea en el dorso y flancos. El abdomen es blanquecino con ligeras manchas anaranjadas.

Los juveniles suelen tener un color más claro, con tonalidades de rojo-intenso en la parte anterior del abdomen y en las aletas anal y caudal, presenta una aleta adiposa carnosa. Alcanza un peso máximo de 20 kg y una longitud 80 cm (Guerra *et al.*, 2000). Se oferta para el consumo humano en estado fresco y seco salado. El contenido proteico es de 17.7% (Cortez, 1992). Ha sido incorporado en cultivos en diversas modalidades con rendimientos que puedan llegar a 10 toneladas por hectárea al año.

Con respecto a la clasificación taxonómica del *Piaractus brachypomus* “paco” y basándose en el sistema adoptado por Berg (1940), la especie en estudio queda sistematizado de la siguiente manera:

|         |   |
|---------|---|
| Clase   | : Osteíctios.                                 |
| Orden   | : Characiformes.                              |
| Familia | : Characidae. (Ortega <i>et al.</i> , 2011)   |
| Género  | : <i>Piaractus</i> .                          |
| Especie | : <i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818) |

### **3.1.2. Generalidades del probiótico EM (microorganismos eficientes)**

El concepto de probióticos fue utilizado originalmente por **Lilly & Stillwell (1965)**, en el sentido de una sustancia que estimula el crecimiento de otros microorganismos. **Parker en 1974** modificó la definición a organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio intestinal. Según **Pegorer et al. (1995)**, el uso de los microorganismos eficientes se desarrolló en Japón en los años 80 con el fin de mejorar la utilización de material orgánico en la agricultura.

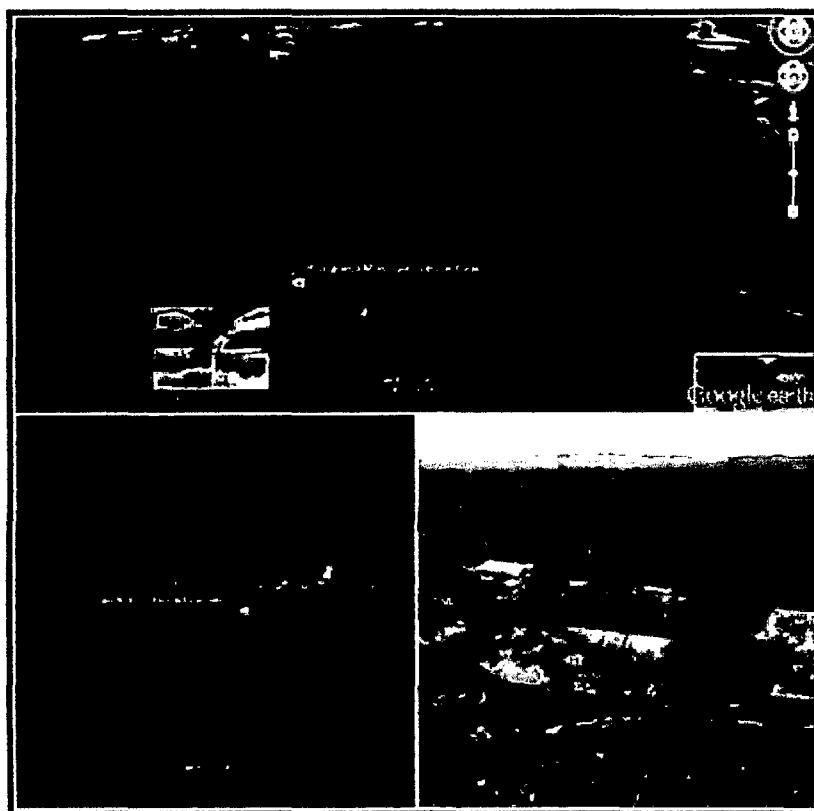
El término probiótico ha venido cambiando con los años. **(Gatesoupe, 1999)** define probiótico como aquellas bacterias que son administrados de tal manera que entran al sistema gastrointestinal del huésped, y que se mantienen vivos con la finalidad de aportar salud, actualmente la **FAO (2002)** ha definido el término probióticos como, microorganismos vivos que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped al ser administrados en cantidades adecuadas. Según la definición aceptada de probióticos, este producto es un suplemento alimenticio de microorganismos vivos, que mejoran el equilibrio microbiano de la flora intestinal del huésped. **(Fuller, 1992; Vine et al., 2006)**

Sin embargo el uso de probióticos en Acuicultura es relativamente nuevo, donde se define como suplemento microbiano vivo en alimentos que se consumen con el fin de proporcionar beneficios a la salud del huésped, contribuyendo a un mejor equilibrio microbiano dentro de la microbiota intestinal **(Crittenden et al., 2005)**.

### 3.2. Área de estudio.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac" (ver Figura 1); propiedad perteneciente a la Municipalidad Provincial de Padre Abad (MPPA-A).

La Piscigranja Municipal se encuentra ubicada en la carretera Federico Basadre km 164 margen izquierda (de la ciudad de Pucallpa a Tingo María), interior carretera al caserío Centro Yúrac km 3.1 margen derecha.



**Figura 1.** Imagen satelital de la Piscigranja Municipal "Centro Yúrac"; lugar donde se realizó el experimento durante 90 días.

### 3.2.1. Localización geográfica.

Políticamente se encuentra en el Caserío Centro Yúrac, Centro Poblado de Pampa Yúrac, Distrito de Padre Abad, Provincia de Padre Abad y Región Ucayali (ver Figura 2). Geográficamente se localiza entre las coordenadas UTM de 18L 442975 de latitud Este y 8997658 de latitud Norte a una altura de 306 m sobre el nivel del mar.

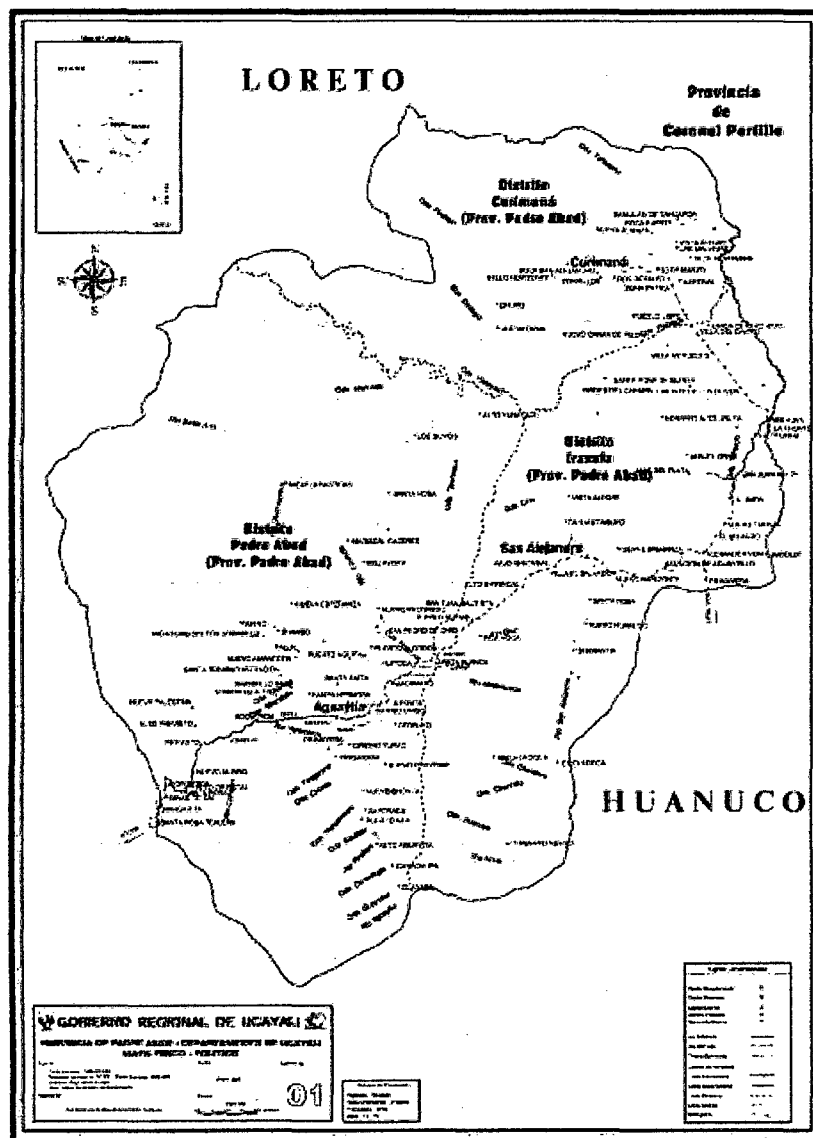


Figura 2. Ubicación Política de la Provincia de Padre Abad en la Región Ucayali.

### **3.2.2. Climatología.**

La temperatura media de la zona es de 28 °C, con máximas de 32.5 °C y mínima de 19.3 °C a lo largo del año; con una humedad relativa de 89%, el promedio mensual de horas de sol varía notablemente siendo los meses de agosto y septiembre los de mayor radiación solar.

La precipitación anual es de 4583 ± 100 mm en promedio, con una distribución que incluye un periodo seco en los meses de agosto y septiembre cuando la lluvia es menor de 900 mm mensual en promedio. Los meses restantes son más lluviosos ocurriendo la mayor precipitación en los meses de enero y febrero.

### **3.2.3. Descripción básica de la Piscigranja Municipal “Centro Yúrac.”**

La Piscigranja Municipal “Centro Yúrac”, es administrado por el Área de Producción y Extensión Piscícola (Subgerencia de Desarrollo Productivo y Gestión Ambiental) dependiente de la Gerencia de Desarrollo Económico y Social por lo que cuenta con una infraestructura piscícola de 9 estanques de tierra por derivación haciendo un total de 1 ha de espejo de agua con ingreso y salida de agua.

Asimismo dentro de las instalaciones se cuenta con un laboratorio de reproducción de peces amazónicos con capacidad de producción para 500000 postlarvas. El sistema de abastecimiento de agua es por captación a través de una represa y es transportada por un sistema de tubería de una distancia de 1500 metros lineales.

### **3.3. Periodo del experimento.**

El presente trabajo experimental se realizó en un periodo de 120 días desde el 21 de noviembre del 2012 al 20 de marzo del 2013 entre el acondicionamiento de las unidades experimentales y la ejecución de la investigación.

### **3.4. Diseño experimental.**

Para este experimento se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), (Arroyo, 1984) conformado por 4 tratamientos y 4 réplicas por tratamiento, en un esquema factorial de 4 x 4, distribuidos en un total de 16 unidades experimentales.

Se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta de la  $i$ -ésima unidad experimental que recibe el  $j$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = media.

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo tratamiento.

$j$  = tratamiento 0, 1, 2 y 3

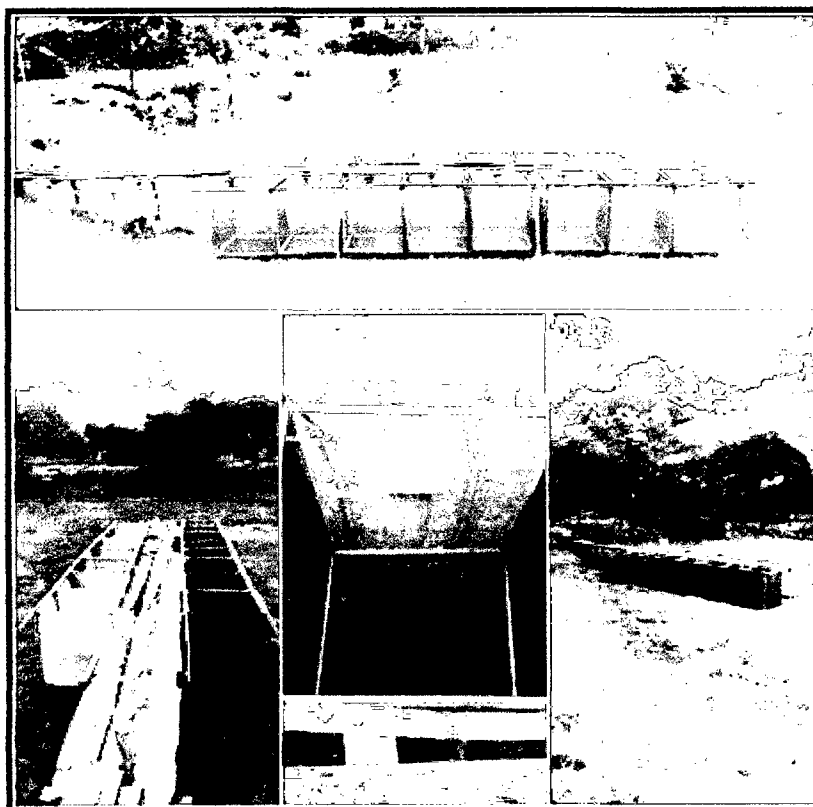
$i$  = réplicas 1, 2, 3, y 4

$e_{ij}$  = error experimental asociado a la  $i$ -ésima unidad experimental sometida al  $j$ -ésimo tratamiento.

### 3.5. Unidades experimentales.

Se construyeron 16 jaulas de 1 m<sup>3</sup> cada una. Para el armazón se utilizaron listones de 1" x 1.5" x 1.2 m; y en las paredes malla de plástico de 2 mm de abertura de los cocos, dejando un espacio de 20 cm desde la superficie del agua hasta el borde de cada jaula.

Las unidades experimentales fueron instaladas y acondicionadas en el estanque N° E-3 formando 2 hileras de 8 jaulas (ver Figura 3).



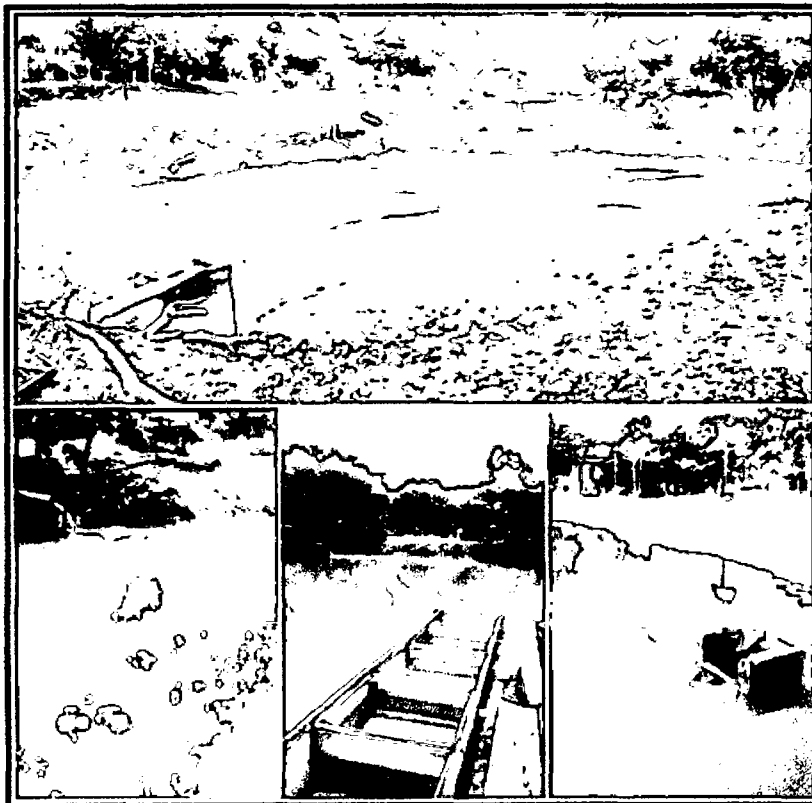
**Figura 3.** Acondicionamiento de las unidades experimentales en 2 hileras de 8 jaulas.



### 3.6. Infraestructura.

Para el experimento se utilizó un estanque por excavación de 953.58 m<sup>2</sup> de espejo de agua (ver Figura 4).

El estanque posee una entrada de agua a través de un sistema de tuberías de PVC de 8" alimentados por una represa, asimismo posee un sistema de desagüe a través de un monje.

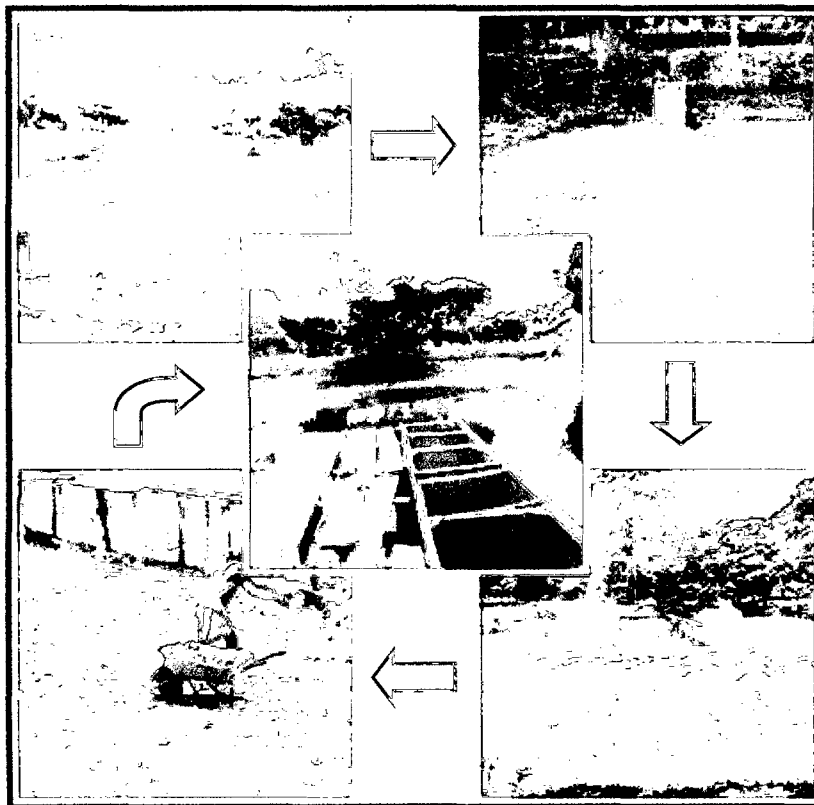


**Figura 4.** Estanque N° E-3, infraestructura piscícola donde se realizó el experimento durante 90 días.

### 3.7. Protocolo de preparación de estanques piscícolas.

El protocolo de preparación de estanques piscícolas (ver **Figura 5**) consistió en la limpieza y desinfección general, se realizó el encalado con la aplicación de cal agrícola de  $200 \text{ g/m}^2$  aplicándose por todo el estanque de manera uniforme.

Luego se procedió a fertilizar utilizando gallinaza (fertilizante orgánico) a razón de  $500 \text{ g/m}^2$  posteriormente se procedió al llenado del estanque dejando en reposo por un lapso de 7 días.



**Figura 5.** Protocolo de preparación del estanque piscícola previo al experimento.

### 3.8. Acondicionamiento de los alevinos a condiciones de manejo.

Los 320 alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" se acoplaron a condiciones de manejo utilizando 4 tanques de maternidad dentro de las instalaciones del laboratorio (ver Figura 6) con la finalidad de adiestrarles a la aceptación del alimento.

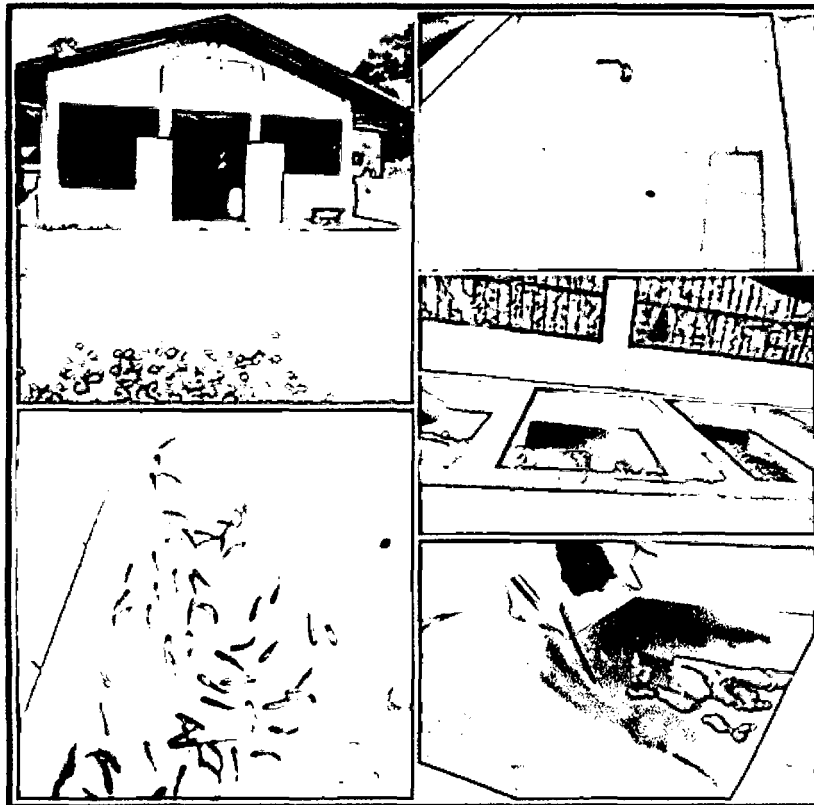


Figura 6. Acondicionamiento en laboratorio de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" utilizando tanques de maternidad para el adiestramiento a la alimentación.

### 3.9. Adiestramiento de los alevinos al probiótico EM.

El adiestramiento de los alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" al alimento balanceado con probióticos EM (microorganismos eficientes) se realizó mediante 3 fases donde los 320 alevinos fueron distribuidos en cuatro tanques de cemento

revestidas con mayólicas de las siguientes dimensiones 1.6 m x 0.9 m x 0.6 m; de 2465 l de capacidad por un espacio de 7 días.

**a) Fase de adaptación.**

Consistió en hacer purgar a los 320 alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" por un lapso de 2 días, por lo que no recibieron ningún tipo de alimento externo.

**b) Fase de seguimiento.**

Comprendió con una previa alimentación gradualmente del alimento balanceado, por un periodo de 3 días para luego adicionar el alimento balanceado incorporando probióticos EM (microorganismos eficientes) por un espacio de 2 días.

**c) Fase final.**

En esta fase los alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" fueron adaptados al alimento balanceado incorporando probiótico EM (microorganismos eficientes) para posteriormente ser trasladados a las unidades experimentales.

**3.10. Determinación de tratamientos y repeticiones.**

Los tratamientos fueron diseñados de acuerdo a la **Tabla 2** y las características de los tratamientos se muestran en la **Tabla 3**. Las codificaciones y distribuciones de las unidades experimentales (ver **Figura 7**) se definió completamente al azar y por sorteo para evitar el efecto de borde (ver **Figura 8**).

**Tabla 2.** Determinación de los tratamientos en las unidades experimentales durante el experimento.

| Tratamientos | Denominación  | Abreviatura |
|--------------|---|-------------|
| T0           | Alimento Balanceado con 28% PB                            | AB          |
| T1           | Alimento balanceado con 28% PB + Probiótico con 2.0 ml/kg | AB + P2     |
| T2           | Alimento balanceado con 28% PB + Probiótico con 4.0 ml/kg | AB + P4     |
| T3           | Alimento balanceado con 28% PB + Probiótico con 6.0 ml/kg | AB + P6     |

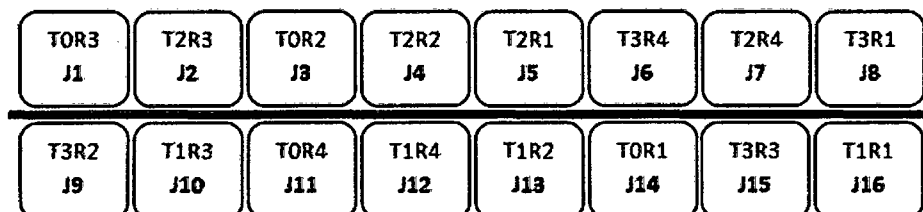
T: tratamiento; AB: alimento balanceado

**Tabla 3.** Características de los tratamientos utilizados en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante la segunda fase de alevinaje incorporando al alimento balanceado, probiótico EM (microorganismos eficientes).

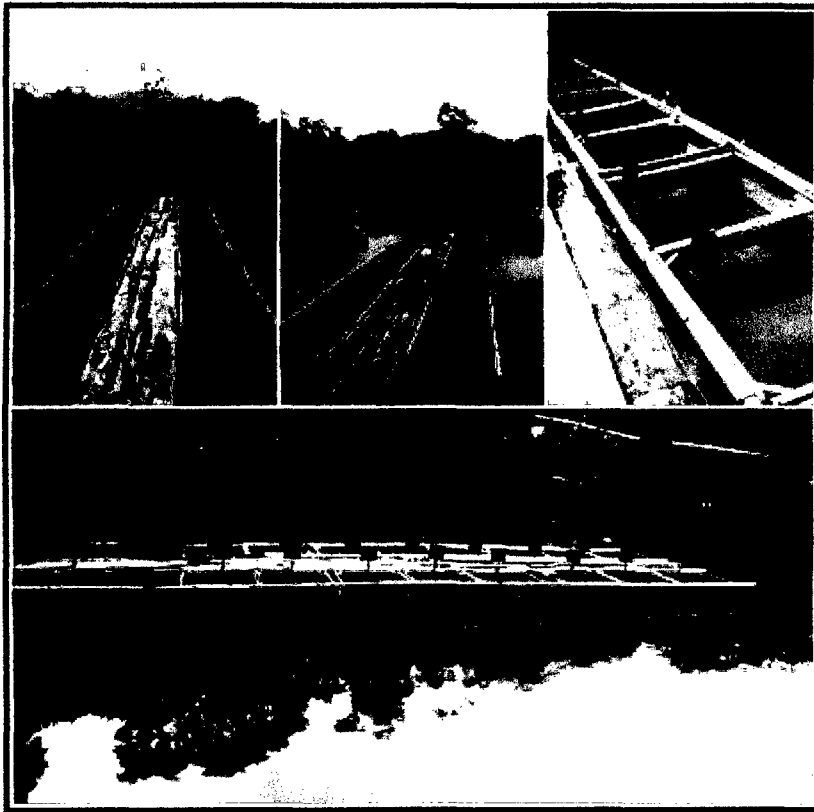
| Variables                  | Tratamiento |             |             |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                            | AB          | AB+P2       | AB+P4       | AB+P6       |
| Denominación               | T0          | T1          | T2          | T3          |
| Dimensión de jaulas (m)    | 1 x 1 x 1.2 | 1 x 1 x 1.2 | 1 x 1 x 1.2 | 1 x 1 x 1.2 |
| Volumen (m <sup>3</sup> )  | 1           | 1           | 1           | 1           |
| N° inicial de alevinos     | 20          | 20          | 20          | 20          |
| Tamaño de muestra (%)      | 50          | 50          | 50          | 50          |
| N° de muestreos            | 6           | 6           | 6           | 6           |
| Frecuencia de alimentación | 2           | 2           | 2           | 2           |
| Ración diaria (%)          | 6           | 6           | 6           | 6           |

(Tasa de alimentación)

AB: alimento balanceado



**Figura 7.** Distribución de las jaulas como unidades experimentales durante el experimento en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco".



**Figura 8.** Codificación de las unidades experimentales en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante la segunda fase de alevinaje incorporando al alimento balanceado, probiótico EM (microorganismos eficientes).

### **3.11. Densidad de siembra.**

La siembra de los alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" en las 16 jaulas del experimento se realizó a una densidad de 20 peces/m<sup>3</sup>.

### **3.12. Manejo nutricional.**

Los piensos que se suministraron en la alimentación de alevinos de *Piaractus brachypomus* fueron de una marca comercial, en las fases de inicio, crecimiento y engorde con tenor proteico de 28% PB. El alimento balanceado fue del tipo extrusado.

En la **Tabla 4** se detalla las características del alimento. Al momento de la alimentación los piensos fueron distribuidos en cada jaula de acuerdo a la biomasa, con una frecuencia alimenticia de 2 veces al día (7:00 y 17:00 horas) y con respecto a la tasa de alimentación se suministró al 6% de la biomasa de cada unidad experimental y la forma de alimentar fue al voleo.

**Tabla 4.** Características del alimento balanceado según etapas de crecimiento utilizado en el experimento.

| Clasificación               | PB (%) | Fase        | Tamaño | Tipo      |
|-----------------------------|--------|-------------|--------|-----------|
| Alimento balanceado Tipo I  | 28     | Inicio      | 2 x 2  | Extrusado |
| Alimento balanceado Tipo II | 28     | Crecimiento | 4 x 4  | Extrusado |
| Alimento balanceado Tipo II | 28     | Engorde     | 6 x 6  | Extrusado |

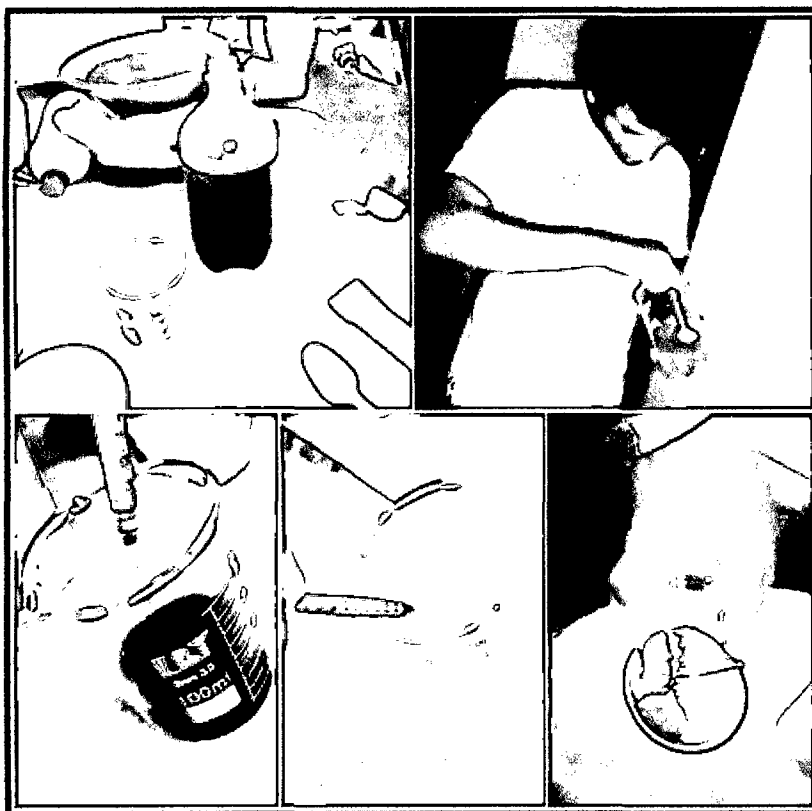
PB: proteína bruta

### **3.13. Método de impregnación del probiótico EM al alimento balanceado.**

La técnica de impregnación se realizó de la siguiente manera (ver **Figura 9**): con una jeringa descartable de 1 ml se extrajo del vaso precipitado de 50 ml la dosis respectiva del probiótico. Luego se pesó el alimento balanceado en una balanza digital de acuerdo a la biomasa, posteriormente el alimento balanceado pesado se agregó al vaso precipitado de 250 ml.

Seguidamente después el probiótico con la dosis respectiva, se dispersó sobre el alimento balanceado y con la ayuda de la cuchara de plástico se procedió a mezclar el aditivo con el alimento. Luego de mezclar el aditivo con el alimento se procedió a

homogenizar la muestra en vasos de plástico que previamente fueron marcados y calibrados para cada unidad experimental.



**Figura 9.** Técnica de impregnación del probiótico EM (microorganismos eficientes) aplicado al alimento balanceado.

### **3.14. Raciones experimentales.**

Las raciones experimentales que se utilizaron fueron aplicadas de acuerdo al protocolo de alimentación que se aplican en peces amazónicos. Se dosificó diariamente la cantidad necesaria de probióticos y alimento balanceado (ver **Tabla 5**).



**Tabla 5.** Dosificación del probiótico EM (microorganismos eficientes) incorporado al alimento balanceado durante el experimento.

| <b>Tratamientos</b> | <b>AB</b> | <b>Probiótico</b> | <b>Denominación</b> | <b>Etapas</b>                |
|---------------------|-----------|-------------------|---------------------|------------------------------|
| T0                  | 28% PB    | 0 ml              | Testigo             | Inicio, crecimiento, engorde |
| T1                  | 28% PB    | 2 ml              | Experimento         | Inicio, crecimiento, engorde |
| T2                  | 28% PB    | 4 ml              | Experimento         | Inicio, crecimiento, engorde |
| T3                  | 28% PB    | 6 ml              | Experimento         | Inicio, crecimiento, engorde |

PB: proteína bruta; AB: alimento balanceado.

### **3.15. Evaluaciones biométricas.**

Se realizaron muestreos cada 15 días colectando al azar los ejemplares de cada jaula hasta completar el 50% de la población existente, con la finalidad de determinar el incremento de peso (g) y longitud (cm).

La primera evaluación biométrica se registró antes de ser colocados en las jaulas, se tomaron datos de peso total (g) y longitud total (cm) para analizar el ANOVA inicial, para que de esta manera no presenten diferencias significativas entre los tratamientos y de esta forma los alevinos quedaron distribuidos con pesos similares en cada unidad experimental.

Después de cada muestreo, antes que los peces sean devueltos a sus respectivas jaulas, se realizó la profilaxis de los ejemplares sometiéndose a baños de inmersión utilizando solución salina (15 g/l de agua) por un tiempo de 10 minutos.

Previamente se procedió a desinfectar con solución salina y alcohol de 90° todos los materiales utilizados en el muestreo como tratamiento preventivo de hongos y bacterias.

### **3.16. Índices zootécnicos.**

Se evaluaron los indicadores de crecimiento o parámetros productivos para calcular los índices de producción descrita por **Castell & Tiews (1980)**, los datos se obtuvieron de los muestreos biométricos; el desempeño de los peces han sido analizados por las siguientes variables:

**a) Peso medio inicial de los peces –  $PM_i$  (g)**

$$PM_i = [\text{peso total de la muestra (kg)} \div N^\circ \text{ peces de la muestra}] \times 1000$$

**b) Peso medio final de los peces –  $PM_f$  (g)**

$$PM_f = [\text{peso total de la muestra (kg)} \div N^\circ \text{ de peces en la muestra}] \times 1000$$

**c) Ganancia de peso medio – GPM (g)**

$$GPM = [PM_f - PM_i]$$

**d) Ganancia de peso diario – GPD ( $g \cdot d^{-1}$ )**

$$GPD = [PM_f - PM_i] \div \text{periodo de cultivo.}$$

**e) Sobrevivencia – S% (%)**

$$S\% = [\text{N}^\circ \text{ de peces cosechados} \div \text{N}^\circ \text{ de animales sembrados en la jaula}] \times 100$$

**f) Biomasa inicial – BIO<sub>i</sub> (kg)**

$$\text{BIO}_i = [\text{peso medio (g)} \times \text{N}^\circ \text{ de peces sembrados en la jaula}] \div 1000$$

**g) Biomasa final – BIO<sub>f</sub> (kg)**

$$\text{BIO}_f = \text{peso final total retirados de la jaula.}$$

**h) Ganancia de biomasa – GBIO (kg)**

$$\text{GBIO} = \text{BIO}_f - \text{BIO}_i$$

**i) Ganancia de biomasa × unidad de volumen – GBIOm<sup>3</sup> (kg.m<sup>-3</sup>)**

$$\text{GBIOm}^3 = \text{GBIO} \div \text{volumen de la jaula.}$$

**j) Ganancia de biomasa diaria × unidad de volumen – GBIODm<sup>3</sup> (kg.m<sup>-3</sup>)**

$$\text{GBIODm}^3 = \text{GBIOm}^3 \div \text{periodo de cultivo.}$$

**k) Índice de crecimiento específico – SGR**

$$\text{SGR} = \{[\ln(\text{PM}_f) - \ln(\text{PM}_i)] \div \text{periodo de cultivo en días}\} \times 100$$

(Silva *et al*, 1997) Donde:  $\ln$ = logaritmo neperiano.

### I) Índice de conversión alimenticia aparente – ICAA

ICAA = cantidad de ración ofrecida ÷ (GBIO)

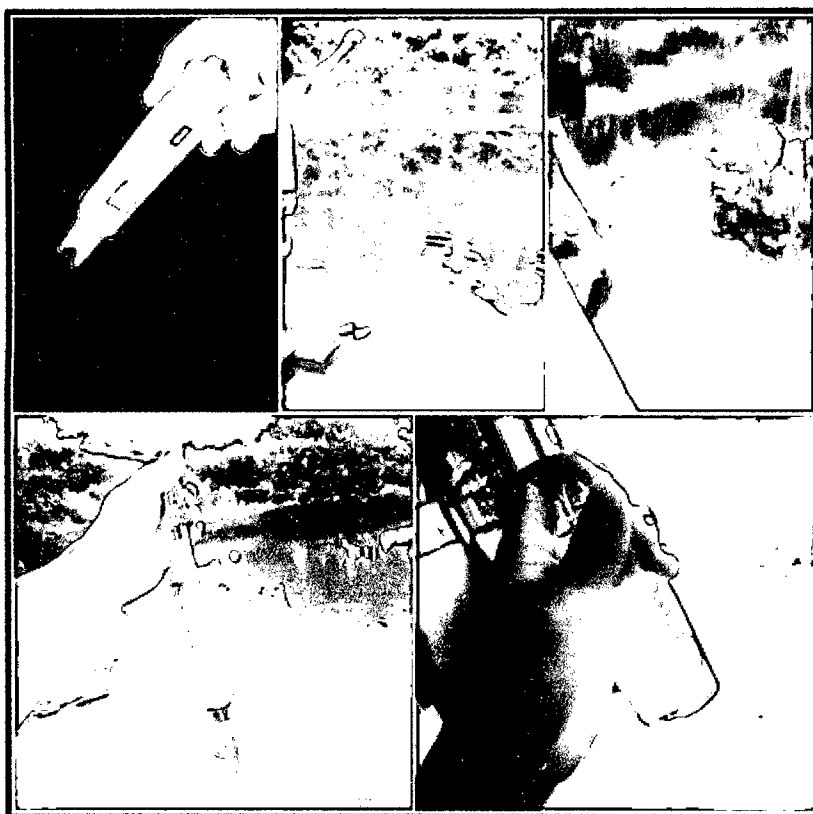
(Martínez, 1987) Donde: GBIO= ganancia de biomasa.

### 3.17. Análisis de calidad de agua.

Los parámetros que se analizaron (ver Figura 10) están determinados en base a la importancia que tienen dentro del cultivo de la especie a estudiar (ver Tabla 6) y para la frecuencia de análisis se tomó en cuenta a Boyd & Tucker (1998) para el cultivo de peces en jaulas.

Tabla 6. Parámetros físico-químicos que se analizaron según métodos y frecuencia de análisis durante el experimento.

| Variables               | Unidad | Método  | Frecuencia | Hora                  |
|-------------------------|--------|---|------------|-----------------------|
| Temperatura             | °C     | Por lectura del termómetro.                                   | Diaria     | 06:00, 12: 00 y 18:00 |
| Transparencia           | cm     | Por lectura del Disco Secchi.                                 | Diaria     | 06:00, 12: 00 y 18:00 |
| Oxígeno disuelto        | ppm    | Por Titulación (Test de oxígeno), Marca HANNA Modelo HI 9146. | Diaria     | 06:00, 12: 00 y 18:00 |
| pH                      | UI     | Medidor de pH digital, Marca HANNA Modelo HI 98128.           | Diaria     | 06:00, 12: 00 y 18:00 |
| Conductividad eléctrica | μS/cm  | Conductivímetro digital, Marca HANNA Modelo HI 98303.         | Diaria     | 06:00, 12: 00 y 18:00 |



**Figura 10.** Mediciones de los parámetros físico-químicos del agua del estanque N° E-3, donde se realizó el experimento.

### **3.18. Análisis de datos.**

La información obtenida de las evaluaciones del crecimiento de peso (g) y longitud (cm) se procesaron en Microsoft Excel, para el análisis de variancia (ANOVA), se utilizó el programa estadístico Meet Minitab® 16 y para el análisis de diferencias significativas se empleó la prueba de post análisis o Prueba de Tuckey ( $P < 0.05$ ) a un nivel de 5% de probabilidad de acuerdo con **Banzatto & Kronka (1989)**.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Índices de producción.

En la **Tabla 7**, se reportan los valores medios de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 en relación al desempeño productivo con respecto a la longitud total (cm) durante el experimento. Los datos que se registraron valieron para comparar el análisis de variancia (ANOVA) tanto inicial como final. En cuanto al ANOVA inicial (ver **Tabla 8**) se indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos  $F_c < F_\alpha$  y que para efectos del experimento se encontró dentro de lo adecuado para las siguientes evaluaciones de crecimiento en longitud total (cm) al no presentar dispersión de datos.

**Tabla 7.** Valores medios del desempeño productivo en longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Periodo de cultivo | Tratamiento  |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                    | T0           | T1           | T2           | T3           |
| 0 (días)           | 8.42 ± 0.09  | 8.47 ± 0.24  | 8.66 ± 0.14  | 8.60 ± 0.09  |
| 15 (días)          | 11.88 ± 0.10 | 11.90 ± 0.45 | 11.97 ± 0.14 | 11.80 ± 0.31 |
| 30 (días)          | 13.10 ± 0.15 | 13.09 ± 0.41 | 12.81 ± 0.43 | 12.88 ± 0.50 |
| 45 (días)          | 14.37 ± 0.12 | 14.55 ± 0.29 | 14.59 ± 0.22 | 14.37 ± 0.20 |
| 60 (días)          | 15.45 ± 0.04 | 15.55 ± 0.50 | 16.06 ± 0.39 | 15.83 ± 0.47 |
| 75 (días)          | 16.28 ± 0.37 | 15.94 ± 0.45 | 16.56 ± 0.36 | 16.45 ± 0.55 |
| 90 (días)          | 17.14 ± 0.39 | 17.01 ± 0.31 | 17.26 ± 0.25 | 17.21 ± 0.27 |

\* Datos reportados como media + desviación estándar

Sin embargo el ANOVA final (ver **Tabla 9**) del crecimiento en longitud (cm), indica que el tratamiento T2 ha tenido ligeramente mejores resultados con  $17.26 \pm 0.25$  cm en referencia al tratamiento T0 y T1 en cuanto al tratamiento T3 le siguió en esa misma

tendencia, según el ANOVA final; los resultados se reporta de la siguiente manera  $T2 > T3 > T0 > T1$ . Concluyendo que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en crecimiento de longitud total (cm)  $F_c < F_\alpha$ .

**Tabla 8.** Análisis de variancia inicial con respecto a la longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Origen de las variaciones | SM            | GL        | CM     | F <sub>c</sub> | P      | F <sub>α</sub> |
|---------------------------|---------------|-----------|--------|----------------|--------|----------------|
| Entre grupos              | 0.1466        | 3         | 0.0488 | 2.1151         | 0.1517 | 3.4903         |
| Dentro de los grupos      | 0.2772        | 12        | 0.0231 |                |        |                |
| <b>Total</b>              | <b>0.4237</b> | <b>15</b> |        |                |        |                |

SM: suma de cuadrados; GL: grado de libertad; CM: cuadrado medio; F<sub>c</sub>: F calculado; P: probabilidad; F<sub>α</sub>: F tabulado

**Tabla 9.** Análisis de variancia final con respecto a la longitud total (cm) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Origen de las variaciones | SM            | GL        | CM     | F <sub>c</sub> | P      | F <sub>α</sub> |
|---------------------------|---------------|-----------|--------|----------------|--------|----------------|
| Entre grupos              | 0.1397        | 3         | 0.0466 | 0.4904         | 0.6955 | 3.4903         |
| Dentro de los grupos      | 1.1396        | 12        | 0.0950 |                |        |                |
| <b>Total</b>              | <b>1.2793</b> | <b>15</b> |        |                |        |                |

SM: suma de cuadrados; GL: grado de libertad; CM: cuadrado medio; F<sub>c</sub>: F calculado; P: probabilidad; F<sub>α</sub>: F tabulado

En cuanto al desempeño productivo en relación al peso total (g) durante el experimento, se reportan los valores medios en la **Tabla 10** y que para efectos de análisis estadísticos se aplicó de la misma manera que en la evaluación de la longitud total (cm) el análisis de variancia (ANOVA) tanto inicial como final; y esto sirvió para verificar en cuales de los tratamientos ha tenido mejores resultados considerando que los índices de producción en peso (g) para fines piscícolas es la variable más importante porque demostraría la rentabilidad de la producción del cultivo.

**Tabla 10.** Valores medios del desempeño productivo en peso total (g) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Periodo de cultivo | Tratamiento   |               |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                    | T0            | T1            | T2            | T3            |
| 0 (días)           | 12.38 ± 0.16  | 12.24 ± 0.18  | 12.46 ± 0.24  | 12.36 ± 0.30  |
| 15 (días)          | 36.10 ± 2.20  | 34.46 ± 2.80  | 36.10 ± 1.32  | 33.60 ± 3.74  |
| 30 (días)          | 44.83 ± 3.17  | 43.00 ± 3.60  | 46.10 ± 6.84  | 42.23 ± 4.46  |
| 45 (días)          | 63.85 ± 6.00  | 67.60 ± 3.81  | 65.65 ± 2.40  | 64.29 ± 3.33  |
| 60 (días)          | 80.65 ± 8.13  | 78.31 ± 6.39  | 84.27 ± 4.44  | 80.42 ± 3.29  |
| 75 (días)          | 89.19 ± 6.99  | 105.92 ± 3.31 | 114.81 ± 5.10 | 114.77 ± 8.60 |
| 90 (días)          | 113.47 ± 3.31 | 119.58 ± 7.58 | 128.26 ± 8.12 | 147.36 ± 8.15 |

\* Datos reportados como media + desviación estándar

El análisis de peso total (g) aplicando la Prueba de Tuckey o prueba de post análisis (ver **Anexo 14**) comparando las medias entre los tratamientos, el que presentó mejores resultados fue el tratamiento T3 utilizando probiótico EM (microorganismos eficientes) con la dosis de 6 ml/kg de alimento balanceado con  $147.36 \pm 8.15$  g en paralelo a los tratamientos T0, T1 Y T2.

De acuerdo a la **Tabla 11** el ANOVA inicial con respecto al peso total (g), muestran que los valores registrados son homogéneos indicando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos  $F_c < F_\alpha$ . Procesando el ANOVA final del peso total (g) se reporta que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) ya que  $F_c > F_\alpha$  (ver **Tabla 12**); donde el tratamiento T3 presentó mayor grado de incidencia en la tendencia que a mayor dosis de utilización de probiótico EM (microorganismos eficientes) presenta mejores resultados y que la secuencia de los tratamientos es  $T3 > T2 > T1 > T0$ .



**Tabla 11.** Análisis de variancia inicial con respecto al peso total (g) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Origen de las variaciones | SM            | GL        | CM     | Fc     | P      | F $\alpha$ |
|---------------------------|---------------|-----------|--------|--------|--------|------------|
| Entre grupos              | 0.1030        | 3         | 0.0343 | 0.6886 | 0.5762 | 3.4903     |
| Dentro de los grupos      | 0.5981        | 12        | 0.0498 |        |        |            |
| <b>Total</b>              | <b>0.7011</b> | <b>15</b> |        |        |        |            |

SM: suma de cuadrados; GL: grado de libertad; CM: cuadrado medio; Fc: F calculado; P: probabilidad; F $\alpha$ : F tabulado

**Tabla 12.** Análisis de variancia final con respecto al peso total (g) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Origen de las variaciones | SM               | GL        | CM       | Fc      | P      | F $\alpha$ |
|---------------------------|------------------|-----------|----------|---------|--------|------------|
| Entre grupos              | 2616.7708        | 3         | 872.2569 | 17.3813 | 0.0001 | 3.4903     |
| Dentro de los grupos      | 602.2046         | 12        | 50.1837  |         |        |            |
| <b>Total</b>              | <b>3218.9754</b> | <b>15</b> |          |         |        |            |

SM: suma de cuadrados; GL: grado de libertad; CM: cuadrado medio; Fc: F calculado; P: probabilidad; F $\alpha$ : F tabulado

#### 4.1.1. Crecimiento en longitud total (cm).

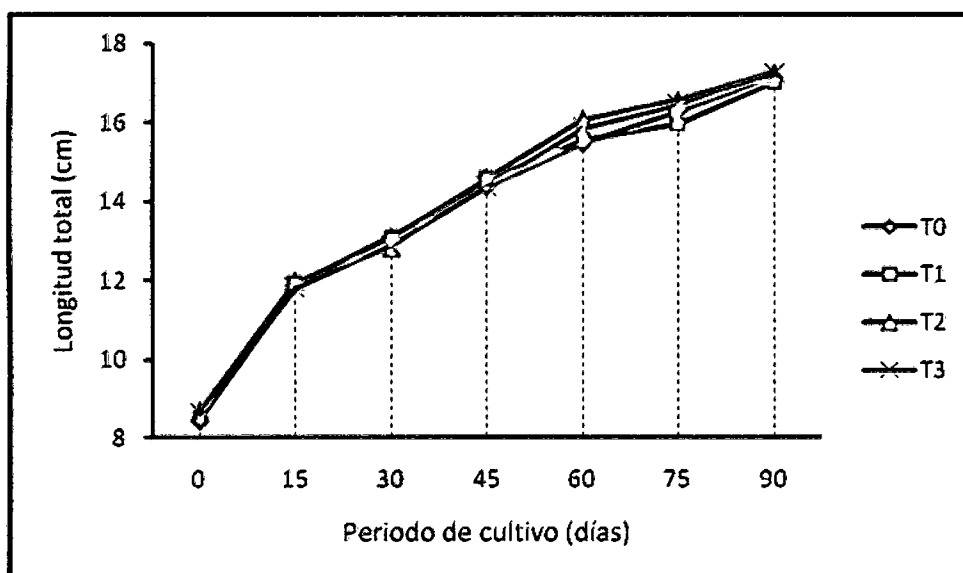
En la **Tabla 13**, se reportan los valores medios tanto inicial como final del desempeño productivo en longitud total (cm) donde la longitud medio (cm) inicial de fue de  $8.54 \pm 0.11$  cm. Asimismo, los resultados finales en ganancia de longitud medio (cm) el tratamiento T0 presenta la mayor ganancia con  $8.72 \pm 0.38$  cm, pero que el tratamiento T0 en la prueba de post análisis no fue mejor que el tratamiento T2 y el resultado más bajo presenta el tratamiento T1 con  $8.54 \pm 0.21$ . Estos resultados han sido sometidos a pruebas estadísticas empleándose el análisis de variancia (ANOVA) donde al inicio y al final del experimento no se encuentra diferencias significativas entre los tratamientos.

**Tabla 13.** Valores medios del desempeño productivo en longitud total (cm) inicial y final en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables                  | Tratamiento  |              |              |              |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | T0           | T1           | T2           | T3           |
| Longitud inicial (cm)*     | 8.42 ± 0.09  | 8.47 ± 0.24  | 8.66 ± 0.14  | 8.60 ± 0.09  |
| Longitud final (cm)*       | 17.14 ± 0.39 | 17.01 ± 0.31 | 17.26 ± 0.24 | 17.22 ± 0.27 |
| Ganancia de longitud (cm)* | 8.72 ± 0.38  | 8.54 ± 0.21  | 8.60 ± 0.27  | 8.62 ± 0.22  |

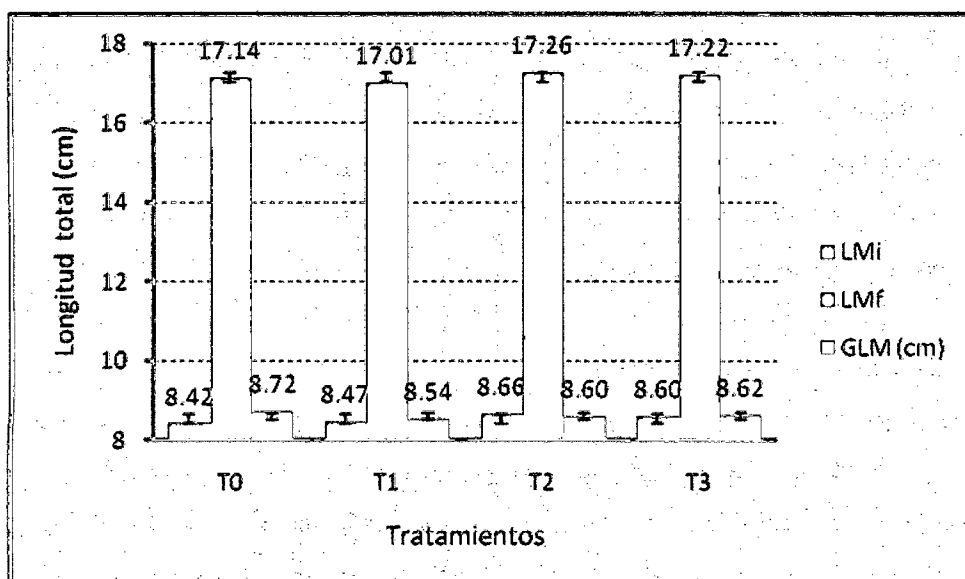
\* Datos reportados como media + desviación estándar

En la **Figura 11**, se ilustra la evolución del crecimiento de la longitud total (cm) donde se puede observar que los peces en todos los tratamientos tuvieron crecimiento ascendente, no existiendo dispersión entre los tratamientos durante el cultivo.



**Figura 11.** Evolución del crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" en longitud total (cm) durante 90 días.

De la misma manera en la **Figura 12**, se grafica el detalle de los valores obtenido por cada tratamiento con respecto a la ganancia medio de longitud total (cm).



**Figura 12.** Ganancia de longitud medio (cm) de alevinos de *Piaractus brachyomus*, "paco" durante 90 días.

#### 4.1.2. Crecimiento en peso total (g).

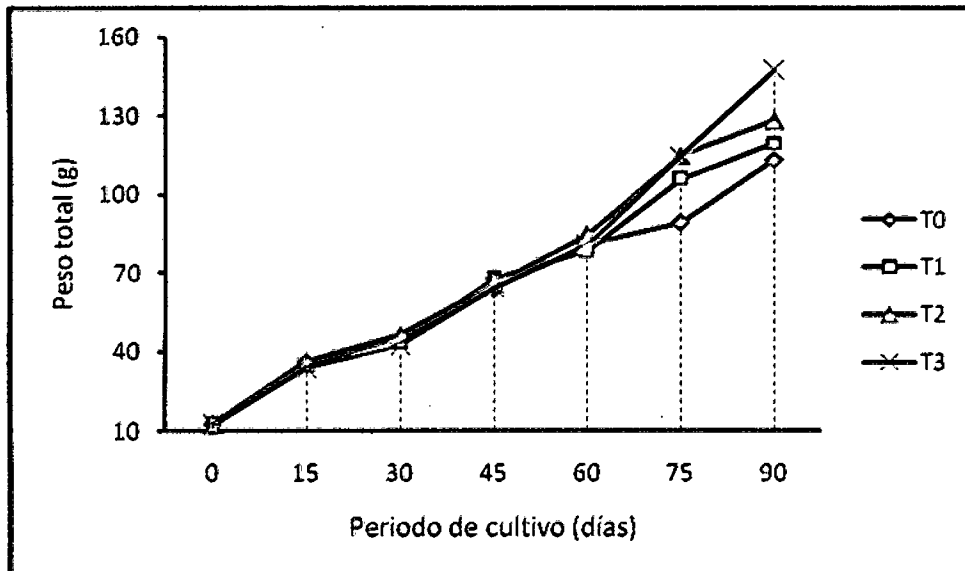
En la **Tabla 14**, se reportan los valores medios del desempeño productivo tanto inicial como final con respecto al peso total (g) donde el peso medio (g) inicial de los alevinos de paco fue de  $12.36 \pm 0.09$  g; y a los 90 días de cultivo los datos finales en ganancia de peso medio el tratamiento T3 presentó el mejor resultado con  $135.00 \pm 7.98$  g, siguiendo el tratamiento T2 con  $115.80 \pm 7.99$  g, en cuanto al análisis respectivo en la prueba de post análisis de Tuckey entre los tratamientos se indica que existen diferencias significativas de la misma manera el tratamiento T3 obtuvo una ganancia de peso diario de  $1.50 \pm 0.09$  g. De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que la asimilación o grado de aceptación del probiótico EM (microorganismos eficientes) fueron los que presentaron mejores resultados en relación a la dieta testigo T0 que no contenía inclusión del probiótico.

**Tabla 14.** Valores medios del desempeño productivo en peso total (cm) inicial y final en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables                | Tratamiento   |               |               |               |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                          | T0            | T1            | T2            | T3            |
| Peso inicial (g)*        | 12.38 ± 0.16  | 12.24 ± 0.18  | 12.46 ± 0.24  | 12.36 ± 0.30  |
| Peso final (g)*          | 113.47 ± 3.31 | 119.58 ± 7.58 | 128.26 ± 8.12 | 147.36 ± 8.15 |
| Ganancia de peso (g)*    | 101.10 ± 3.21 | 107.34 ± 7.65 | 115.80 ± 7.99 | 135.00 ± 7.98 |
| Ganancia de peso diario* | 1.12 ± 0.04   | 1.19 ± 0.08   | 1.29 ± 0.09   | 1.50 ± 0.09   |

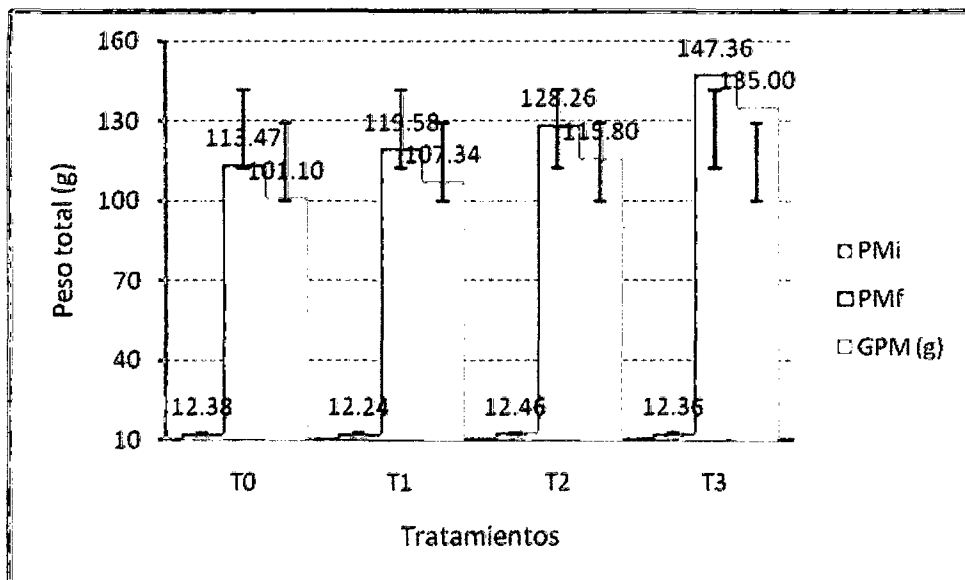
\*Datos reportados como media + desviación estándar

En la **Figura 13**, se representa gráficamente el proceso de desarrollo del crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" con respecto al desempeño productivo en peso total (g) donde los tratamientos T0, T1, T2 y T3; obtuvieron crecimiento gradual durante los 90 días de cultivo, distinguiéndose el tratamiento T3 que mostró los mejores resultados.



**Figura 13.** Evolución del crecimiento en peso total (g) de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

Con respecto a la ganancia de peso medio total (g) se representa en la **Figura 14**, donde se muestra los valores para los tratamientos T0, T1, T2 y T3; durante 90 días de cultivo donde el tratamiento T3 presentó los superiores resultados en comparación a los demás tratamientos.



**Figura 14.** Ganancia de peso medio (g) de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

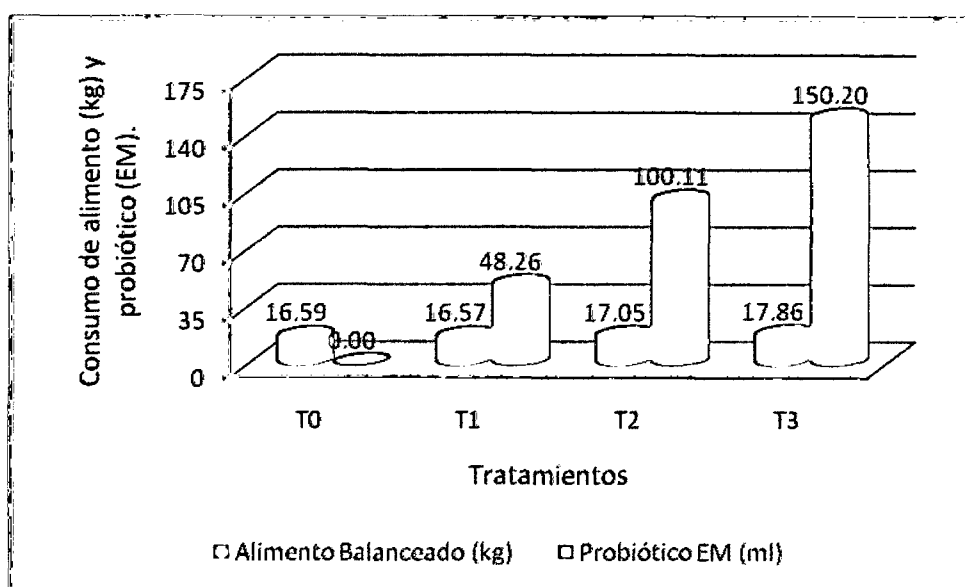
#### 4.2. Índices zootécnicos.

En la **Tabla 15**, se exponen los valores del consumo total del alimento balanceado (kg) y la dosis total empleado del probiótico EM (microorganismos eficientes) para cada tratamiento sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" durante 90 días de cultivo. De la misma manera en la **Figura 15**, se representa gráficamente los valores del consumo total de alimento balanceado y cantidad de probiótico utilizado durante el experimento.

**Tabla 15.** Alimento total consumido en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables                     | Tratamiento  |              |               |               |
|-------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|                               | T0           | T1           | T2            | T3            |
| Alimento consumido (kg)*      | 16.59 ± 0.24 | 16.57 ± 0.28 | 17.05 ± 0.11  | 17.86 ± 0.14  |
| Probiótico suministrado (ml)* | 0.00 ± 0.00  | 48.26 ± 0.56 | 100.11 ± 1.53 | 150.20 ± 0.87 |

\* Datos reportados como media + desviación estándar



**Figura 15.** Alimento total consumido en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

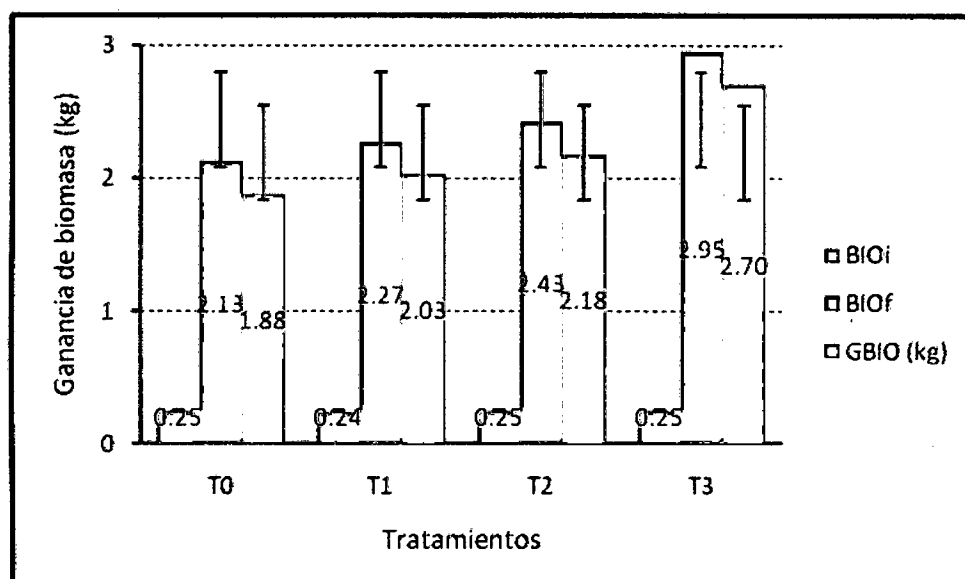
#### 4.2.1. Ganancia de biomasa.

En la **Tabla 16**, se registra que el tratamiento T3 es el que presenta mejores resultado con respecto a los demás tratamientos con  $2.70 \pm 0.16$  kg. El tratamiento T0 es el presentó el resultado más bajo, donde no se incorporó al alimento probiótico EM (microorganismos eficientes) y por lo tanto el desempeño productivo en peso medio total (g) también fue menor. En la **Figura 16**, se representa gráficamente.

**Tabla 16.** Valores medios de la ganancia de biomasa (kg) en cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables            | Tratamiento   |               |               |               |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                      | T0            | T1            | T2            | T3            |
| Peso inicial (g)     | 12.38 ± 0.16  | 12.24 ± 0.18  | 12.46 ± 0.24  | 12.36 ± 0.30  |
| Peso final (g)       | 113.47 ± 3.31 | 119.58 ± 7.58 | 128.26 ± 8.12 | 147.36 ± 8.15 |
| Biomasa inicial (kg) | 0.25 ± 0.00   | 0.24 ± 0.01   | 0.25 ± 0.01   | 0.25 ± 0.01   |
| Biomasa final (kg)   | 2.13 ± 0.15   | 2.27 ± 0.21   | 2.43 ± 0.07   | 2.95 ± 0.16   |
| GBIO (kg)            | 1.88 ± 0.15   | 2.03 ± 0.21   | 2.18 ± 0.08   | 2.70 ± 0.16   |

\* Datos reportados como media + desviación estándar; GBIO: ganancia de biomasa



**Figura 16.** Valores medios de la ganancia de biomasa (kg) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

#### 4.2.2. Ganancia de biomasa x unidad de volumen.

En la **Tabla 17**, se observa que los resultados son los mismos que los reportes de la ganancia de biomasa esto se debe a que el volumen de la jaula es de 1 m<sup>3</sup>, resultado que relaciona a la ganancia medio de peso (g).



**Tabla 17.** Valores medios de la ganancia de biomasa x unidad de volumen ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) en cultivo de alevinos de paco *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables            | Tratamiento |             |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                      | T0          | T1          | T2          | T3          |
| GBIOM <sup>3*</sup>  | 1.88 ± 0.15 | 2.03 ± 0.21 | 2.18 ± 0.08 | 2.70 ± 0.16 |
| GBIODm <sup>3*</sup> | 0.02 ± 0.00 | 0.02 ± 0.10 | 0.02 ± 0.00 | 0.03 ± 0.00 |

Datos reportados como media + desviación estándar; GBIO: ganancia de biomasa; GBIOM<sup>3</sup>: ganancia de biomasa por unidad de volumen; GBIODm<sup>3</sup>: ganancia de biomasa diaria por unidad de volumen.

#### 4.2.3. Índice de conversión alimenticia aparente.

En la **Tabla 18**, se expone que el tratamiento T3 presentó los mejores resultados con  $1.65 \pm 0.08$  y el que presentó valores más altos fue el tratamiento T0 con  $2.21 \pm 0.10$ .

**Tabla 18.** Valores medios del índice de conversión alimenticia aparente e índice de crecimiento específico en cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

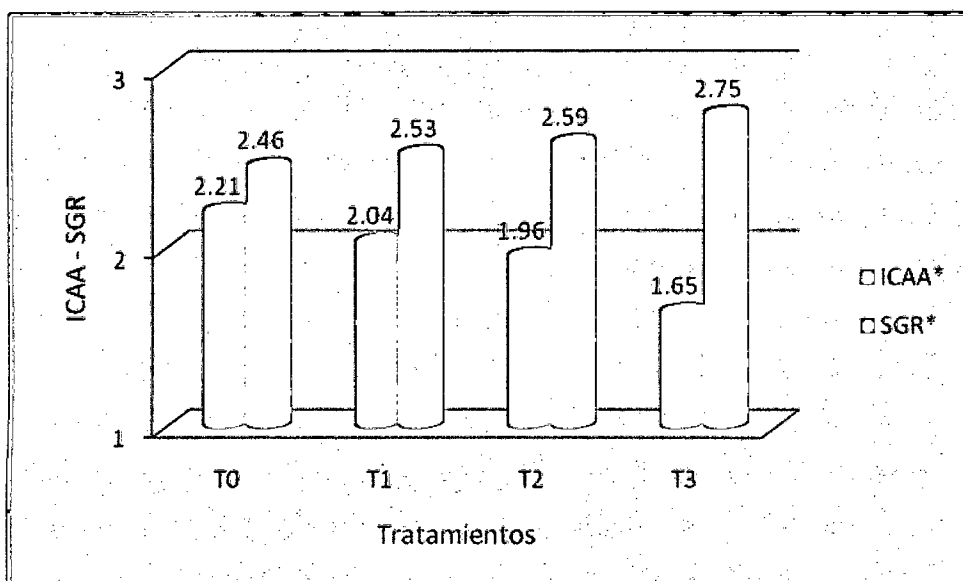
| Variables         | Tratamiento |             |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | T0          | T1          | T2          | T3          |
| ICAA <sup>*</sup> | 2.21 ± 0.10 | 2.04 ± 0.16 | 1.96 ± 0.05 | 1.65 ± 0.08 |
| SGR <sup>*</sup>  | 2.46 ± 0.03 | 2.53 ± 0.08 | 2.59 ± 0.06 | 2.75 ± 0.05 |

Datos reportados como media + desviación estándar; ICAA: índice de conversión alimenticia aparente; SGR: índice de crecimiento específico

#### 4.2.4. Índice de crecimiento específico.

En la **Figura 17**, se demuestra que es una relación inversa al índice de conversión alimenticia aparente, donde el tratamiento T3 presentó el mejor resultado ICAA de  $1.65 \pm 0.08$  y en cuanto al SGR ostentó de  $2.75 \pm 0.05$  demostrando del mismo modo que es el mejor resultado en relación a los demás tratamientos T0, T1 y T2.





**Figura 17.** Valores medios del índice de conversión alimenticia aparente e índice de crecimiento específico en cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

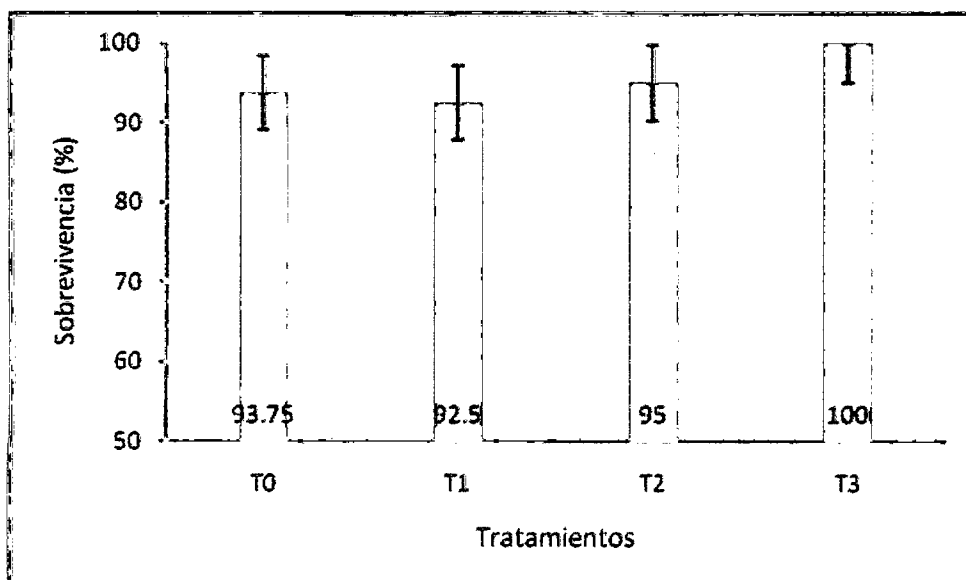
#### 4.2.5. Supervivencia.

En la **Tabla 19**, se muestran los valores con respecto a la supervivencia en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" donde los resultados no tiene relación alguna con la dosificación del probiótico EM (microorganismos eficientes) ya que los valores obtenidos en los tratamientos T0, T1 y T2 son por errores y descuido en la manipulación durante el experimento. Gráficamente se ilustra en la **Figura 18**.

**Tabla 19.** Valores medios de supervivencia (%) en cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Variables            | Tratamiento  |              |              |               |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                      | T0           | T1           | T2           | T3            |
| N° de peces inicial* | 20.00 ± 0.00 | 20.00 ± 0.00 | 20.00 ± 0.00 | 20.00 ± 0.00  |
| N° de peces final*   | 19.00 ± 0.96 | 19.00 ± 1.29 | 19.00 ± 1.15 | 20.00 ± 0.00  |
| Supervivencia (%)*   | 93.75 ± 4.79 | 92.50 ± 6.45 | 95.00 ± 5.77 | 100.00 ± 0.00 |

\*Datos reportados como media + desviación estándar



**Figura 18.** Valores medios de sobrevivencia (%) en crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

#### 4.3. Calidad de agua.

En la **Tabla 20**, se reporta los valores de las características físico-químicas del agua del estanque N° E-3 lugar donde se realizó el experimento. Asimismo, en la **Tabla 21**, se indican los valores de máximos y mínimos de las variables estudiados durante el experimento.

A los 90 días del experimento se reportan los siguientes datos en valores medio: temperatura del agua  $28.47 \pm 0.25$  °C, transparencia  $38.80 \pm 7.94$  cm, conductividad eléctrica  $0.11 \pm 0.00$   $\mu$ S/cm, oxígeno disuelto del agua  $5.78 \pm 0.57$  mg/l y pH  $8.01 \pm 0.13$  UI.

**Tabla 20.** Valores medios de las características físico-químicas del agua del estanque N° E-3 en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

| Periodo de cultivo | Parámetros físico-químicos |              |                         |                       |             |
|--------------------|----------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
|                    | T° H <sub>2</sub> O (°C)   | Trans. (cm)  | Ce <sup>+</sup> (µS/cm) | O <sub>2</sub> (mg/l) | pH (UI)     |
| 15 (días)          | 28.60 ± 1.21               | 54.44 ± 0.00 | 0.11 ± 0.01             | 5.64 ± 0.31           | 7.96 ± 0.32 |
| 30 (días)          | 28.70 ± 0.96               | 39.19 ± 0.00 | 0.10 ± 0.00             | 5.47 ± 0.45           | 8.09 ± 0.39 |
| 45 (días)          | 28.25 ± 0.53               | 35.63 ± 0.00 | 0.10 ± 0.00             | 5.01 ± 0.35           | 8.21 ± 0.33 |
| 60 (días)          | 28.67 ± 0.95               | 33.13 ± 0.00 | 0.10 ± 0.00             | 5.51 ± 0.51           | 7.97 ± 0.41 |
| 75 (días)          | 28.50 ± 0.63               | 36.38 ± 0.00 | 0.10 ± 0.00             | 5.61 ± 0.56           | 7.98 ± 0.45 |
| 90 (días)          | 28.08 ± 0.42               | 34.06 ± 0.00 | 0.11 ± 0.00             | 5.78 ± 0.57           | 7.84 ± 0.43 |

Datos reportados como media + desviación estándar

Los valores de la calidad de agua a los 90 días de cultivo, indican que se encuentran dentro de los rangos para el cultivo de peces amazónicos y que son permisibles para el óptimo desarrollo en relación al crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*.

**Tabla 21.** Valores medios de máximo y mínimos de las características físico-químicas del agua del estanque N° E-3 en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, "paco" durante 90 días.

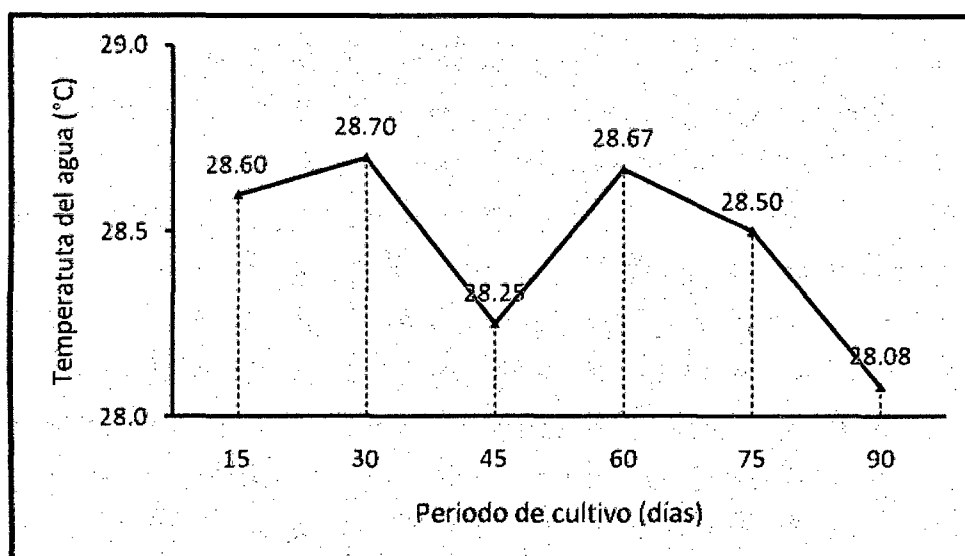
| Periodo de cultivo | Valores | Parámetros físico-químicos |              |                         |                       |             |
|--------------------|---------|----------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
|                    |         | T° H <sub>2</sub> O (°C)   | Trans. (cm)  | Ce <sup>+</sup> (µS/cm) | O <sub>2</sub> (mg/l) | pH (UI)     |
| 15 (días)          | Máx.    | 31.33 ± 1.24               | 60.00 ± 4.52 | 0.13 ± 0.01             | 6.20 ± 0.42           | 8.67 ± 0.34 |
|                    | Mín.    | 26.67 ± 1.24               | 48.00 ± 4.52 | 0.10 ± 0.01             | 4.97 ± 0.42           | 7.40 ± 0.34 |
| 30 (días)          | Máx.    | 29.67 ± 0.99               | 50.00 ± 4.46 | 0.12 ± 0.01             | 6.03 ± 0.26           | 8.80 ± 0.43 |
|                    | Mín.    | 25.67 ± 0.99               | 35.00 ± 4.46 | 0.09 ± 0.01             | 5.10 ± 0.26           | 7.47 ± 0.43 |
| 45 (días)          | Máx.    | 29.33 ± 0.41               | 40.00 ± 1.71 | 0.11 ± 0.01             | 5.73 ± 0.37           | 8.67 ± 0.39 |
|                    | Mín.    | 27.67 ± 0.41               | 35.00 ± 1.71 | 0.09 ± 0.01             | 4.40 ± 0.37           | 7.50 ± 0.39 |
| 60 (días)          | Máx.    | 29.67 ± 0.52               | 35.00 ± 2.50 | 0.12 ± 0.01             | 5.90 ± 0.27           | 8.73 ± 0.40 |
|                    | Mín.    | 27.67 ± 0.52               | 30.00 ± 2.50 | 0.10 ± 0.01             | 4.90 ± 0.27           | 7.50 ± 0.40 |
| 75 (días)          | Máx.    | 29.33 ± 0.40               | 45.00 ± 0.40 | 0.13 ± 0.01             | 5.83 ± 0.11           | 8.37 ± 0.18 |
|                    | Mín.    | 27.67 ± 0.40               | 35.00 ± 0.40 | 0.09 ± 0.01             | 5.43 ± 0.11           | 7.73 ± 0.18 |
| 90 (días)          | Máx.    | 29.33 ± 0.55               | 35.00 ± 0.55 | 0.12 ± 0.01             | 6.20 ± 0.22           | 8.27 ± 0.23 |
|                    | Mín.    | 27.33 ± 0.55               | 30.00 ± 0.55 | 0.10 ± 0.01             | 5.43 ± 0.22           | 7.33 ± 0.23 |

Datos reportados como media + desviación estándar

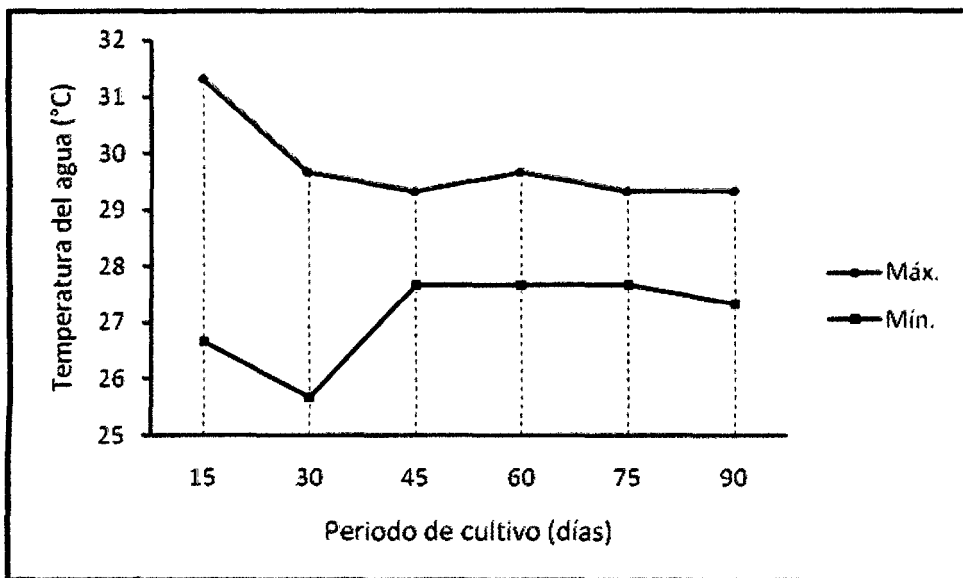
#### 4.3.1. Temperatura del agua.

Durante el experimento no se registraron dispersiones altas de variaciones de la temperatura del agua (C.V. = 2.68%) manteniéndose entre el rango de 28 °C y 29 °C desde el inicio hasta el final del experimento, la temperatura máxima registrada fue de  $31.33 \pm 1.24$  °C en los primeros 15 días de cultivo y la mínima de  $25.67 \pm 0.99$  °C.

La temperatura promedio para el periodo de cultivo fue de  $28.47 \pm 0.25$  °C. La variación entre el valor máximo observado y el mínimo en la serie de datos fue de 5.66 °C. En la **Figura 19**, se ilustra los valores promedios durante el experimento y en la **Figura 20**, se muestran los valores máximo y mínimo de la temperatura del agua en 90 días de cultivo.



**Figura 19.** Valores medios de temperatura del agua (°C) registrados durante 90 días de cultivo.

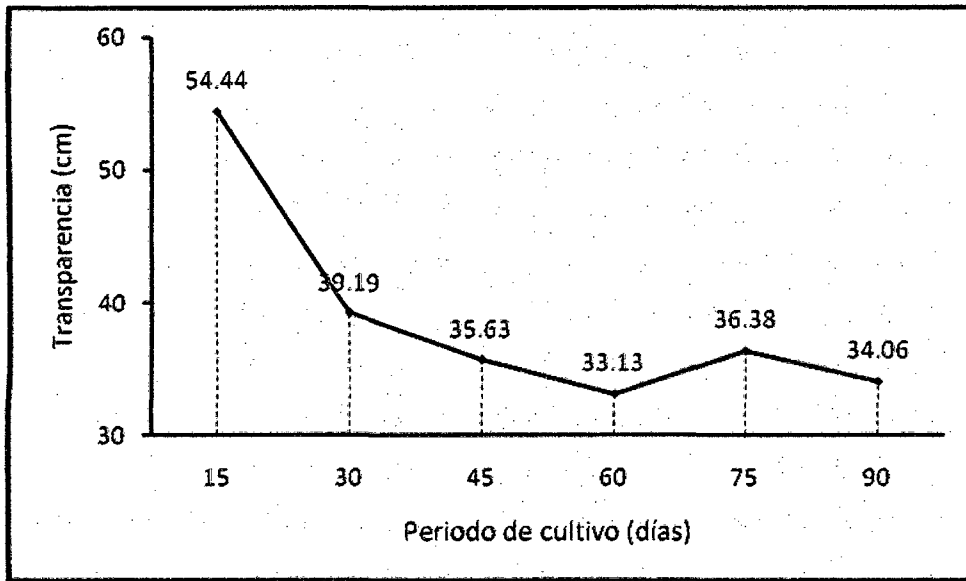


**Figura 20.** Valores medios de máximo y mínimo de temperatura del agua (°C) registrados durante 90 días de cultivo.

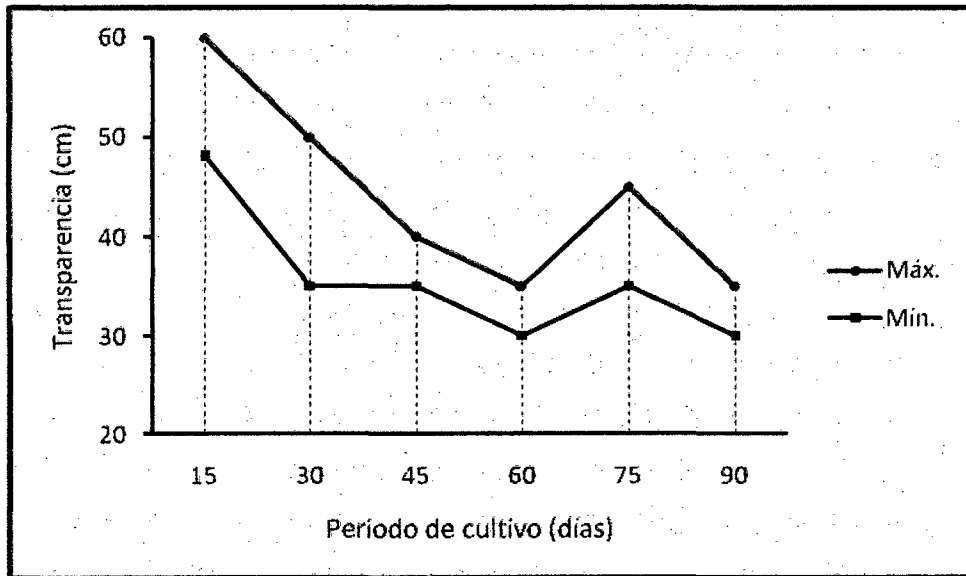
#### 4.3.2. Transparencia.

El promedio para la serie fue de  $38.80 \pm 7.94$  cm. con una variación entre los datos de mayor y menor transparencia de 21.31 cm (C.V. = 20.37%). Gráficamente se ilustra en **Figura 21**, las mediciones periódicas durante el periodo de cultivo.

En la **Figura 22**, se muestran los valores medio de máximo y mínimo de la transparencia, se reporta que a los primeros 15 días del experimento la transparencia fue de  $60 \pm 4.52$  porque la fertilización orgánica (aplicación de gallinaza) reaccionó lento en el proceso de descomposición. La fertilización ha sido efectiva utilizando gallinaza a razón de  $200 \text{ g/m}^2$ , según el gráfico la curva disminuye a medida que el tiempo avanzó hasta llegar a los valores deseable para el desarrollo normal de peces amazónicos.



**Figura 21.** Valores medios de transparencia (cm) registrados durante 90 días de cultivo.



**Figura 22.** Valores medios de máximo y mínimo de transparencia (cm) registrados durante 90 días de cultivo.

### 4.3.3. Conductividad eléctrica.

El promedio para el periodo de estudio fue de  $0.11 \pm 0.00 \mu\text{S/cm}$ . En la Figura 23 y en la Figura 24, se indica los valores registrados durante 90 días de cultivo.

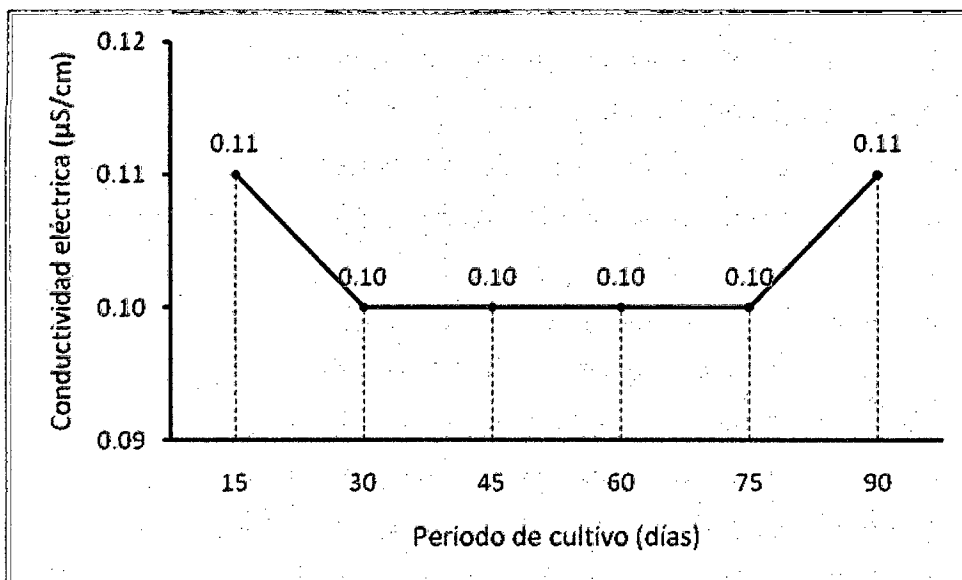


Figura 23. Valores medios de conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) registrados durante 90 días de cultivo.

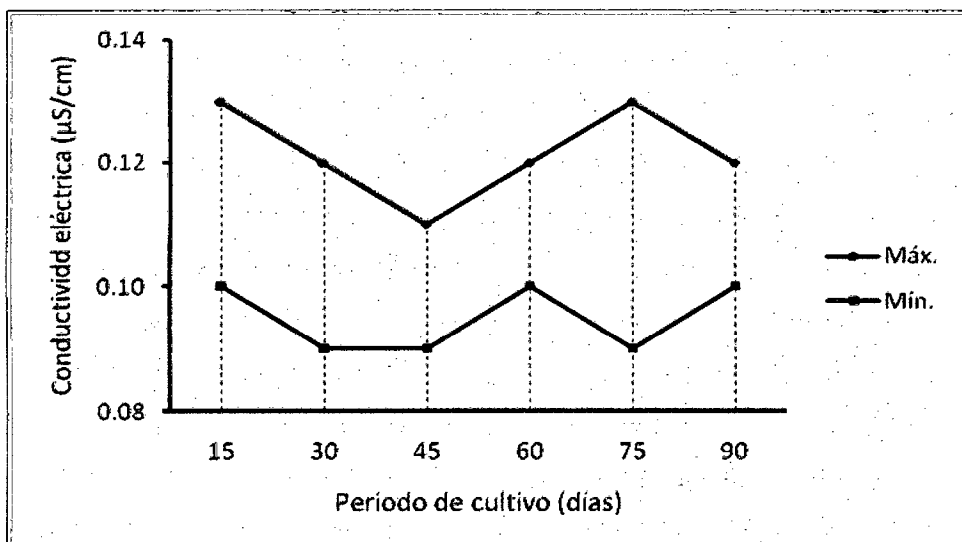


Figura 24. Valores medios de máximo y mínimo de conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ ) registrados durante 90 días de cultivo.

#### 4.3.4. Oxígeno disuelto.

El promedio general durante el periodo de cultivo fue de  $5.50 \pm 0.29$  mg/l. En la Figura 25 y Figura 26; se indica los valores, el rango de variación fue de 0.77 mg/l.

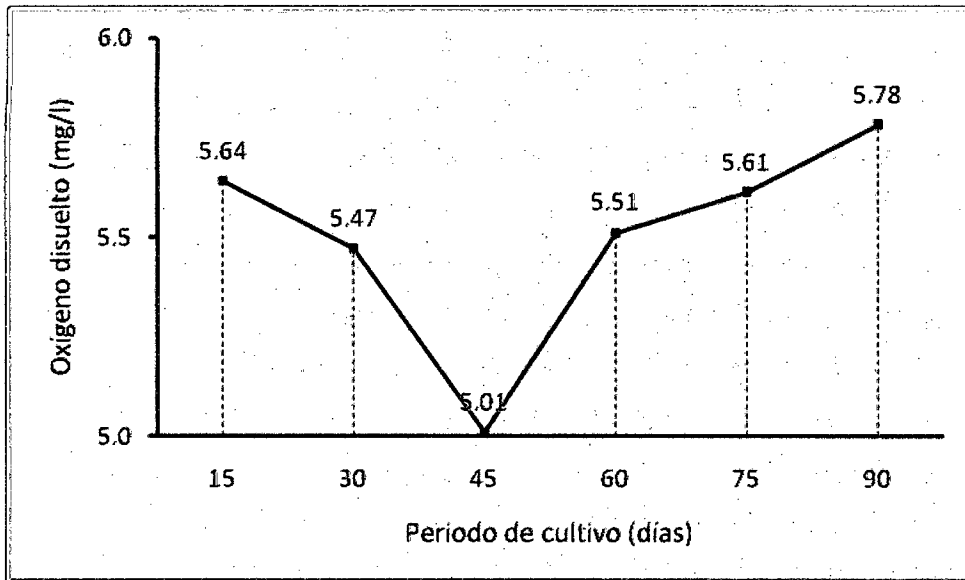


Figura 25. Valores medios de oxígeno disuelto (mg/l) registrados durante 90 días de cultivo.

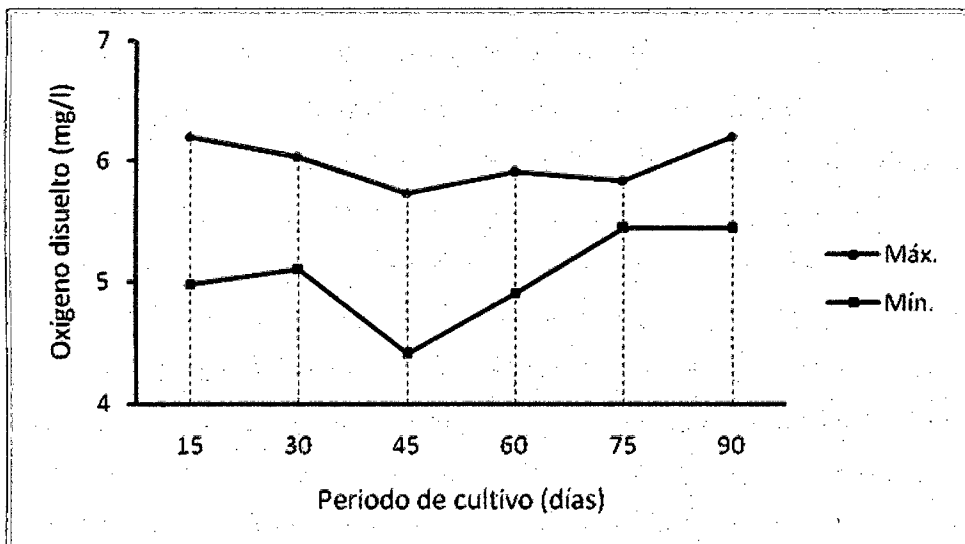


Figura 26. Valores medios de máximo y mínimo del oxígeno disuelto (mg/l) registrados durante 90 días de experimento.



#### 4.3.5. pH.

El promedio general durante el periodo de cultivo fue de  $8.01 \pm 0.13$  mg/l.

gráficamente se ilustra en la Figura 27 y Figura 28.

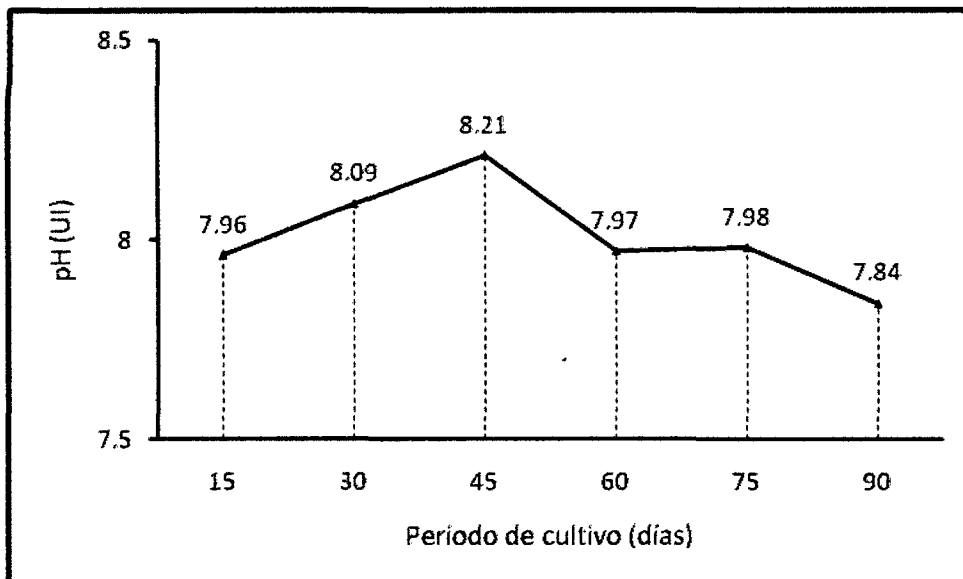


Figura 27. Valores medios de pH (UI) registrados durante 90 días de cultivo.

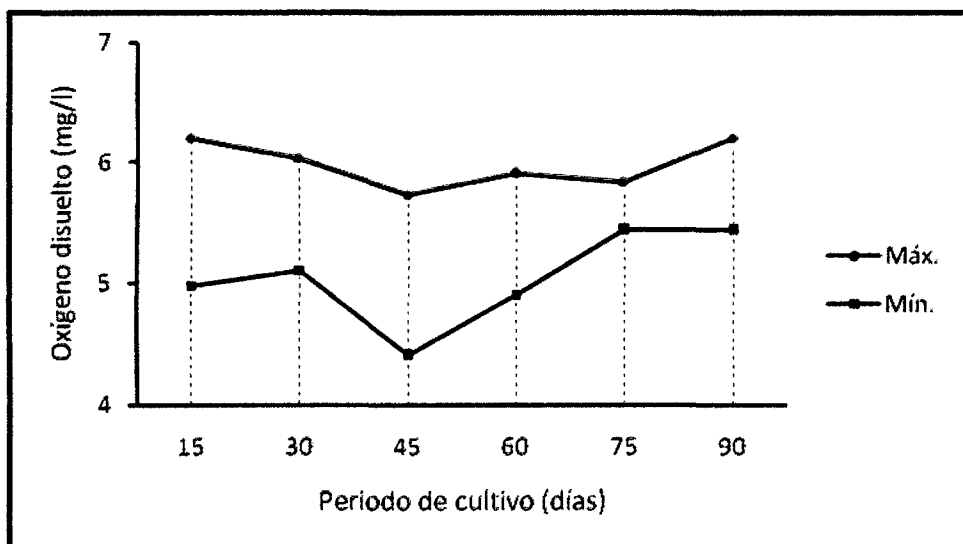


Figura 28. Valores medios de máximo y mínimo de pH (UI) registrados durante 90 días de cultivo.

## V. DISCUSIÓN.

### 5.1. Índices de producción.

Los resultados del presente estudio, mostraron efecto positivo sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" donde se han incorporado diferentes dosis del probiótico EM (microorganismos eficientes) en el alimento balanceado en relación a la dieta testigo T0. Con respecto a las fases durante el proceso de cultivo en peces tropicales, **Hernández (1992)**, indica que la segunda fase de alevinaje se inicia entre los 30 a 40 días en el proceso de crecimiento. De la misma manera **Oliva (2000)**, refiere que si no se considera el segundo alevinaje del *Piaractus brachypomus* "paco" durante el periodo de cultivo prolonga el tiempo de cultivo de esta especie de 10 a 12 meses, en tal sentido **Angelini & Petrere (1992)**, mencionan que el peso inicial más lucrativo para el productor a efecto de iniciar el engorde de peces se debe encontrar entre 30 a 50 g y con respecto al tiempo de 30 a 40 días de cultivo.

Con respecto al desempeño productivo se reporta que el tratamiento T3 obtuvo una mejor ganancia en relación a los demás tratamientos T1 y T2 y a la dieta testigo T0; en cuanto a la ganancia del peso total (g) para el tratamiento T3 en 90 días de cultivo fue de  $135 \pm 7.98$  g y la ganancia de peso diario fue de  $1.50 \pm 0.09$  g/día; existiendo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos donde se empleó dosis del probiótico EM de 6 ml/kg de alimento, sin embargo en trabajos similares **Campos**

(2009), estudió el efecto del probiótico EM-4 (microorganismos eficientes) en el cultivo de *Oreochromis niloticus* "tilapia" sobre los parámetros físico químicos del agua y el desempeño productivo utilizó 2340 ejemplares de tilapias de peso de  $0.87 \pm 0.02$  g y  $39 \pm 2.2$  mm, sembrados a una densidad de 1.5 pez/m<sup>2</sup> durante 182 días de cultivo, para la parte experimental empleó 6 estanques excavados de 260 m<sup>2</sup> utilizando un DCA de 2 tratamientos y 3 réplicas (T1: sin aditivos de probiótico EM-4), (T2: con aditivos de probiótico EM-4), en cuanto a la aplicación del probiótico fue 2 veces por semana a razón de 1 litro/ha, al finalizar el estudio concluye que el experimento no presenta diferencias significativas entre los tratamientos estudiados ( $P > 0.05$ ), por otro lado Palacios (2007), comparó el efecto de probióticos y prebióticos en el crecimiento del *Brycon melanopterus* "sábalo amazónicos" durante 120 días, en el experimento, utilizó 558 ejemplares de peso de  $63 \pm 11.21$  g y longitud de  $16 \pm 1.0$  cm de 75 días obtenidos artificialmente, los ejemplares fueron sembrados en un estanque excavado de 385.44 m<sup>2</sup> dividido en 12 compartimentos, el diseño que utilizó fue por DCA empleando 4 tratamientos y 3 réplicas a una densidad de 1.5 pez/m<sup>2</sup>, las dosis que empleó fue de la siguiente manera: T0 (dieta testigo con 32% PB), T1 (alimento balanceado con 32% PB, adicionando 2 g de probióticos/kg) T2 (alimento balanceado con 32% PB, adicionando 2 g de prebióticos/kg) y T3 (alimento balanceado con 32% PB adicionando 1 g de probiótico + 1 g prebióticos/kg), según los resultados que reportó en cuanto al incremento de peso mensual, indica que el tratamiento T1 ha presentado mejores resultados con 88.52 g/mes en comparación a los tratamientos T2, T3 y T0 con 84.83 g/mes, 82.41 g/mes y 76.57 g/mes, estadísticamente el experimento presentó

diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) utilizando aditivos de probióticos en la alimentación; de la misma manera **Gutiérrez (2011)**, evaluó el efecto de inclusión de un probiótico comercial (amino plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana durante la fase juvenil, utilizó 1200 ejemplares que fueron distribuidos en 12 unidades experimentales de 200 m<sup>2</sup> a razón de 0.5 pez/m<sup>2</sup> con una longitud inicial de 10 cm y peso inicial de 70 g, el tenor proteico que empleó fue de 25% PB durante 90 días, en cuanto a la parte experimental utilizó el modelo DCA con 4 tratamientos y 3 repeticiones de los cuales fueron los niveles de dosificación: T1 (6 ml/kg), T2 (8 ml/kg), T3 (10 ml/kg) y T4 (dieta control); el tratamiento que dio mejor resultado fue el T3 donde obtuvo ganancia de peso de  $557.50 \pm 84.17$  g, donde empleó 10 ml de probiótico/kg de alimento, concluye que el experimento ha tenido efecto significativo ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos.

Del mismo modo **López & Palacios (2007)**, estudiaron el efecto de un probiótico comercial y el prebiótico  $\beta$ -glucano incorporados en diferentes dosis en el alimento comercial sobre el crecimiento de alevinos de *Oncorhynchus mykiss* "trucha" cultivados en jaulas de 10 m<sup>3</sup> de capacidad, utilizaron 4224 ejemplares con peso promedio inicial de 40 g distribuidos en cuatro tratamientos y tres repeticiones conformado de la siguiente manera: T0 (dieta testigo), T1 (2% de probiótico comercial), T2 (2% prebióticos) y T3 (1% de probióticos + 1% de prebióticos), los resultados finales indican que las truchas alimentadas con las mezclas de probióticos y prebióticos presentaron mejores resultados en relación a los demás tratamientos.



029

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio y los resultados de los autores mencionados demuestran que la inclusión de probióticos en la dieta es una nueva alternativa en la Acuicultura para incrementar y mejorar los índices de producción. Por otro lado trabajos relacionados con la especie en estudio fueron estudiados probando diferentes tipos de insumos para mejorar el desempeño productivo, es así que **Rebaza et al. (2002)**, trabajaron con la especie *Piaractus brachypomus*, con peso inicial de 3.8 g, con alimento peletizado de 30% PB. En 30 días, obtuvieron pesos finales de 20.79 a 23.49 g; mientras que **Carrasco & Manrique (2006)**, alimentó a alevinos de *Piaractus brachypomus*, con ensilado biológico de vísceras de pescado, con 23% de PB, con peso y longitud inicial de 8.5 g y 8.0 cm y al cabo de 150 días de cultivo, registraron peso y longitud final de 61.7 g y 15.8 cm, asimismo **Deza et al. (2002)**, estudiaron el efecto de diferentes densidades de alevinos de *Piaractus brachypomus* con peso y longitud inicial de 10.4 g y 8.5 cm, utilizaron alimento peletizado con 33% de PB, en tal sentido registraron a los 240 días de cultivo, pesos finales de 420.0 a 505.7 g y longitudes finales de 26.67 a 28.33 cm, finalmente **Machuca & Poquioma (2008)**, evaluaron el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*, alimentados con harina de lenteja de agua, *Lemna sp.*, sembrando con peso inicial de 29.89 g y a los 120 días de cultivo se registró peso final de 114 g. En otras investigaciones, **Hernández (1992)**, realizó un informe técnico del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en algunos países latinoamericanos es así que en Brasil, reportó resultados de estudios de alevinos de *Piaractus brachypomus*, con individuos de 30 a 40 días, a una densidad de 16 alevinos/m<sup>2</sup>, durante 20 a 30 días de cultivo, registrando

pesos finales de 10 a 12 g, en Panamá, reportó resultados del estudio de alevinos de *Piaractus brachypomus*, utilizando densidades de 50 a 60 alevinos/m<sup>2</sup>, durante 30 días de cultivo, alcanzando pesos promedios finales de 12 a 15 g, y en Colombia, reportó resultados del estudio de alevinos de *Piaractus brachypomus*, con 10 alevinos/m<sup>2</sup>, en 30 días de cultivo, logrando el peso de 3 a 30 g. Por su parte, **Wicki et al. (2004)**, trabajando con alevinos de *Piaractus mesopotamicus*, alimentados con ración peletizada de 32% de PB, con una densidad de 0.2 peces/m<sup>2</sup>, con un peso de 0.25 g, a los 120 días, presentaron un peso final de 130.8 g. Siendo estos valores inferiores a los obtenidos en el presente experimento, ya que al final del experimento se obtuvieron pesos diferentes a los comparados por los autores mencionados y los datos varió de acuerdo a la aplicación de dosis de probióticos EM, tal es así que para el tratamiento T0 (dieta testigo), T1, T2 y T3 los pesos finales fueron  $113.47 \pm 3.31$ ,  $119.58 \pm 7.58$ ,  $128.26 \pm 8.12$  y  $147.36 \pm 8.15$  respectivamente. Siendo el tratamiento T3, con la aplicación de dosis de 6 ml/kg de alimento, que presentó el mejor peso promedio con  $147 \pm 8.15$  g, en 90 días de cultivo.

## **5.2. Índices zootécnicos.**

Con respecto a la eficiencia del cultivo el índice de conversión alimenticia aparente el que obtuvo mejor resultado fue el tratamiento donde se utilizó mayor dosis del probiótico EM (microorganismos eficientes), en este caso el tratamiento T3 (2ml/kg de alimento) presentó ICAA de  $1.65 \pm 0.08$ ; resultados similares reporta **Gutiérrez (2011)**, quien menciona que el tratamiento que ha recibido mayor dosis de

probiótico ha presentado mejores resultados finales de ICCA de  $1.05 \pm 0.16$  donde utilizó dosis de probiótico de 10 ml/kg de alimento; en otros trabajos **Palacios (2007)**, menciona que el tratamiento que recibió alimento concentrado suplementado con 2 g de probiótico/kg de alimento balanceado fue el tratamiento T1; por lo que presentó los mejores resultados con respecto a los demás tratamientos donde registró ICAA de 1.57; por otro lado **Lara-Flores et al. (2010a)**, mencionan que la adición de probióticos mejora la utilización del alimento, incluso bajo condiciones de estrés. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que la adición de probióticos mejora el índice de conversión, coincidiendo con **Chabrilón et al. (2006)**, quienes 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.

A su vez **Naidu et al. (1999)**, han observado que los microorganismos 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. En otros trabajos en relación a la especie en estudio **Granado (2000)**, obtuvo una conversión alimentaria, que estuvo influenciada por la densidad de cultivo, encontrándose un valor de 2; mientras que **Carrasco & Manrique (2006)**, registraron un índice de conversión alimenticia de 2.5 a 3.2, siendo el mejor factor alimenticio de 2.5 con un nivel proteico de 18.40%, por otro

lado Machuca & Poquioma (2008), observaron valores de 2.73 a 3.84. Estos últimos autores registraron valores superiores a los obtenidos en el presente estudio.

En cuanto al índice de crecimiento específico los resultados muestran que el tratamiento T3 presenta valores de  $2.75 \pm 0.05$  relación inversa al ICAA, donde los datos de mayor ICAA presenta menor crecimiento específico y esto lo manifiesta Reyes (1998), indicando que la densidad de siembra afecta el crecimiento de los peces en proporción inversa, es decir, que si se incrementa la densidad se reduce la tasa de crecimiento específico, entonces, los peces tardarán más tiempo en alcanzar el peso comercial, sin embargo Gutiérrez (2011), obtuvo en el tratamiento T3 índice de crecimiento específico de  $2.43 \pm 0.05$  presentado el ICAA menor que los demás tratamientos.

Referente a la sobrevivencia en el presente estudio la mortalidad que se suscitó en los tratamientos T0, T1 y T2 se debió principalmente a errores mecánicos al no proteger las unidades experimentales al iniciar el experimento porque los depredadores en este caso aves piscívoras alteraron la población de las unidades experimentales coincidiendo con Fontes *et al.* (1990), donde reportan que la mortalidad en la fase de alevinaje ocurre si no se tiene cuidado y protección de aves piscívoras tales como *Pitangus sulphuratus* "victor días" y *Chloroceryle amazona* "martín pescador".



### 5.3. Calidad de agua.

En el presente estudio los valores registrados en referencia a la temperatura del agua fue de  $28.47 \pm 0.25$  °C, y que según **Díaz & López (1993)**, manifiestan que se obtienen mejores crecimientos con temperaturas entre 26 y 29 °C, mientras que **Guerra et al. (1996)**, mencionan que el desarrollo óptimo de los peces tropicales se encuentra en un rango de 20 a 32°C, por tratarse de organismos poiquiloterms, lo que le hace dependientes de su ambiente analizando los valores obtenidos en el presente estudio estuvieron dentro del rango mínimo y máximo que recomiendan algunos autores, sin embargo **Angelini & Petrere (1992)**, afirman que las temperaturas altas o bajas pueden ocasionar estrés en los peces y por ende reducen su crecimiento. Además, **González & Heredia (1989)**, mencionan que el *Piaractus brachypomus*, es considerado un pez de aguas cálidas, que alcanza su máximo desarrollo en temperaturas entre los 28 y 31 °C.

En relación al oxígeno disuelto fue de  $5.78 \pm 0.57$  mg/l, por lo que esta variable estuvo dentro de los rangos normales considerando a **Sipaúba (1988)**, que manifiesta que para un crecimiento adecuado de los peces, el agua de los estanques debe presentar un tenor de oxígeno disuelto siempre superior a  $3 \text{ mg.l}^{-1}$  y que valores inferiores a esta concentración provocan una reducción en la conversión alimenticia y un aumento de los efectos perjudiciales resultantes de la degradación de metabolitos, del mismo modo **Boyd (1996)**, menciona que el *Piaractus brachypomus* "paco" es una especie que tolera amplios rangos de pH de 3.5 a 11, pero las mejores aguas para la

piscicultura son aquellas que presentan pH neutro o ligeramente alcalino (entre 7 - 8) y comparando con los resultados obtenidos del estudio fue de  $8.01 \pm 0.13$  encontrándose dentro del rango óptimo, de la misma manera **Gutiérrez (2011)**, manifiesta que los parámetros físico-químicos del agua del estanque al finalizar el experimento estuvieron dentro los rangos adecuados para el cultivo de peces amazónicos no evidenciando variaciones que pudiesen comprometer el crecimiento.

En el presente experimento los datos registrados durante el periodo de cultivo indican que son valores permisibles para el normal desarrollo del cultivo de alevinos *Piaractus brachypomus* "paco" en ambientes controlados. No hubo dispersión altas de datos numéricos en las variables estudiadas en el presente experimento.

## VI. CONCLUSIONES.

Según los resultados obtenidos y de acuerdo a las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo de investigación se concluye:

- Que el efecto de la inclusión de 6 ml del probiótico EM en el alimento presentó un resultado eficaz y positivo, favorable en la investigación, es decir el tratamiento T3 (6ml/kg) tuvo óptimo desempeño sobre el crecimiento de alevinos de *Piaractus brachypomus*.
- Que la inclusión del probiótico EM (microorganismos eficientes) en el alimento balanceado mejora los índices de producción. Esto demuestra con los resultados de los indicadores de crecimiento de los tratamientos (T1, T2 y T3), son mejores que el tratamiento control (T0); siendo el tratamiento T3 el mejor que presentó una ganancia de peso mejor en relación a los demás tratamientos por lo que se ha obtenido un índice de conversión alimenticia aparente de  $1.65 \pm 0.08$ , índice de crecimiento específico de  $2.75 \pm 0.05$ , una ganancia de peso medio diario de  $1.50 \pm 0.09$  y una ganancia de peso medio de  $135.00 \pm 7.98$  g.
- Que el probiótico EM (microorganismos eficientes), constituye una alternativa viable como promotor de crecimiento en alevinos de *Piaractus brachypomus*.

- Que las mortalidades que se suscitó durante el experimento, ha sido por acciones mecánicas durante el manipuleo en las evaluaciones biométricas.
- Que los parámetros físico-químicos del agua registrados durante el experimento fueron permisibles estando en los rangos normales e ideales para el cultivo de la especie *Piaractus brachypomus*, no evidenciando dispersiones de variación que pudiera comprometer el crecimiento de los peces.

## VII. RECOMENDACIONES.

La investigación realizada permite hacer las siguientes recomendaciones, debido a que según el análisis realizado a los resultados aún hay aspectos que son necesarios investigar por el limitado contexto de la información disponible. Cuando se tenga esas informaciones será posible manipular mejor los insumos probados en el experimento en la alimentación de alevinos de *Piaractus brachypomus* y por lo tanto mejorar aun los índices de producción.

- Realizar estudios del efecto de la inclusión del probiótico EM (microorganismos eficientes) en otras especies de peces amazónicos con potencial acuícola y en diferentes fases de cultivo (larvas, postlarvas, alevinos y reproductores).
- Determinar la mejor concentración de la inclusión del probiótico EM (microorganismos eficientes) dado a que la utilización como aditivo tiene un impacto directo sobre el crecimiento tomando como referencia 6 ml/kg.
- Estudiar el mecanismo de acción y el efecto de la administración de bacterias probióticas sobre la estimulación inmune de alevinos de paco (*Piaractus brachypomus*).
- Investigar el mecanismo de acción y el efecto del probiótico EM (microorganismos eficientes) sobre la sobrevivencia de postlarvas de paco (*Piaractus brachypomus*).

- Realizar estudios de la digestibilidad de la proteína y la materia orgánica de las dietas suplementadas con probióticos para comprobar el efecto de los probióticos sobre la digestibilidad en especies acuícolas amazónicas.
- Estudiar el efecto de otros tipos de probióticos en la calidad de agua y crecimiento de peces amazónicos con potencial acuícola.
- Mejorar la tasa de alimentación cuando la infraestructura de cultivo sea en estanques de tierra.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ANGELINI, R. & Jr. R. PETRERE. 1992.** Simulação da produção do « paco » *Piaractus mesopotamicus* em viveiros de piscicultura. *Bol Téc. CEPTA*, 5 (Único): 41 – 45.
- ARROYO, R. 1984.** Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. 160 pp.
- ALLY, S.M.; A.B.D. RAHMAN & F.M. MOHAMED. 2008.** Characterization of some bacteria isolated from *Oreochromis niloticus* and their potential use as probiotics. *Aquaculture*, v. 277, p. 1 – 6.
- AYROSA, D.M.M.R.; F.P.B. FURLANETO & L.M.S. AYROSA. 2005.** Regulamentação do acesso territorial a tanques-rede em área de preservação permanente (APP), no Estado de São Paulo. Disponible en Internet, URL: <http://www.pesca.sp.gov.br>.
- BALCÁZAR, J.L. 2006.** The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, v. 114, p. 173 – 186.
- BANZATTO, D.A. & S. DO N. KRONKA. 1989.** Experimentação agrícola. Departamento de Ciências Exatas. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP. Jaboticabal. S.P. 247 pp.
- BARROS, M.M.; L.E. PEZZATO; D.R. FALCON & I.G. GUIMARÃES. 2007.** Estratégias nutricionais e a higidez de peixes. In: 1º Congresso brasileiro de produção de peixes nativos de água doce, 2007, Dourados. Anais... Dourados: EMBRAPA, 2007, Cd-rom. ISSN 1809 – 9718.

- BERG, L.S. 1940.** Classification of Fishes both recent and fossil. Trav. Inst. Zool. Acad. Sci. URSS, 5; 87 - 517. Reimpresión. 1947. Edward Brothers. Ann Arbor, Mich.
- BOYD, C.E. 1996.** Manejo de suelos y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62 pp.
- BOYD, C.E. & C.S. TUCKER. 1998.** Pond aquaculture water quality management. Boston: Kluwer Academic. 700 pp.
- CAMPOS, M.J. 2009.** Utilização de microorganismos eficazes como probiótico no cultivo da tilápia do Nilo. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia – PB: UFPB/CCA 51 f. il. 63 pp.
- CASTELL, J.D. & K. TIEWS. 1980.** Report of the EIFAC, JUNS and ICES working group on the standardization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany. EIFAC Tech. Pap., 36. 24 pp.
- CASTILLO, H.M.R. 2005.** Capacidad degradativa de los consórcios microbianos del desecho pesquero Sanguaza contaminante del Puerto Malabrigo, Perú. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Tese (Doutorado em Meio Ambiente). 73 pp.
- CARRASCO, M. & Z.A. MANRIQUE. 2006.** Efecto del ensilado biológico de vísceras de pescado en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de paco, *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818 (Pisces – Serrasalminidae) criados en jaulas flotantes. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 78 pp.



- CORTEZ, S.J. 1992.** Características Bromatológicas de Dieciséis Especies Hidrobiológicas de la Amazonia Peruana en Época de Creciente; Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Folia Amazónica Vol. N° 4(1) – 1992.
- CHABRILLÓN, M.; M.C. BALEBONZ & M.A. MORIÑIGO. (2006).** Interference of *Listonella anguillarum* with potential probiotic microorganisms isolated from farmed gilthead seabream. *Aquaculture Research* 37, 78 – 86.
- CHU-KOO, F. & J. ALVÁN. 2006.** Resultados preliminares del uso del alimento extrusado en la alimentación de la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el híbrido pacotana (*C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en Loreto. 2<sup>do</sup> Congreso Nacional de Acuicultura. UNALM-Lima. p. 6 – 7.
- CRUZ, E. & R. MENDOZA. 2000.** Principios de Nutrición. Madrid, España. Disponible en Internet, URL: <http://www.principiosdenutrición.com.ar>.
- CRITTENDEN, R.; A.R. BIRD; Y.K. LEE & M.J. PLAYNE. 2005.** Probiotic research in Australia, New Zealand and the Asia- Pacific Region. *Curr. Pharm. Des.*, 11: 37 – 53.
- CPMA. 2006.** Centro de Pesquisa Meio Ambiente - EMBRAPA. Projeto Guaíra entra na "Agricultura Natural". Informativo Meio Ambiente e Agricultura – ano III, nº 10 Disponível em<<http://www.cnpma.embrapa.br/informativo>>
- DELGADO, C.L.; N. WADA; M.W. ROSEGRANT; S. MEIJER & M. AHMED. 2003.** *Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington and WorldFish Center, Penang, Malaysia. 226 pp.

- DEZA, S.; S. QUIROZ; M. REBAZA & C. REBAZA. 2002.** Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "Paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazónica* 13 (1 – 2): p. 49 – 64.
- DIAZ, G. & B. LOPEZ. 1993.** El cultivo de "cachama blanca" (*Piaractus brachypomus*) y de la "cachama negra", (*Colossoma macropomum*). En *Fundamentos de Acuicultura Continental*. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. p: 207 – 219.
- DOUILLET, P. 2000.** Bacterial additives that consistently enhance rotifer growth under synxenic culture conditions 2. Use of single and multiple bacterial probiotics. *Aquaculture* 182: 241 – 248.
- FAO-OMS. 2001.** Report of a joint FAO/OMS expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Córdoba, Argentina.
- FAO. 2002.** Fisheries Department Series title: State of World Fisheries and Aquaculture. Sofia, Bulgaria.
- FONTES, N.; J. SENHORINI & A. LUCAS. 1990.** Efeito de duas densidades de estocagem no desempenho larval de « pacu » *Piaractus mesopotamicus* (Homberg, 1 887) x *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em viveiros. *Bol. Téc. CEPTA*, Pirassununga, 3 (único): 23 – 32.
- FMO. 2006.** Fundação Mokiti Okada. Departamento de Saneamento e meio ambiente - centro de Pesquisa. Disponível em <<http://www.cpmo.org.br/pesquisa/SistemaFMOSaneamento.pdf>>

- FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; D.J. CARNEIRO & E.B. MALHEIROS. 2001.** Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 27, n.1, p. 1 – 5.
- FULLER, R. 1992.** History and development of probiotics. In: *Probiotics: The Scientific Basis* (Fuller, R. ed.), Chapman and Hall, London, England, pp. 1 – 18.
- GALÁN, V. 2004.** Prebióticos y Probióticos: Bacterias Saludables. DSaIud. Disponible en Internet, URL: [http://www.dsaIud.com/alimentacion\\_numero57.htm](http://www.dsaIud.com/alimentacion_numero57.htm)
- GATESOUBE, F.J. 1999.** The use of probiotics in aquaculture. *Aqua.*, 180, 147 – 165.
- GATESOUBE, F.J. 2000.** Updating the importance of lactic acid bacteria in fish farming: natural occurrence and probiotic treatments. *Journal of Molecular Microbiological Biotechnology* 14: 107 – 114.
- GRANADO, A. 2000.** Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. Univ. del Oriente, Venezuela. Vol. 12. Nº 2: 3 – 7
- GONZÁLES, J. & B. HEREDIA. 1989.** El cultivo de la “cachama”. Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP). Estación Experimental de Guárico, sub estación Guanapito. Maracay. Venezuela. 124 p.
- GUERRA, F.; M. REBAZA; F. ALCÁNTARA; S. TELLO; J. CORTEZ; P. PADILLA; V. MONTREUIL & G. TELLO (2000).** Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: una propuesta productiva para la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos – PEA. Iquitos Perú. pp. 9 – 10.

- GUERRA, H.; F. ALCÁNTARA & L. CAMPOS. 1996.** Piscicultura amazónica con especies nativas. TCA. Lima- Perú. 169 pp.
- GUEVARA, J. & R. MATEUS. 2001.** Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*). Trabajo de grado (Zootecnista). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 80 pp.
- GUTIERREZ, Y. 2011.** Efecto de la inclusión de probiótico comercial (Amino Plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) durante la fase juvenil. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Puerto Maldonado – Perú. 87 pp.
- HALVER, J. 1972.** Nutrición de peces. New York. 713 pp.
- HERNÁNDEZ, A. 1992.** Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. Reunión Internacional. Grupo de Trabajo Técnico de *Colossoma* y *Piaractus*. Bol. Red de Acuicultura. (6): 3 – 4.
- KUBITZA, F. 2003.** Qualidade da água no cultivo de peixes e camarão. 1. ed. Jundiaí, SP: ESALQ. 229 p.
- LARA-FLORES, M.; L. ESCOBAR-BRIONES & M. OLVERA-NOVOA. 2002.** Comparación del efecto de un promotor de crecimiento convencional y un probiótico comercial en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida Apdo. Postal 73 – Cordemex, C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México. 85 pp.

**LARA-FLORES M.; L. OLIVERA-CASTILLO & M.A. OLVERA-NOVOA. 2010a.** "Effect of the inclusion of a bacterial mix (*Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*), and the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, feed utilization and intestinal enzymatic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)" *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol. 2(4), pp. 93 – 101.

**LARA-FLORES, M., L. OLIVERA-CASTILLO & M.A. OLVERA-NOVOA. 2010b.** Nivel óptimo de inclusión de una levadura probiótica (*Saccharomyces cerevisiae*) como promotor de crecimiento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Centro de Investigación y estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida Apdo. Postal 73-Cordemex, C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México. 85 pp.

**LILLY, D.M. & R.H. STILLWELL. 1965.** Probiotics. Growth promoting factors produced by micro-organisms. *Science* 147, 747 – 748.

**LINARES-ARANDA, M. 2007.** Efecto de la incorporación de levaduras vivas en el alimento sobre la capacidad digestiva en juveniles de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea* (Streets, 1877). Tesis de Maestría, Programa de posgrado del CIBNOR. p. 151 – 155.

**LÓPEZ, J. 2005.** Evaluación de inmunoestimulantes en las fases de levante y ceba de trucha arcoiris (*O. mykiss*) cultivada en jaulas flotantes en el Lago Guamuéz. Vicerrectoría de Investigaciones Postgrados y Relaciones Internacionales. Sistema Investigaciones. Pasto. Colombia. p. 6.

- LÓPEZ, J. & J. PALACIOS. 2007.** Evaluación comparativa de prebióticos y probióticos en *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris". Universidad Nacional de Nariño – Colombia. Revista Electrónica de Ingeniería de Producción Acuícola, año II, vol. 2, 2007. ISSN 1909 – 8138. 20 pp.
- MACHUCA, J. & P. POQUIOMA. 2008.** Utilización de la harina de lenteja de agua, *Lemna sp* (Lemnácea), en la alimentación de alevinos de paco *Piaractus brachypomus* y pacotana (*Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum*) criados en jaulas. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. UNAP. Iquitos-Perú. 101 pp.
- MARTÍNEZ, M. 1987.** Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura, Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta editores. Madrid - España. p. 295 – 325.
- NAIDU, A.S.; W.R. BIDLACK & R.A. CLEMENS. 1999.** Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38(1). 13 – 126.
- NIKOSKELANEN, S.; S. SALMINEN & G. BYLUND. 2001.** Characterization of the properties of human and dairy-derived probiotics for prevention of infectious diseases in fish. Applied and Environmental Microbiology, v.67, n.6, p. 2430 – 2435.
- OLIVA, P. 2000.** Informe Técnico Anual 2000 Dirección Regional Sectorial De Pesquería – Ucayali (DIRESEPE-UC). 15 pp.

**ONO, E.A. & F. KUBITZA. 2003.** Cultivo de peixes em tanques-rede. 3ª ed. rev. e ampl.

Jundiaí: Eduardo Ono. 112 pp.

**ORTEGA, H.; M. HIDALGO; E. CORREA; J. ESPINO, L. CHOCANO; G. TREVEJO; V. MEZA;**

**A.M. CORTIJO & R. QUISPE. 2011.** Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual de conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica – Museo de Historia Natural, UNMSM. 49 pp.

**PADILLA, P.; A. GARCÍA; J. CORTÉZ; C. DELGADO; L. MORI; R. ISMIÑO; V. MONTREUIL;**

**H. GUERRA; S. TELLO; F. ALCÁNTARA & G. TELLO. 2000.** Cultivo y Procesamiento del Churo; IIAP. Iquitos- Perú. 54 p.

**PALACIOS, J.; C. SANTANDER; L. ZAMBRANO & J. LOPEZ. 2007.** Evaluación

comparativa de Prebióticos y Probióticos incorporados en el alimento comercial sobre el crecimiento de una especie nativa el sábalo amazónico (*Brycon melanopetrus*). Universidad Nacional de Nariño – Colombia. Revista Electrónica de Ingeniería de Producción Acuícola, año II, vol. 2, 2007. ISSN 1909 – 8138. 39 pp.

**PARKER, R.B. 1974.** Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutr.*

*Health* 29, 4 – 8 p.

**PEGORER, A.P.R.; C.M.C FRANCH; J.L. FRANCH; M.F.B SIQUEIRA & S.D MOTTA. 1995.**

Informações sobre o uso do EM (microorganismos eficazes) – Apostila. Rio de Janeiro: Fundação Mokito Okada, 1995. 14 p.

- PILLAY, T.V.R. & M.N. KUTTY. 2005.** *Aquaculture: Principles and Practices*, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, England. 624 pp.
- QUINTERO, L.; R. MATEUS & J. GUEVARA. 2000.** Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp.*), UNC, Departamento de Ciencias para la producción animal. p. 48 – 63.
- REBAZA, C.; S. DEZA; C. VILLANUEVA & R. OLIVA. 1999.** Diagnóstico técnico económico de la piscicultura en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad de la Región Ucayali. Pucallpa – Perú. 43 pp.
- REBAZA, C.; E. VILLAFAN; M. REBAZA & S. DEZA. 2002.** Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. “Paco”, en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. *Folia Amazónica*. Vol. 13. Iquitos – Perú. p. 121 – 134.
- REUTERS, H. 2002.** The Probiotics and Nutrition. International. Washington-Estados Unidos Disponible en Internet, URL: <http://www.fishfar/surveyreports/ien/html>
- REYES, W. 1998.** Cultivo de peces amazónicos. Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. Publicación especial APLAC. Nº 4. Trujillo – Perú.
- SILVA, D.A.; A.S. OLIVEIRA & M.L. RODRIGUES. 2008.** Avaliação de parâmetros físico-químicos de efluentes de piscicultura tratados com microorganismos eficazes. In: XVIII Congresso Nacional de Zootecnia, João Pessoa. 112 pp.

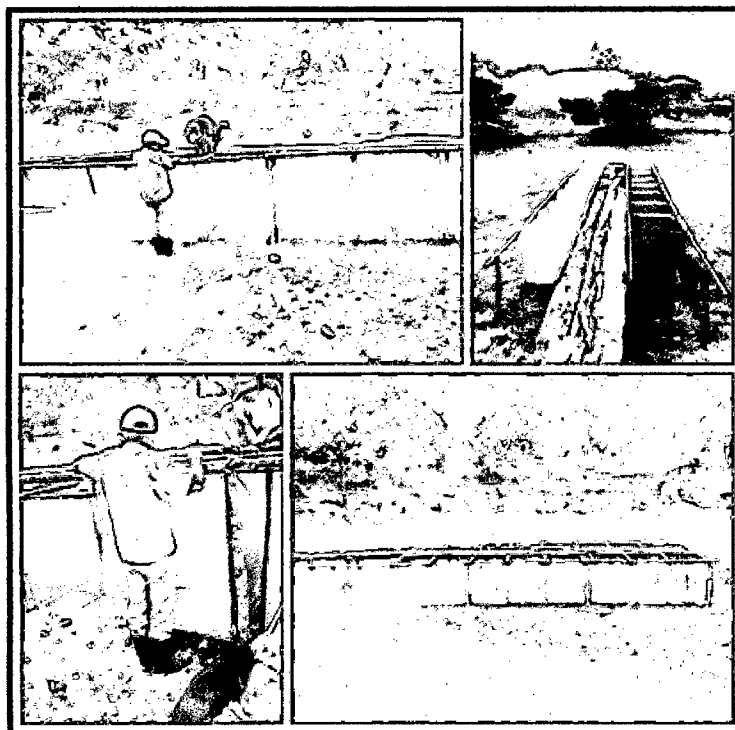


- SILVA, J.; G. BERNARDINO; M. SILVA; V. FERRARI & J. MENDOCA. 1997.** Cultivo do “pacú” *Piaractus mesopotamicus* (Holberg, 1818) em duas densidades de estocagem no Nordeste do Brasil. CEPTA. Boletín técnico. Vol (10). p. 1 – 70.
- SIPAÚBA, L. 1988.** Limnología Aplicada a Acuicultura. Universidad Estatal Paulista UNESR. *Bol Tec NO 1 Centro de Acuicultura*. 71 pp.
- TOVAR-RAMÍREZ D., J. ZAMBONINO; C. CAHU; F.J. GATESOUBE; R. VÁZQUEZ-JUÁREZ & R. LÉSEL. 2002.** Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. *Aquaculture*, vol 204/1 – 2, pp 113 – 123.
- TOVAR-RAMÍREZ, D.; B.M. REYES; C.R. CIVERA; V.F. ASCENCIO; L.V. GRACIA; G.A. ÁLVAREZ; L.J. MOYANO; G. ORTÍZ; B.P HINOJOSA; R.J.N. GUTIÉRREZ; M.A MILLÁN & M. LINARES-ARANDA. 2008.** Probióticos en Acuicultura: Avances Recientes del Uso de Levaduras en Peces Marinos. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 237 – 257 pp.
- USECHE, C. & M. AVILES. 2001.** Cultivo de peces en jaulas. Fundamento de la Acuicultura Continental. Institución Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA. 80 pp.
- VERSCHUERE, L.; G. ROMBAUT; P. SORGELOOS & W. VERSTRAETE. 2000.** Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 64, p. 655 – 671.
- VINE, N.G.; W.D. LEUKES & H. KAISER. 2006.** Probiotics in marine larviculture. *FEMS Microbiol. Rev.*, 30: 404 – 427.

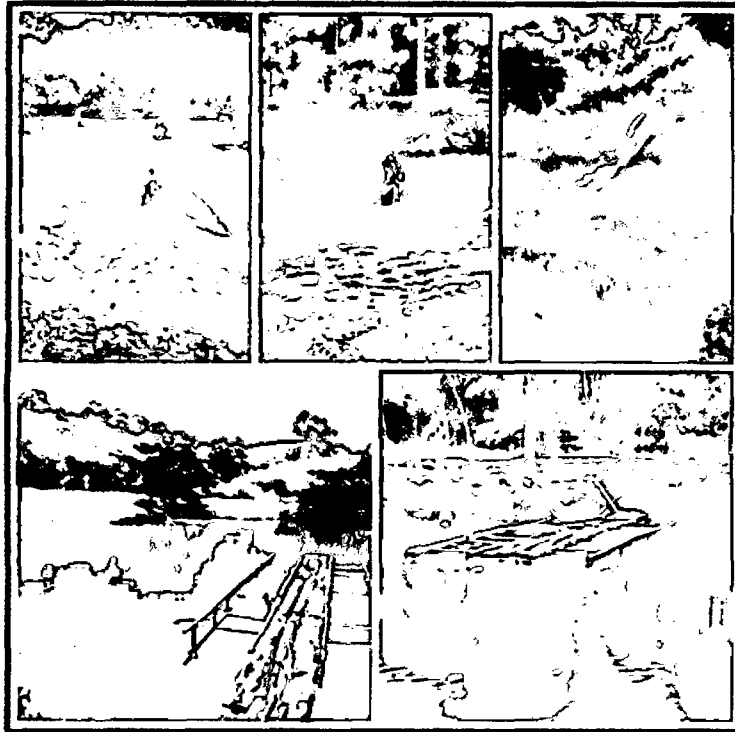
**IX. ANEXOS.**



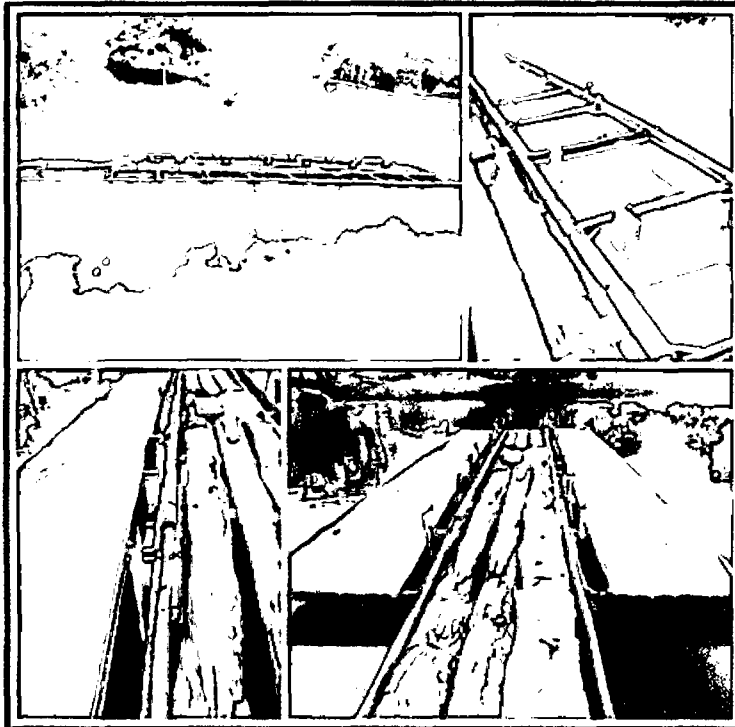
**Anexo 1. Construcción de jaulas.**



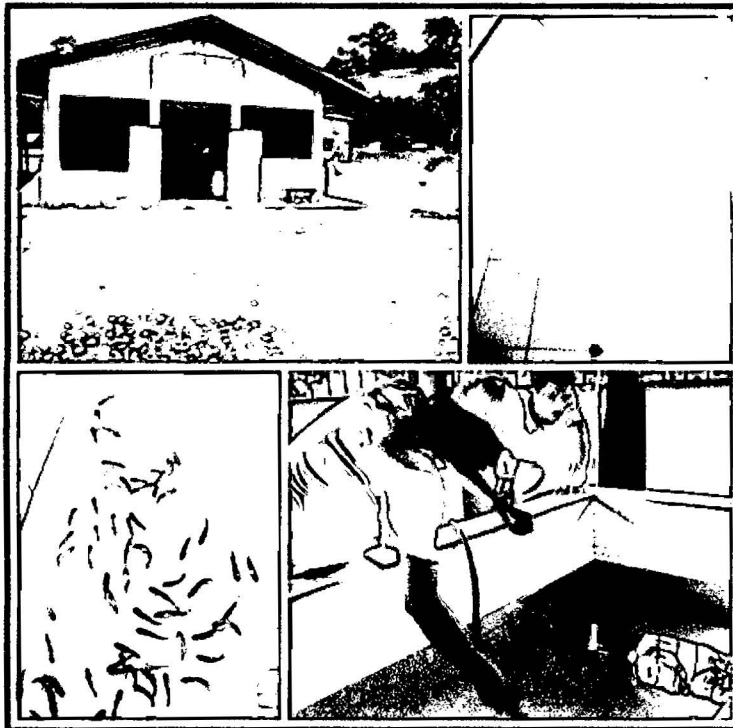
**Anexo 2. Instalación de las jaulas.**



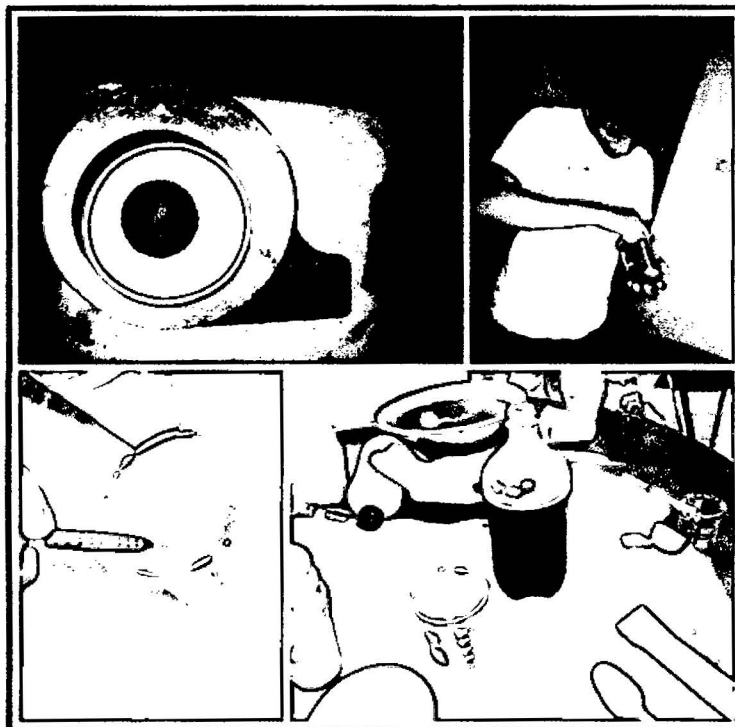
**Anexo 3.** Preparación del estanque Nº E-3.



**Anexo 4.** Codificación y protección de las jaulas.



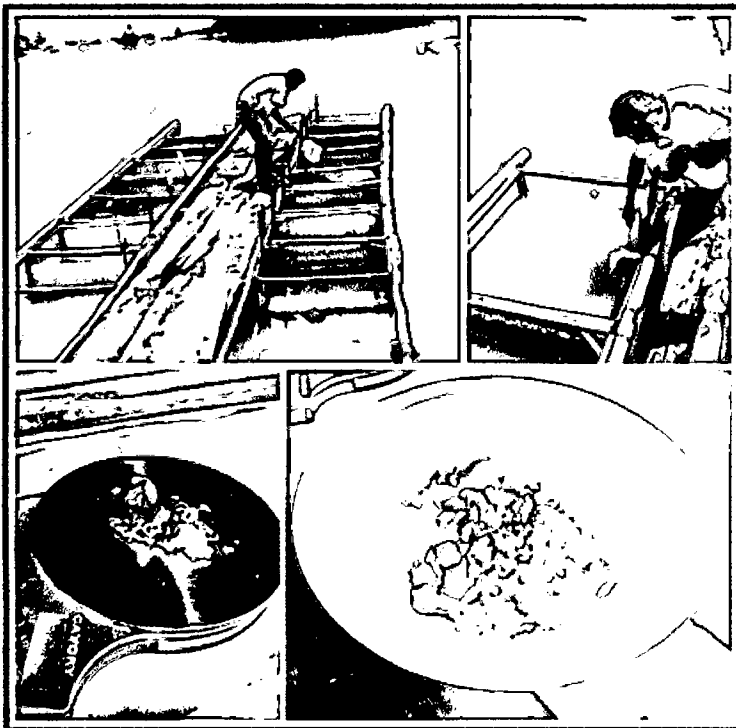
**Anexo 5. Fase previa del experimento**



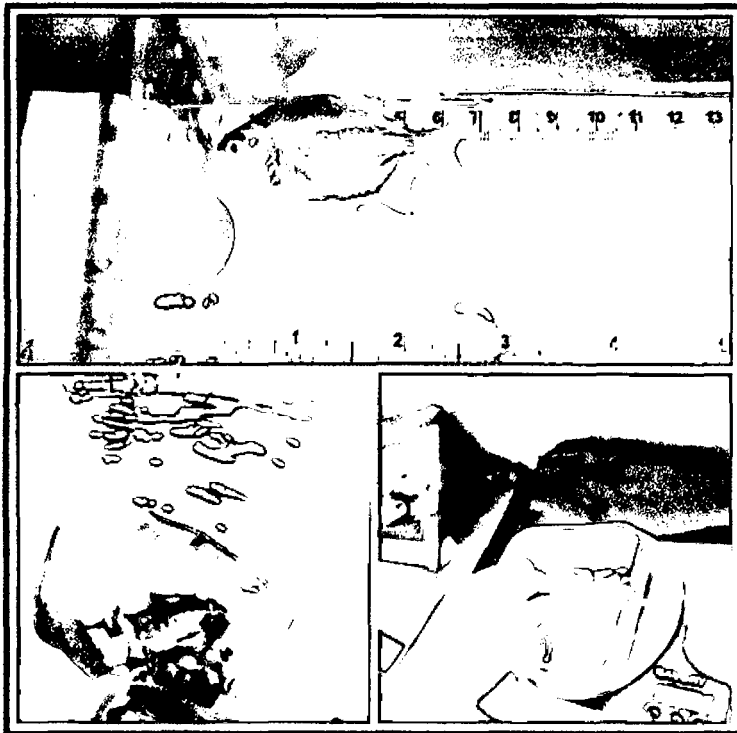
**Anexo 6. Preparación del probiótico EM.**



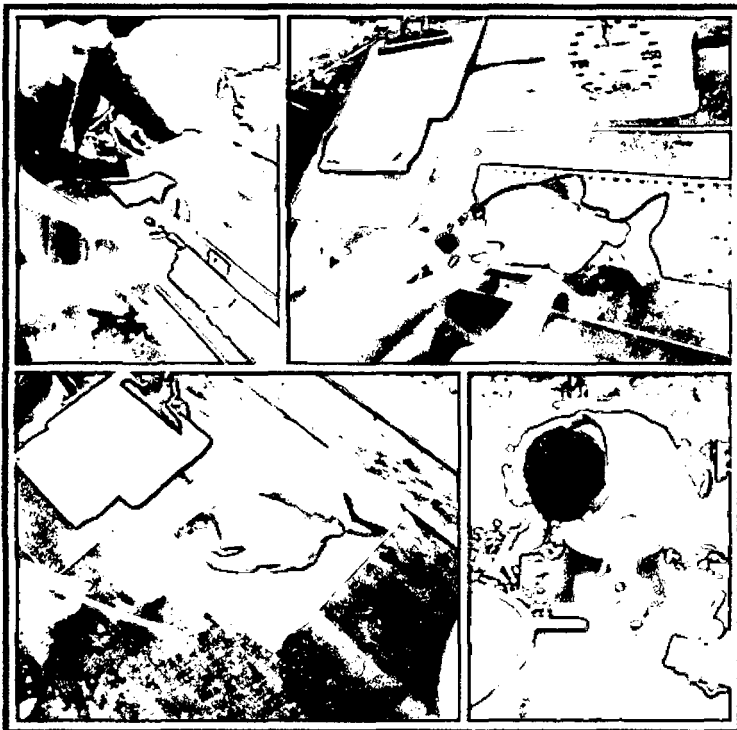
Anexo 7. Alimentación al voleo a los alevinos de paco.



Anexo 8. Control de alimento sobrenadante.



**Anexo 9. Evaluación inicial de crecimiento.**



**Anexo 10. Evaluación final de crecimiento.**

ANOVA LONGITUD INICIAL

22/04 11:10:20

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

ANOVA unidireccional: T1, T2, T3, T4

| Fuente | GL | SC     | CM     | F    | P     |
|--------|----|--------|--------|------|-------|
| Factor | 3  | 0.1466 | 0.0489 | 2.12 | 0.152 |
| Error  | 12 | 0.2772 | 0.0231 |      |       |
| Total  | 15 | 0.4237 |        |      |       |

S = 0.1520 R-cuad. = 34.59% R-cuad. (ajustado) = 18.24%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

| Nivel | N | Media  | Desv.Est. |               |
|-------|---|--------|-----------|---------------|
| T1    | 4 | 8.4200 | 0.0876    | (-----*-----) |
| T2    | 4 | 8.4725 | 0.2378    | (-----*-----) |
| T3    | 4 | 8.6600 | 0.1407    | (-----*-----) |
| T4    | 4 | 8.5975 | 0.0914    | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
8.25      8.40      8.55      8.70

Desv.Est. agrupada = 0.1520

Agrupar información utilizando el método de Tukey

|    | N | Media  | Agrupación |
|----|---|--------|------------|
| T3 | 4 | 8.6600 | A          |
| T4 | 4 | 8.5975 | A          |
| T2 | 4 | 8.4725 | A          |
| T1 | 4 | 8.4200 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.83%

Se restó T1 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T2 | -0.2666  | 0.0525 | 0.3716   | (-----*-----) |
| T3 | -0.0791  | 0.2400 | 0.5591   | (-----*-----) |
| T4 | -0.1416  | 0.1775 | 0.4966   | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.30      0.00      0.30      0.60

Se restó T2 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T3 | -0.1316  | 0.1875 | 0.5066   | (-----*-----) |
| T4 | -0.1941  | 0.1250 | 0.4441   | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.30      0.00      0.30      0.60

Se restó T3 a:

|    | Inferior | Centro  | Superior |               |
|----|----------|---------|----------|---------------|
| T4 | -0.3816  | -0.0625 | 0.2566   | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.30      0.00      0.30      0.60

Anexo 11. Procesamiento de ANOVA inicial en longitud total.

ANOVA LONGITUD FINAL

22/04 11:47:06

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

**ANOVA unidireccional: T1, T2, T3, T4**

| Fuente | GL | SC     | CM     | F    | P     |
|--------|----|--------|--------|------|-------|
| Factor | 3  | 0.1389 | 0.0463 | 0.50 | 0.690 |
| Error  | 12 | 1.1145 | 0.0929 |      |       |
| Total  | 15 | 1.2534 |        |      |       |

S = 0.3048 R-cuad. = 11.08% R-cuad. (ajustado) = 0.00%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

| Nivel | N | Media  | Desv.Est. |               |
|-------|---|--------|-----------|---------------|
| T1    | 4 | 17.148 | 0.381     | (-----*-----) |
| T2    | 4 | 17.013 | 0.306     | (-----*-----) |
| T3    | 4 | 17.258 | 0.243     | (-----*-----) |
| T4    | 4 | 17.218 | 0.272     | (-----*-----) |

16.75      17.00      17.25      17.50

Desv.Est. agrupada = 0.305

Agrupar información utilizando el método de Tukey

|    | N | Media   | Agrupación |
|----|---|---------|------------|
| T3 | 4 | 17.2575 | A          |
| T4 | 4 | 17.2175 | A          |
| T1 | 4 | 17.1475 | A          |
| T2 | 4 | 17.0125 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.83%

Se restó T1 a:

|    | Inferior | Centro  | Superior |               |
|----|----------|---------|----------|---------------|
| T2 | -0.7750  | -0.1350 | 0.5050   | (-----*-----) |
| T3 | -0.5300  | 0.1100  | 0.7500   | (-----*-----) |
| T4 | -0.5700  | 0.0700  | 0.7100   | (-----*-----) |

-0.50      0.00      0.50      1.00

Se restó T2 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T3 | -0.3950  | 0.2450 | 0.8850   | (-----*-----) |
| T4 | -0.4350  | 0.2050 | 0.8450   | (-----*-----) |

-0.50      0.00      0.50      1.00

Se restó T3 a:

|    | Inferior | Centro  | Superior |               |
|----|----------|---------|----------|---------------|
| T4 | -0.6800  | -0.0400 | 0.6000   | (-----*-----) |

-0.50      0.00      0.50      1.00

**Anexo 12. Procesamiento de ANOVA final en longitud total.**



ANOVA PESO INICIAL

22/04 11:50:14

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

**ANOVA unidireccional: T1, T2, T3, T4**

| Fuente | GL | SC     | CM     | F    | P     |
|--------|----|--------|--------|------|-------|
| Factor | 3  | 0.1030 | 0.0343 | 0.69 | 0.576 |
| Error  | 12 | 0.5981 | 0.0498 |      |       |
| Total  | 15 | 0.7011 |        |      |       |

S = 0.2233 R-cuad. = 14.69% R-cuad. (ajustado) = 0.00%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

| Nivel | N | Media  | Desv.Est. |  |
|-------|---|--------|-----------|--|
| T1    | 4 | 12.375 | 0.155     | +-----+-----+-----+-----+<br>(-----*-----) |
| T2    | 4 | 12.238 | 0.180     | (-----*-----)                              |
| T3    | 4 | 12.463 | 0.236     | (-----*-----)                              |
| T4    | 4 | 12.363 | 0.295     | (-----*-----)                              |

+-----+-----+-----+-----+  
12.00      12.20      12.40      12.60

Desv.Est. agrupada = 0.223

Agrupar información utilizando el método de Tukey

|    | N | Media   | Agrupación |
|----|---|---------|------------|
| T3 | 4 | 12.4625 | A          |
| T1 | 4 | 12.3750 | A          |
| T4 | 4 | 12.3625 | A          |
| T2 | 4 | 12.2375 | A          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.83%

Se restó T1 a:

|    | Inferior | Centro  | Superior |  |
|----|----------|---------|----------|--|
| T2 | -0.6063  | -0.1375 | 0.3313   | +-----+-----+-----+-----+<br>(-----*-----) |
| T3 | -0.3813  | 0.0875  | 0.5563   | (-----*-----)                              |
| T4 | -0.4813  | -0.0125 | 0.4563   | (-----*-----)                              |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.70      -0.35      0.00      0.35

Se restó T2 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |  |
|----|----------|--------|----------|--|
| T3 | -0.2438  | 0.2250 | 0.6938   | +-----+-----+-----+-----+<br>(-----*-----) |
| T4 | -0.3438  | 0.1250 | 0.5938   | (-----*-----)                              |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.70      -0.35      0.00      0.35

Se restó T3 a:

|    | Inferior | Centro  | Superior |  |
|----|----------|---------|----------|--|
| T4 | -0.5688  | -0.1000 | 0.3688   | +-----+-----+-----+-----+<br>(-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-0.70      -0.35      0.00      0.35

**Anexo 13. Procesamiento de ANOVA inicial en peso total.**

ANOVA PESO FINAL

22/04 12:11:42

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

**ANOVA unidireccional: T1, T2, T3, T4**

| Fuente | GL | SC     | CM    | F     | P     |
|--------|----|--------|-------|-------|-------|
| Factor | 3  | 2616.8 | 872.3 | 17.38 | 0.000 |
| Error  | 12 | 662.2  | 50.2  |       |       |
| Total  | 15 | 3218.9 |       |       |       |

S = 7.427 R-cuad. = 79.71% R-cuad. (ajustado) = 74.63%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

| Nivel | N | Media  | Desv.Est. |               |
|-------|---|--------|-----------|---------------|
| T1    | 4 | 113.47 | 3.46      | (-----*-----) |
| T2    | 4 | 119.58 | 7.58      | (-----*-----) |
| T3    | 4 | 128.26 | 9.21      | (-----*-----) |
| T4    | 4 | 147.36 | 8.15      | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
105            120            135            150

Desv.Est. agrupada = 7.43

Agrupar información utilizando el método de Tukey

|    | N | Media   | Agrupación |
|----|---|---------|------------|
| T4 | 4 | 147.362 | A          |
| T3 | 4 | 128.263 | B          |
| T2 | 4 | 119.578 | B          |
| T1 | 4 | 113.472 | B          |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%  
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98.83%

Se restó T1 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T2 | -9.588   | 6.010  | 21.608   | (-----*-----) |
| T3 | -2.430   | 13.168 | 28.765   | (-----*-----) |
| T4 | 18.197   | 33.795 | 49.393   | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-25            0            25            50

Se restó T2 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T3 | -8.440   | 7.157  | 22.755   | (-----*-----) |
| T4 | 12.187   | 27.785 | 43.383   | (-----*-----) |

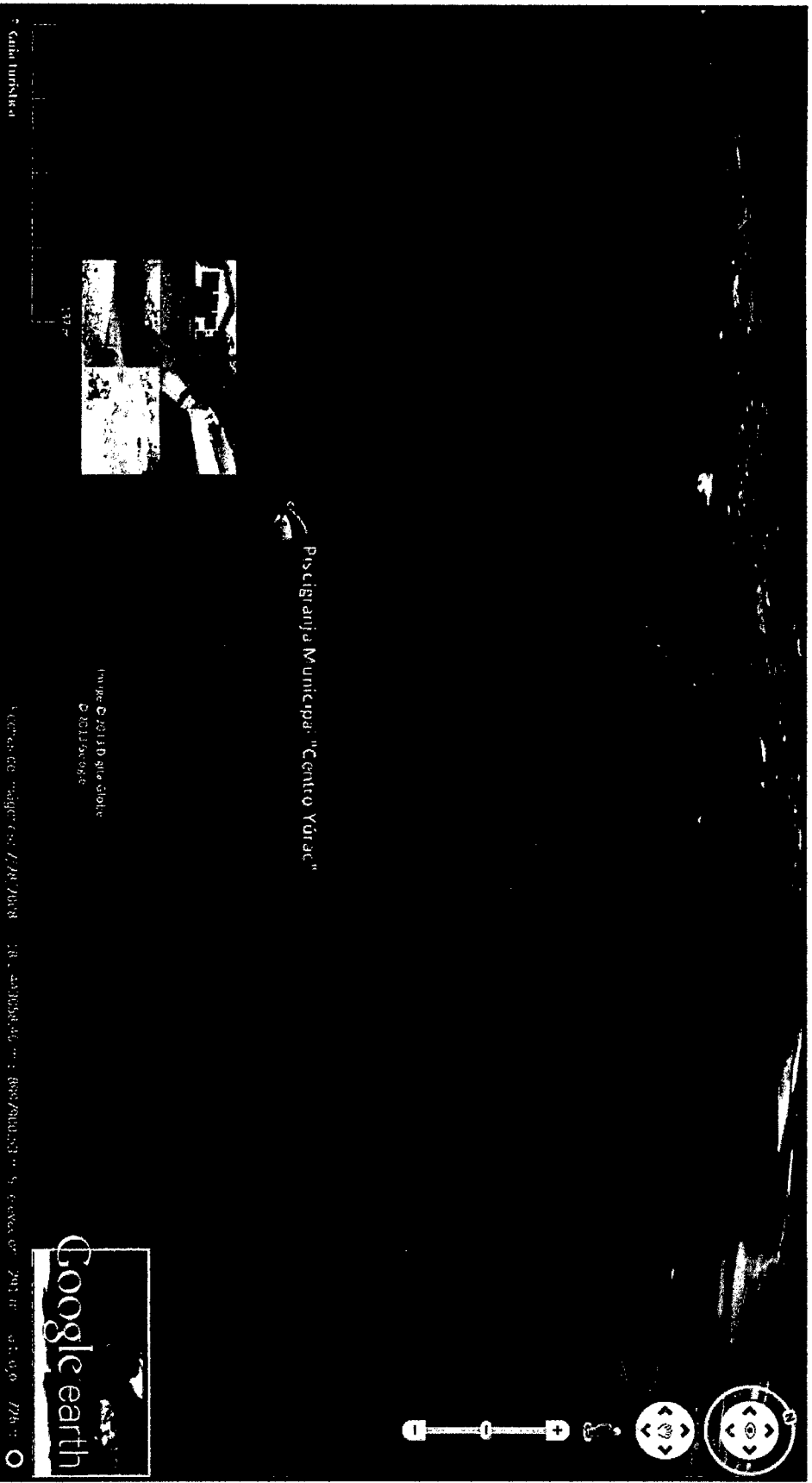
+-----+-----+-----+-----+  
-25            0            25            50

Se restó T3 a:

|    | Inferior | Centro | Superior |               |
|----|----------|--------|----------|---------------|
| T4 | 5.030    | 20.627 | 36.225   | (-----*-----) |

+-----+-----+-----+-----+  
-25            0            25            50

**Anexo 14. Procesamiento de ANOVA final en peso total.**



Anexo 15. Imagen Satelital de la Piscigranja Municipal "Centro Yurac".

**ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO**

| DESCRIPCIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO |   |                  |          |                      |                     |
|-------------------------------------|---|------------------|----------|----------------------|---------------------|
| DENOMINACIÓN                        | DESCRIPCIÓN                                       | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (S/.) | COSTO PARCIAL (S/.) |
| AB                                  | T0 (Dieta Testigo)                                | Kg               | 16.59    | 2.80                 | 46.45               |
| AB + P2                             | T1 (Alimento balanceado + Probiótico con 2 ml/kg) | Kg               | 16.57    | 2.80                 | 46.40               |
| AB + P4                             | T2 (Alimento balanceado + Probiótico con 4 ml/kg) | Kg               | 17.05    | 2.80                 | 47.74               |
| AB + P6                             | T3 (Alimento balanceado + Probiótico con 6 ml/kg) | Kg               | 17.86    | 2.80                 | 50.01               |
| TOTAL                               |   |                  | 68.07    |                      | 190.60              |

| DESCRIPCIÓN DEL PROBIÓTICO EM (MICROORGANISMOS EFICIENTES) |   |                  |          |                      |                     |
|--|---|------------------|----------|----------------------|---------------------|
| DENOMINACIÓN   | DESCRIPCIÓN                                       | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (S/.) | COSTO PARCIAL (S/.) |
| AB   | T0 (Dieta Testigo)                                | Litro            | 0.00     | 50.00                | 0.00                |
| AB + P2  | T1 (Alimento balanceado + Probiótico con 2 ml/kg) | Litro            | 0.05     | 50.00                | 2.41                |
| AB + P4  | T2 (Alimento balanceado + Probiótico con 4 ml/kg) | Litro            | 0.10     | 50.00                | 5.01                |
| AB + P6  | T3 (Alimento balanceado + Probiótico con 6 ml/kg) | Litro            | 0.15     | 50.00                | 7.51                |
| TOTAL  |   |                  | 0.30     |                      | 14.93               |

| ANÁLISIS COSTOS DE PRODUCCIÓN |   |                 |          |              |
|-------------------------------|---|-----------------|----------|--------------|
| DENOMINACIÓN                  | DESCRIPCIÓN                                       | PESOS PROMEDIOS | Nº PECES | BIOMASA (kg) |
| AB                            | T0 (Dieta Testigo)                                | 113.47          | 80.00    | 9.08         |
| AB + P2                       | T1 (Alimento balanceado + Probiótico con 2 ml/kg) | 119.58          | 80.00    | 9.57         |
| AB + P4                       | T2 (Alimento balanceado + Probiótico con 4 ml/kg) | 128.26          | 80.00    | 10.26        |
| AB + P6                       | T3 (Alimento balanceado + Probiótico con 6 ml/kg) | 147.36          | 80.00    | 11.79        |
| TOTAL                         |   |                 |          | 40.69        |

**BALANCE GLOBAL**

| COSTOS (S/.)         | CON - EM      | SIN - EM           |
|----------------------|---------------|--------------------|
|                      | T3 (6 ml/kg)  | T0 (dieta testigo) |
| Alimento Balanceado  | 50.01         | 46.45              |
| Probiótico EM        | 7.51          | 0.00               |
| <b>Total</b>         | <b>57.52</b>  | <b>46.45</b>       |
| <b>INGRESOS</b>      |               |                    |
| Biomasa (kg)         | 11.79         | 9.08               |
| Precio x kg (S/.)    | 10.00         | 10.00              |
| <b>Total</b>         | <b>117.89</b> | <b>90.78</b>       |
| <b>UTILIDAD NETA</b> | <b>60.37</b>  | <b>44.32</b>       |
| <b>DIFERENCIA</b>    | <b>16.05</b>  |                    |

**Anexo 16. Análisis Económico: Costo-Beneficio.**