

**Parámetros productivos, hematológicos, bioquímicos y análisis económicos de juveniles de *Arapaima gigas* (Paiche) alimentados con una dieta suplementada con probiótico *Lactobacillus casei***

**Productive, hematological, biochemical parameters and economic analysis of juveniles of *Arapaima gigas* (paiche) fed with a diet supplemented with probiotic *lactobacillus casei*.**

Ricardo Julián Oliva Paredes

rolivap@unia.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-9751-1610>

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA)

Rizal Robles Huaynate

rizalcides@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8013-2481>

Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)

Nadhia M. Herrera Castillo

nherrera@iiap.gob.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8126-8345>

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

Roger Bazán Albitez

rbazan@iiap.gob.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0969-4240>

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

Caleb Leandro Laguna

calebleandro@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6168-1079>

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA)

Carmela Rebaza Alfaro.

crebazaa@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7050-9983>

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

### Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de tres niveles de inclusión del probiótico *Lactobacillus casei* sobre los parámetros productivos, hematológicos, bioquímicos y análisis económicos de juveniles de *Arapaima gigas*. Se utilizaron 360 ejemplares de  $34,32 \pm 0,51$  g y  $16,39 \pm 0,09$  cm promedio, que fueron acondicionados en tanques de 50 L a una densidad 1 pez/0,93 L, alimentados con dietas al 0,5%, 10% y 15% de inclusión del probiótico *L. casei*, durante 60 días. El peso final, CA, TCA, mostraron diferencia significativa entre tratamientos, se observó mayor tendencia de crecimiento con 15% de inclusión de probióticos ( $197,29 \pm 11,14$  g y  $29,91 \pm 0,28$  cm). Los parámetros hematológicos, hematocritos y hemoglobina presentaron diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, los valores de Leucocitos no se vieron afectados por la inclusión del probiótico. Los valores bioquímicos como Aspartato aminotransferasa (TGO), Alanina aminotransferasa (TGP) proteínas, Colesterol, triglicérido, presentan diferencias significativas. La evaluación económica determinó que la TIR fue 64% y el VAN 55,564.

**Palabras claves:** Amazonía, cultivo, pirarucu, alimentación.

### Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of three levels of inclusion of the probiotic *Lactobacillus casei* on the productive, hematological, biochemical parameters and economic analysis of *Arapaima gigas* juveniles, 360 specimens of  $34,32 \pm 0,51$  g and  $16,39 \pm 0,09$  cm average used, which were conditioned in 50 L tanks at a density of 1 fish/0,93 L fed with diets at 0, 5, 10 and 15% inclusion of the probiotic *L. casei*, for 60 days. The final weight, CA, TCA, showed a significant difference between treatments, a greater growth trend was observed with 15% inclusion of probiotics ( $197.29 \pm 11.14$  g and  $29.91 \pm 0.28$  cm). The hematocrit and hemoglobin hematological parameters presented a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) between treatments, the leukocyte values were not affected by the inclusion of the probiotic. Biochemical values such as Aspartate aminotransferase (TGO), Alanine aminotransferase (TGP) proteins, Cholesterol, triglycerides, present significant differences. The economic evaluation determined that the IRR was 64% and the VAN 55,564.

**Keywords:** Amazon, cultivation, pirarucu, feeding.

### Introducción

Dentro de la producción de alimentos, la acuicultura es la actividad de mayor crecimiento y cumple un papel esencial en la seguridad alimentaria mundial, dado que su producción ha aumentado un 7,5% por año desde 1970 (FAO, 2020).

La especie *Arapaima gigas*, es el pez escamoso más grande que habita en la cuenca amazónica y uno de los más grandes del mundo, puede llegar a medir más de 3 m de longitud y pesar entre 200 y 250 kg (Alcántara *et al.*, 2006; Nelson *et al.*, 2016; Chu-Koo *et al.*, 2017). Esta especie, ha demostrado tener gran potencial para la piscicultura debido a su capacidad de habitar en ambientes controlados, soportando amplias variaciones de temperatura ( $25-31$  °C), pH (5-8) y oxígeno ( $4-7$  mg L<sup>-1</sup>) (Chu-Koo *et al.*, 2017). La alta tasa de crecimiento y otros indicadores del cultivo de paiche, en estanques y en jaulas flotantes, permiten avizorar posibilidades interesantes de desarrollo en la Amazonía peruana (Alcántara *et al.*, 2006). Esta especie para poder sobrevivir hasta la actualidad tuvo que sufrir una serie de cambios anatómicos, fisiológicos y de comportamiento como, respiración aérea obligada, vejiga natatoria modificada, cuidado parental, entre otros (Chu-Koo & Alcántara, 2009). Estos cambios hacen al paiche una especie muy atractiva para la acuicultura en la región amazónica.

En la actualidad, es de interés para los piscicultores desarrollar una producción controlada y sostenible de paiche (Pereira-Filho *et al.*, 2003; Núñez, 2009) para satisfacer la creciente demanda que presenta los alevinos de Paiche. Sin embargo, los alevinos criados en cautiverio son propensos a ser parasitados por diferentes agentes como: hongos, bacterias, protozoarios, copépodos, monogeneos, acantocéfalos, entre otros, que pueden causar serios problemas (Serrano-Martínez *et al.*, 2015; Chu-Koo *et al.*, 2017). Así mismo, la nutrición en las primeras fases de desarrollo es

importante sobre todo en especies carnívoras como el paiche, afectando la supervivencia en esta etapa en ambientes libres igual o inferior al 10% (Franco, 2007). Los productores de paiche en la Región Ucayali, realizan el manejo de alevinos y juveniles de *A. gigas* en ambientes controlados (laboratorio) a fin de incrementar la supervivencia y obtener peces fortalecidos para las siguientes fases de producción. Sin embargo, esto se dificulta debido al conocimiento disperso y escaso en el manejo de densidades altas de juveniles de paiche, aspecto importante para su producción.

Por tanto, es importante buscar otras alternativas como el uso de probióticos en dietas para peces, que actúan como promotores de crecimiento mejorando la supervivencia y parámetros sanguíneos. García *et al.*, (2015) manifiestan que el crecimiento acelerado de la acuicultura y su intensificación expone a los peces de cultivo a condiciones estresantes, que conllevan al desarrollo de enfermedades y pérdidas económicas. Estas condiciones han generado la búsqueda de alternativas que mejoren la producción; tal es el caso de los probióticos cuyo efecto benéfico está relacionada con el control biológico frente a enfermedades infecciosas, la supervivencia, el aumento del crecimiento, actividad enzimática, mejora de la respuesta inmunitaria frente al estrés y mejora de la calidad del agua.

En ese contexto, el estudio tiene como objetivo determinar el efecto de tres niveles de probiótico *Lactobacillus casei* sobre el desempeño productivo, hematológico, bioquímico y económico en el cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* (paiche) en ambientes controlados.

### **Materiales y Métodos**

*Obtención de peces:* Los juveniles de *A. gigas*, fueron obtenidos mediante reproducción natural en estanques de tierra y trasladados al laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP-Ucayali, para la aclimatación y adaptación, durante este proceso se alimentó con una dieta balanceada de 55% de PB y 1 mm de diámetro, hasta alcanzar peso y longitud requerida para el inicio del estudio.

*Diseño experimental y preparación de dietas:* Se utilizaron 360 ejemplares de *A. gigas* de 34,32 ± 0,51 g y 16,39 ± 0,09 cm promedio respectivamente, los que fueron distribuidos en 12 tanques de fibra de vidrio de 50 L de capacidad, en un volumen efectivo de 28 L y densidad de siembra de 01 pez 0,93 L<sup>-1</sup>. El abastecimiento de agua para cada taque fue de flujo continuo 0,67 L m<sup>-1</sup> (inicio del estudio) y 4,3 L m<sup>-1</sup> (último mes). Se registraron los parámetros de calidad de agua (oxígeno disuelto mg L<sup>-1</sup>, amonio mg L<sup>-1</sup>, solidos totales y disueltos, conductividad μS cm<sup>-1</sup>, y pH), mediante el uso de un multiparámetro (YSI), dos veces al día (08:00 y 16:00 horas) cada semana. Los peces fueron alimentados con dieta suplementada con cuatro concentraciones (0,5%, 10% y 15%) de inclusión del probiótico *Lactobacillus casei*, con tres repeticiones por tratamiento,

en un Diseño Completamente al Azar, por un periodo de 60 días, con tasa inicial del 6% y final de 3,5% de la biomasa siendo la frecuencia de alimentación diaria cada dos horas (7:00 am a 7:00 pm).

**Activación e inclusión del probiótico:** El probiótico *Lactobacillus casei* fue adquirido del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Cayetano Heredia-Lima. Para la activación, se mezcló 0,5 L de *L. casei*, 1 L de melaza diluida esterilizada, 1 kg de extracto de *Carica papaya* (papaya), posteriormente el extracto fue colocado en un balde de plástico con tapa hermética de 10 L de capacidad y luego incubado a temperatura ambiente por siete días. Culminado el periodo de incubación se procedió a medir el pH (4 unidades para confirmar la activación) mediante un pH metro (Hanna). La inclusión del probiótico (5%, 10% y 15%) al alimento balanceado fue mediante aspersión manual. Al inicio del experimento, los peces fueron alimentados con dieta comercial (puripaiche) 50% de PB y 1,5 mm, luego de 15 días de cultivo, fueron alimentados con dieta al 45% de PB y 6 mm hasta el final del experimento.

**Evaluación de índices productivos:** Cada 15 días se realizó el registro biométrico. Para determinar el efecto de los tres niveles de inclusión del probiótico en la dieta de *A. gigas*, se evaluaron los siguientes índices productivos: Crecimiento absoluto (CA), Tasa de crecimiento absoluto (TCA), Crecimiento relativo (CR), Tasa de Crecimiento relativo (TCR), Crecimiento específico (CE), Factor de conversión alimenticio (FCA) Rendimiento ( $\text{kg m}^{-3}$ ) y Supervivencia (%).

**A. Crecimiento absoluto (CA)**

Indica el incremento de peso/talla en un determinado periodo de crianza,

$$CA = Pf - Pi$$

CA = Crecimiento absoluto (g) (cm)

Pf = peso final

Pi = Peso inicial

**B. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)**

$$CA = Pf - Pi$$

**Donde:**

TCA = Tasa de crecimiento absoluto (gr/día) (cm/día)

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

T = Periodo de crianza (días)

**C. Crecimiento relativo (CR)**

Se determina dividiendo el crecimiento absoluto entre el peso inicial, multiplicado x 100.

Expresa el crecimiento en peso o talla en porcentaje (%) durante un periodo de crianza.

$$\text{Crecimiento relativo} = (Pf - Pi) / Pi \times 100$$

**D. Tasa de crecimiento relativo (TCR)**

Según Soriano & Hernández (2002), determina dividiendo el crecimiento absoluto entre el peso inicial por tiempo, multiplicado x 100. Expresa el crecimiento en peso o talla en porcentaje (%) diario.

$$\text{Tasa de Crecimiento relativo} = (Pf - Pi) / Pi \times t * 100$$

### E. Crecimiento específico (CE)

Crecimiento específico =  $(\ln(Pf) - \ln(Pi)) / t \times 100$

### F. Conversión alimenticia (CA)

$$CA = \frac{ALIMENTO\ CONSUMIDO}{INCREMENTO\ DE\ PESO}$$

### G. Rendimiento (kg m<sup>-3</sup>)

La crianza de peces involucra calcular la intensidad de la biomasa por 1 m<sup>3</sup> de agua. Para reportar la biomasa real del ensayo en kg m<sup>-3</sup> se realizará extrapolándolo los datos de la biomasa real, mediante una herramienta matemática denominada regla de tres simples.

### H. Sobrevivencia (%)

Sobrevivencia (%) =  $(\text{Número inicial de peces} / \text{Número final de peces}) * 100$

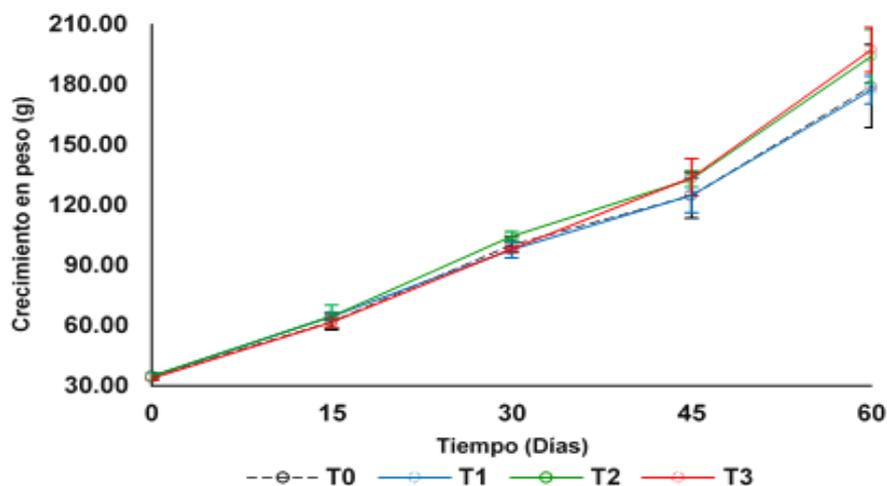
*Parámetros hematológicos y bioquímicos:* Los parámetros se evaluaron cada 15 días hasta el final del estudio. La extracción de sangre se realizó a nivel de la arteria caudal utilizando una jeringa conteniendo Heparina sódica (2 500 UI ml<sup>-1</sup>). La sangre obtenida de cada pez fue colocada en tubos de ensayo para determinación de leucocitos, porcentaje de hematocritos y hemoglobina. Una segunda parte de la sangre, fue centrifugada en un equipo (DLAD DM0424) a 2 500 rpm por 4 minutos, para la obtención de plasma sanguíneo, en la cual se determinó glucosa, proteína, albumina, colesterol, triglicéridos, aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) mediante el método de espectrofotometría en un equipo Mindray.

*Análisis de datos:* Los datos obtenidos se analizaron mediante las pruebas Kolmogorov-Smirnov y Levene, antes de realizar el análisis unidireccional de la varianza (ANOVA), seguido de la comparación múltiple significativa de Tukey ( $p < 0,05$ ) para determinar las diferencias significativas por pares. Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurión XVII.

## Resultados y Discusión

### Parámetros productivos

El crecimiento en peso de juveniles de *A. gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probiótico, durante 60 días de crianza, muestra que, durante los primeros 30 días, el crecimiento fue similar en los cuatro tratamientos, sin embargo, a partir del día 45 hasta la evaluación final (60 días), el crecimiento en peso de los tratamientos 10% ( $194,12 \pm 13,29$  g) y 15% ( $197,29 \pm 11,14$  g) de inclusión de *L. casei* se incrementó significativamente en una ratio mucho mayor que los tratamientos 0 y 5% (Figura 1). De acuerdo a Arévalo (2014) y Saldaña (2015) reportaron pesos finales cercanos de 146,24 a 148,04 g y 113,49 a 140,22 g respectivamente, Delgado *et al.* (2013) en similar sistema de cultivo determinó pesos finales superiores de 361,6 a 402,4 g, siendo la diferencia que utilizó peces de mayores pesos iniciales, asimismo no presentan diferencias significativas entre tratamientos.



**Figura 01:** Evolución del crecimiento en peso de juveniles de *Arapaima gigas*, durante 60 días de cultivo. Los resultados de parámetros productivos de juveniles de *A. gigas* se presentan en la Tabla 1. Según el análisis de los resultados del estudio se determinó que los peces que consumieron la dosis de 15% de inclusión de *L. casei* presentaron el crecimiento absoluto (CA), mayor,  $163,70 \pm 10,07$  g y 0% el menor con  $144,77 \pm 20,70$  g, los resultados coinciden con Maravi (2017) quien en 45 días de experimento obtuvo ganancia en peso similar de 144,70 g y 155,57 g, para SBF y CRA respectivamente, durante el periodo experimental se evidenció diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Pozo (2013) determinó CA de 295,3 a 376,7 g, valores superiores al estudio en similar periodo de cultivo, aplicando pesos iniciales mayores. Otros investigadores como Saldaña (2015), Arévalo (2014) determinaron menor crecimiento absoluto entre 48,4 a 98,35 g y 90,36 a 108,12 g, respectivamente.

La tasa de crecimiento absoluto (TCA), indica que, el crecimiento diario ( $\text{g día}^{-1}$ ) de ejemplares de *A. gigas* durante los 60 días del cultivo, el tratamiento de 15% de inclusión de *L. casei* fue mayor con  $2,73 \pm 0,17$   $\text{g día}^{-1}$ , presentando diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, no obstante, Saldaña (2015), determinó TCA de 0,45 a 1,13  $\text{g día}^{-1}$ , valores por debajo a lo determinado en el estudio. En tanto que Pozo (2013), determinó valores superiores de 5,27 a 6,75  $\text{g día}^{-1}$ , utilizando peces de pesos iniciales mayores al estudio.

El crecimiento relativo (CR) de ejemplares de paiche, en la investigación fue mayor en los primeros días de cultivo (15-30 días), luego fue descendiendo en los últimos días de cultivo, coincidiendo con lo manifestado por Maroñas (2006), menciona que el crecimiento de un organismo implica un cambio de tamaño en el tiempo, en los peces es rápido al inicio; luego decrece suavemente para el total de la población. Al término del estudio se obtuvieron mayores valores de CR en los tratamientos con 10% ( $459,63 \pm 55,40$  %) y 15% ( $487,18 \pm 15,05$  %) de

inclusión de *L. casei*, similar a lo obtenido por Pozo (2013) de 429,5% a 496,9%. Otros autores como Saldaña (2015) y Maravi (2017) reportaron valores menores de 92,6% a 263,9% y 177,4 a 194,9% respectivamente.

La tasa de crecimiento relativo (TCR) expresa el crecimiento en porcentaje diario (% día<sup>-1</sup>) alcanzado en un periodo de cultivo, el comportamiento fue similar al CR, al término de la investigación el tratamiento de 15% de inclusión de *L. casei* presenta el mayor valor con  $8,123 \pm 0,25$  % día<sup>-1</sup>, no obstante, no presentan diferencias significativas entre tratamientos. Los valores promedios del estudio fueron mayores a lo reportado por Saldaña (2015) y Maravi (2017).

El comportamiento del crecimiento específico (CE) durante el estudio, se observó que los valores mayores fueron  $2,86 \pm 0,16$  y  $2,95 \pm 0,05$  % día<sup>-1</sup> y corresponden a los tratamientos de 10% y 15% de inclusión de *L. casei*, respectivamente. Jover (2000) indica que los valores de CE disminuyen a medida que aumenta el peso de los peces, por lo que subestima el peso ganado entre el peso inicial y final, y sobrestima la predicción de peso para pesos superiores al peso final utilizado. Ribeyro (2013), determinó CE de 2,49 a 2,57%; Pozo (2013), de 2,8 a 3,2%.

El factor de conversión alimenticia (FCA), no muestra diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. El menor valor de FCA obtenido fue el tratamiento de 15% de inclusión de *L. casei* con  $0,95 \pm 0,05$  y el mayor de 5% con  $1,07 \pm 0,07$ . Estos resultados son cercanos a los obtenidos para juveniles de paiche cultivados en tanques reportados por otros autores, como Delgado *et al.* (2013) quien determinó FCA de 0,94 a 1,02; en tanto que Maravi (2017) de 0,94 a 1,03 para un sistema con Biofloc y RAS respectivamente. No obstante, los resultados del estudio presentan mejores valores en comparación con los resultados reportados por Apaza (2018) que determinó un FCA máximo de 2,5 en la segunda etapa de cultivo de *A. gigas* cultivados en tanques circulares y por Morales (2020) con FCA de 1,9 a 2,6, en cultivo intensivo de alevinos de paiche. La supervivencia no presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), entre tratamientos, al término del estudio los tres tratamientos alcanzaron el 100% de supervivencia. Datos similares fueron obtenidos por Cervantes (2014), en un estudio con alevinos de paiche utilizando *Lactobacillus* sp., y Saldaña (2015), utilizando probiótico Lactina en juveniles de paiche. Otros investigadores como Pozo (2013) y Reyes (2020) también lograron 100% de sobrevivencia en estudios de paiche en jaulas flotantes de bajo volumen y piscinas respectivamente. Se considera que los altos índices de sobrevivencia están relacionados al manejo y rusticidad de la especie, según Alcántara *et al.* (2006) el paiche, presenta características adecuadas como: resistente al manipuleo, buena adaptación al alimento balanceado y tolera altas densidades, para su cultivo en estanques y jaulas flotantes.

Dentro de los parámetros productivos, como resultado se obtuvo mayor rendimiento con el 15% de inclusión de *L. casei* ( $211,38 \pm 11,94 \text{ kg m}^{-3}$ ) coincidiendo con el mayor peso promedio final, menor rendimiento se determinó con 5% de inclusión de *L. casei* ( $189,83 \pm 7,48 \text{ kg m}^{-3}$ ), siendo estos resultados superiores a lo determinado por Delgado *et al.* (2013), quienes a la densidad de  $375 \text{ peces m}^{-3}$ , obtuvieron un rendimiento de  $136,89 \pm 6,55 \text{ kg m}^{-3}$ ; Tello *et al.* (2006) en cultivo intensivo en jaulas flotantes determinó  $36,01 \text{ kg m}^{-3}$ .

**Tabla 01**

Parámetros productivos de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con tres niveles de inclusión del probiótico *Lactobacillus casei*, durante 60 días de cultivo.

Parámetros	Concentración de probióticos			
	0%	5%	10%	15%
Peso inicial. (g)	$34,48 \pm 0,57a$	$34,45 \pm 1,72a$	$34,76 \pm 1,29a$	$34,48 \pm 0,60a$
Longitud total inicial (cm)	$16,40 \pm 0,09a$	$16,29 \pm 0,16a$	$16,50 \pm 0,22a$	$16,38 \pm 0,16a$
Peso final (g)	$179,25 \pm 20,76a$	$177,17 \pm 6,98a$	$194,12 \pm 13,28ab$	$197,29 \pm 11,14b$
Longitud total final (cm)	$28,95 \pm 0,75a$	$29,24 \pm 0,53ab$	$29,82 \pm 0,32c$	$29,91 \pm 0,28bc$
Crecimiento absoluto (g)	$144,77 \pm 20,70a$	$154,00 \pm 25,84a$	$159,36 \pm 14,22ab$	$163,70 \pm 10,07b$
TCA ( $\text{g día}^{-1}$ )	$2,41 \pm 0,35a$	$2,38 \pm 0,11a$	$2,66 \pm 0,24ab$	$2,73 \pm 0,17b$
Crecimiento relativo (%)	$419,82 \pm 259,91a$	$414,81 \pm 26,91a$	$459,63 \pm 55,40a$	$487,18 \pm 15,05a$
TCR ( $\% \text{ día}^{-1}$ )	$7,00 \pm 1,00a$	$6,91 \pm 0,45a$	$7,66 \pm 0,92a$	$8,12 \pm 0,25a$
Crecimiento específico ( $\% \text{ día}^{-1}$ )	$2,74 \pm 0,18a$	$2,73 \pm 0,09a$	$2,86 \pm 0,16a$	$2,95 \pm 0,05a$
FCA	$1,05 \pm 0,18a$	$1,07 \pm 0,07a$	$0,99 \pm 0,08a$	$0,95 \pm 0,05a$
Sobrevivencia (%)	100	100	100	100
Rendimiento ( $\text{Kg m}^{-3}$ )	$192,05 \pm 22,25a$	$189,83 \pm 7,48a$	$207,98 \pm 14,24a$	$211,38 \pm 11,94a$

Leyenda: TCA: Tasa Crecimiento absoluto; TCR: Tasa Crecimiento relativo; FCA: Factor de conversión alimenticia.

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

### Parámetros hematológicos y bioquímicos

En la Tabla 2, se muestra mayor valor de leucocitos en el tratamiento con 15% de inclusión *L. casei* ( $13733 \pm 2369 \text{ celx}10^3 \mu\text{l}^{-1}$ ), sin embargo, no presenta diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos, siendo estos valores superiores a lo reportado por Gonzales *et al.* (2016) quienes desarrollaron cultivos intensivos de paiche. Los valores de hematocrito, fue menor con la inclusión del 15% de *L. casei* ( $31,0 \pm 5,0\%$ ), sin embargo, se observó mayor valor con el tratamiento control 0% ( $33,0 \pm 4,0\%$ ), resultados similares a lo reportado por Delgado *et al.* (2013) y superior a Paredes *et al.* (2013) quienes reportaron valores de  $27,1 \pm 4,13$  para juveniles

de *A. gigas* en selva alta. Según Campbell (2015) el hematocrito puede variar entre las especies, y es afectado por factores como la etapa de vida de los organismos, el estado reproductivo, el fotoperiodo, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura del agua, también en los peces se incrementa gradualmente con la edad debido a un mayor desarrollo de los órganos hematopoyéticos como el riñón y el bazo. Se ha establecido que los peces con un Hct  $\geq$  de 45% presentan un estado de policitemia (aumento anormal de la cantidad de glóbulos rojos) debido a una deshidratación, mientras que un porcentaje  $\leq$  de 20% suele estar asociado con una anemia. Se determinó que los valores de hemoglobina presentaron diferencias significativas entre tratamientos con inclusión del *L. casei*, obteniéndose con el 0% de inclusión el mayor valor de hemoglobina ( $11,03 \pm 0,17$  g dL<sup>-1</sup>), similar al promedio determinado por Paredes *et al.* (2013) y superior a lo reportado por Delgado *et al.* (2013) y Serrano *et al.* (2013). La variación de la hemoglobina puede haberse influenciado por factores intrínsecos como: edad, especie, fotoperiodo y estado nutricional de acuerdo a Valenzuela *et al.* (2003), también según la concentración de oxígeno disuelto, actividad, etapa gonadal y estado fisiológico del pez (Alaye *et al.*, 2013).

#### Tabla 02

Parámetros hematológicos de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos

Parámetros	0%	5%	10%	15%
Leucocitos (mm <sup>3</sup> celx10 <sup>3</sup> μL <sup>-1</sup> )	11733 ± 1301 a	11734 ± 2194 a	11867 ± 4086 a	13733 ± 2369 a
Hematocritos (%)	33,0 ± 4,0 b	32,0 ± 5,0ab	31,0 ± 6,0 ab	31,0 ± 5,0 a
Hemoglobina (g dL <sup>-1</sup> )	11,0 ± 1,0 b	10,0 ± 2,0 ab	11,0 ± 2,0ab	10,0 ± 2,0 a

En la Tabla 03 se observa los parámetros bioquímicos sanguíneos, en juveniles de *A. gigas* alimentados con una dieta suplementada con tres niveles de inclusión de *L. casei*. Los resultados indican mayores valores de Aspartato aminotransferasa (AST) ( $668,0 \pm 171,0$  U L<sup>-1</sup>) y Alanina aminotransferasa (ALT) ( $82,0 \pm 13,0$  U L<sup>-1</sup>) en los peces que consumieron la dieta control de 0% de *L. casei*, asimismo los menores valores de AST ( $436,0 \pm 25,45$ ) y ALT ( $35,50 \pm 0,71$ ) se registraron en los peces que consumieron la dieta con el 15% de inclusión de *L. casei*, presentando diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Yuangsoi *et al.*, (2014) indican que elevados niveles de ALT y AST son indicativos de disfunción de órganos. También relacionados a trastornos metabólicos (lipidosis), nutricionales, enfermedades inflamatorias, infecciosas y lesiones hepáticas (Stockham y Scott, 2013; Hyder *et al.*, 2013).

Referente a ALT y AST, Paredes *et al.*, (2013) reportan valores promedio de AST para juveniles de paiche de  $6,62 \pm 0.60$  y  $4,2 \pm 0.67$  U DL<sup>-1</sup>, menores a lo encontrado en el estudio. Los niveles altos de AST y ALT, reportados en el presente estudio, puede estar relacionado con el tipo de dieta utilizado (50 y 45% de proteínas), Fernández *et al.*, (2007) indican que la alimentación de peces con dietas de alto contenido proteico promueve un aumento de las actividades de ALT y AST, asimismo Yen (2020) en la especie *Totoaba macdonaldi*, utilizando dietas isoproteicas con diferentes niveles de inclusión de soya, la concentración más alta de ALT y AST se presentó en la dieta con 56% de harina de soya.

Los resultados del estudio para las proteínas totales indican que existen diferencias significativas entre el tratamiento control y los tratamientos con diferentes concentraciones de inclusión de *L. casei*, presentado mayor valor con el 0% de inclusión ( $2,5 \pm 0,14$  g dL<sup>-1</sup>) y menor valor con inclusión del 10% ( $2,1 \pm 0,14$  g dL<sup>-1</sup>). Los valores medios de proteínas totales fueron de 2,25 g dL<sup>-1</sup> que están por debajo de lo determinado por Hashimoto (2015) en *A. gigas* cultivado en estanques con diferentes niveles de proteína y cercanos a lo reportado por Delgado (2013) valores de 2,0 a 2,8 g dL<sup>-1</sup>. Los resultados son comparables con el estudio realizado por Paredes *et al.* (2013) donde la media aritmética de las proteínas totales coincide con el rango de este estudio. Según Stockham y Scott, (2013) es un parámetro muy importante para la evaluación del estado nutricional y de salud en general de los peces, los cambios en la concentración de las proteínas se pueden deber a la presencia de proteínas con estructura anormal (discrasia) o a una concentración de proteínas normales en una concentración anormal (disproteinemia).

Respecto al contenido de albuminas, globulinas y glucosa, no se observan diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, se presentan valores relativamente altos de glucosa ( $168,0 \pm 32,50$  mg dL<sup>-1</sup>) en el tratamiento control con 0% de inclusión de *L. Casei*, y menores valores de glucosa con las diferentes inclusiones de *L. casei*, resultados similares a los encontrados por Tavares (2007) en juveniles de *A. gigas* cultivados en jaulas. Sin embargo, Hashimoto (2015) y Paredes *et al.*, (2013) reportaron niveles menores de glucosa 41,46 y 42,5 mg dL<sup>-1</sup> respectivamente, en densidades de cultivo de 1 pez/12 m<sup>2</sup>. La glucosa es un indicador de estrés en los peces, causados por altas densidades, actividades de manipuleo, limpiezas de tanque, entre otros. No obstante, los resultados del estudio no presentaron efectos negativos de estrés con la inclusión de *L. casei*.

En referencia al estudio, el colesterol y triglicéridos en juveniles de *A. gigas* alimentados con inclusión de diferentes niveles del *L. casei* en la dieta, presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ), obteniéndose mejores resultados de colesterol y triglicéridos con la

inclusión de 15% de *L. Casei* ( $118,50 \pm 0,715$  y  $130,50 \pm 38,89$  mg dL<sup>-1</sup> respectivamente). En relación al colesterol, Paredes *et al.*, (2013) reportaron niveles superiores de 224,39 mg dL<sup>-1</sup>, en ejemplares de 8,8 kilos de peso promedio. Los valores de triglicéridos se mantuvieron por debajo del observado por Delgado (2013) en juveniles de paiche, que presentó un valor promedio de 248.3 mg dL<sup>-1</sup>.

**Tabla 03**

Parámetros bioquímicos de juveniles de *A. gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles del probiótico.

Parámetro	0%	5%	10%	15%
AST (U L <sup>-1</sup> )	668,0±171,0 c	480,0 ±98,99 ab	560,5 ±150,6 ab	436,0 ± 25,45 a
ALT (U L <sup>-1</sup> )	82,0 ± 13,0 b	37,50 ± 7,78 a	38,50 ± 0,71 a	35,50 ± 0, 71 a
Proteínas Totales (g dL <sup>-1</sup> )	2,5 ± 0,14 b	2,2 ± 0,14 a	2,1 ± 0,14 a	2,2 ± 0,28 a
Albuminas (g dL <sup>-1</sup> )	1,85 ± 0,07 a	1,25 ± 0,64 a	1,40 ± 0,28 a	1,30 ± 0,42 a
Globulinas (g dL <sup>-1</sup> )	0,65 ± 0,071 a	0,95 ± 0,50 a	0,70 ± 0,14 a	0,90 ± 0,14 a
Glucosa (mg dL <sup>-1</sup> )	168,0 ± 32,50 a	156,0 ± 8,48 a	141,0 ± 8,48 a	156,5 ± 10,60 a
Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	172,5 ± 36,06 b	127,0 ± 7,07 a	121,0 ± 4,24 a	118,50 ± 0,715 a
Triglicérido (mg dL <sup>-1</sup> )	273,0 ± 56,57 b	149,0 ± 38,18 ab	131,0 ± 9,89 a	130,50 ± 38,89 a

AST = aspartato aminotransferasa; ALT = alanina aminotransferasa

### Parámetros económicos

El estudio determinó el costo de producción por unidad (juvenil). Siendo el costo unitario de producción 22,11 soles, el precio de venta se estableció en 30 soles considerando que la talla fue similar en los cuatro tratamientos, generando un margen de ganancia unitario de 47%, respecto a su costo.

El Punto de Equilibrio Contable (PEC), se determinó en 947 peces (47% de su capacidad de producción) es decir produciendo más de 947 peces al año, se está obteniendo utilidades contables. También nos permitió determinar el nivel de equilibrio que el proyecto debe tener para recuperar los costos fijos y la depreciación de los activos. El punto de Equilibrio Financiero (PEF), nos permite determinar el nivel de equilibrio que el proyecto debe tener para recuperar los costos fijos más un flujo de efectivo operativo (FEO) que permita recuperar el costo de capital de 8%. Este nivel de equilibrio es de 1,394 peces (70% de la capacidad de producción) es decir que para recuperar la inversión más un costo de capital de 8% el proyecto, mínimo debe producir 1,394 peces.

La tasa interna de retorno (TIR) fue de 64%, indicando, que los niveles de producción esperada y costos estimados, en el estudio está “devolviendo” una rentabilidad del 64%, que es muy superior al costo de capital del estado del 8%. El valor actual neto (VAN) fue de 55,564 soles significando que es el valor a precios de hoy que el estudio agrega a la institución, después de recuperar la inversión realizada y el costo de capital de 8% del estado. Autores como Tello *et al.*, (2006) para un cultivo intensivo crecimiento-engorde de paiche en jaulas flotantes determinó la TIR 33,2% y VAN 439,583 nuevos soles. Cueva (2017) en cultivo intensivo de paiche en tanques de concreto determinó la TIR en 29,3% y VAN 5 206,48. Para otras especies amazónicas Rebaza *et al.*, (2008) demostraron una atractiva rentabilidad económica con una TIR de 46% y 50% y VAN de S/. 12 653,3 y S/. 32 349,5 nuevos soles, en el cultivo de paco y gamitana con dieta extrusada, respectivamente

El análisis de sensibilidad indica que el estudio tiene poco riesgo, es poco sensible a los cambios que se pueden dar en los factores relevantes. Para el análisis, se utilizaron los factores relevantes con mayor incidencia en la rentabilidad, el precio del alevino y costo de mano de obra, que significan el 61% y 21% del costo respectivamente. Se determinó que el estudio deja de ser rentable si el precio de venta de juveniles de paiche es menor del 23% del precio de venta estimado, es decir vender a 23,04 soles, respecto al costo del alevino debería ser más del 50% de lo establecido, es decir si nos venden a 18,05 soles y cuando el costo de la mano de obra es mayor del 168%.

Respecto al análisis de sensibilidad, Tello (2006), determinó para el engorde de paiche en jaulas flotantes que un incremento general de los costos operativos por encima del 20,32%, el proyecto ve comprometida su rentabilidad. Benites (2015) para el cultivo de Tilapia, el análisis de sensibilidad indicó que el piscinegocio no soportaría un precio de venta por debajo de 33 pesos  $\text{kg}^{-1}$ , (3,5 soles  $\text{kilo}^{-1}$ ) ni un nivel de venta menor a 2,4 t  $\text{año}^{-1}$ .

Los parámetros de calidad de agua, están dentro de rango para cultivo de paiche. Los valores de temperatura oscilaron entre 26,16 a 26,28 °C. Los promedios de oxígeno disuelto fueron  $4,86 \pm 0,31$  a  $5,42 \pm 0,60 \text{ mg/L}^{-1}$ , estos valores estuvieron favorecidos por el ingreso continuo de agua que fueron de  $0,67 \text{ L m}^{-1}$  durante el primer mes a  $4,3 \text{ L m}^{-1}$  en el último mes del estudio. Los niveles de amonio ( $\text{NH}_4$ ) fueron  $0,07 \pm 0,06$  a  $0,12 \pm 0,28 \text{ mg L}^{-1}$ , el sistema no permitía la acumulación de heces y restos de alimento, favoreciendo que no se incremente los niveles de amonio. Los valores de oxígeno disuelto fueron superiores a lo reportado por Saldaña (2015), en cultivo de juveniles de paiche y similar a lo determinado por Morales (2020) en cultivo de alevinos de paiche. Los niveles de amonio en el estudio fueron similares a lo mencionado por

Reyes (2020), indica que niveles de tolerancia de los peces al  $\text{NH}_3$  está ubicado entre 0,6 y 2,0 ppm.

## CONCLUSIONES

- Los mayores valores de longitud y peso final, crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, crecimiento específico y rendimiento de *Arapaima gigas* alimentados con el probiótico *Lactobacillus casei*, se obtuvieron con la inclusión del 15% del probiótico en la dieta, presentando un mejor factor de conversión alimenticia. Además, el estudio proporciona información sobre el uso benéfico del *L. casei* en juveniles de *A. gigas*, no sólo por promover su crecimiento, sino también mejora algunos parámetros bioquímicos sanguíneos manteniéndose estos con valores bajos, lo cual permite un mejor estado fisiológico a los peces.
- Los índices económicos determinados, indican que el proyecto tiene un alto nivel de rentabilidad; es poco sensible a los cambios de los factores relevantes y el punto de equilibrio, indica que el proyecto tiene la holgura suficiente para desarrollar sus actividades sin dejar de ser rentable.

## Agradecimiento

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad, Innóvate-Perú, por el financiamiento del estudio de investigación, que formo parte del Proyecto 192-FINCyT-IA-2013, ejecutado por el IIAP Ucayali.

## Referencias Bibliográficas

- Alaye, M., Morales, J. (2013). Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán. México. *Hidrobiológica*, 23 (3): 340-347.
- Alcántara, F., Wust, W., Tello, S., Del Castillo, D., Rebaza, M. (2006). Paiche el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana- IIAP. Iquitos-Perú. 70pp.
- Apaza, N. (2018). *Cultivo intensivo de paiche (Arapaima gigas) de alevines a juveniles en tanques circulares recubierto de geomembrana a diferentes densidades en la región de Madre de Dios*. Tesis de grado. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas, Arequipa, Perú. 101pp.

- Arévalo, J. (2014). *Efecto de tres tasas de alimentación en el crecimiento de juveniles de paiche, Arapaima gigas, cultivados en corrales*. Tesis de grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas, Iquitos, Perú. 48pp.
- Benítez, J., Rebollar, M., González, S., Hernández, F., Gómez, J. (2015). Viabilidad económica para la producción y venta de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Amatepec, estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. 37. 147-158. DOI: [10.22004/ag.econ.226156](https://doi.org/10.22004/ag.econ.226156)
- Campbell, T.W. (2015). Peripheral Blood of Mammals. En: *Exotic Animal Hematology and Cytology*, (4ta Ed.), Wiley Blackwell. pp. 3-36.
- Cervantes, E. (2014). *Efecto de la adición de diferentes concentraciones del probiótico Lactobacillus spp. en el alimento para el mejoramiento del crecimiento y supervivencia de alevinos de paiche (Arapaima gigas), en condiciones de laboratorio en Pucallpa*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Pucallpa, Perú. 54pp.
- Cowey, C.B., Walton, M.J. (1989). Intermediary metabolism. En: Halver J.E. (Ed). *Fish nutritium*. p. 259- 329
- Cueva, M. (2017). *Evaluación económica de los diferentes sistemas de cultivo del Paiche (Arapaima gigas), en el Departamento de Ucayali, en el 2015*. Tesis de grado. Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Ciencias Administrativas y Ciencias Económicas, Lima, Perú. 69pp.
- Chu-Koo, F., Fernández, C., Rebaza, C., Darias, M., García, C., García, A., Tello, S., Campos, L., Alvan, M., Ayarza, J., Arévalo, L., Francois Renno, J., Arbildo, H. (2017). El Cultivo del paiche: Biología, procesos productivos, tecnologías y estadísticas. 110pp.
- Chu-Koo, F. & Alcántara, F. (2009). Paiche doméstico en la Amazonía: Perspectivas de una crianza sostenible. *Revista Pesca Responsable*. 110pp.
- Delgado, J., Rebaza, C., Paredes, D., Robles, R., Bazán, R. (2013). Efecto de tres densidades de cultivo en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche *Arapaima gigas* sobre sus parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos. *Folia Amazónica*. Vol. 22. N° 1-2: 15-24. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v22i1-2.44>
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Fernández, F., Miquel, A.G., Córdova, M., Varas, M., Metón, I., Caseras, A., Baanante, IV. (2007). Effects of diets with distinct protein-to-carbohydrate ratios on nutrient

- digestibility, growth performance, body composition and liver intermediary enzyme activities in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fingerlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 343(1): 1–10. DOI: [10.1016/j.jembe.2006.10.057](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.10.057)
- Franco, H. (2005). *Contribución al conocimiento de la reproducción del Pirarucú Arapaima gigas (Cuvier, 1817) (Pisces: Arapaimidae) en cautiverio*. Universidad de la Amazonía. Facultad de Ciencias Básicas. Caquetá, Colombia. 50pp.
- García, R., Gutiérrez, L., David, C. (2015). El uso de los probióticos en la industria acuícola. *Revista Alimentos Hoy*, 23(36): 165-178. DOI: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/issue/view/38>
- Gonzales, A., Mejía, F., Huanuiri, K., Sánchez, I., Vásquez, J., Fernández-Méndez, C. (2016). Valores hematológicos y bioquímicos de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en cultivo intensivo. *Folia amazónica*. 25(2): 137-144. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v25i2.397>
- Hashimoto, A. (2015). *Influência dos níveis de proteína da ração nos parâmetros hematológicos do Pirarucu (Arapaima gigas) na fase de crescimento*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Rondônia, Brasil. 36p.
- Hyder, M., Hasan, M., Mohieldein, A., 2013. Comparative levels of ALT, AST, ALP and GGT in liver associated diseases. *European Journal of Experimental Biology*. 3 (2), 280–284.
- Jover, M. (2000). Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y bioenergético. *Revista AquaTic* 9. 10pp.
- Maroñas, M. (2006). Crecimiento individual en peces. *Cátedras de Ecología de poblaciones*. (<http://www.fcnyd.desp.educaciónar/catedras/ecopoblaciones>) Acceso: 19/03/2018.
- Maravi, R. (2017). *Influencia del sistema biofloc sobre la actividad enzimática digestiva y los parámetros productivos de juveniles de paiche (Arapaima gigas)*. Tesis de postgrado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 131pp.
- Morales, A. (2020). *Evaluación del crecimiento de alevines de paiche (Arapaima gigas) a diferentes densidades en estanques de concreto*. Tesis de pre grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Pesquería, Lima, Perú. 87pp.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. Wilson, M.V.H. (2016). *Fishes of the World*. 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 752 p.
- Núñez, J. (2009). Domestication de nouvelles espèces d'intérêt piscicole en Amazonie. *Cahiers Agricultures* 18(2-3): 136-143. DOI: <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0299>

- Paredes, D., Álvarez, C., Valencia, T. (2013). Caracterización hematológica y bioquímica de juveniles de *Arapaima gigas* “paiches” bajo condiciones de cultivo en selva alta. *Revista Investigación y Amazonia*; 3(2): 67-70. DOI: <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/87>
- Pereira Filho, M., Cavero, B.A., Roubach, R., Ituassú, D., Gandra, A., Crescêncio, R. (2003). Cultivo do Pirarucu, *Arapaima gigas* em viveiro escavado. *Acta Amazonica*, 33(4): 715-718. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672003000400017>
- Pozo, N. (2013). *Evaluación de la frecuencia alimentaria en alevinos de paiche Arapaima gigas (Cuvier, 1829), en el caserío Saypai- Leoncio Prado*. Tesis de pre grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia, Tingo María, Perú. 54pp.
- Rebaza, C., Valdivieso, M., Rebaza, M., Chu, F. (2008). Análisis económico del cultivo de gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. *Folia Amazónica*; 17(1-2): 7-13. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v17i1-2.261>
- Reyes, C. (2020). *Adaptación de alevinos Arapaima gigas “paiche” (Cuvier 1829) a condiciones medioambientales del distrito de las Lomas, cultivados en piscinas artificiales, región Piura, Perú, 2019*. Tesis de pre grado. Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Pesquera, Piura, Perú. 63pp.
- Ribeyro, B. (2013). *Efecto de la tasa y frecuencia de alimentación en el crecimiento de alevinos de Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) “arahuana” en ambientes controlados*. Tesis de postgrado. Universidad Nacional de la Amazonia. Iquitos, Perú. 35pp.
- Saldaña, C. (2015). *Evaluación de la utilización de probióticos en el crecimiento de juveniles de paiche (Arapaima gigas), cultivados en corrales*. Tesis de pre grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de ciencias Biológicas, Iquitos, Perú. 62pp.
- Serrano, E., Leguía, G., Quispe, M., Casa, G. (2013). Valores hematológicos del paiche (*Arapaima gigas*) de la Amazonía Peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(2): 248-251. DOI: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v24n2/a16v24n2>
- Serrano-Martínez, E., Tantaleán, M., Leguía, G., Quispe, M., Casas, G. (2015). Parásitos en *Arapaima gigas* de la Amazonía Peruana según Grupo Etario. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2): 303-309. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11014>

- Stockham, S.L., M.A. Scott. (2013). *Fundamentals of veterinary clinical pathology* (2da Ed.), Blacwell Publishing. Iowa.
- Tavares Días, M., Mayumi, M., Martins, M.L., Satake, F., Hisano, H., Pádua, S.B., Jerónimo, G.T., Santana, A.R. (2009). Hematología: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. En: Moura, P.; Moura, J. & Miotello, V. (Eds). *Tópicos especiais em saúde e criação animal*. P. 43-80.
- Tello, S., Valdivieso, M., Rebaza, M., Rebaza, C., Alcántara, F., Chu, F. (2006). Análisis económico de la crianza de paiche *Arapaima gigas* en jaulas flotantes a partir de los resultados obtenidos en el lago Imiria, Ucayali. Memoria institucional IIAP. Iquitos.
- Valenzuela, A., Oyarzún, C. & Silva, V. (2003). Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): La serie blanca. *Gayana* 67(1): 130-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382003000100018>
- Yen, E. (2020). *Desempeño biológico de juveniles de Totoaba macdonaldi aclimatados a diferentes temperaturas y alimentados con distintos niveles de inclusión de harina de soya en la dieta*. Tesis Doctoral. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Ensenada, México. 84pp.
- Yuangsoi, B., Klahan, R., Charoenwattanasak, S. (2014). Partial replacement of protein in soybean meal by moringa seed cake (*Moringa oleifera*) in bocourti's catfish (*Pangasius bocourti*). *Songklanakarín Journal of Science and Technology*, 36(2): 125-135. DOI: <https://sjst.psu.ac.th/article.php?art=1392>