

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco” en laboratorio**

**Tesis para optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**AUTORES:**

**Vania Leyla Chafloque Valuis**

**Walter Alfonso José Choquehuanca Cortez**

**ASESOR:**

**Dr. Guillermo Saldaña Rojas**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco” en laboratorio**

**Tesis Para Optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**AUTORES:**

**Vania Leyla Chafloque Valuis**

**Walter Alfonso José Choquehuanca Cortez**

**Revisado y Aprobado por el Asesor**

---

**Dr. Guillermo Saldaña Rojas**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachyomus* “paco” en laboratorio**

**Tesis Para Optar el Título de Biólogo Acuicultor**

**AUTORES:**

**Vania Leyla Chafloque Valuis**

**Walter Alfonso José Choquehuanca Cortez**

**APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR**

---

**Dr. Luis A. Campoverde Vigo**  
Presidente

---

**Dr. Guillermo Saldaña Rojas**  
Integrante

---

**Msc. Eliana Zelada Mázmela**  
Integrante

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	i
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Problema de Investigación.....	3
Hipótesis de Investigación .....	3
II. OBJETIVOS.....	3
Objetivos general.....	3
Objetivos específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1. Localización .....	5
3.2. Material biológico .....	5
3.2.1. Población .....	5
3.2.2. Muestra.....	5
3.2.3. Condiciones experimentales .....	5
3.2.4. Elaboración de suplementos probióticos .....	6
A. <i>Lactobacillus</i> sp. ....	6
B. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> "levadura comercial" .....	7
C. Recuento celular de <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> (UFC mL <sup>-1</sup> ) .....	7
3.3. Diseño de investigación .....	8
3.4. Formulación de las dietas.....	9
3.5. Alimentación y manejo .....	10
3.6. Seguimiento biométrico de los alevines de <i>P. brachypomus</i> .....	10
3.6.1. Índices de crecimiento.....	11
A. Ganancia en peso (g) .....	11
B. Ganancia en longitud (cm).....	11
C. Tasa de crecimiento específico (TCE).....	11

D. Tasa de crecimiento absoluto (TCA).....	11
3.6.2. Índices de rendimiento .....	12
A. Factor de conversión alimenticia (FCA) .....	12
B. Eficiencia alimenticia (EA).....	12
3.7. Supervivencia .....	12
3.8. Monitoreo de la calidad de agua.....	12
3.9. Análisis de datos - Procesamiento estadístico.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. Índices de crecimiento .....	14
4.1.1. Peso promedio y longitud total promedio .....	14
4.1.2. Ganancia de peso y longitud.....	15
4.1.3. Tasa de crecimiento específica y absoluta.....	16
4.2. Factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia .....	17
4.3. Supervivencia .....	18
4.4. Registros de calidad de agua .....	18
4.5. Análisis de costos.....	18
V. DISCUSIÓN .....	21
VI. CONCLUSIONES .....	27
VII. RECOMENDACIONES .....	28
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
IX. ANEXOS .....	34

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la sabiduría y la fuerza para seguir adelante en mis metas.

A mi familia, y en especial a mi madre Graciela Valuis Damian que me brindaron de su conocimiento y apoyo incondicional.

Vania Leyla Chafloque Valuis.

A Dios siempre por darme la fuerza, paciencia y la sabiduría para lograr poco a poco mis metas, y a mi madre Alicia que siempre me ayuda e impulsa a seguir adelante, Gracias.

Walter Alfonso Jose Choquehuanca Cortez

## **AGRADECIMIENTOS**

Como autores del presente trabajo de tesis expresamos nuestro profundo agradecimiento a las siguientes personas:

Al Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por su asesoramiento y apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura, en especial al Dr. Walter Reyes Avalos y Dr. Carlos Azañero Díaz, por brindarnos de su conocimiento y apoyo incondicional en todo el tiempo de nuestra formación académica.

Al personal Técnico Laboratorista en especial a Oscar Chauca de la Facultad de Ciencias.

A todos nuestros compañeros Reinaltt Montes y Deyvi Uceda Jiménez, por el apoyo dado durante el desarrollo de la investigación.

**Los Autores**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados expresados en unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de alimento de los diferentes tratamientos.....	8
Tabla 2. Tratamientos, códigos y concentraciones utilizados en el experimento.....	8
Tabla 3. . Formulación de la dieta experimental.....	9
Tabla 4. Análisis proximal de la dieta.....	10
Tabla 5. Pesos promedio (g) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	14
Tabla 6. Registro de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua durante los 40 días de experimentación.....	18
Tabla 7. Costo de activación de los probióticos durante el proceso experimental.....	19
Tabla 8. Costo de alimento balanceado con suplemento de probióticos activados por Kg ofrecido por tratamiento.....	19
Tabla 9. Costo del kg de pescado producido en 40 días.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Proceso de activación de <i>Lactobacillus</i> sp .....	6
Fig. 2. Proceso de activación de <i>S. cerevisiae</i> .. .....	7
Fig. 3. Ganancia de peso (g) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	15
Fig. 4. Ganancia en talla (cm) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	15
Fig. 5. Tasa de crecimiento específica en peso (TCE) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	16
Fig. 6. Tasa de crecimiento absoluta en peso (TCA) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	16
Fig. 7. Factor de conversión alimenticia (FCA) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	17
Fig. 8. Eficiencia alimenticia (EA) de alevines de <i>P. brachypomus</i> alimentados con <i>Lactobacillus</i> sp. y <i>S. cerevisiae</i> , solos y combinados, durante el experimento.....	17

## RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* "paco" en laboratorio. Se utilizó 180 ejemplares con promedios de  $4,62 \pm 0,16$  g de peso y  $6,99 \pm 0,22$  cm de longitud total, distribuidos en tres tratamientos T1(10% de *Lactobacillus* sp), T2 (10% *Lactobacillus* sp + 3% *S. cerevisiae*) y T3 (3% *Saccharomyces cerevisiae*) por Kg de alimento y control TC(0%), con tres repeticiones, empleándose el diseño experimental completamente al azar. Se concluye que, los alevines de *P. brachypomus* mostraron un mejor crecimiento con la dieta, que incluye la combinación al 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *Saccharomyces cerevisiae*; expresados como ganancia en peso (28,79 g) y longitud (5,27 cm), tasa de crecimiento específico ( $4,925 \text{ \% g d}^{-1}$ ) y absoluta ( $0,720 \text{ g d}^{-1}$ ), factor de conversión alimenticia (1,91 unid.), eficiencia alimenticia (52,50 %) y sobrevivencia (100 %).

**Palabras Clave:** Crecimiento, supervivencia, *Piaractus brachypomus*, paco, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces cerevisiae*, alevines.

## ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the effect of *Lactobacillus* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*, as a supplement in diets, on the growth and survival of *Piaractus brachypomus* "paco" fry in the laboratory. We used 180 specimens with a mean of  $4,62 \pm 0,16$  g of weight and  $6,99 \pm 0,22$  cm of total length, distributed in three treatments T1(10% de *Lactobacillus* sp.), T2 (10% *Lactobacillus* sp. + 3% *S. cerevisiae*) y T3 (3% *Saccharomyces cerevisiae*) for Kg the food and control TC(0%), with three repetitions, using the experimental design completely random. It is concluded that, the *P. brachypomus* fry showed better growth with the diet, that includes the combination of 10% *Lactobacillus* sp and 3% *Saccharomyces cerevisiae*; expressed as weight gain (28,79 g) and length (5,27 cm), specific growth rate ( $4,925 \text{ \% g d}^{-1}$ ) and absolute growth rate ( $0,720 \text{ g d}^{-1}$ ), factor of feed conversion (1.91 unit.), food efficiency (52,50%) and survival (100%).

**Key Words:** Growth, survival, *Piaractus brachypomus*, paco, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces cerevisiae*, fry.

## I. INTRODUCCIÓN

*Piaractus brachipomus* “paco” destaca como una de las especies cultivadas más importantes en el Perú (Chu-Koo & Alcántara, 2007; Lochmann *et al.*, 2009), es de hábitos omnívoros con tendencia a la frugivoría, en su medio natural consume hojas, frutas, peces pequeños y crustáceos (Piedade *et al.*, 2006). Nativas de la Amazonía (Saint-Paul, 1986), que han sido priorizadas para fines piscícolas en los países de la cuenca amazónica (Saint-Paul, 1984, 1985; Fernandes *et al.*, 2004), siendo de conocimiento su requerimiento nutricional y alimentación aun limitado.

Los animales acuáticos en crianza están expuestos a condiciones de tensión, problemas relacionados con enfermedades y deterioro de la calidad de agua (Subasinghe, 1997), el estrés fisiológico al cual están sometidos es uno de los principales factores que contribuyen a la enfermedad de los organismos acuáticos, escaso crecimiento y altas mortalidad en acuicultura (Balcazar *et al.*, 2004; El-Haroun *et al.*, 2006, Rollo *et al.*, 2006).

La alimentación ha sido señalada como uno de los principales factores responsables de los frecuentes desaciertos que impide la expansión de la actividad acuícola (Prieto & Atencio, 2008). Para superar este problema, se ha estudiado el uso de suplementos alimenticios que eviten la aparición de enfermedades y operen como promotores de crecimiento; entre ellos hormonas, antibióticos, ionóforos y algunas sales compuestas; teniendo cuidado que sus aplicaciones inadecuadas producen un efecto negativo a la especie acuícola como alteraciones hormonales, intoxicación, predisposición a enfermedades y residuales para el consumidor final (Góngora, 1998; Lara-Flores *et al.*, 2002; Gatesoupe, 2008).

Entre los nuevos aditivos funcionales se encuentran los microorganismos probióticos (Lara-Flores *et al.*, 2002), estos se presentan como una alternativa potencial y efectiva, tanto como promotores de crecimiento como sustancias que previenen la proliferación de enfermedades en los sistemas de cultivo, con la ventaja de que pueden ser incluidos directamente en los alimentos y promover la funcionalidad de estos últimos (Nikoskelainen *et al.*, 2001).

Un probiótico pueden definirse como, microorganismos que administrados en la dieta que promueven el bienestar de los organismos cultivados por estimulación del sistema inmune, así como del establecimiento del balance microbiano intestinal mediante la exclusión de microorganismos potencialmente patógenos (Verschuere *et al.*, 2000; Lara-Flores *et al.*, 2003). La adición de microorganismos a la dieta mejora la salud y muestran un efecto positivo sobre el crecimiento de los peces, causado por el mejor uso de las proteínas, hidratos de carbono y energía (Chang & Liu, 2002; Irianto & Austin, 2003). Igualmente el empleo de probióticos tiene un efecto benéfico sobre los peces, modificando la comunidad microbiana relacionada con ellos o el ambiente en el que este se desarrolla, haciendo un alimento de mayor valor nutricional, además de mejorar la respuesta del hospedador a las enfermedades y calidad del ambiente de cultivo (Saldaña, 2011).

Respecto a los organismos empleados como suplemento en la presente investigación, *Lactobacillus* sp. mediante la acidificación del tracto intestinal impide la colonización de bacterias patógenas beneficiando al hospedero; igual efecto se encontró con levaduras que por tener en sus paredes  $\beta$ -glucano (Gannam & Schrock, 2001), funciona como un inmunoestimulador reduciendo el nivel de glucosa en la corriente sanguínea cuando se ingieren parcialmente hidrolizado o en micropartículas proporcionando una mayor facilidad de absorción en el cuerpo, con efectos positivos (Parks *et al.*, 2003).

A pesar de toda la información existente sobre probióticos en peces, pocos son los trabajos que muestran el uso de probióticos en peces tropicales, destacándose los estudios desarrollados por Saint-Paul & Werder, (1977); Macedo, (1979); Luna, (1987); Saldaña, (2011); Gutiérrez, (2012). Reinalt M. & Uceda D. (2012) obtuvieron efectos positivos ( $p < 0,05$ ) en la adición de 10% de *Lactobacillus* sp (T2) en la dieta de alevinos de *Colosoma macropomum*, sobre la ganancia de peso (1,616 g), respecto al T1 (5% *Lactobacillus*) y control, por ello se hace necesario estudiar diferentes alternativas que fortalezcan el conocimiento de la especie y ayuden a mejorar sus rendimientos en cultivo.

Es por ello se plantea la presente investigación sobre el uso de probióticos *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae* como alimento funcional proyectando no solo tengan influencia en el crecimiento de los organismos, si no también mantengan una buena

salud, resistencia al estrés y a los agentes causantes de enfermedades, dentro de los sistemas de cultivo.

Por lo expuesto, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas con los porcentajes de TC(0%), T1(10% de *Lactobacillus* sp), T2 (10% *Lactobacillus* sp + 3% *S. cerevisiae*) y T3 (3% *Saccharomyces cerevisiae*) por Kg de alimento, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco” en laboratorio?

Bajo la hipótesis que, en condiciones de laboratorio, si suministramos el 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento en dietas de alevines de *Piaractus brachypomus*, se obtendrá un mayor crecimiento y supervivencia en la dieta basada en la combinación de los dos probióticos.

La importancia de esta investigación es fundamentalmente que la metodología utilizada genere resultados positivos y favorables en cuanto al rendimiento de producción y a los indicadores de crecimiento, y pueda contribuir como una alternativa útil y provechosa para el piscicultor, y la salubridad de *Piaractus brachypomus* “paco”, en la fase de alevinaje.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General.

- Evaluar el efecto de *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Piaractus brachypomus* “paco” en laboratorio.

### 2.2. Objetivos específicos

- Determinar el incremento de peso y longitud total de alevines de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas conteniendo *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados.

- Cuantificar la tasa de crecimiento específico, tasa de crecimiento absoluto, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas conteniendo *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados.
- Cuantificar la supervivencia de alevines de *P. brachypomus* “paco” alimentados con dietas conteniendo *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados.
- Determinar el beneficio económico de los tratamientos empleados.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización**

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Acuicultura Continental de la E.A.P. Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, ubicada en el Distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, Región Ancash – Perú.

#### **3.2. Material biológico**

##### **3.2.1. Población**

Peces de 55 días de edad utilizados para este proyecto fueron obtenidos de la Estación Pesquera Ahuashiyacu – Tarapoto, Región San Martín.

##### **3.2.2. Muestra**

Fueron empleados 180 alevines de *P. brachypomus* con un peso promedio de  $4,62 \pm 0,16$  g y una longitud total promedio de  $6,99 \pm 0,22$  cm. Ambas medidas biométricas fueron sometidas a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, encontrándose en una distribución normal, asegurando resultados satisfactorios. (Anexo 1)

##### **3.2.3. Condiciones experimentales**

Los alevinos, fueron acondicionados en los acuarios de manera aleatoria (15 organismos por acuario), donde se les realizó un tratamiento preventivo, el cual consistió en verter una gota de azul de metileno por litro durante una semana para prevenir el ataque de enfermedades, derivadas del estrés del transporte y manipuleo.

Se utilizaron 12 unidades experimentales (acuarios) de 100 L de capacidad (Anexo 4) previamente desinfectados con hipoclorito de sodio (3%). Cada uno fue equipado con un filtro biológico, sistema de aireación compuesto por una manguera plástica y una piedra difusora conectada a una bomba propulsora de

aire (blower) y con un termostato para mantener constante la temperatura del agua ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

### 3.2.4. Elaboración de suplementos probióticos

#### A. *Lactobacillus* sp

Se utilizó *Lactobacillus* sp “nativo” proporcionado por el Laboratorio de Acuicultura Continental, cuyo procedimiento de activación se muestra en la fig. 1

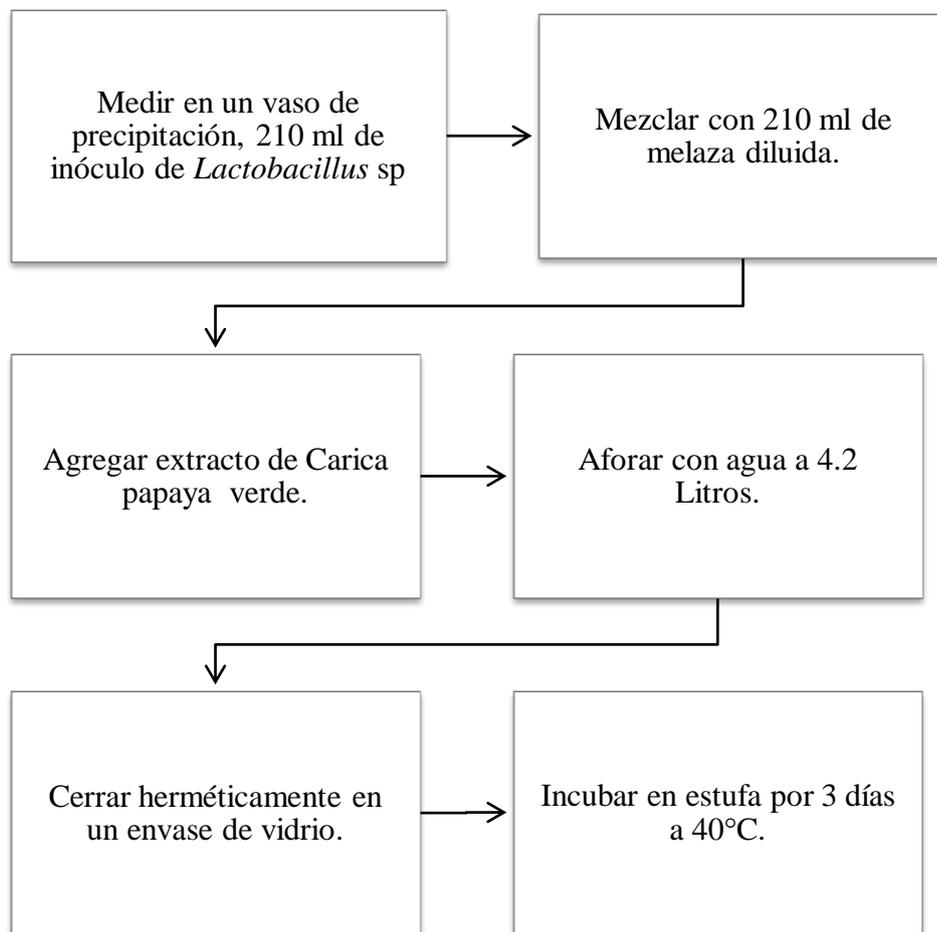


Fig. 1. Proceso de activación de *Lactobacillus* sp

Fuente: Saldaña (2011)

### B. *Saccharomyces cerevisiae* “levadura comercial”

La levadura comercial fue adquirida en las bodegas locales, cuya activación se muestra en la Fig. 2.

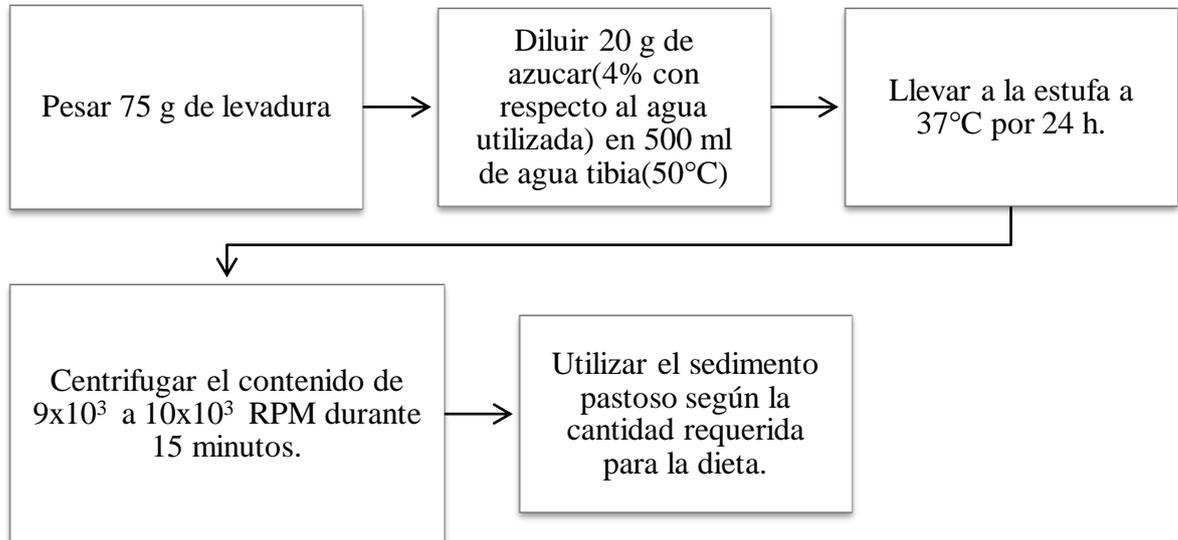


Fig.2. Proceso de activación de *S. cerevisiae*

Fuente: Cornejo & Pérez (2011).

### C. Recuento celular de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae* (UFC mL<sup>-1</sup>)

Estas pruebas se realizaron tomando muestras del alimento suministrado a los peces al inicio de la investigación, a fin de determinar la viabilidad de los probióticos en el alimento.

Para realizar estas pruebas se tomó 5 g de muestra por tratamiento (alimento + probiótico), se diluyó en 45 mL de suero cada muestra; se procedieron a realizar 5 diluciones, finalmente se tomó 1 mL de la última dilución (ver Tabla 1) y se sembró en los medios específicos para cada tipo de tratamiento. Finalmente se incubó a 30° C (Tratamiento 1) y a 37°C (Tratamiento 3) por 48 h y se procedió a contar las colonias presentes con un esteroscopio.

Se obtuvieron resultados positivos luego de realizar las pruebas de la presencia de los probióticos en el alimento suministrados a los peces tratados fueron positivos, que evidencia probióticos viables, siendo el resultado de las pruebas iniciales mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de alimento de los diferentes tratamientos.

FC: unidades formadoras de colonias.	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	
	<i>Lactobacillus</i> sp	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Lactobacillus</i> sp	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	532 x 10 <sup>6</sup>	1058 x 10 <sup>6</sup>	524 x 10 <sup>6</sup>	1041 x 10 <sup>6</sup>
	UFC mL <sup>-1</sup>	UFC mL <sup>-1</sup>	UFC mL <sup>-1</sup>	UFC mL <sup>-1</sup>

### 3.3. Diseño de investigación

Se empleó el diseño de estímulo creciente con tres tratamientos experimentales (T), un tratamiento control (TC) y tres repeticiones por cada tratamiento, los tratamientos fueron codificados como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos, códigos y concentraciones utilizados en el experimento.

Tratamiento	Código	Concentración de probióticos
Alimento comercial	TC	0 % kg <sup>-1</sup> alimento
<i>Lactobacillus</i> sp	T1	10 % kg <sup>-1</sup> alimento
<i>Lactobacillus</i> sp y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	T2	10 % y 3 % kg <sup>-1</sup> alimento
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	T3	3 % kg <sup>-1</sup> alimento

TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento 2, T3: tratamiento 3.

### 3.4. Formulación de las dietas

Se formularon cuatro dietas con el programa ALITE, con un nivel proteico de 35% compuestas por: harina y aceite de pescado, los cuales fueron proporcionados por la empresa Pesquera Hayduk S.A.; la harina de soya, harina de trigo, harina de maíz, polvillo de arroz fueron adquiridos en el mercado de la ciudad de Chimbote.

La dieta control se elaboró sin la inclusión de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae* kg<sup>-1</sup> en el alimento, mientras que en las dietas experimentales; a la primera dieta solo se le agregó 10% de *Lactobacillus* sp kg<sup>-1</sup> de alimento, a la segunda dieta se le agregó 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *S. cerevisiae* kg<sup>-1</sup> de alimento, y a la tercera dieta solo se le agregó 3% de *S. cerevisiae* kg<sup>-1</sup> de alimento, que fueron formulados por el programa ALITE, como se muestra en las Tablas 2 y 4 del análisis proximal de la dieta.

Se elaboró 3 kg a cada una de las dietas, para ello, los insumos fueron tamizados, pesados y mezclados uniformemente, se adicionó agua a 40 °C registrado con un termómetro ± 1 °C para obtener una masa y el probiótico fue añadido en las concentraciones correspondientes, luego se realizó el pelletizado cuyo diámetro de pellet fue de 2 mm, y finalmente las dietas fueron secadas a temperatura ambiente.

Tabla 3. Formulación de la dieta experimental.

Insumos	(%) de insumos
Harina de maíz	28
Harina de trigo	4
Harina de soya	18
Harina de pescado	43
Polvillo de arroz	5
Aceite de pescado	2
Total	100

Fuente: Programa ALITE 2017.

Tabla 4. Análisis proximal de la dieta.

Nutrientes	Composición química proximal
Proteína (% min)	35,25
Lípidos (% min)	7,18
Energía digestible (kcal kg <sup>-1</sup> )	29,01
Fibra (% max)	2,98
Calcio (% min )	3,52
Fósforo (% min)	1,38
Ácidos grasos Omega-3 (%)	1,01
Ácidos grasos Omega-6 (%)	0,88
Extracto libre de nitrógeno (%)	30,98
Cistina (%)	0,38
Metionina (%)	0,94
Lisina (%)	2,10

\*Exigencia: Niveles establecidos para una dieta de *P. brachypomus*.  
Fuente: ALITE 2017.

### 3.5. Alimentación y manejo

La tasa de alimentación para la etapa de alevinaje fue 10% de la biomasa y se redujo a 8% al siguiente mes, distribuyéndose el alimento diariamente en dos raciones proporcionales, a las 09:00 y 17:00 h hasta terminar el periodo de ejecución. El suministro del alimento a los alevinos fue de forma manual. Las heces fueron extraídas con sifones con la ayuda de una manguera plástica para evitar el deterioro de la calidad del agua.

### 3.6. Seguimiento biométrico de los alevinos de *P. brachypomus*

El muestreo se realizó cada 10 días, a todas las unidades experimentales, en donde se muestrearon al total de especímenes. El peso se determinó con una balanza analítica de marca Adam Equipment modelo AEA-160DG  $\pm$  0,01 mg y la longitud total en centímetros mediante el uso de un ictiómetro metálico graduado en mm.

Los registros biométricos de los pesos y longitudes, permitieron los cálculos de:

### **3.6.1. Índices de crecimiento**

#### **A. Ganancia de peso (g)**

La ganancia de peso es la diferencia de pesos promedios obtenidos en cada muestreo, está expresado en gramos. Se calculó mediante la siguiente fórmula (Loo Hung, 2003):

$$GP = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

#### **B. Ganancia de longitud (cm)**

La ganancia de longitud es la diferencia de las longitudes promedios obtenidos en cada muestreo, está expresado en cm. Se calculó mediante la siguiente fórmula (Loo Hung, 2003):

$$GL = \text{Longitud final} - \text{Longitud inicial}$$

#### **C. Tasa de crecimiento específico (TCE)**

Se determinó con los datos obtenidos en los registros biométricos según Heinsbroek (1990), mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$TCE (\% \text{ día}^{-1}) = \frac{\ln (\text{Peso final}) - \ln (\text{Peso inicial}) \times 100}{\text{Días de experimento}}$$

#### **D. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)**

Definida como el incremento en peso del pez como resultado de procesos bióticos y abióticos, influenciados por el espacio, alimento y temperatura. La fórmula Según Hopkins (1992) es la siguiente:

$$TCA (g \text{ d}^{-1}) = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días de experimento}}$$

### 3.6.2. Índices de rendimiento

#### A. Factor de conversión alimenticia (FCA)

Expresa los gramos de alimento consumido por gramos de peso corporal ganado (Cruz *et al.*, 1993).

$$\text{FCA (und)} = \frac{\text{Alimento gastado}}{\text{peso final} - \text{peso inicial}}$$

#### B. Eficiencia alimenticia (EA)

Es expresado como el porcentaje de la cantidad de alimento que ha sido convertido en crecimiento ponderal de acuerdo a Heinsbroek, (1990).

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Alimento gastado}} \times 100$$

### 3.7. Supervivencia (S)

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número total de individuos que fueron utilizados al inicio del experimento. La fórmula utilizada para obtener este parámetro fue la siguiente (Heinsbroek, 1990).

$$S (\%) = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ peces iniciales} - \text{N}^{\circ} \text{ peces finales}}{\text{N}^{\circ} \text{ peces iniciales}} \times 100$$

### 3.8. Monitoreo de la calidad de agua

Diariamente se registró temperatura y pH.

Se realizó el tes para amoníaco y nitrito una vez por semana, antes de realizar el recambio de agua el cual fue del 20% del total por acuario.

Para registrar la temperatura se utilizó un termómetro digital  $\pm 0,1$  °C de sensibilidad, para el oxígeno un oxímetro digital modelo YSI 55  $\pm 0,01$  mg L<sup>-1</sup> de sensibilidad y para el pH se utilizó un pH-metro digital marca OAKTON  $\pm 0,01$  sensibilidad.

Para la determinación cuantitativa de los iones amonio en el agua se utilizó el método colorimétrico con el reactivo de Nessler (test de kits Nutrafin) y para la concentración de nitritos en el agua se utilizó el método de determinación colorimétrica con ácido sulfanílico y dicloruro de N-(1-naftil)-etilendiamonio (test de kits Nutrafin).

### **3.9. Análisis de datos - Procesamiento estadístico**

Los datos biométricos fueron registrados en hojas de Cálculo de Microsoft Excel 2010, en donde se determinó los indicadores de crecimiento.

Para el análisis estadístico (Análisis de Varianza de un factor) se utilizó el programa estadístico SPSS 21.0 de Windows para el diseño experimental estímulo creciente completamente al azar a través del análisis de varianza (ANOVA). Cuando se observó significancia entre los tratamientos evaluados se aplicó la Prueba de Duncan, o prueba de comparación múltiple de significación para grupos de medias, con un nivel de significancia de 5 %.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Índices de crecimiento

#### 4.1.1. Peso promedio y Longitud total promedio

Los resultados muestran que a los 40 días de experimento los pesos promedios de los alevines de *P. brachypomus* de los tratamientos experimentales presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre sí, siendo el T2 con el que se obtuvo mayor peso promedio (33,46 g) y longitud total promedio (12,23 cm), (Anexo 6.).

Tabla 5. Pesos promedio (g) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento.

Día / Parámetro	TRATAMIENTOS				
	TC (0% /sin probióticos)	T1 (10% <i>Lactobacillus</i> sp)	T2 (10% <i>Lactobacillus</i> sp + 3% <i>S. cerevisiae</i> )	T3 (3% <i>S. cerevisiae</i> )	
0	Peso (g)	4,60 ±0,08 <sup>a</sup>	4,62 ±0,03 <sup>a</sup>	4,67 ±0,05 <sup>a</sup>	4,59 ±0,01 <sup>a</sup>
	Talla (cm)	6,94 ±0,06 <sup>a</sup>	7,02 ±0,05 <sup>a</sup>	6,96 ±0,03 <sup>a</sup>	7,04 ±0,06 <sup>a</sup>
10	Peso (g)	10,25 ±0,57 <sup>b</sup>	10,56 ±0,66 <sup>b</sup>	13,02 ±0,60 <sup>a</sup>	11,34 ±0,64 <sup>b</sup>
	Talla (cm)	8,91 ±0,43 <sup>a</sup>	9,17 ±0,59 <sup>a</sup>	9,28 ±0,68 <sup>a</sup>	9,36 ±0,63 <sup>a</sup>
20	Peso (g)	14,45 ±0,63 <sup>c</sup>	16,26 ±0,73 <sup>b</sup>	18,34 ±0,40 <sup>a</sup>	16,38 ±0,42 <sup>b</sup>
	Talla (cm)	9,21 ±0,56 <sup>a</sup>	9,55 ±0,60 <sup>a</sup>	9,51 ±0,64 <sup>a</sup>	9,99 ±0,52 <sup>a</sup>
30	Peso (g)	18,33 ±0,10 <sup>d</sup>	19,78 ±0,28 <sup>c</sup>	24,23 ±0,14 <sup>a</sup>	22,53 ±0,12 <sup>b</sup>
	Talla (cm)	9,84 ±0,46 <sup>b</sup>	10,33 ±0,53 <sup>ab</sup>	10,86 ±0,48 <sup>a</sup>	11,09 ±0,40 <sup>a</sup>
40	Peso (g)	22,49 ±0,19 <sup>d</sup>	25,47 ±0,47 <sup>c</sup>	33,46 ±0,35 <sup>a</sup>	31,42 ±0,34 <sup>b</sup>
	Talla (cm)	10,73 ±0,22 <sup>c</sup>	11,43 ±0,41 <sup>b</sup>	12,23 ±0,34 <sup>a</sup>	11,51 ±0,31 <sup>b</sup>

Letras diferentes en una fila indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.2. Ganancia de peso y longitud

Respecto a los incrementos de peso y longitud total de los alevines, se nota que en el tiempo existen incrementos en todos los tratamientos, a los 40 días se puede observar una diferencia significativa entre los tratamientos, donde la mayor ganancia de peso y talla total fue el T2 con 28,79 g y 5,27 cm, respectivamente. (Fig. 5 y 6, Anexo 7 y 9).

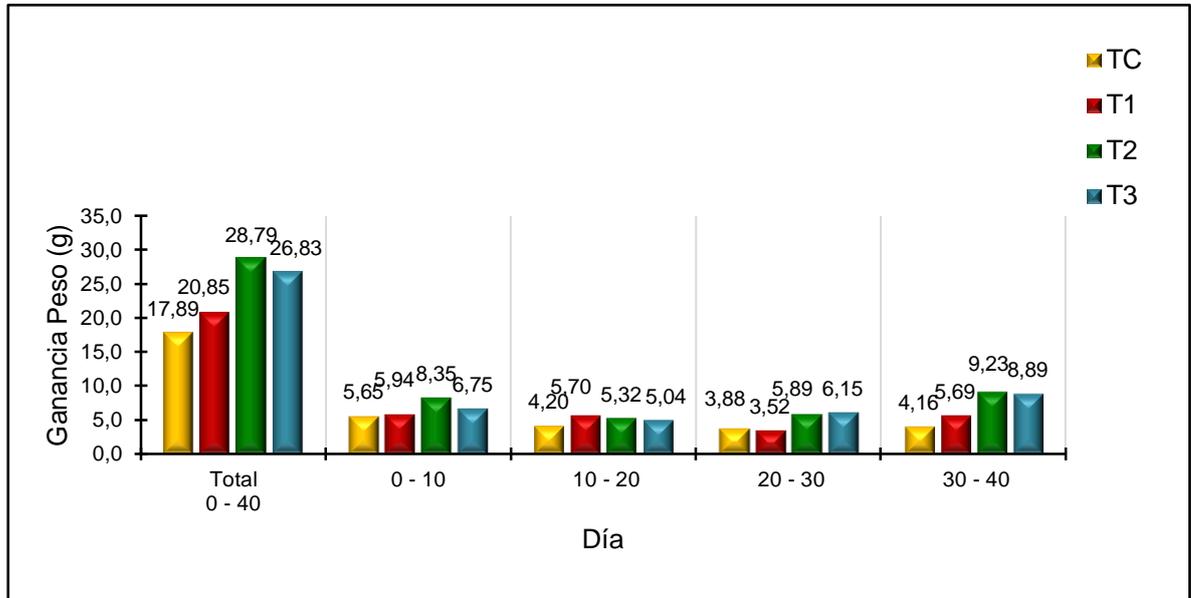


Fig. 3. Ganancia de peso (g) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp. y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento.  
TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento, T3: tratamiento 3.

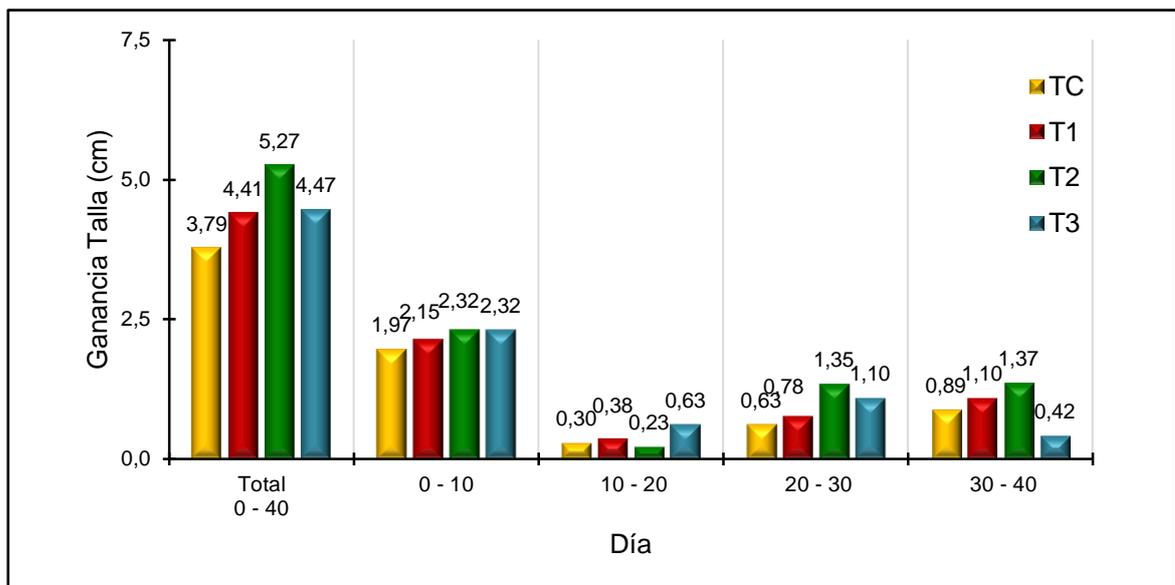


Fig. 4. Ganancia en talla (cm) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento.  
TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento, T3: tratamiento 3.

### 4.1.3. Tasa de crecimiento específica y absoluta

A los 40 días, la TCE y la TCA de los alevines, fueron mayores en el tratamiento 2 (10% *Lactobacillus* sp + 3% de *S. cerevisiae*) con una TCE de 4,925 % g d<sup>-1</sup> y una TCA de 0,720 g d<sup>-1</sup> (fig. 7 y 8, Anexo 10.)

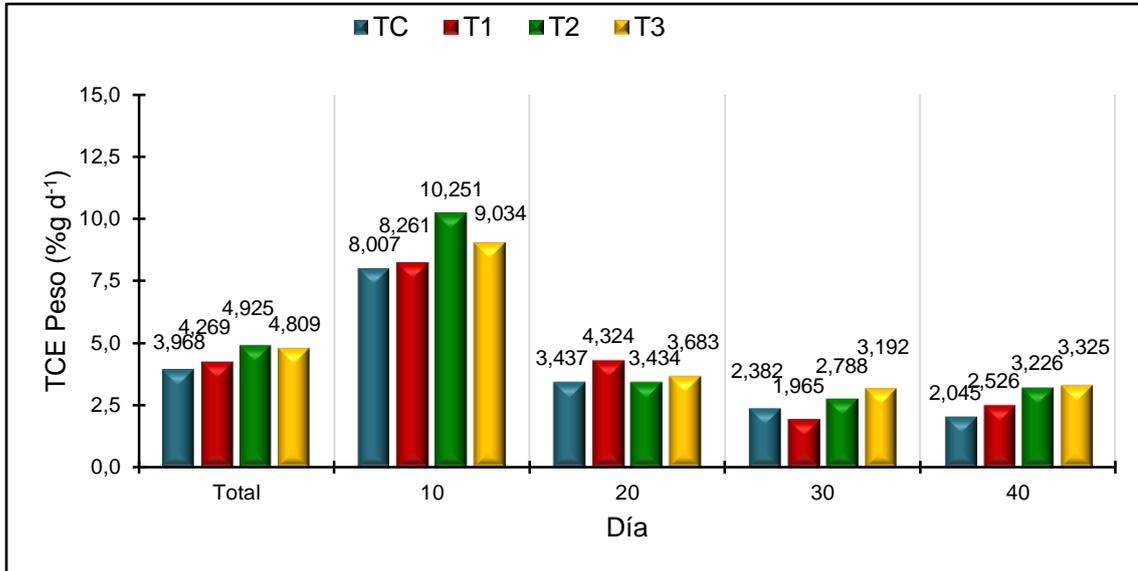
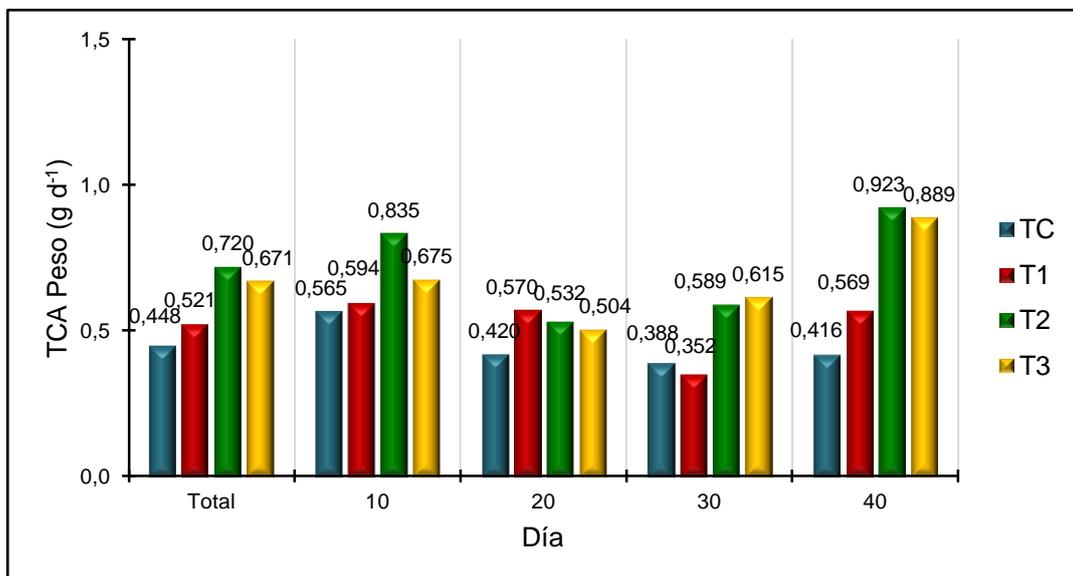


Fig. 5. Tasa de crecimiento específica en peso (TCE) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento.

Fig. 6. Tasa de crecimiento absoluta en peso (TCA) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento. TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento, T3: tratamiento 3.

### 4.2. Factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia

El factor de conversión alimenticia total de los tres tratamientos presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre sí. Se observa, que el mejor factor de conversión alimenticia se encontró en el tratamiento T2 con 1,91 unid., T2 con 52,50



%, respectivamente. .

Los valores de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia, se muestran en la siguiente fig. 9 y 10, Anexo 12 .

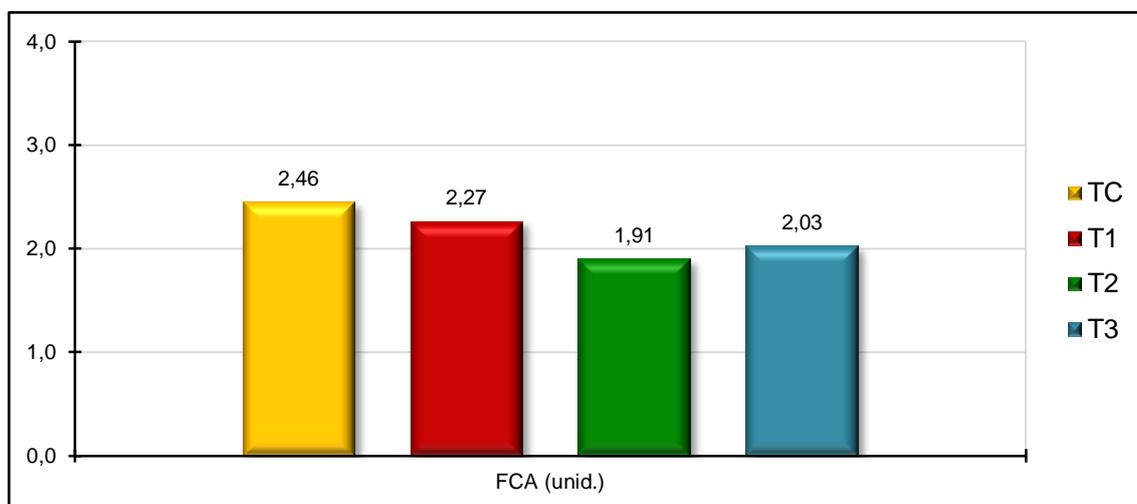


Fig. 7. Factor de conversión alimenticia (FCA) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus sp* y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento. TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento, T3: tratamiento 3.

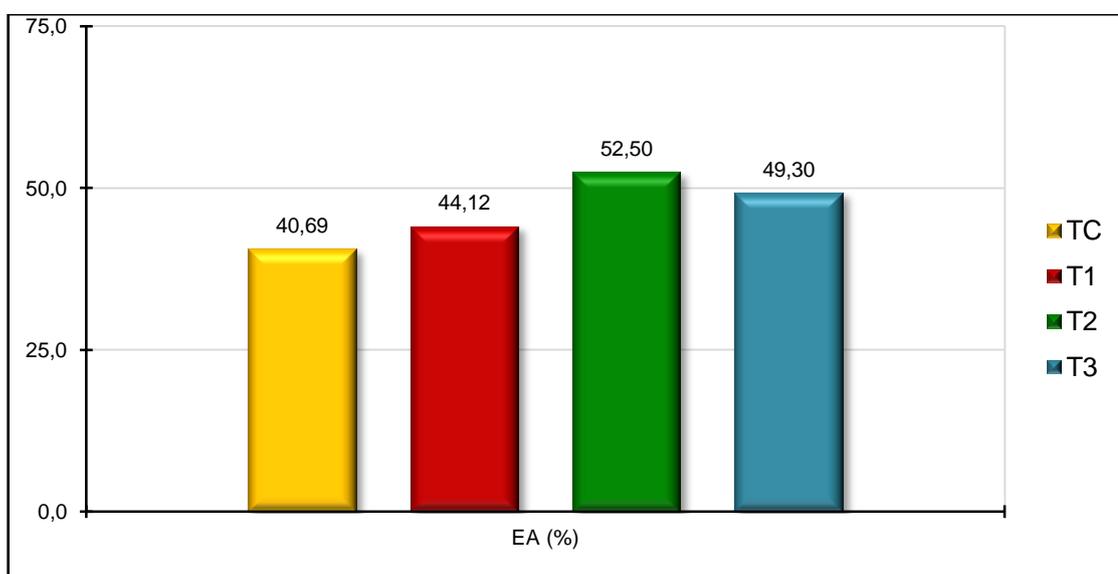


Fig. 8. Eficiencia alimenticia (EA) de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus sp* y *S. cerevisiae*, solos y combinados, durante el experimento.

TC: tratamiento control, T1: tratamiento 1, T2: tratamiento, T3: tratamiento 3.

### 4.3. Supervivencia

La supervivencia final fue del 100% en todos los tratamientos hasta los 40 días de experimentación, incluido el control.

#### 4.4. Registros de calidad de agua

Los valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ), pH, amoníaco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) y nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) se muestran en la Tabla 5, donde se observa que se encuentran dentro de los rangos óptimos para esta especie.

Tabla 6. Registro de los parámetros físico-químicos de la calidad del agua durante los 40 días de experimentación.

Tratamientos	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	pH	Amoníaco ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ )
TC	29 $\pm$ 0,98	8 $\pm$ 0,22	7,6 $\pm$ 0,19	0,2 $\pm$ 0,06	0,2 $\pm$ 0,10
T1	28 $\pm$ 0,97	7,8 $\pm$ 0,12	7,5 $\pm$ 0,18	0,2 $\pm$ 0,06	0,2 $\pm$ 0,10
T2	29 $\pm$ 0,91	8 $\pm$ 0,11	7,6 $\pm$ 0,18	0,3 $\pm$ 0,06	0,2 $\pm$ 0,10
T3	30 $\pm$ 0,87	6,4 $\pm$ 0,91	7,3 $\pm$ 0,12	0,4 $\pm$ 0,91	0,2 $\pm$ 0,91
Rangos Óptimos	24 - 32	5 - 7	7 - 8	< 0,20 mg L <sup>-1</sup>	< 0,30 mg L <sup>-1</sup>
Valores críticos	< 20 - >33	< 3 - >9	< 6 - >9	>0,30	> 0,40

#### 4.5. Análisis de costos

En la tabla 8 se muestra la evaluación económica realizada a cada tratamiento experimental, donde se observa que con el T2 (*Lactobacillus* sp 10 % y *Saccharomyces cerevisiae* 3 % kg<sup>-1</sup> alimento) que aún con los costos altos (S/. 3.19), se obtiene mayor beneficio en peso de 0.500 kg mas que los demás tratamientos en 40 días (Tabla 9), lo que hace un beneficio económico en el corto tiempo e producción.

Tabla 7. Costo de activación de los probióticos durante el proceso experimental.

Insumos	Costo x L y/o kg (s/ )	Cantidad de insumo utilizado	Costo de insumo por kg de alimento (s/ )
<i>Lactobacillus sp</i>	3.00	210 ml	0.012
<i>S. cerevisiae</i>	48.00	75 gr	0.29
Melaza	1.20	210 ml	0.013
Carica papaya	1.50	250 gr	0.024
Azúcar	2.40	80 gr	0.051

Tabla 8. Costo de alimento balanceado con suplemento de probióticos activados por Kg ofrecido por tratamiento.

Tratamientos	Costo de Kg de alimento formulado (s/)	Costo del probiótico activado por kg de alimento (s/)	Costo del kg de alimento con probiótico (s/)	Cantidad de alimento suministrado (kg)	Costo de alimento utilizado (s/ )
<b>TC: Tratamiento control (0 % kg-1 alimento)</b>	2.80	0.00	2.80	2.142	6.00
<b>T1: <i>Lactobacillus sp</i> (10 % kg-1 alimento)</b>	2.80	0.049	2.85	2.304	6.57
<b>T2: <i>Lactobacillus sp</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (10 % y 3 % kg-1 alimento)</b>	2.80	0.39	3.19	2.708	8.64
<b>T3: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (3 % kg-1 alimento)</b>	2.80	0.34	3.14	2.467	7.74

Tabla 9. Costo del kg de pescado producido en 40 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Pescado producido (kg)</b>	<b>Costo por kg de pescado en mercado (s/ )</b>	<b>Precio de pescado producido/kg (s/ )</b>
<b>Tratamiento Control (0 % kg-1 alimento)</b>	1.012	8.00	8.012
<i>Lactobacillus sp</i> (10 % kg-1 alimento)	1.146	8.00	9.17
<i>Lactobacillus sp</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (10 % y 3 % kg-1 alimento)	1,506	8.00	12.05
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (3 % kg-1 alimento)	1.413	8.00	11.30

## V. DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos en la presente investigación en el tratamiento T2 con 10% *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T2) se observó un mayor incremento de peso y longitud en los alevines de *P. brachypomus* a partir del día 10 de experimentación, con respecto a los tratamientos con: 0% (TC), 10% *Lactobacillus* sp (T1) y 3% *S. cerevisiae* (T3), (Figura 3 y 4) resultados que muestran que los microorganismos produjeron un efecto positivo en el crecimiento de los peces concordante con lo encontrado Tovar-Ramírez *et al.*(2002) quienes señalan que el empleo de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae* facilitan el transporte y asimilación de moléculas de importancia fisiológica en el sistema digestivo del hospedero, lo que conlleva a un mejor crecimiento, supervivencia en la fase de alevinaje (Tovar-Ramírez *et al.*, 2002).

A los 40 días de la investigación, el crecimiento es claramente diferenciado en el T2; en cuanto a peso promedio fueron superiores a los demás tratamientos con un 33,46 g, mientras que con 0% (TC) solo alcanzo 22,49 g. Asimismo, las longitudes obtenidas con ese mismo tratamiento y 3% *S. cerevisiae* (T2) fueron de 12,23 cm, mientras que con 0% (TC) solo obtuvo un 10,73 cm, demostrando que el uso combinado de los dos probióticos en el alimento, ayuda a la obtención de un mejor crecimiento en esta especie. La interacción de ambos probióticos *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae* genera un ambiente adecuado en el sistema digestivo del pez dando un mayor aprovechamiento de la proteína ayudando a su digestibilidad y absorción lo que se traduce en un crecimiento de peso y talla. Los efectos benéficos de los dos probióticos en la dieta reflejan un crecimiento para esta especie siendo superior al TC (0%) (Ver Tabla 5). Guevara *et al.* (2007) quienes demostraron que al utilizar la mezcla de cepas del género *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Saccharomyces* con dosis de 2 g kg<sup>-1</sup>, 4 g kg<sup>-1</sup> y 6g kg<sup>-1</sup> en el alimento de la fase de levante de alevines de *Oreochromis* sp. “tilapia roja” obtiene una mejor ganancia de peso en comparación control, siendo 6g kg<sup>-1</sup>, el alimento que mostró mejor ganancia de peso (23 g).

Herrera & Velásquez (2011), en *Pseudoplastystoma fasciatum* “doncella” en fase de juveniles utilizando el probiótico *Lactobacillus* sp en una dieta comercial, obtuvieron

buenos resultados en cuanto a peso y longitud con el 10 % *Lactobacillus* sp en el alimento, atribuyendo este efecto a que los probióticos favorecen la proliferación y adherencia intestinal de las bacterias benéficas, mejorando la absorción y utilización de los diferentes componentes nutricionales de las dietas conforme lo anotan López (2005).

La tasa de crecimiento resulta útil para comparar crecimientos en periodos de tiempo relativamente cortos (Engrola *et al.*, 2007), así el efecto benéfico también se evidenció en la tasa de crecimiento específico (TCE) y absoluto (TCA) (Fig.5 y 6). Con respecto a la TCE, en los cuatro tratamientos se observa un mayor incremento en los 10 primeros días para hacia el día 40, observándose un comportamiento descendente de los tratamientos, pero con el tratamiento T2 presentó mayor tasa de crecimiento (4,925 % g d<sup>-1</sup>) en alevines de *P. brachypomus*, (Anexo 10 y 11).

Los resultados en la tasa de crecimiento en el tratamiento T2 (10% *Lactobacillus* sp + 3% de *S. cerevisiae*) fue de 4.925 % g d<sup>-1</sup>, el cual es similar a los obtenidos por Herrera & Velásquez (2011) en *P. fasciatum* “doncella” en fase de alevines utilizando el 10% de *Lactobacillus* sp (5,13 % g d<sup>-1</sup>), así como a los obtenidos por Paredes (2010) con crecimientos de 2,04% g d<sup>-1</sup> en alevines de *P. brachypomus* alimentados con esporas de *B. subtilis* (4% kg<sup>-1</sup> alimento + 1% EM) en 90 días. Esto debido a que, según López (2005) los peces mientras más jóvenes sean, mayor será la tasa de crecimiento específica (TCE), ya que en la etapa de alevinaje la flora intestinal del pez tiene mayor predisposición a la colonización bacteriana, siendo el medio beneficiario para su fijación en el sistema digestivo, esto influye positivamente en la TCE permitiendo incrementar en mayor proporción la talla y peso de “paco”.

Paredes (2010), indica que la dieta con esporas de *B. subtilis* (4% kg<sup>-1</sup> alimento + 1% EM), mostraron mejor crecimiento en peso y talla con respecto a los demás tratamientos a los 60 días, en *P. brachypomus* “paco”, indicando que el uso de las mezclas de estos microorganismos fueron más efectivas que las esporas de *B. subtilis* independientes debido a la relación sinérgica que se establece entre estos grupos microbianos en la que las levaduras producen sustancias necesarias para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas, a la vez que el crecimiento de estos últimos produce gran cantidad de ácido láctico, y la producción de este ácido hace que descienda el pH del medio, lo que

estimula y favorece el crecimiento de las levaduras (Prescott & Dunn, 1962), concordando con Gómez *et al.* (2006) quienes mencionan que el género *B. subtilis* junto con la levadura *S. cerevisiae* se adhieren en la pared intestinal y promueven el desarrollo de las bacterias ácido lácticas; este mismo efecto se estaría realizando en el T2 (10% *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* “levadura”) donde interactúan los dos probióticos dándole mayor asimilación de proteínas por parte del *Lactobacillus* sp y fortalecimiento inmunológico por parte del *S. cerevisiae* teniendo una TCE de 4.925% g/d, los tratamientos con 10% *Lactobacillus* sp (T1) y 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T3) también tienen un crecimiento significativo de 4.269 % g/d y 4.809% g/d de TCE respectivamente, con respecto al tratamiento control TC(0%) que tiene una TCE de 3.968% g/d, pero aún siguen siendo menor que el tratamiento T2 que presenta ambos microorganismos.

Apún-Molina (2007), obtuvo diferencias significativas en sus tratamientos con *Lactobacillus* sp respecto al control en crecimiento tanto en peso como en talla para alevinos de *O. niloticus* durante 134 días, lo que también se observó en nuestra investigación donde con el 10% *Lactobacillus* sp (T1) tuvo un peso de 25.47g a los 40 días a diferencia con 0% (TC) que en el mismo tiempo tubo un peso de 22.49 g. Los probióticos en la flora intestinal cumplen un rol importante en el desarrollo de un organismo, ya que de este depende la degradación y asimilación de nutrientes y compuestos complejos que al degradarse se asimilan dando una mayor disponibilidad de proteínas, vitaminas y minerales al organismo que favorece al crecimiento.

Watanabe *et al.* (2010), evaluaron la inclusión de dos niveles (2,5 e 5,0%) de *Saccharomyces cerevisiae* “levadura” seca en dietas para juveniles de *P. mesopotamicus* “pacú”, presentando un efecto positivo en la ganancia de peso con la dieta con el 2,5 % de levadura obteniendo resultados del 77,02 g a diferencia del control que obtuvo 69,87 g, lo que se evidencia en el tratamiento con 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T3) donde su peso al final del experimento fue de 31.42g y el del tratamiento control TC fue de 22.49 g demostrando el efecto benéfico que tiene el uso de estos microorganismos en las dietas de “paco”. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, muestran que al día 40 los alevines de *P. brachyomus* alimentados con *Lactobacillus* sp + *S. cerevisiae* en la dieta los peces superan más de 7 veces su peso inicial, en comparación del control que

incrementó en casi 5 veces su peso inicial, mostrando la efectividad del crecimiento en un corto tiempo y el efecto positivo de la inclusión de los probióticos.

En cuanto a, la eficiencia alimenticia (EA), Kholer *et al.* (1999), cultivando “paco” en estanques de 3000 y 4000 Ha por 153 días, encontraron para este factor 53,6 y 60,4% de eficiencia en la presente investigación con 10% de *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* (T2) presentó el mayor valor con 52,50%, seguido de 3% *S. cerevisiae* (T3) con 49.30% y el 10% de *Lactobacillus* sp (T1) con 44.12%, el 0% (TC) presentó el menor valor con 40.69%, denotando el efecto positivo de la presencia de probióticos en el alimento (Ver Fig. 8).Cruz & Mendoza (2000), confirman que los probióticos son bacterias benéficas que se adicionan en el alimento compiten por sustratos de origen alimentario o sitios de adhesión bacteriana en las paredes del tracto digestivo; provocando una mayor asimilación del alimento, asegurando una alta tasa de crecimiento de los peces (Klahan *et al.*, 2009), condiciones que probablemente se dieron en mayor nivel en el 10% *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T2), que se vio reflejado en los resultados obtenidos en la presente investigación.

El factor de conversión en “paco” mostró valores menores de 2 que pueden considerarse buenos. Tafur *et al.* (2009), encuentra excelentes FCA para “paco” de 1,09 unid., lo que indica la rápida adaptación de esta especie al tipo de alimento. Los valores encontrados en el estudio son indicadores de la alta calidad de la dieta utilizada. 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, lo que tendría beneficios en el crecimiento de los organismos en cultivo. Wicki (2003), alimentando a *P. mesopotamicus*, obtuvo FCA entre 1,48 unid. y 1,58 unid., influenciados por factores como la calidad del alimento, la edad y el estado sanitario. Los resultados obtenidos, con 10% *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T2) obtuvo FCA de 1,91 unid. Siendo el mejor comparado a los demás tratamientos que pasaron de 2.0 unid, resultando positivo para la parte económica de la producción, teniendo en cuenta que este FCA depende del alimento balanceado (Ver Fig. 7 y Anexo 9 y 10).

Se obtuvo 100% de supervivencia en todos los tratamientos, resultado de un buen manejo, buena calidad de agua y adaptación de los peces a los acuarios, añadido al empleo de probióticos esta la característica del “paco” de ser una especie rústica (Rebaza *et al.*, 2002; Chagas & Val, 2003; Chuquipiondo & Galdós, 2005).

Una exposición temprana a los alevines a altas densidades bacterianas típicas como los probióticos, es importante para una tolerancia inmunológica, y establecer una microflora intestinal protectora; es además conocido que pueden servir como suministro exógeno de nutrientes, vitaminas o factores esenciales en la supervivencia y crecimiento de fases tempranas del desarrollo larvario de peces y otros microorganismos (Gatesoupe & Lesel, 1998; Hansen & Olafsen, 1999). La competencia entre levaduras y patógenos por adherirse a células intestinales puede ayudar a explicar el efecto benéfico de las levaduras debido a que la adhesión es crucial para la expresión de efectos protectores (Gedek, 1987). Del mismo modo el contenido de  $\beta$ -glucanos en las levaduras sirven para modular el sistema inmune innato de los peces, con el fin de mejorar su supervivencia en los primeros estadios de desarrollo, hasta que su respuesta inmune adaptativa se encuentre lo suficientemente desarrollada como para montar una respuesta eficiente contra patógenos (Caruffo *et al.*, 2013). Se puede apreciar el en 10% *Lactobacillus* sp. y 3% *S. cerevisiae* “levadura” (T2), muestran un mejor crecimiento, debido probablemente al efecto benéfico de la presencia de microorganismos probióticos en el alimento, conforme lo mencionan Guevara & Mateus (2001), que los probióticos son suplementos alimenticios microbianos que contribuyen 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 a su vez 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.

Contreras (1998), considera que los parámetros del agua para los peces, se deben mantener en rangos óptimos y debe estar de acuerdo a la especie cultivada de tal manera que garantice su buen crecimiento. Teniéndose en cuenta, que estos peces pueden reducir su tasa metabólica durante períodos de estrés y les pueden afectar de manera

adversa (Kholer *et al.*, 1999). Los parámetros registrados en la presente investigación, se mantuvieron dentro de los rangos considerados normales para el cultivo de especies amazónicas, sobre todo de “paco”, siendo los más importantes el Oxígeno Disuelto, teniendo un rango de 6.4 -8 mg/L, un pH de 7.3 – 7.6 y una Temperatura de 28°C – 30°C.

Lo anotado pudo evidenciarse en el presente estudio donde todos los tratamientos suplementados con los probióticos mostraron ser efectivos para el crecimiento y supervivencia de los peces en un 100 %, el alimento suministrado con probióticos ayudo al crecimiento y fortalecimiento de la flora intestinal bacteriana y así al sistema inmunológico lo cual se evidencia al tener un mayor crecimiento con un 0% de mortalidad.

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo, es importante el uso de probióticos ya que disminuye la cantidad de alimento necesario para el crecimiento del animal lo cual estaría reflejado en una disminución del tiempo de producción, ya que para generar 17.89 g con el 0% (TC) se necesita 40 días, mientras que en el mismo tiempo con el 10% de *Lactobacillus* sp y 3% *S. cerevisiae* (T2) se obtuvo una ganancia de 28.79 g, lo que implica un menor tiempo incrementa el peso, lo cual nos demuestra que al alimento tradicional suplementando con probióticos da un mayor aprovechamiento nutricional reflejado en el rápido crecimiento de peso y talla, permitiendo ahorro en el consumo de alimento (Anexo 8).

## VI. CONCLUSIONES

A 40 días, los mejores efectos positivos ( $P < 0,05$ ) estuvieron en el T2 con la adición de 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de alevines de *P. brachypomus*, sobre la ganancia de peso (28,79 g) y longitud (5,27 cm), respecto a los demás tratamientos.

La tasa de crecimiento específico (TCE) y tasa de crecimiento absoluto (TCA), fueron mayores ( $P < 0,05$ ) en el T2 (10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *S. cerevisiae*), siendo 4,925 % g d<sup>-1</sup> y 0,720 g d<sup>-1</sup>, respectivamente, comparado a los demás tratamientos.

El mejor factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia ( $P < 0,05$ ) para los alevines de *P. brachypomus*, se encontró en la adición de la combinación de 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *S. cerevisiae* (T2) en la dieta con valores de FCA de 1,91 unid. y EA de 52,50 %.

La supervivencia promedio fueron similares ( $P < 0,05$ ) en todos los tratamientos y el control, con el 100%.

Los alevines de *P. brachypomus* mostraron un mejor crecimiento con la dieta que incluye la combinación de 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *S. cerevisiae* (T2), expresados como ganancia en peso y longitud, tasa de crecimiento específico y absoluta, factor de conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y sobrevivencia.

La adición del probiótico en las dietas de alevines de *P. brachypomus* incrementó los costos variables, sin embargo se determinó que la dieta con 10% de *Lactobacillus* sp y 3% de *S. cerevisiae* (T2) fue la que obtuvo mayor beneficio en ganancia de peso con respecto a los demás tratamientos en el mismo intervalo de tiempo, lo que disminuye costos en la producción.

## VII. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto combinado de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre parámetros enzimáticos digestivos de alevines de *P. brachypomus* “paco” en laboratorio.

Determinar el efecto combinado de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles y adultos de *P. brachypomus* “paco” en laboratorio.

Evaluar el efecto combinado de *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae*, como suplemento en dietas, sobre parámetros inmunitarios de alevines de *P. brachypomus* “paco” en laboratorio.

Realizar análisis hematológicos e inmunológicos de *P. brachypomus* “paco” alimentados con *Lactobacillus* sp y *S. cerevisiae* para comprobar si estos probióticos tienen la capacidad de elevar el estado inmune de esta especie.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apún-Molina, J.P. 2007. Efecto de bacterias con potencial probiótico en el crecimiento y supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneaus 1758), cultivada en el laboratorio Tesis de maestría. CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa. México. 60p.
- Balcazar, J.; I. De Blas; I. Ruiz-Zarzuela; D. Vendrell & J. Muzquiz. 2004. Probiotics: a tool for the future of fish and shellfish health management. *J. Aquacult. Trop.* 19:239-242.
- Caruffo, Mario; Lopez, Paulina; Navarrete, Natalie; Diaz, Angelica & Navarrete, Paola. . 2013. Uso de  $\beta$ -glucanos como inmunoestimulantes en la acuicultura. Conference: indualimentos, 2015(82).
- Chagas, E. & A. Val. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parámetros hematológicos de tambaqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 38(3):397-402.
- Chang, C. & W. Liu. 2002. An evaluation of two probiotic bacterial strains, *Enterococcus faecium* SF68 and *Bacillus toyoi*, for reducing edwardsiellosis in cultured European eel, *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Diseases.* 25:311-315.
- Chu-Koo, F. & F. Alcántara. 2007. De la selva su acuicultura. Sobre los avances en acuicultura en la Amazonía peruana y las oportunidades de inversión. *Perú Económico.* 30(1):11-12.
- Chuquipiondo, J. & R. Galdos. 2005. Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 78p.
- Contreras, L. 1998. Manual de prevención de enfermedades que afectan a los organismos en cultivo. México. D.F: Editorial Secretaría de Pesca. México. 83p.
- Cruz, E. & R. Mendoza. 2000. Principios de Nutrición. Madrid, España. <<http://www.principiosdenutrición.com.ar>>. Accesado: 15 de Julio del 2017.
- 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.

- Engrola, S.; L. Conceição; L. Dias; R. Pereira; L. Ribeiro & M. Dinis. 2007. Improving weaning strategies for Senegalese sole: effects of body weight and digestive capacity. *Aquaculture Res.* 38: 696-707.
- El-Haroun, E.; A. Goda & M. Chowdhury. 2006. Effect of dietary probiotic Biogen<sup>®</sup> supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquac. Res.* 37:1473-1480.
- Fernandes, J.; R. Lochmann & F. Alcántara. 2004. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. *J. World Aquac. Soc.* 35:237-244.
- Gannam, A.L. & Schrock, R.M. 2001. Immunostimulants in fish diets. In: LIM, C.; WEBSTER, C. D. *Nutrition and fish health*. New York: Haworth Press, p. 235-260.
- Gatesoupe, F.J. 2008. Updating the importance of lactic acid bacteria in fish farming: natural occurrence and probiotic treatments. *Journal of Molecular Microbiological Biotechnology.* 14: 107-114.
- Gatesoupe, F. & R. Lesel. 1998. An environmental approach to intestinal microflora in fish. *Cah. Agric.* 7(1):29-35.
- Gatlin, D.; III and A. Peredo, 2002. Nutrition and fish health. In fish Nutrition (eds J. E. Halver and R. W. Hardy). Academic press, san diego, CA, USA. 671-702pp.
- Gedek, B. 1987. Interaktion zwischen lebeden Hefezellen und darmopathogen *Escherichia coli* - keimen. In: Okosystem Darm, Morphologie, Mikrobiologie, Immunologie, (eds). Springer Verlag. 135-139pp.
- Góngora, C.M. 1998. *Mecanismos de resistencia bacteriana ante la medicina actual*. McGraw-Hill, Barcelona, España. 156-201pp.
- 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), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá, Colombia. 80p.
- Guevara, R.; Mateus & P. Quintero. 2007. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis* sp.). Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

- Gómez, S.; M. Ángeles & E. Albarrán. 2006. Efectos de incluir mananoolisacáridos más un cultivo de levaduras y un microorganismo vivo en la dieta de pollos de engorda. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 12p.
- Herrera, N. & D. Velásquez. 2011. Efecto del 5, 10 y 15 % del probiótico *Lactobacillus* sp. en la digestibilidad aparente de una dieta comercial en alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatum* "doncella", en laboratorio. Tesis Bachiller en Ciencias de Biología en Acuicultura. Universidad Nacional del Santa. 39p.
- Hansen G. & Olafsen J. 1999. Microbiology Ecology. Bacterial interaction in early life stages of marine cold water fish. 38(1):1-26
- Irianto, A. & Austin, B. 2003. Use of dead probiotic cells to control furunculosis in rainbow trout, *oncorhynchus mykiss*(walbaum). *Journal of fish diseases*. 26:59-62.
- Klahan, R.; N. Areechon; R. Yoonpundh & A. Engkagul. 2009. Characterization and activity of digestive enzymes in different sizes of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. 43(1):143-153.
- Kholer, C.; S. Kholer; M. DeJesus; F. Alcántara; E. Rios & G. Llosa. 1999. Development of sustainable pond aquaculture practices for *Piaractus brachypomus* in the peruvian amazon. In: K. McElwee, D. Burke, M. Niles, and H. Egna (Editors), Sixteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics / Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 99-102pp.
- Lara, M.; L. Briones & M. Olvera. 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. Mérida, Yucatán, México. 1-22pp.
- Lara-Flores, M.; M. Olvera-Novoa; B. Guzman-Mendez & W. Lopez-Madrid. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 216:193-201.
- Lochmann, R.; R. Chen; F. Chu-Koo; W. Camargo & C. Kohler. 2009. Effects of carbohydraterich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma*

- macropomum*, and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *J. World Aquac. Soc.* 40(1):33-44.
- 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. 6p.
- Luna, T. 1987. El efecto del contenido proteico y energético en alimentación artificial, sobre el crecimiento en *Colossoma macropomum*. Departamento de Piscicultura y Oceanografía. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima. *In: Proceeding of the Latin America Seminar of Aquacultura.* 133-136pp.
- Macedo, E.M. 1979. Necesidades proteicas na nutrição de tambaqui *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818, (Piscis, Characidae). Dissertação de Mestrado, FUCAV, UNESP/Jaboticabal, SP. 71p.
- Nikoslainen, S.; S. Salminen; G. Bylund & A. Ouwehand. 2001. Characterization of the properties of human and dairy derived probiotics for prevention of infectious diseases in fish. *Appl. Environ Microbiol.* 67:2430-2435.
- Paredes, M. 2010. Efecto de dos concentraciones de esporas de *Bacillus* solo y combinado con microorganismos eficientes, en dietas, en el crecimiento y cambios morfológicos del intestino de alevines *Piaractus brachypomus* "paco", bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. 73p.
- Park, C. et al. 2003. Loss of CDC5 function in *Saccharomyces cerevisiae* leads to defects in Swe1p regulation and Bfa1p/Bub2p-independent cytokinesis. *Genetics.* 163(1):21-33.
- Piedade, M.; P. Parolin & W. Junk. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *Intern. J. Trop. Biol.* 54(4):1171-1178.
- Prescott, S. & C. Dunn. 1962. *Microbiologia Industrial.* 3<sup>era</sup> Ed. Aguilar S.A. Madrid, España. 69p.
- Prieto, M. & V. Atencio. 2008. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. *Revista MVZ.* Córdoba, Colombia. 1415-1425pp.

- Rebaza C., Villafana E, Rebaza M., Deza S. 2002. influencia de tres densidades de siembra en crecimiento de *Piaractus brachipomus* “paco” en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. *Folia Amazonica* 13(1-2).
- Saint-Paul, U. 1986. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*. 54:205-240.
- Saint-Paul, V. & V. Werder. 1977. Aspectos Generales sobre la piscicultura en Amazonas y resultados preliminares de experimentos de alimentación con raciones peletizadas con diferentes composiciones. Simp. Asoc. Lat. Acuic. I. Maracay-Venezuela. 22p.
- Saldaña, G. 2011. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp Enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en laboratorio. Tesis para optar el Grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú. 72p.
- Tafur, J.; F. Alcántara; M. Del Águila; R. Cubas; L. Mori & F. Chu-Koo. 2009. Paco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el Bujurqui-Tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae). *Folia Amazónica*. 18(1-2):97-104.
- Tovar-Ramírez D.; J. Zambonino; C. Cahu; F. Gatesoupe; R. Vázquez-Juárez & R. Lésel. 2002. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. *Aquaculture*. 204(1-2):113-123.
- Rollo, A.; R. Sulpizio; M. Nardi; et al. 2006. Live microbial feed supplement in aquaculture for improvement of stress tolerance. *Fish shellfish immunol*. 19:67-77.
- Verschuere, L.; G. Rombaut; P. Sorgeloos & W. Verstraete. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Review*. 64:655–671.
- Watanabe, L.; L. Macedo & L. Goncalves. 2010. Levels of yeast and its by-products on pacu juveniles feeding. Sociedad Brasileira de Zootecnia. *R. Bras. Zootec*. 447-453pp.
- Wicki, G. 2003. Cultivo y producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*). Incidencia de dos dietas de diferente composición y de la densidad de siembra en sistemas

de cultivo semiintensivo. Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. 82p.

## IX. ANEXOS

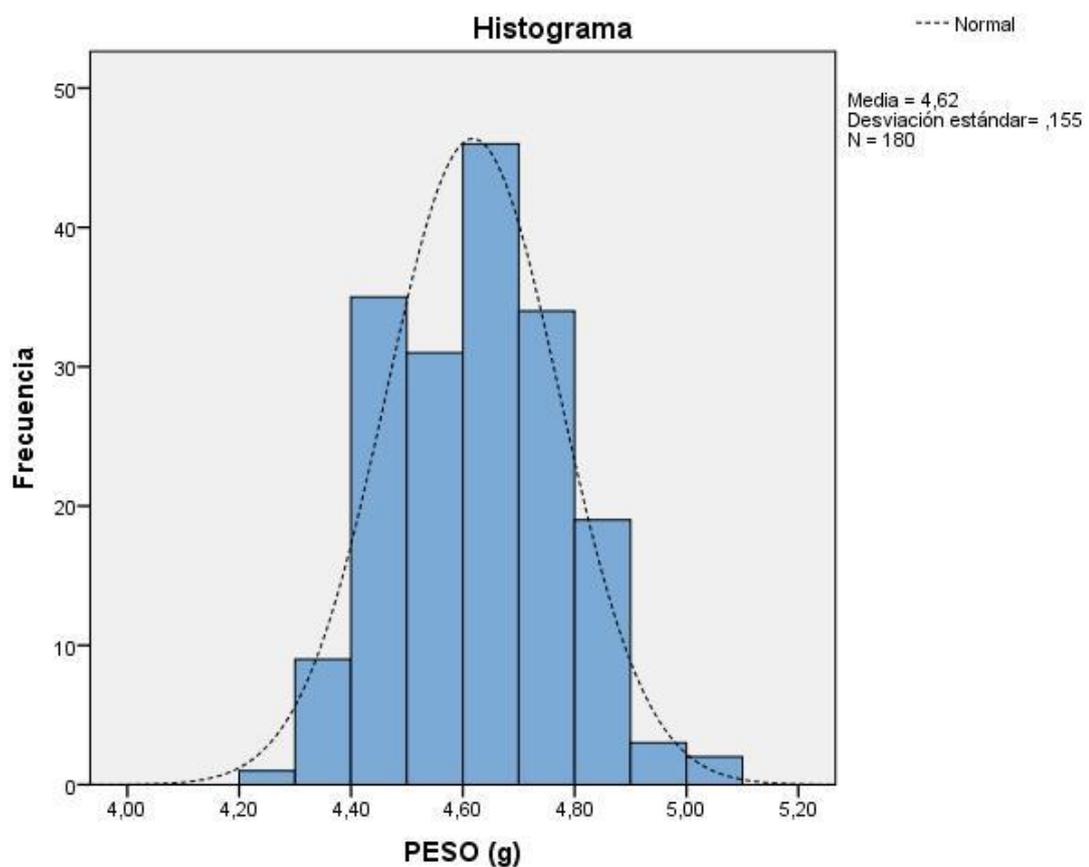
Anexo 1. Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para peso (g) y longitud (cm) de alevines de *P. brachypomus*.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO	,055	180	,200*	,992	180	,385
TALLA	,043	180	,200*	,994	180	,621

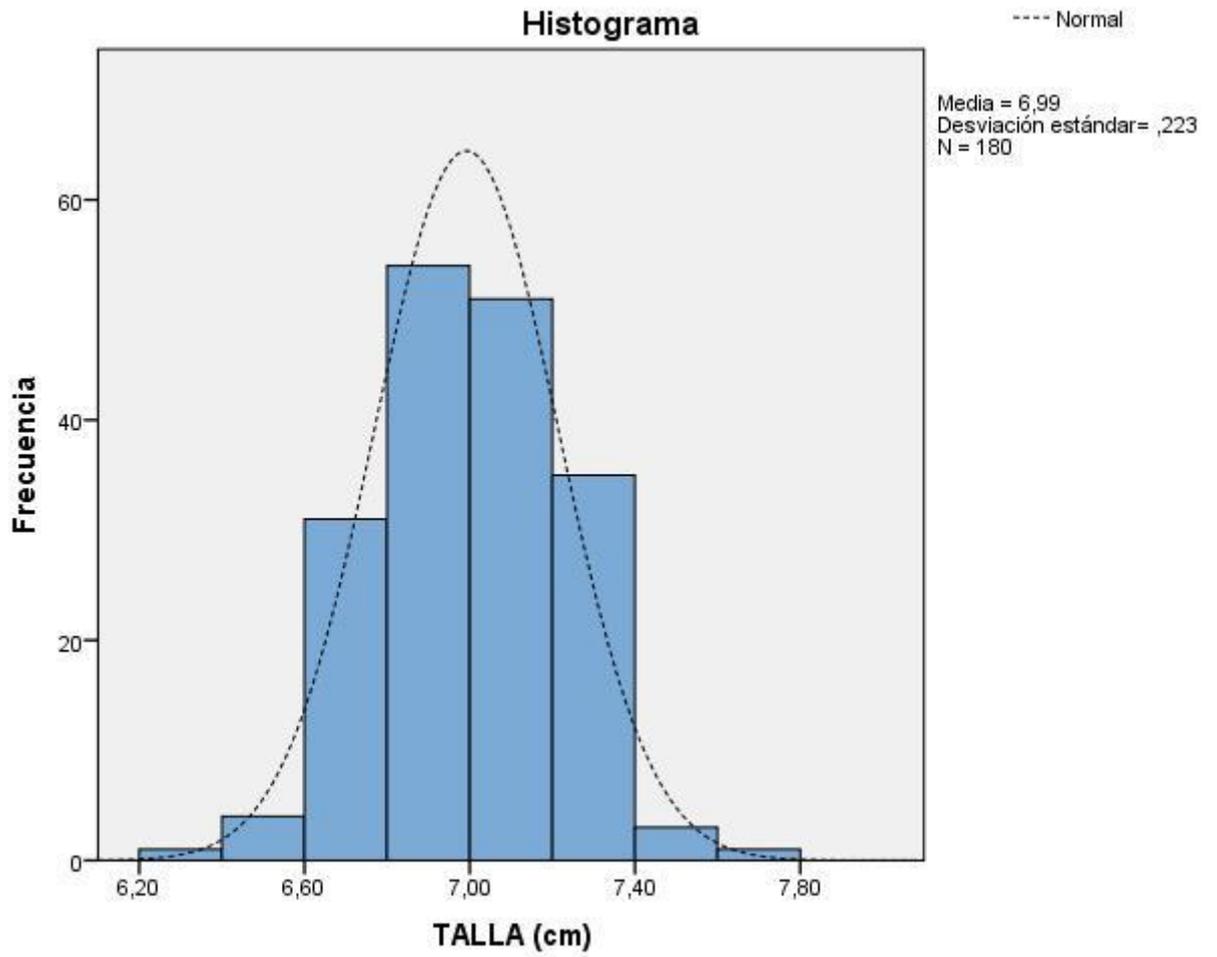
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

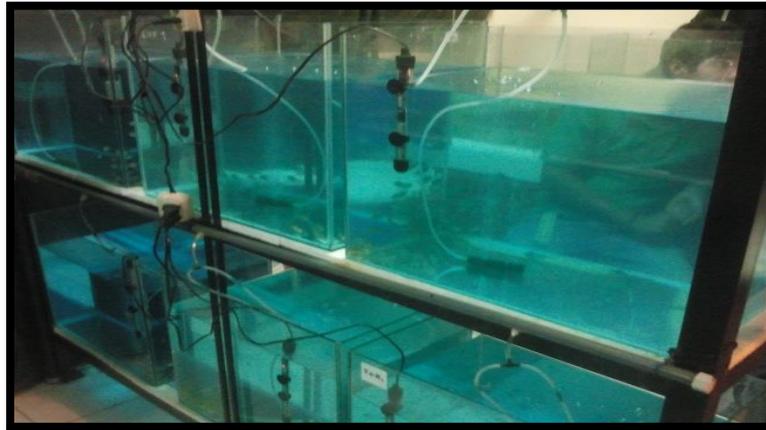
Anexo 2. Histogramas de frecuencias y curva normal del peso (g) de alevines de *P. brachypomus*.



Anexo 3. Histogramas de frecuencias y curva normal de longitud (cm) de alevines de *P. brachypomus*.



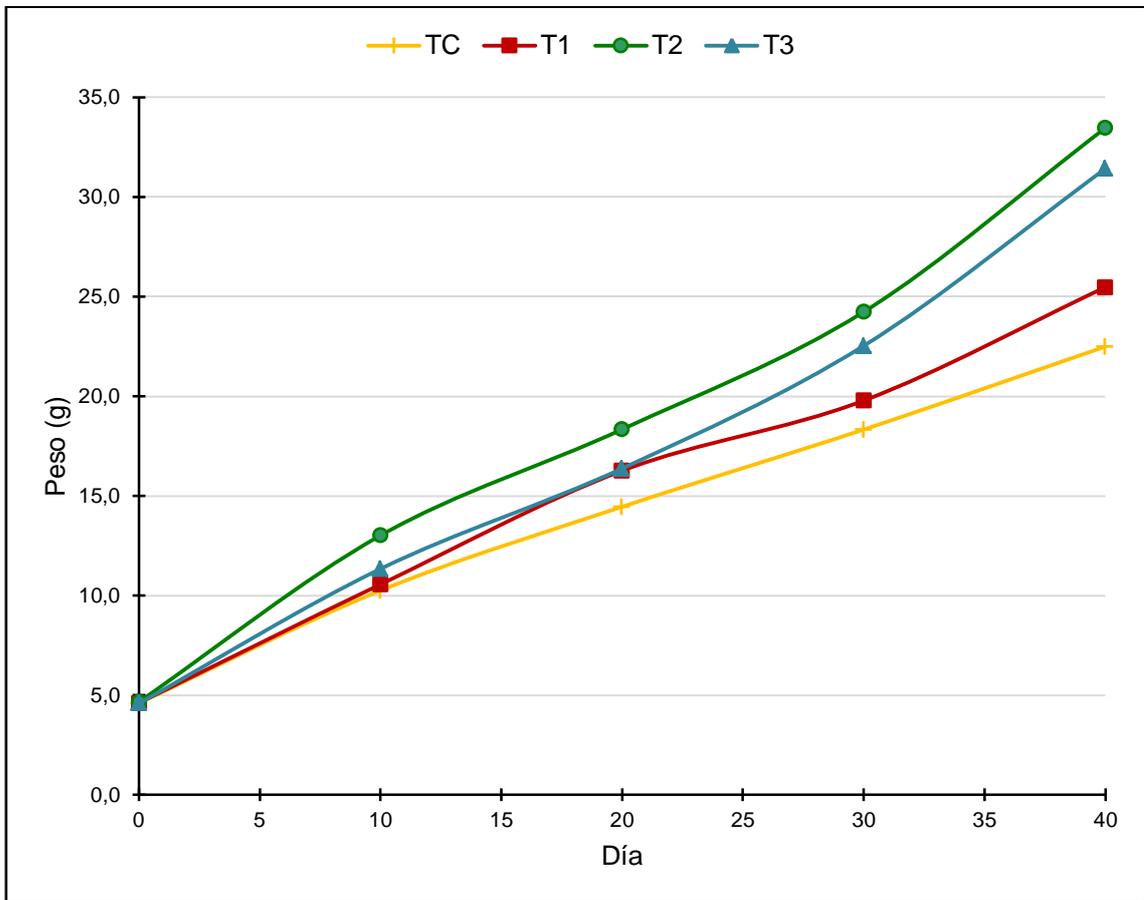
Anexo 4. Unidades Experimentales equipadas con termostatos y piedras difusoras para el experimento con los alevines de *P. brachypomus*.

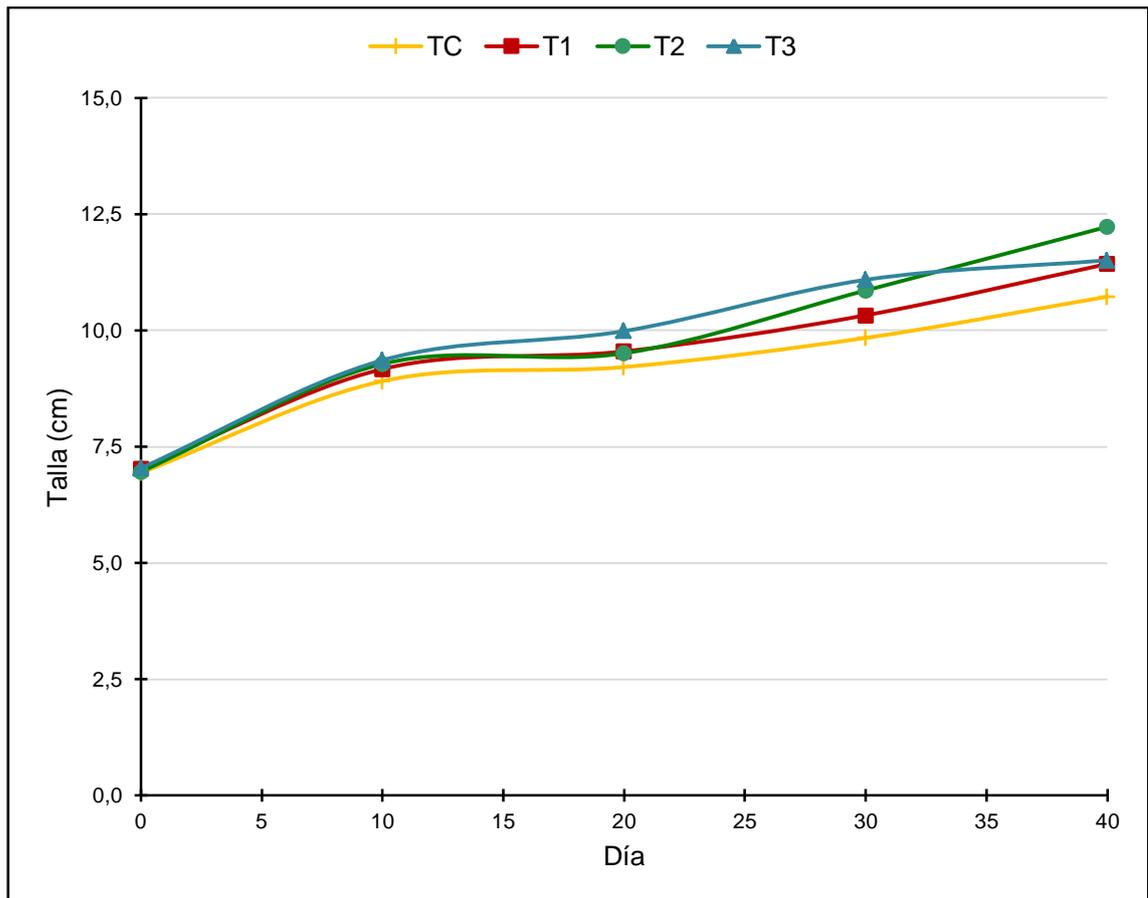


Anexo 5. Alevines de *P. brachypomus*. utilizados en el experimento con diferentes dietas.



Anexo 6. Pesos (g) longitudes (cm) promedios promedio ( $\pm$  desviación estándar) de los tratamientos de alevines de *P. brachypomus* alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.





Anexo 7. Pesos (g) y longitudes (cm) promedio de alevines de *P. brachypomus* en cada unidad experimental, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Día / Parámetro	TRATAMIENTOS												
	TC (0%)			T1 (10% L)			T2 (10% L + 3% S)			T3 (3% S)			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
0	Peso (g)	4,67	4,61	4,52	4,64	4,62	4,59	4,63	4,72	4,65	4,58	4,59	4,60
	Talla (cm)	6,91	6,90	7,01	6,98	7,01	7,08	6,94	6,95	7,00	7,11	7,01	7,00
10	Peso (g)	10,90	10,01	9,85	11,31	10,31	10,06	13,69	12,80	12,56	12,06	11,12	10,84
	Talla (cm)	9,41	8,70	8,62	9,82	9,02	8,67	9,93	9,33	8,58	10,01	9,31	8,76
20	Peso (g)	15,17	14,21	13,98	17,01	16,22	15,56	18,79	18,20	18,03	15,90	16,71	16,52
	Talla (cm)	9,86	8,96	8,82	10,23	9,31	9,11	10,12	9,57	8,84	10,54	9,91	9,51
30	Peso (g)	18,21	18,40	18,38	20,03	19,48	19,84	24,16	24,14	24,40	22,63	22,39	22,57
	Talla (cm)	10,34	9,75	9,43	10,92	10,14	9,92	11,31	10,91	10,36	11,44	11,18	10,65
40	Peso (g)	22,69	22,47	22,31	25,89	25,56	24,96	33,73	33,59	33,06	31,79	31,32	31,14
	Talla (cm)	10,97	10,65	10,56	11,86	11,39	11,04	12,61	12,14	11,94	11,73	11,64	11,16

Anexo 8. Ganancia de peso y longitud total promedio promedio ( $\pm$  desviación estándar) de alevines de *P. brachypomus* en los tratamientos, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Día / Parámetro		TRATAMIENTOS			
		TC (0%)	T1 (10% L)	T2 (10% L + 3% S)	T3 (3% S)
Total 0 - 40	Peso (g)	17,89 $\pm$ 0,12d	20,85 $\pm$ 0,45c	28,79 $\pm$ 0,35a	26,83 $\pm$ 0,35b
	Talla (cm)	3,79 $\pm$ 0,26b	4,41 $\pm$ 0,46b	5,27 $\pm$ 0,37a	4,47 $\pm$ 0,27b
0 - 10	Peso (g)	5,65 $\pm$ 0,50b	5,94 $\pm$ 0,64b	8,35 $\pm$ 0,62a	6,75 $\pm$ 0,65b
	Talla (cm)	1,97 $\pm$ 0,47a	2,15 $\pm$ 0,64a	2,32 $\pm$ 0,71a	2,32 $\pm$ 0,57a
10 - 20	Peso (g)	4,20 $\pm$ 0,07b	5,70 $\pm$ 0,21a	5,32 $\pm$ 0,20a	5,04 $\pm$ 1,04ab
	Talla (cm)	0,30 $\pm$ 0,13b	0,38 $\pm$ 0,08b	0,23 $\pm$ 0,04b	0,63 $\pm$ 0,11a
20 - 30	Peso (g)	3,88 $\pm$ 0,73b	3,52 $\pm$ 0,67b	5,89 $\pm$ 0,50a	6,15 $\pm$ 0,53a
	Talla (cm)	0,63 $\pm$ 0,16b	0,78 $\pm$ 0,08b	1,35 $\pm$ 0,17a	1,10 $\pm$ 0,19a
30 - 40	Peso (g)	4,16 $\pm$ 0,29c	5,69 $\pm$ 0,50b	9,23 $\pm$ 0,49a	8,89 $\pm$ 0,30a
	Talla (cm)	0,89 $\pm$ 0,25b	1,10 $\pm$ 0,16ab	1,37 $\pm$ 0,19a	0,42 $\pm$ 0,12c

Letras diferentes en una fila indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

Anexo 9. Ganancia de peso y longitud total promedio de alevines de *P. brachypomus* en cada unidad experimental, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Día / Parámetro		TRATAMIENTOS											
		TC (0%)			T1 (10% L)			T2 (10% L + 3% S)			T3 (3% S)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Total 0 - 40	Peso (g)	18,02	17,86	17,79	21,25	20,94	20,37	29,10	28,87	28,41	27,21	26,73	26,54
	Talla (cm)	4,06	3,75	3,55	4,88	4,38	3,96	5,67	5,19	4,94	4,62	4,63	4,16
0 - 10	Peso (g)	6,23	5,40	5,33	6,67	5,69	5,47	9,06	8,08	7,91	7,48	6,53	6,24
	Talla (cm)	2,50	1,80	1,61	2,84	2,01	1,59	2,99	2,38	1,58	2,90	2,30	1,76
10 - 20	Peso (g)	4,27	4,20	4,13	5,70	5,91	5,50	5,10	5,40	5,47	3,84	5,59	5,68
	Talla (cm)	0,45	0,26	0,20	0,41	0,29	0,44	0,19	0,24	0,26	0,53	0,60	0,75
20 - 30	Peso (g)	3,04	4,19	4,40	3,02	3,26	4,28	5,37	5,94	6,37	6,73	5,68	6,05
	Talla (cm)	0,48	0,79	0,61	0,69	0,83	0,81	1,19	1,34	1,52	0,90	1,27	1,14
30 - 40	Peso (g)	4,48	4,07	3,93	5,86	6,08	5,12	9,57	9,45	8,66	9,16	8,93	8,57
	Talla (cm)	0,63	0,90	1,13	0,94	1,25	1,12	1,30	1,23	1,58	0,29	0,46	0,51

Anexo 10. Tasa de crecimiento específica (% g d<sup>-1</sup>) y absoluta (g d<sup>-1</sup>) promedio (± desviación estándar) de alevines de *P. brachypomus* en los tratamientos, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Día / Parámetro	TRATAMIENTOS				
		TC (0%)	T1 (10% L)	T2 (10% L + 3% S)	T3 (3% S)
Total 0 - 40	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	3,968 ±0,021d	4,269 ±0,033c	4,925 ±0,035a	4,809 ±0,032b
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,448 ±0,003d	0,521 ±0,011c	0,720 ±0,009a	0,671 ±0,008b
0 - 10	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	8,007 ±0,407c	8,261 ±0,569bc	10,251 ±0,511a	9,034 ±0,578b
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,565 ±0,050b	0,594 ±0,064b	0,835 ±0,062a	0,675 ±0,065b
10 - 20	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	3,437 ±0,114b	4,324 ±0,227b	3,434 ±0,236a	3,683 ±0,799ab
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,420 ±0,007b	0,570 ±0,021a	0,532 ±0,020a	0,504 ±0,104ab
20 - 30	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	2,382 ±0,487bc	1,965 ±0,415c	2,788 ±0,257ab	3,192 ±0,308a
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,388 ±0,073b	0,352 ±0,067b	0,589 ±0,050a	0,615 ±0,053a
30 - 40	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	2,045 ±0,137c	2,526 ±0,213b	3,226 ±0,165a	3,325 ±0,094a
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,416 ±0,029c	0,569 ±0,050b	0,923 ±0,049a	0,889 ±0,030a

Letras diferentes en una fila indica diferencia significativa ( $\alpha=0,05$ ).

Anexo 11. Tasa de crecimiento específica (% g d<sup>-1</sup>) y absoluta (g d<sup>-1</sup>) de alevines de *P. brachypomus* en cada unidad experimental, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Día / Parámetro		TRATAMIENTOS											
		TC (0%)			T1 (10% L)			T2 (10% L + 3% S)			T3 (3% S)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Total 0 - 40	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	3,952	3,960	3,991	4,298	4,277	4,233	4,965	4,906	4,904	4,844	4,801	4,781
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,451	0,447	0,445	0,531	0,524	0,509	0,728	0,722	0,710	0,680	0,668	0,664
0 - 10	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	8,476	7,754	7,790	8,910	8,027	7,847	10,841	9,976	9,936	9,682	8,849	8,572
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,623	0,540	0,533	0,667	0,569	0,547	0,906	0,808	0,791	0,748	0,653	0,624
10 - 20	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	3,306	3,504	3,502	4,081	4,531	4,361	3,167	3,520	3,615	2,764	4,073	4,213
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,427	0,420	0,413	0,570	0,591	0,550	0,510	0,540	0,547	0,384	0,559	0,568
20 - 30	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	1,827	2,584	2,736	1,634	1,831	2,430	2,514	2,824	3,025	3,530	2,926	3,120
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,304	0,419	0,440	0,302	0,326	0,428	0,537	0,594	0,637	0,673	0,568	0,605
30 - 40	TCE (%g d <sup>-1</sup> )	2,200	1,998	1,938	2,566	2,716	2,296	3,337	3,304	3,037	3,399	3,356	3,219
	TCA (g d <sup>-1</sup> )	0,448	0,407	0,393	0,586	0,608	0,512	0,957	0,945	0,866	0,916	0,893	0,857

Anexo 12. Factor de conversión alimenticia (FCA) y Eficiencia alimenticia (EA) promedio ( $\pm$  desviación estándar) de alevines de *P. brachypomus* en los tratamientos, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Parámetro	TRATAMIENTOS			
	TC (0%)	T1 (10% L)	T2 (10 % L + 3% S)	T3 (3% S)
FCA (unid.)	2,46 $\pm$ 0,05d	2,27 $\pm$ 0,04c	1,91 $\pm$ 0,01a	2,03 $\pm$ 0,01b
EA (%)	40,69 $\pm$ 0,81d	44,12 $\pm$ 0,72c	52,50 $\pm$ 0,35a	49,30 $\pm$ 0,21b

*Letras diferentes en una fila indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).*

Anexo 13. Factor de conversión alimenticia (FCA) y Eficiencia alimenticia (EA) promedio de alevines de *P. brachypomus* en las unidades experimentales, alimentados con *Lactobacillus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*, solos y combinados, durante el periodo experimental.

Parámetro	TRATAMIENTOS											
	TC (0%)			T1 (10% L)			T2 (10% L + 3% S)			T3 (3% S)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
FCA (unid.)	2,51	2,44	2,42	2,31	2,23	2,26	1,90	1,90	1,92	2,04	2,02	2,03
EA (%)	39,77	41,00	41,31	43,37	44,80	44,20	52,74	52,66	52,10	49,07	49,47	49,36