

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS PECUARIAS**

**MENCION ACUICULTURA**



**ÍNDICES PRODUCTIVOS, SANGUÍNEOS Y ECONÓMICOS DE JUVENILES DE  
*Arapaima gigas* (paiche) ALIMENTADOS CON UNA DIETA SUPLEMENTADA  
CON PROBIÓTICO**

**TESIS**

**Para optar el grado académico de**

**MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS,**

**MENCION: ACUICULTURA**

**RICARDO JULIAN OLIVA PAREDES**

**Tingo María – Perú**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Nro. 010-2019-EPG-UNAS**

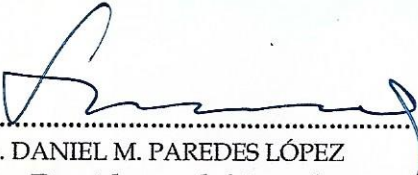
En la ciudad universitaria, siendo las 7:00 pm, del día miércoles 08 de mayo del 2019, reunidos en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

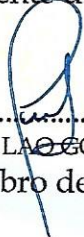
**“ÍNDICES PRODUCTIVOS, SANGUÍNEOS Y ECONÓMICOS DE JUVENILES DE *Arapaima gigas* “PAICHE” ALIMENTADOS CON UNA DIETA SUPLEMENTADA CON PROBIÓTICO”**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Pecuarias mención Acuicultura: Ricardo Julián Oliva Paredes.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **EXCELENTE**.


Acto seguido, a horas 8:23 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

  
.....  
Dr. DANIEL M. PAREDES LÓPEZ  
Presidente del Jurado

  
.....  
M.Sc JUAN LA O GONZALES  
Miembro del Jurado



  
.....  
M. Sc TULITA ALEGRIA DE ZAMUDIO  
Miembro del Jurado

  
.....  
Dr. RIZAL A. ROBLES HUAYNATE  
Asesor



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 278- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ÍNDICES PRODUCTIVOS, SANGUÍNEOS Y ECONÓMICOS DE JUVENILES DE Arapaima gigas (paiche) ALIMENTADOS CON UNA DIETA SUPLEMENTADA CON PROBIÓTICO	RICARDO JULIAN OLIVA PAREDES	21 % Veintiuno

Tingo María, 16 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
  
Dr. Tomas Mochacho Mallqui  
DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A Carmela, mi esposa, compañera de toda la vida, con mucho cariño, por su inmenso amor, su fortaleza, y entrega que nos permitió alcanzar muchas metas en nuestra vida.  
A Ricardo mi hijo, muy orgulloso de ti. Sofía, Fátima, mis amores por ser el estímulo para seguir avanzando

A Rosa y Roberto mis Padres, mi eterno cariño y agradecimiento. Roberto, Rolando, Rita, Rocío, Roxana, mis hermanos, por el cariño que siempre nos prodigamos y por estar siempre unidos.

A mis sobrinos: Roberto, Úrsula, Diego, Milagros, Giancarlo, Jimena, Darían, Valentino y Rafaela.

A Rocío, mi hermana, que hoy goza de la vida eterna, te amo con todas las fuerzas de mi alma, tus recuerdos serán eternos.

En memoria de Casimiro, Úrsula y Tomasa, mis abuelos, por los momentos maravillosos e inolvidables que pase con ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la Maestría en Ciencias Pecuarias - Mención en Acuicultura, por sus conocimientos.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP, Filial Ucayali por la oportunidad y apoyo brindado en la ejecución de la tesis. El estudio formó parte de las investigaciones llevadas a cabo a través del Proyecto 192- FINCyT-IA-2013 del Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad, Innóvate-Perú.

A los Investigadores del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP, Filial Ucayali Blgo. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro, Blgo. Pesq. Roger Bazán Albites, Ing. Jorge Pilco Vergaray, por su apoyo durante la ejecución del estudio.

Al Dr. Rizal Robles Huaynate asesor, por su orientación durante el planteamiento y ejecución de la tesis.

A la MSc Nadhia Herrera Castillo co-asesor por su invaluable apoyo durante la ejecución y redacción de la tesis.

A Caleb Leandro Laguna por su aporte y colaboración en la parte estadística

A los técnicos del área de piscicultura del IIAP, por el apoyo durante la instalación y muestreos de los peces.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	13
I.- INTRODUCCIÓN .....	15
II.-REVISIÓN DE LITERATURA .....	17
2.1 CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE EN ESTUDIO .....	17
2.1.1 Habitud .....	17
2.1.2 Morfología.....	17
2.1.3 Anatomía.....	18
2.1.4 Hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales.....	19
2.1.5 Cuidado parental.....	19
2.2 Probióticos.....	20
2.3 PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS .....	22
2.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	25
III.-MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1 Ubicación del Trabajo de Investigación .....	28
3.2 Características climáticas de las zonas de estudio.....	28
3.3 Características de la especie.....	28
3.4 Infraestructura del estudio.....	28
3.5 Estabulación de juveniles de Arapaima gigas (paiche).....	29
3.6 Activación y preparación de los inóculos de Lactobacillus casei.....	29
3.7 Inclusión de probióticos Lactobacillus casei en dieta balanceada.....	29
3.8 Índices productivos de juveniles de Arapaima gigas .....	31
3.9 Parámetros sanguíneos.....	35
3.10 Evaluación económica.....	37
3.11 Producto.....	37
3.11.1 Inversiones.....	37
3.11.2 Costos operativos .....	38
3.11.3 Costos fijos .....	38
3.11.4 Costos variables.....	39
3.11.5 Ingresos del proyecto .....	39
3.11.6 Costos unitarios de producción .....	39

3.11.7	Flujo de caja e indicadores de rentabilidad .....	40
3.11.8	Análisis de sensibilidad.....	40
3.12	Evaluaciones parámetros físico-químicos del agua .....	40
3.13	Diseño de la investigación.....	41
IV.-	RESULTADOS .....	42
4.1	ÍNDICES PRODUCTIVOS .....	42
4.1.1	Parámetros biométricos .....	42
4.1.2	Sobrevivencia (%) .....	54
4.1.3	Factor de conversión alimenticia (FCA) .....	55
4.1.4	Factor de condición (K) .....	56
4.1.5	Rendimiento (kg/m <sup>3</sup> ) .....	57
4.2	PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS .....	58
4.2.1	Hematológicos .....	58
4.2.2	Bioquímicos .....	62
4.2.3	Transaminasas .....	63
4.2.4	Proteínas totales .....	65
4.2.5	Globulinas .....	66
4.2.6	Albumina .....	67
4.2.7	Glucosa .....	68
4.2.8	Colesterol .....	69
4.2.9	Triglicérido .....	70
4.3	EVALUACION ECONOMICA .....	71
4.3.1	INVERSIÓN.....	71
4.4	CALIDAD DE AGUA .....	75
V.-	DISCUSIÓN .....	76
VI.-	CONCLUSIONES .....	82
VII.-	REFERENCIAS.BIBLIOGRAFICAS .....	84
VIII.-	ANEXO	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>En el texto</b>	<b>Página</b>
1. Características nutricionales de alimento balanceado Aquaxcel utilizado en el estudio.....	31
2. Características nutricionales de alimento balanceado Puripaiche inicio y crecimiento .....	31
3. Comparación múltiple de medias para el crecimiento en peso (g) de juveniles de Arapaima gigas por tratamiento por etapa de evaluación .....	42
4. Comparación múltiple de medias para el crecimiento total en peso (g) de Arapaima gigas por tratamiento.....	43
5. Crecimiento absoluto (CA) quincenal de juveniles Arapaima gigas alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	45
6. Comparaciones múltiples de medias para crecimiento absoluto (CA) en peso de juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	45
7. Comparaciones múltiples Tasa de crecimiento absoluto (TCA) quincenal de juveniles Arapaima gigas alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	46
8. Comparaciones múltiples de medias para tasa crecimiento absoluto (TCA) en peso de juveniles de Arapaima gigas por Tratamiento.....	47
9. Crecimiento relativo (CR) quincenal de juveniles Arapaima gigas alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.....	48
10. Comparaciones múltiples de medias para crecimiento relativo (CR) en peso de juveniles de Arapaima gigas por Tratamiento.....	48
11. Tasa crecimiento relativo (TCR) quincenal de juveniles Arapaima gigas alimentadas con dieta suplementada con diferentes niveles de probioticos.....	49
12. Comparaciones múltiples de medias para tasa crecimiento relativo (TCR) en peso de juveniles de Arapaima gigas por Tratamiento .....	50



13.	Crecimiento específico (CE) quincenal de juveniles <i>Arapaima gigas</i> alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	51
14.	Comparaciones múltiples de media para crecimiento específico (CE) en peso de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento.....	51
15.	Crecimiento quincenal en longitud de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	52
16.	Comparación múltiple de medias para el crecimiento total en longitud (cm) de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento.....	53
17.	Sobrevivencia de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.....	54
18.	Factor de conversión alimenticia (FCA) de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	55
19.	Comparaciones múltiples de medias para factor de conversión alimenticia (FCA) en juveniles de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento .....	55
20.	Factor de condición (K) de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	56
21.	Comparaciones múltiples de medias para factor de condición (K) en juveniles de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento .....	56
22.	Rendimiento (kg/m <sup>3</sup> ) de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	57
23.	Comparaciones múltiples de medias para rendimiento (kg/m <sup>3</sup> ) en juveniles de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento .....	58
24.	Parámetros hematológicos de juveniles de <i>Arapaima gigas</i> alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	59
25.	Comparaciones múltiples de medias para leucocitos en juveniles de <i>Arapaima gigas</i> por tratamiento .....	59

26.	Comparaciones múltiples de medias para hematocritos en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento.....	61
27.	Comparaciones múltiples de medias para hemoglobina en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	61
28.	Parámetros bioquímicos de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	62
29.	Comparaciones múltiples de medias para aspartato aminotransferasa (TGO) en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento.....	63
30.	Comparaciones múltiples de medias para alanina aminotransferasa (TGP) en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento.....	64
31.	Comparaciones múltiples de medias para proteínas totales en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	65
32.	Comparaciones múltiples de medias para globulina en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	66
33.	Comparaciones múltiples de medias para albúmina en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	67
34.	Comparaciones múltiples de medias para glucosa en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	68
35.	Comparaciones múltiples de medias para colesterol en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	69
36.	Comparaciones múltiples de medias para triglicéridos en juveniles de Arapaima gigas por tratamiento .....	70
37.	Costos operativos utilizados en el cultivo de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	72
38.	Costos unitario de producción en el cultivo de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	73

39.	Flujo de caja e indicadores de rentabilidad del cultivo de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	73
40.	Análisis de sensibilidad del cultivo de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probioticos.....	75
41.	Parametros de calidad de agua del cultivo de juveniles de Arapaima gigas alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos .....	75

<b>En el anexo</b>	<b>Página</b>
8.1.1.- Análisis de varianza para peso. ....	92
8.1.2.- Análisis de varianza para crecimiento absoluto .....	92
8.1.3.- Análisis de varianza para tasa de crecimiento absoluto .....	93
8.1.4.- Análisis de varianza para crecimiento relativo .....	93
8.1.5.- Análisis de varianza para tasa de crecimiento relativo. ....	94
8.1.6.- Análisis de varianza para crecimiento específico .....	94
8.1.7.- Análisis de varianza para longitud. ....	95
8.1.8.- Análisis de varianza para factores de conversión alimenticia .....	95
8.1.9.- Análisis de varianza para leucocitos .....	96
8.1.10.- Análisis de varianza para linfocitos .....	96
8.1.11.- Análisis de varianza para hematocrito .....	97
8.1.12.- Análisis de varianza para hemoglobina.....	97
8.1.13.- Análisis de varianza para TGO .....	98
8.1.14.- Análisis de varianza para TGP.....	98
8.1.15.- Análisis de varianza para proteína total .....	99
8.1.16.- Análisis de varianza para albumina.....	99
8.1.17.- Análisis de varianza para glucosa.....	100
8.1.18.- Análisis de varianza para colesterol.....	100
8.1.19.- Análisis de varianza para triglicéridos .....	101

## INDICE DE FIGURAS

En el texto	Página
1. Evolución del crecimiento en peso, durante 60 días de cultivo .....	43
2. Representación de los promedios del crecimiento total en peso por Tratamiento .....	44
3. Representación de promedios del crecimiento absoluto total en peso por tratamiento.....	46
4. Representación de los promedios de tasa de crecimiento absoluto (g/día) en peso por tratamiento.....	47
5. Representación de promedios de crecimiento relativo en peso por tratamiento .....	49
6. Representación de promedios de tasa de crecimiento relativo (%/día) por tratamiento .....	50
7. Representación de promedios de crecimiento específico en peso por tratamiento .....	52
8. Evolución del crecimiento en longitud, durante los periodos de cultivos de 0 a 60 días .....	53
9. Representación de promedios de crecimiento en longitud (cm) en peso por tratamiento.....	54
10. Representación de promedios de factor de conversión alimenticia por tratamiento .....	56
11. Representación de promedios de factor de condición por tratamiento .....	57
12. Representación de promedios de rendimiento (kg/m <sup>3</sup> ) por tratamiento .....	58
13. Representación de promedios de niveles de leucocitos por tratamiento .....	60
14. Representación de promedios de niveles de hematocritos por tratamiento .....	61
15. Representación de promedios de niveles de hemoglobina por tratamiento .....	62

16.	Representación de promedios de niveles de aspartato aminotransferasa (T.G.O) por tratamiento .....	64
17.	Representación de promedios de niveles de alanina aminotransferasa (T.G.P.) por tratamiento.....	65
18.	Representación de promedios de niveles de proteínas totales por tratamiento .....	66
19.	Representaciones de promedios de niveles de globulinas por tratamiento.....	67
20.	Representación de promedios de niveles de albumina por tratamiento .....	68
21.	Representación de promedios de niveles de glucosa por tratamiento.....	69
22.	Representación de promedios de niveles de colesterol por tratamiento.....	70
23.	Representación de promedios de niveles de triglicéridos por tratamiento.....	71

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana –IIAP, el objetivo fue evaluar el efecto de tres niveles de probióticos *Lactobacillus casei* sobre el desempeño productivo, hematológico, bioquímico y económico de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*) en ambientes controlados. Se utilizaron 360 ejemplares, de peso y longitud inicial  $33,58 \pm 1,11$  a  $34,76 \pm 1,29$  g y  $16,29 \pm 0,16$  a  $16,50 \pm 0,22$  cm respectivamente. Se aplicó DCA, cuatro tratamientos y tres repeticiones T0= 0 %, T1 = 5 %, T2=10 % y T3=15 % de probióticos (*L. casei*). Se colocaron 30 juveniles por tanque, a una densidad de 1 pez/ 0,93 L. Los muestreos biométricos y sanguíneos fueron quincenales, para el análisis de parámetros sanguíneos, las muestras fueron obtenidas por punción de la arteria caudal. La rentabilidad económica se determinó a través del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Durante los 60 días del estudio se obtuvieron los siguientes pesos y longitudes finales por tratamiento: T0= $179,14 \pm 20,60$  g y  $28,93 \pm 0,77$  cm; T1= $177,17 \pm 6,98$  g y  $29,24 \pm 0,53$  cm; T2= $194,12 \pm 13,29$  g y  $29,82 \pm 0,54$  cm; T3=  $197,29 \pm 11,14$  g y  $29,91 \pm 0,28$  cm, en ambos casos no presentaron diferencia significativa. Asimismo, crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, crecimiento específico, factor de conversión alimenticia, sobrevivencia y rendimiento tampoco presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Los valores hematológicos presentaron mayor nivel de leucocitos en T3 ( $13733 \pm 2369$  mm<sup>3</sup>), ( $p > 0,05$ ), niveles más altos de hematocritos y hemoglobina en tratamiento T0 con  $33,0 \pm 4,0$  % y  $11,0 \pm 1$  (g/dL) respectivamente ( $p < 0,05$ ). Los valores bioquímicos como Aspartato aminotransferasa (T.G.O), Alanina aminotransferasa (T.G.P) proteínas, Colesterol, triglicéridos, presentan diferencias significativas. La evaluación económica determinó que la TIR fue 64%; y el VAN 55,564.

**Palabras claves:** *Lactobacillus casei*, *Arapaima gigas*, índices productivos, probióticos.

## ABSTRACT

The study was carried out in the Peruvian Amazon Research Institute -IIAP, the objective to evaluate the effect of three levels of probiotics *Lactobacillus casei* on productive, hematological, biochemical and economic performance in juvenile culture of *Arapaima gigas* "Paiche" in environments controlled. We used 360 specimens, of initial weight and length  $33.58 \pm 1.11$  to  $34.76 \pm 1.29$  g and  $16.29 \pm 0.16$  to  $16.50 \pm 0.22$  cm respectively. DCA was applied, with four treatments and three repetitions T0 = 0%, T1 = 5%, T2 = 10% and T3 = 15% of probiotic (*L. casei*). 30 juveniles / tank were placed at a density of 1 fish / 0.93

L. The biometric samples were biweekly, the samples for blood parameters, were obtained by caudal artery puncture with previously heparinized syringe. Likewise, economic profitability was determined through Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR).

During the 60 days of the study the weight and final length were determined by treatment: T0 =  $179.14 \pm 20.60$  g and  $28.93 \pm 0.77$  cm; T1 =  $177.17 \pm 6.98$  g and  $29.24 \pm 0.53$  cm; T2 =  $194.12 \pm 13.29$  g and  $29.82 \pm 0.54$  cm; T3 =  $197.29 \pm 11.14$  g and  $29.91 \pm 0.28$  cm. in both cases they did not present a significant difference. Absolute growth, absolute growth rate, relative growth, relative growth rate, and specific growth also show no significant differences ( $p > 0.05$ ) between treatments. The values of the feed conversion factor (FCA) did not present significant differences ( $p > 0.05$ ), it was lower in the T3 treatment with 0.948 and higher in T1 with 1.06. The hematological values showed a higher level of leukocytes in T3 ( $13733 \pm 2369$  mm<sup>3</sup>), without significant difference ( $p > 0.05$ ), higher levels of hematocrit and hemoglobin were observed in the T0 treatment with  $33.0 \pm 4.0\%$  and  $11.0 \pm 1$  (gd / L) respectively ( $p < 0.05$ ). The biochemical values such as Aspartate aminotransferase (T.G.O), Alanine aminotransferase (T.G.P) proteins, Cholesterol, triglycerides, present significant differences. The economic evaluation determined that the internal rate of return (IRR) was 64%; the net present value (NPV) 55,564.



## I.- INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores de producción de alimentos con crecimiento más rápido en todo el mundo es la acuicultura y se reconoce como una actividad que puede contribuir de manera significativa a la mitigación de la pobreza, la seguridad alimentaria y la generación de ingresos (Sanz 2009). Según FAO (2018) menciona que, la acuicultura ha tenido un intenso crecimiento en el mundo, en el momento actual, suministra la mitad de todo el pescado para el consumo humano, con una producción acuícola de 80 millones de toneladas en 2016.

*Arapaima gigas* es una especie amazónica que presenta muchas ventajas para ser incorporado en la piscicultura intensiva, por su requerimiento a nivel regional y excelentes perspectivas en el mercado nacional e internacional, es de rápido crecimiento, son resistentes al manipuleo, toleran densidades altas en infraestructuras de cultivo como estanques y jaulas flotantes. Asimismo, se dispone de indicadores del cultivo de paiche, que nos permite considerarla como la especie de mayor proyección para la acuicultura amazónica, esto se debe tanto a la amplia disponibilidad de hábitat acuático como a la diversidad de la dieta de esta especie. Sin embargo, se requiere, establecer un plan de investigación en los aspectos nutricionales en las diferentes fases fisiológicas de cultivo y reproductivos (Alcántara et al. 2006).

Los Paichicultores de la región Ucayali, realizan el manejo de alevinos y juveniles de *Arapaima gigas* en ambientes controlados (laboratorio) a fin de mejorar la sobrevivencia y obtener peces fortalecidos para las siguientes fases de producción. El investigador Franco (2007), considera que la fase de alevinos es la etapa crítica en la producción de Pirarucú, con tasas de supervivencia que alcanzan menos del 10% en ambientes naturales, durante esta etapa.

A fin de incrementar la producción de peces, es importante el uso de probióticos en dietas para peces, que actúan como promotores de crecimiento mejoran la sobrevivencia y los parámetros sanguíneos. Ringo et al. (2010) han demostrado que el uso de probióticos en la acuicultura está asociada con el control biológico de enfermedades infecciosas, la sobrevivencia en diversas etapas de los peces y un mayor crecimiento y actividad enzimática. También mejora la respuesta inmune al estrés y mejora la calidad del agua. Tovar et al. (2008) afirmaron que los probióticos se utilizan cada vez más en la piscicultura debido a sus efectos sobre los huéspedes. Por lo tanto los informes sobre los efectos de diversos microorganismos

considerados probióticos relacionado a la inmunología, maduración del sistema digestivo, y metabolismo del hospedero, se han incrementado en los últimos años

A fin de contribuir en la generación de nuevos conocimientos en el cultivo de paiche y del interés de productores naturales y empresarios de mejorar la producción, se ha planteado el presente estudio que tiene como objetivos evaluar el efecto de tres niveles de probióticos (*Lactobacillus casei*) sobre el desempeño productivo, hematológico, bioquímico y económico en cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* “paiche” en ambientes controlados.

## II.-REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

#### 2.1.1. Habitación

El “paiche” *Arapaima gigas* es un pez que vive en ríos de escaso caudal, habitualmente en lagunas de aguas negras. Las áreas donde el habita son cuerpos de aguas de tipo eutrófico llamados en la Amazonía “cochas”. Esta especie también se caracteriza por su capacidad de tolerar altas concentraciones de sedimentos y bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Rebaza et al. 1999). Pinto (1999) afirman, que es un pez de aguas cálidas que puede tolerar temperaturas entre 24 a 31°C. Se distribuye principalmente en zonas inundables del Amazonas y su principal hábitat son los ecosistemas de agua dulce. Barzea, Igapo, Caños) y ecosistemas loticos de bajo caudal (ríos).

#### 2.1.2 Morfología

El Paiche presenta cabeza pequeña y presenta aproximadamente el 10% del peso total y es proporcionalmente reducido respecto a su cuerpo. En el ámbito de su cabeza dispone de 58 placas de diferentes tamaños, las placas se caracterizan por tener de 6 a 8 poros en su borde posterior, por donde sale por presión, una mucosidad blanquecina que los pobladores indígenas lo conocen como “leche” que es utilizado por las crías en los primeros días de vida. El cuerpo es de forma alargado casi fusiforme con sección circular y elipsoidal, y vistosas escamas de borde amarillo o rojizos del tipo cicloideas; las aletas pectorales son pares situadas a cada lado del cuerpo cerca al opérculo, están muy distantes de las aletas ventrales, en tanto que la dorsal alargada y anal se encuentra cercanas a la aleta caudal que tiene formas entre redonda y convexa . (Rebaza et al. 1999)

Los paiches son de color negro durante las etapas de larva y alevinos y se vuelven de color marrón claro cuando tienen entre 8 y 9 meses de edad. La cabeza es parda y el dorso negro; las escamas abdominales de la segunda mitad del cuerpo situadas en la mitad posterior del cuerpo, tienen un borde de color rojo oscuro; las aletas ventrales en los adultos poseen manchas negras y amarillas, dispuestas en forma de ondas, irregulares; las aletas dorsal, anal y caudal tienen manchas claras. Durante el período reproductivo, los ejemplares machos se vuelven notablemente más oscuros en el dorso. (Rebaza et al. 1999)

### 2.1.3 Anatomía

El sistema respiratorio de *Arapaima gigas* presenta un sistema branquial que evidencia un estado relativo de atrofia que es escaso para abastecer de oxígeno a la gran masa corporal. Tiene como órgano respiratorio principal a la vejiga natatoria, está compuesta por numerosas trabéculas semejando un pulmón. La vejiga natatoria y funciona como órgano respiratorio principal. Los cambios en la vejiga radican en que las paredes internas de este órgano han desarrollado un rico tejido vascular que contribuye a aumentar su superficie y que sirve para el intercambio de gases entre el aire y la sangre que circula por los capilares, tal como ocurre en los pulmones. (Guerra 2002). Según Hurtado (1997) Los ejemplares adultos de *Arapaima gigas*, puede permanecer bajo el agua hasta 40 minutos; Sin embargo, normalmente sale a la superficie cada 10 a 15 minutos a tomar aire. Los ejemplares jóvenes lo hacen con más frecuencia se ha determinado que los alevinos de 1 pulgada, salen a la superficie cada 2 a 3 segundos; los de 2 pulgadas, cada 6 a 8 segundos y los de 3 a 4 pulgadas, alrededor cada minuto.

Según el tipo de habito alimenticio es el sistema digestivo en la especie *Arapaima gigas*, la boca es grande, superior y oblicua, los dientes son relativamente pequeños aproximadamente iguales entre sí. La lengua está bien desarrollada y tiene destacada particularidad de tener un hueso interno aplanado y levemente encorvado llamado hioides, el tamaño oscila entre los 10 y 20 centímetros; En la boca se encuentran un par de placas óseas laterales que realizan la función de dientes, que les permite detener a la presa, las mata antes de la deglución. El tubo digestivo es corto y estomago definido, característica de los peces carnívoros, (Rebaza et al. 1999).

El sistema reproductor, de ejemplares machos y también hembras disponen de una sola gónada (testículo, ovario) desarrollados, ubicado al lado izquierdo. Cuando alcanza su madurez sexual y en época reproductiva, la gónada masculina es alargado y casi cilíndrico adherido fuertemente al peritoneo, en toda su longitud mediante un ligamento. El tamaño del testículo de un ejemplar macho tiene aproximadamente 260 mm de longitud. El ovario está ubicada en la parte media del lado izquierdo es de aspecto foliar semejantes a las hojas de un libro, tiene un peso de 495 a 1300 g. en ejemplares de dos metros de longitud. Durante los días de apareamiento el ovario tiene color verde petróleo, se ha estimado un promedio de 180,000 óvulos en ejemplares con 1,90 m de longitud total y 62 kilos de peso, asimismo los ovocitos maduran parcialmente, solo el 25% presentan maduración total en una determinado época y están en condiciones de ser expulsadas para la fecundación (Guerra 2002).

#### 2.1.4 Hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales

El “paiche” *Arapaima gigas* es un pez carnívoro, cuando es joven su alimentación es con peces de menor tamaño, consumen de 8 a 10% de su biomasa, y los adultos el 6%. Su dieta generalmente está constituida por especies del género *Prochilodus*, *Tetragonopterus* y principalmente los Panaques (Cuchas). *A. gigas* se caracteriza por su capacidad de capturar sus presas succionando fuertemente con la boca, a menudo acompañado de un coletazo en su intento de adormecer a la presa. En su entorno natural intentan alimentarse al anochecer o amanecer, pero en los estanques de cultivo se alimentan con balanceado o forraje de dos a cuatro veces por día. (Guerra 2002).

Los alevinos de paiche capturados en los estanques son transportados a un ambiente adecuado para su manejo, son alimentados con zooplancton y nauplios de artemia. Asimismo, simultáneamente se utiliza una dieta comercial extruida del tipo Aquaxcel de 50% de proteínas y 0,6 mm de diámetro, posteriormente en la fase de inicio se alimenta con balanceado con 50 % de proteína, y 6 mm de diámetro, para la fase de crecimiento con 45 % de proteínas total y 10 mm de diámetro y para la fase de engorde con dietas de 40 % de proteínas y 20 a 30 mm de diámetro.

según estudios realizados por Franco (2007) indica que es importante alimentar a los alevinos de *Arapaima gigas* durante los primeros días con zooplancton y nauplios de artemia salina, hasta la saciedad, gradualmente debe sustituirse mediante el uso de alimento balanceado granulado o polvo con 45% de proteína, lo cual facilita su manejo. Los alevinos de 8 cm de longitud deben estar adaptados al alimento balanceado Rebaza et al. (1999) manifiestan que la alimentación de los alevines durante los 20 primeros días de edad debe ser con alimento vivo, principalmente zooplancton y con nauplios de artemia producidos en laboratorio. Cuando los paiches en fase de alevinos tengan una talla de 9 cm y 5 g de peso promedio; se da apertura a la alimentación con alimento balanceado utilizando una dieta de 50% de proteínas de 0.5 a 1 mm de diámetro por un tiempo de 5 días.

#### 2.1.5 Cuidado parental

Esta especie se caracteriza por tener cuidado parental activo, este proceso lo inician los reproductores desde el momento de la postura que lo realizan en nidos, cuidando los huevos, esto se hace más notorio cuando las crías salen a la superficie del estanque y

desarrollan la respiración aérea. Después del nacimiento entre 5 a 6 días las crías salen del nido y se observa por primera vez que suben a la superficie a respirar resguardados por los padres. Durante los primeros días es continua del padre junto a los alevines, después de la tercera semana las crías son más independientes, disminuyendo la dependencia hacia el cuidado parental, el reproductor se aleja de las crías por escasos minutos, durante este tiempo se observa a los alevinos capturar pequeños peces del estanque, de preferencia los Guppys (*Poecilia reticulata*). La captura de los alevinos se realiza cuando alcanzan una talla entre 4 a 5 cm (12- 15 días de haber eclosionado), deben ser trasladados al laboratorio para un mejor manejo que permita tener alto porcentaje de sobrevivencia. El cuidado parental en el estanque es un proceso que debe ser como máximo 21 días, después que desarrollan la respiración aérea, están más expuestos a predadores (Franco 2007).

Actualmente las empresas privadas de Pucallpa e Institutos de Investigación, capturan los alevinos de aproximadamente 2 cm de longitud y son manejados en laboratorio.

## **2.2 PROBIÓTICOS**

Según estudios realizados por Escobar (2010), los probióticos son microorganismo que generan actividades antagónicas contra agentes patógenos que provocan los desórdenes gastrointestinales, como consecuencia de la capacidad inmunomoduladora y a cambios de pH generados por la producción de ácido láctico. *Lactobacillus casei* es un microorganismo que cumple la función de probiótico. Todd (1999), también menciona que *Lactobacillus casei* es una bacteria probiótica muy eficaz, dentro de sus funciones; busca el equilibrio de la microflora intestinal, anticipar los trastornos intestinales, regular el sistema inmune de respuesta inmune celular y además posee una potente acción antidiarreica.

Desde hace mucho tiempo se viene usando los probióticos en las actividades acuícolas, pero en los últimos años es considerada como parte integral de las prácticas culturales para mejorar el crecimiento y la resistencia a enfermedades. En mercados están disponibles diferentes suplementos de probióticos, tanto monoespecíficos como multiespecíficos. Los probióticos que son utilizados en acuicultura son estudiados más ampliamente que los del ámbito terrestre, además al mezclarse con agua que desempeñan una función importante en la descomposición de la materia orgánica del fondo de los estanques, asimismo reducir la concentración tanto de nitrógeno y fosfatos en el agua, así como contribuir al control de los niveles de amonio, nitritos y sulfuro de hidrógeno (Nayak 2010).

Según Sorroza (2010), el término probióticos fue introducido por primera vez en 1965 por Lilly y Stillwell, se origina de dos vocablos griegos “pro” y “bios” que significa “para la vida”. También menciona que es un factor de origen microbiológico que favorece y promueven el crecimiento de otros organismos, también expresa que los probióticos de mayor uso en la acuicultura, incluyen desde bacteria Gram-positivas y Gramnegativos, bacteriófagos, además señala que contienen levaduras y algas unicelulares. Actualmente los probióticos han sido utilizados en diferentes actividades acuícolas tales como dietas artificiales para peces y crustáceos, artemia, rotíferos y en agua.

Merrifield et al. (2010.) definen el término “probiótico” en acuicultura, como célula microbianas o componentes celulares vivos y muertos que, cuando se administran a la dieta o al agua de cultivo, benefician al huésped y aumentan la resistencia a enfermedades, mejoran las condiciones de salud, el crecimiento, optimizar la utilización de la dieta alimenticia, mejor respuesta al estrés o el vigor en general, obteniéndose al menos en parte, una mejora en el balance microbiano del huésped o del medio que le rodea.

Holzapfel et al. (1998) para ellos, los probióticos propuestos para la acuicultura son principalmente microorganismos que forman parte de las bacterias ácido- lácticas (LAB), siendo los géneros más utilizados *Lactobacillus* y *Lactococcus* y considerados como GRAS (“Generally recognized as safe”).

Sorroza (2010), sobre los probióticos en la acuicultura, cumplen una función importante en reducir y suprimir la influencia que tiene los microorganismos patógenos, y también muestran potencial para reemplazar a los agentes quimioterapéuticos a fin de evitar enfermedades infectocontagiosas en peces y crustáceos. También menciona que pueden contribuir en reducir la mortalidad y mantener a los organismos saludables, mediante aporte de enzimas, vitaminas y micronutrientes. De manera similar los mecanismos de acción descritos para seleccionar probióticos, incluyen generación de compuestos inhibitorios, competencia por compuestos químicos o energía disponible, aumento de la respuesta inmune, mejora de la calidad del agua, aporte de enzimas a la digestión y fuente de macro-micronutrientes.

Henríquez (2013), Indica que dentro de los mecanismos de acción que se han atribuido a las bacterias probióticas, está su acción inhibitoria frente a bacterias patógenas y la modulación del sistema inmune del hospedero, a continuación, se indican: Inhibición crecimiento de patógenos (in vitro); Competencia por sitios de adhesión; Modulación sistema inmune; Protección frente a patógenos.

### 2.3 PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS

Para determinar la situación saludable y equilibrio metabólico en los peces, tanto de ambientes naturales y de cultivo semi intensivo e intensivo, se considera a las variables hematológicas y la bioquímica sanguínea como una técnica muy importante y apropiada. Estos parámetros son utilizados como indicadores del estado sanitario de los peces y otros organismos acuáticos en condiciones naturales y de los cambios que pueden tener en su medio, sin embargo, es importante conocer los valores referenciales de los que forman parte de la composición de parámetros sanguíneos (De Pedro et al. 2004).

En un cultivo semi intensivo, intensivo de peces, se presentan cambios de los parámetros hematológicos, estos son utilizados como indicios de contaminación del sistema de cultivo y como los indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés causado por densidad, calidad del agua entre otros. (Valenzuela et al. (2003). También se indica que en acuicultura es importante conocer los valores que diferencien un pez sano del enfermo. También el estudio de las cualidades sanguíneas puede aportar importante información para identificar, diagnosticar y controlar el estrés y o enfermedades con el fin de mantener la salud de los peces y considerar las bases de prevención y control de la condición sanitaria de los peces (Centeno 2007).

También se ha descrito sobre el valor del hematocrito variando según el tipo de hábitat y algunas condiciones fisiológicas, siendo superior en peces de aguas continentales que, de ecosistemas marinos, presentando estos últimos mayor número de glóbulos rojos, los cuales además son de menor tamaño que el hematocrito. Mejorar el intercambio gaseoso debido al incremento de la relación superficie/ volumen favoreciendo la mejora de transporte del oxígeno disuelto en el agua es una de las funciones del aumento del número de eritrocitos pequeños (Alaye 2013).

El hematocrito se expresa en porcentaje (%) es considerada la porción de sangre que esta compuesta por los eritrocitos. Los valores considerados como normal varían entre 20 – 38%, la variación de los valores se da cuando los órganos hematopoyéticos incrementan con la edad de los peces (Serrano et al. 2013).



Los glóbulos rojos son las células más abundantes en el torrente sanguíneo, la cantidad, tamaño de los eritrocitos varía según la especie, pero su función principal es transportar el oxígeno y anhídrido carbónico por medio de la combinación de hemoglobina con O<sub>2</sub> formando oxihemoglobina. (Satchell 1991).

La hemoglobina es un componente importante de los glóbulos rojos, es una proteína rica en hierro que proporciona el pigmento rojo a los glóbulos rojos y fijan el oxígeno para ser transportados por la sangre a los tejidos y células. Según su estructura son 4 cadenas polipeptídicas de la Hb, y cada una contiene un grupo prostético hem. Conjugada con un polipéptido. La hemoglobina reacciona con el oxígeno formando oxihemoglobina que tiene color rojo intenso y es el medio por el cual la mayor parte de oxígeno es distribuido por el torrente sanguíneo. Si los valores de hematocrito, hemoglobina y recuento eritrocitario, están disminuidos el diagnóstico sería anemia. También se considera a los índices de volumen corpuscular medio (VCM), y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) como indicadores para determinar el tipo de anemia (Ligna 2017). Observo que el contenido de Hb en la sangre de peces, varía según el contenido de eritrocitos, con valores que van del 37 al 79% en algunos teleósteos marinos. (Satchell 1991).

Se ha determinado que después del primer año de vida de los peces, se incrementa el metabolismo y es mayor su crecimiento, así mismo se incrementa el desarrollo de los tejidos hematopoyéticos, conllevando que se incrementen la cantidad de hematocrito y hemoglobina. Estudios han determinado que peces de aguas continentales presentan mayor concentración de hematocrito respecto a peces de ecosistemas marinos y salobres (Sanz et al. 2001).

Se indica que los leucocitos son células sanguíneas que cumplen la función de proteger al organismo, son responsables del sistema inmune. Se ha determinado que la cantidad de leucocitos, varía entre especies y el sistema inmune de los peces es similar a los vertebrados, en una evaluación se considera los criterios morfológicos, describiendo a los neutrófilos o heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. En peces se explica que los factores que influyen en la respuesta inmune y la producción de anticuerpos, son las variaciones estacionales y temperatura (Olabuenaga 2000).

En animales es considerada la glucosa, la fuente de energía preferida de las células cerebrales, se traslada en la sangre por todo el cuerpo. La degradación de la glucosa es un aspecto importante para el organismo, se da en el momento que las reservas de energía celular Son

bajas. También se indica que un exceso de glucosa en el organismo, que no se utiliza en la producción de energía, se acumulan en el hígado y músculo en forma de glucógeno. (McKee y McKee 2005).

A diferencia de los peces omnívoros, se ha determinado que peces carnívoros presentan limitada capacidad para digerir los carbohidratos y controlar los niveles de glucosa en sangre. Relacionando con los mamíferos, los peces al ingerir glucosa o una dieta formulada con niveles alto de carbohidratos, muestran una hiperglucemia más prolongada. Diversos trabajos muestran que los carbohidratos, muestran una hiperglicemia más prolongada, considerando que su principal función es la fuente de energía. Trabajos de investigación mencionan que los hidratos de carbono, incluido en dietas para peces en acuicultura intensiva y semi intensiva, pueden ser utilizado como fuente de energía en lugar de las proteínas. (Gonzales 2012).

El colesterol, forma parte importante de la estructura de la membrana plasmática y lipoproteínas plasmáticas, asimismo ampliamente distribuido en todas las células del cuerpo, en particular en el tejido nervioso, el organismo lo requiere en cantidades adecuadas. Está presente en animales, pero no vegetales ni bacterias (Murray et al. 2010). Asimismo, desempeña una función importante en el organismo, también forma parte de un grupo de sustancias denominadas esteroides, que incluye diversas hormonas sexuales y se considera como precursor de sales biliares, hormonas, vitamina D. La alimentación es considerada como fuente de aporte de colesterol al organismo, que inhibe la síntesis cuando es la principal. El hígado es considerado órgano principal donde se realiza la síntesis de colesterol y esta estimulada cuando la dieta alimenticia es pobre en colesterol. (McKee y McKee 2005).

Se considera como funciones principales de los triglicéridos; la importante fuente de energía en animales, el transporte de ácidos grasos y proporcionar aislamiento para las bajas temperaturas (García 2008).

Según Herrera (2004), manifiesta que el nivel de triglicéridos en peces está relacionado principalmente con la dieta, asimismo considerados como los lípidos más abundantes del organismo y su almacenamiento en el tejido adiposo supone una reserva especial de energía química para las necesidades de los tejidos, éstas proceden de dos fuentes; la dieta y síntesis en el hígado. También explica que la concentración de triglicéridos en el plasma es un indicador del estado nutricional de los peces y puede ser medida por métodos establecidos, se esperaría un aumento después de la ingesta de una dieta rica o con exceso de lípidos.

Las proteínas, son biomoléculas importantes, que desempeñan diferentes funciones: aceleran la velocidad de muchas reacciones químicas en procesos como la digestión; también son necesarios para mantener la estructura y función de componentes de los organismos, involucrados en el sistema de defensa, actúan como anticuerpos, participan en factores de coagulación de la sangre; en el transporte de moléculas o iones (por ejemplo, ha hemoglobina y lipoproteína) (McKee 2005). Estudios realizados indican que los peces requieren un buen balance de aminoácidos y se ha determinado que su requerimiento de proteína es mayor a mamíferos carnívoros y estos, a su vez, un requerimiento mayor que los mamíferos omnívoros. Asimismo, se conoce que siendo mayor el requerimiento de proteínas, h a c e q u e necesiten menos energía no proteica en la dieta que los homeotermos. Los peces por su condición de poiquilotermos no gastan energía en mantenimiento de la temperatura corporal, tampoco lo hace para la síntesis y concentración de productos terminales no tóxicos del metabolismo proteico (urea, ácido úrico) por ser amoniotélicos, excretan amonio. (Cowey 1996).

Dentro de la química sanguínea, la albúmina es una de las más estudiada, considerada como una proteína con alta concentración en plasma y transporta muchas moléculas en la sangre, como; bilirrubina, calcio, progesterona y drogas. Asimismo, es imprescindible para mantener la presión oncótica de la sangre (evitar la fuga de líquidos a tejidos). La cantidad de albúmina en la sangre es mucho mayor que en tejidos extracelulares y mayor a moléculas pequeñas como sodio y cloro. Estudios realizados indican el descenso de la albúmina sérica puede ser una enfermedad renal, por el uso de una dieta baja en proteínas (Herrera 2004).

Alanina Aminotransferasa (ALT), es una enzima que ayuda al hígado a transformar el alimento en energía, asimismo constituye un nexo molecular entre el metabolismo de carbohidratos y de aminoácidos, a través de la interconversión de metabolitos intermediarios. La alanina, sustrato de esta enzima, es reconocida un aminoácido precursor para las gluconeogénesis hepáticas en mamíferos, también es un importante constituyente de las dietas para peces omnívoros y carnívoros (Gonzales 2012). También son indicadores de daño hepático en peces y aumenta su concentración en necrosis hepática, la ALT emplea como sustrato a la alanina y se ubica básicamente en el citoplasma de las células hepáticas, por lo tanto, su incremento es un indicativo de alteración hepática (Herrera 2004)

## 2.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Una definición de “evaluación económica” es el “análisis comparativo de las acciones alternativas tanto en términos de costos como de beneficios”.

García (2008) indica que la evaluación económica de un proyecto acuícola, se fundamenta en evaluar la efectividad de la inversión que comprende el proyecto en un determinado horizonte. Es decir, incluye los recursos propios de la empresa (capital social) así como los recursos obtenidos de créditos o préstamos de la banca privada. Asimismo, se considera una evaluación económica del proyecto cuando: Del mismo modo de calcular la evaluación financiera, se considera pertinente realizar un análisis de rentabilidad tanto del capital social y la inversión total (capital social más préstamos).

Para la evaluación económica de un proyecto de inversión de enfoque productivo, se utiliza la metodología beneficio costo (B/C), aplicando los indicadores de Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR). (Guevara 2016).

De acuerdo a Guevara (2016), Valor Actual Neto (VAN) es un método para evaluar proyectos, comprende parte del análisis beneficio costo, es decir, cuando se aplica en aquellos casos que los beneficios de una inversión compensen a los costos. También indica el valor presente del flujo de caja a obtener en el futuro, que va alcanzar el proyecto en un periodo, descontando el interés, y relacionar con el monto inicial de la inversión. La regla de decisión indica si el VAN es mayor a cero se asume que el proyecto será rentable y se aprueba, si es igual a cero es indiferente, si es menor a cero se considera que el proyecto no es rentable.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un método que permite evaluar proyectos de inversión en este caso de acuicultura. También se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos (Mete 2014). Tiene muchos usos, la principal ventaja de la TIR le permite estimar datos del proyecto y determinar el periodo en que llega al equilibrio entre costos del proyecto y los beneficios. Arroyo (2013), explica que la tasa interna de retorno, TIR es la rentabilidad que brinda el proyecto de inversión. Si la TIR es mayor al costo de capital del accionista (18%), nos indica que el proyecto concede una rentabilidad mayor a la que se pide, por lo tanto, el proyecto debe ser aprobado.

El costo-beneficio es una metodología que se usa para la evaluación económica de un proyecto, ello conlleva implicar, de manera implícita o explícita, calcular los beneficios y costos de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable. (Aguilera 2017). De acuerdo a Vélez (2015) también se dice que la relación Beneficio – Costo (B/C), es un procedimiento que se realiza para medir la relación entre los costos y beneficios de un proyecto, ya que es el resultado de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficio entre el valor actualizado previamente determinado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada.

El análisis de sensibilidad de un proyecto de acuicultura se puede medir relacionando varios aspectos (variables). Por parte de los costos, la variación de la inversión en activos fijos. Por el lado de los beneficios la variación del precio de venta del producto final, siendo peces en nuestro caso (Martos 2013)

El flujo de caja, se considera el informe financiero más importante para medir la rentabilidad de un proyecto. Es de carácter económico o financiero, según la forma de financiamiento, y proporciona información sobre los egresos e ingreso del proyecto en un horizonte. El flujo de caja económico está compuesto por el flujo de capital (inversiones) y el flujo operativo (actividad operativa) del proyecto (Martos 2013).

Los economistas denotan que los costos fijos no varían con los volúmenes de producción de peces, moluscos o crustáceos. Asimismo incluyen; mano de obra indirecta, materiales indirectos, depreciación de activos fijos tangibles, amortización de activos intangibles, gastos generales y gastos financieros (pago de intereses a bancos) y los costos variables son los costos relacionados directamente con el proceso productivo del proyecto, como materia prima e insumos y mano de obra directa (Martos 2013).

### **III.-MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del Trabajo de Investigación**

El estudio se realizó en el laboratorio de manejo de alevinos de paiche del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana–IIAP en la filial Ucayali. Se encuentra ubicado en el km 12.400 de la carretera Federico Basadre, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, ciudad de Pucallpa. Geográficamente está en las coordenadas de la zona 18L UTM 5414 77 E y 9083 073 N en el sistema WGS 84, ubicada a una altitud de 148 metros sobre el nivel del mar. El trabajo estudio se realizó durante un periodo de 60 días entre los meses de abril a junio del 2017.

#### **3.2 Características climáticas de las zonas de estudio**

Según lo establecido por el sistema de clasificación de Holdridge, el área donde se desarrolló la investigación corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical, que presenta un clima cálido y húmedo durante todo el año, propio de la selva baja del país, cuya temperatura media anual es de 25,2 °C, humedad relativa 77% y precipitaciones anuales de 1758,3 mm.

#### **3.3 Características de la especie**

Los peces utilizados en el estudio fueron juveniles de *Arapaima gigas*, obtenidos por reproducción natural en estanques que pertenecen Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP, de la filial Ucayali. Los pesos y longitud al inicio del estudio fueron de  $33,58 \pm 1,11$  a  $34,76 \pm 1,29$  g y  $16,29 \pm 0,16$  a  $16,50 \pm 0,22$  cm respectivamente, adaptados al consumo de alimento balanceado.

#### **3.4 Infraestructura del estudio**

Para el estudio se utilizaron 12 tanques de fibra de vidrio de forma circular, de 40 cm de diámetro x 40 cm de altura que hacen un volumen total de 50 litros, instalados en el laboratorio sobre una base de concreto en baterías de tres unidades.

Los tanques tienen un sistema de ingreso de agua mediante tubos PVC de 2 pulgadas y llaves de paso individuales, el flujo de agua a los tanques fue continuo, al inicio del experimento se determinó el requerimiento de agua entre 0,67 litros/minuto y 4,3 litros/minuto al final del experimento. El agua procedió de un pozo tubular de 80 m. de profundidad que abastecía a un tanque de concreto de 20 m<sup>3</sup> de capacidad y se distribuyó a los diferentes laboratorios, incluyendo el laboratorio de manejo de alevinos de paiche.

Los tanques de cultivo, tuberías de abastecimiento de agua y sistema de desagüe, previamente fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 6% y lavados posteriormente con abundante agua hasta desaparecer el olor a hipoclorito de sodio. Asimismo, durante el cultivo se limpiaron diariamente los restos de alimento y heces de cada uno de los tanques, y se realizó la desinfección semanal con hipoclorito de sodio al 6%, como prevención a la aparición de patógenos.

### **3.5 Estabulación de juveniles de *Arapaima gigas* (paiche)**

Se colocaron 30 juveniles de paiche por tanque, en un volumen efectivo de agua de 28 litros, la densidad de siembra fue de 1 paiche/ 0,93 litros agua. Los paiches previamente fueron pesados con una balanza digital Kassel 500±0,01 g y medidos con un ictiómetro de 50 cm graduado al cm.

### **3.6 Activación y preparación de los inóculos de *Lactobacillus casei*.**

El *Lactobacillus casei* fue proporcionado por el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Cayetano Heredia- Lima. Se realizó la mezcla de 0,5 litros de *Lactobacillus casei*, en un litro de melaza diluida esterilizada, más un kilo de extracto de *Carica papaya* (papaya) verde licuada, luego se aforó a 10 litros en un balde de plástico con tapa hermética, posteriormente incubada a temperatura ambiente por siete días. Después del periodo de incubación se procedió a medir el pH que reportó entre 3 a 4 unidades.

### **3.7 Inclusión de probióticos *Lactobacillus casei* en dieta balanceada**

La dieta utilizada al inicio del estudio fue de la marca Aquaxcel de 50 % de proteína bruta y 1,5 mm de diámetro, luego se continuó con Puripaiche inicio con 50% de proteínas y 6 mm de diámetro, culminándose con Puripaiche crecimiento con 45% de proteínas y 10

mm de diámetro. La ración inicial fue determinada aplicando la tasa de alimentación del 6,0% de la biomasa, la tasa fue disminuyendo según el crecimiento de los peces y culminó en 3,5 %. La cantidad de probióticos que se incluyó en la dieta fue del 5, 10 y 15 % sobre la ración calculada, el volumen del probióticos se midió con una probeta y mediante una jeringa de 10 ml se añadió por aspersion al alimento.

Los peces fueron alimentados cada 2 horas, entre las 7:00 am a 7:00 pm, la ración calculada se dividió en dosis proporcionales, sin embargo, al notar que los peces quedaban insatisfechos se adicionó alimento hasta la saciedad, si la ración era consumida antes del periodo, se preparaba más alimento para cumplir con las 7 raciones de alimentación. Al término del día se estableció un balance entre lo calculado con lo suministrado y se registró en la ficha de control de consumo de alimento.

Para determinar la ración de los peces, se aplicaron las siguientes formulas

➤ **Biomasa**

$$B = N^{\circ}P \times WP$$

Donde:

B: Biomasa

N°P: Número de Peces

Wp: Peso promedio de los peces

➤ **Ración (R):**

$$R = \frac{TA \times B(Kg)}{100}$$

R = Ración

TA = Tasa alimentaria

B (kg) = Biomasa de los peces (kg)



**Cuadro 1:** Características nutricionales de alimento balanceado Aquaxcel utilizado en el estudio.

<b>Tamaño de Partícula (mm)</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>
Presentación (Kg)	25	25	25	25
Proteína Min. (%)	50	50	50	50
Grasa Min. (%)	12	12	12	12
Fibra cruda (%)	3	3	3	3
Calcio Min. (%)	2	2	2	1.8
Fosforo Min. (%)	1.2	1.2	1.2	1.1
Cenizas Max. (%)	11	11	11	10
Humedad Max. (%)	11	11	11	11

Fuente: Purina, 2017.

**Cuadro 2:** Características nutricionales de alimento balanceado Puripaiche inicio y crecimiento.

	<b>Proteína Min. (%)</b>	<b>Grasa Min. (%)</b>	<b>Fibra cruda (%)</b>	<b>Humedad Max. (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Partícula (m m)</b>
<b>Inicio</b>	50	10	2	12	12	6
<b>Crecimiento</b>	45	10	2.5	12	12	10

Fuente: Purina

### 3.8 Índices productivos de juveniles de *Arapaima gigas*

Las evaluaciones biométricas de juveniles de paiche, se realizaron cada 15 días durante 60 días de crianza, el número de peces evaluados fueron de 30 individuos por unidad experimental. Se determinó el peso individual con una balanza digital Kassel 500500  $\pm 0,01$  g y la longitud total (cm) con un ictiómetro de 50 cm.

Para el muestreo los juveniles de paiches se colocaron en una bandeja plástica conteniendo aproximadamente 50 litros de agua con 3% de salinidad, para su captura se utilizó un carcal cuadrado de 20 x 20 cm y toallas para manipularlos.

Se determinaron los siguientes índices productivos:

### a. Crecimiento en peso y longitud

Las variables de crecimiento de peso y talla, se determinaron cada 15 días, aplicando los siguientes indicadores de crecimiento.

#### **Crecimiento Absoluto (CA)**

Indica el incremento de peso/longitud en un determinado periodo de crianza.

$$CA = Pf - Pi$$

CA = Crecimiento absoluto (g) (cm)

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

#### **Tasa de crecimiento Absoluto (TCA)**

La tasa de crecimiento absoluto se determinó mediante la diferencia entre peso final (Pf) y peso inicial (Pi) dividido entre el número de días experimentales que se realizó. Los muestreos fueron cada 15 días.

$$TCA = (Pf - Pi) / T$$

#### **Donde:**

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

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

T = Período de crianza (días)

#### **Crecimiento relativo (CR) (Soriano & Hernández 2002)**

Se determinó 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.

$$CR = \frac{(Pf - Pi)}{Pi} \times 100$$

#### **Donde:**

CR= Crecimiento relativo

Pi = Peso inicial

Pf = Peso final

### **Tasa de crecimiento relativo (TCA) (Soriano & Hernández 2002)**

Se determinó dividiendo el crecimiento absoluto entre el peso inicial por tiempo, multiplicado x 100. Expresa el crecimiento en peso o talla en porcentaje (%) día.

**Dónde:**

$$TCR = \frac{(F2 - F1)}{F1(t2 - t1)} \times 100$$

F<sub>1</sub> = Peso inicial

F<sub>2</sub> = Peso final

t<sub>1</sub> = Tiempo al inicio

t<sub>2</sub> = Tiempo al final

### **Crecimiento específico (CE)**

Indica que el crecimiento también puede ser expresado como el porcentaje de peso ganado por día (%/día), estima la tasa de crecimiento diario o ganancia media de peso por día. El CE se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Crecimiento específico} = ((\text{Ln (Pf)} - \text{Ln (Pi)}) / t) \times 100$$

**Dónde:**

Ln = Logaritmo natural.

Pf = Peso final (g)

Pi = Peso inicial (g)

t = Tiempo de experimentación (días)

### **b. Conversión alimenticia (CA)**

Relaciona el alimento consumido con el incremento de peso en un determinado periodo. Indica la cantidad de alimento balanceado suministrado para obtener un kilo el peso del pez.

Se determinó aplicando la siguiente fórmula:

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

**c. Factor de condición (K)**

Nos indica el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio donde vive.

$$K = \frac{PT}{L^3} \times 100$$

**Donde:**

K = Factor de condición

PT = peso total (g)

L = Longitud total (cm)

**d. Rendimiento (kg/litro)**

Se determinó la biomasa (peso promedio x N° peces) por cada unidad experimental (tanque).

Rendimiento = Biomasa (kilos) / Volumen tanque (litros)

**e. Supervivencia (%)**

Es un parámetro productivo que relaciona el número de peces que sobrevivieron al final del proceso productivo y número de individuos que fueron sembrados al inicio del cultivo.

$$S(\%) = \frac{N^{\circ} Pf}{N^{\circ} Pi} \times 100$$

**Donde:**

Pf = N° peces al final del estudio

PI = N° peces al inicio del estudio

**3.9 Parámetros sanguíneos**

Los parámetros sanguíneos se evaluaron cada 15 días durante el proceso de investigación. Se utilizaron 2 unidades de juveniles de paiche por cada repetición, fueron capturados al azar con un carcal y colocados en un balde plástico de 20 litros.

Las muestras de sangre tomadas de los paiches juveniles se utilizaron de dos formas; muestras de sangre total para los análisis de hematocrito y hemoglobina y suero sanguíneo para medir las concentraciones de glucosa, proteína albúmina, colesterol, triglicéridos, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa. Se recogieron muestras de sangre de los peces por las mañanas y en ayuno.

**a) Captura de peces**

Para la captura de los peces se disminuyó el nivel del agua de los tanques en 50%, se utilizó un calcal de malla fina de 20 cm<sup>2</sup>, los peces fueron capturados al azar y 02 ejemplares por cada repetición.

**b) Toma de muestra de sangre para el análisis de valores hematológicos**

Para la toma de muestras de sangre se utilizaron jeringas hipodérmicas de 1 a 5, los peces fueron colocados en la mesa de trabajo y por punción a nivel de la aleta caudal se obtuvo 3 ml de sangre, que fueron colocados en tubos de ensayo conteniendo heparina. Previamente a la toma de muestra la jeringa fue heparinizada con anticoagulante de marca comercial “Hemonor” (Heparina sódica 250000 UI/5 ml). Las muestras fueron transportadas para ser analizadas en laboratorio Natura Analítica de la ciudad de Pucallpa, ubicada a 25 minutos del lugar del estudio.

### ❖ **Hematocrito**

Para la determinación se utilizó sangre entera fresca, las muestras se colocaron en tubos capilares que contenía anticoagulante fueron selladas y se llevó a centrifugar en una centrífuga digital regulable para microhematocrito marca “GERMANY” modelo KHT 400, a 1000 RPM por 10 minutos de acuerdo con el método de microhematocrito en tubos capilares (Tavares et al. 1999).

### ❖ **Hemoglobina**

Se utilizó sangre entera fresca, para la determinación de los valores de hemoglobina se utilizó el reactivo Drabkin x 500 ml. previamente se calibró el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546 nm, para determinar la densidad óptica de un patrón artificial (hemoglobina estándar de 18 g de BALTEK), después se tomaron 15 µl de sangre de las muestras y adicionó 2.5 ml de solución Drabkin, se agitó para homogenizar y en el espectrofotómetro se realizó la lectura; luego se multiplicó por 0.3388 para obtener los resultados.

### **c) Toma de muestra de sangre para determinar el perfil bioquímico sanguíneo**

De las muestras de sangre obtenidas, se obtuvo el suero sanguíneo que fue utilizado para el perfil bioquímico de juveniles de paiche.

Para la determinación de los parámetros como glucosa, proteína, albumina, colesterol, triglicéridos, aspartato aminotransferasa (AST) Alanina aminotransferasa (ALT), las muestras fueron trasladadas hasta el laboratorio Natura Analítica de la ciudad de Pucallpa, ubicada a 25 minutos del lugar del estudio, según procedimientos establecidos.

### 3.10 Evaluación económica

La rentabilidad económica del proyecto se determinó a través del Valor Actual Neto (VAN) que es el indicador del Valor Intrínseco de una empresa o de un proyecto, y el otro indicador fue la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para el cálculo del VAN y de la TIR, se construyó el Flujo de Caja, proyectado para el horizonte de planeamiento del proyecto, en este caso se ha establecido un horizonte de cinco años, que es la vida útil de los equipos que se usan para para el manejo de juveniles de Paiche. Para la evaluación económica esto se ha tomado las siguientes consideraciones:

### 3.11 Producto

El producto del proyecto son juveniles de paiche de un tamaño inicial de 10 cm, después de 2 meses de manejo, alcanzaron un tamaño de 30 cm. para la venta. Se consideró el ciclo operativo de 2 meses de crianza, haciendo un total de 5 campañas al año.

#### 3.11.1 Inversiones

El estudio las inversiones son de dos tipos; **las inversiones fijas** que son las estructuras y equipos como: Modulo de 40 m<sup>2</sup>, sistema de abastecimiento de agua, sistema de desagüe, tanques de fibra de vidrio, pH metro, oxímetro, kit multiparámetro, entre otros que se utilizaron en el manejo de juveniles de *Arapaima gigas*. Asimismo, se consideró la vida útil de cada equipo para estimar la depreciación acumulada en los 5 años de evaluación.

$$I = IF + E + M$$

Donde:

I = Inversión

IF = Infraestructura

E = Equipos

M= Materiales

La inversión en capital de trabajo, que son los recursos que se necesitan para cubrir costos durante un ciclo productivo. Siendo el ciclo productivo de dos meses, se ha considerado un capital de trabajo, para cubrir los costos operativos de dos meses de producción.

### **3.11.2 Costos operativos**

Son los costos fijos y variables que se requieren para la operación de la actividad.

### **3.11.3 Costos fijos**

Son aquellos que incurren indirectamente en los costos de producción y no varían según la cantidad de peces que se manejan, en el estudio se ha considerado: los materiales para limpieza de tanques (lejía, sal, esponja, detergentes), materiales de vidrio (probetas, pipetas, vaso de precipitación), materiales para el muestreo (balde plástico, tina plástica, toalla, hipodérmicas, táper plástico, carcales), asimismo el consumo de energía eléctrica y un técnico para el manejo de paiche.

### **3.11.4 Costos variables**

Dependen directamente con el nivel de producción, es decir de la cantidad de peces que se manejan. En el estudio se consideraron los siguientes: alevinos de paiche, bolsas especiales para el transporte de alevinos, alimento balanceado (inicio, crecimiento), probióticos (bacteria, papaya, melaza).

### **3.11.5 Ingresos del proyecto**

El ingreso, se considera la venta de 2000 juveniles de paiche por año, de aproximadamente 200 g. de peso promedio y 28 cm de longitud promedio.

$$I = Q \times P$$



Donde:

I = Ingresos

Q = Cantidad de paiches

P = Precio por unidad de paiches

### 3.11.6 Costos unitarios de producción

Los costos unitarios nos permitieron conocer el costo de producción por unidad o por alevino.

Asimismo, se calculó el punto de equilibrio tanto contable como financiero que permitió determinar el nivel de producción anual en el cual no se gana ni pierde, siendo necesario conocerlo para saber la holgura que puede tener el proyecto.

#### Punto de equilibrio contable (PEC)

$$\text{PEC} = \frac{\text{Costos Fijos} + \text{Depreciación}}{\text{Precio venta} - \text{costo variable unitario}}$$

#### Punto de equilibrio financiero (PEF)

$$\text{PEF} = \frac{\text{Costos Fijos} + \text{Flujo efectivo operativo}}{\text{Precio venta} - \text{costo variable unitario}}$$

### 3.11.7 Flujo de caja e indicadores de rentabilidad

Es el estado financiero más importante para la evaluación económica, expresa el ingreso y egresos que origina la actividad económica materia del estudio, se consideró para un periodo de 5 años.

Como ingresos se consideró la venta de juveniles de paiche de aproximadamente 200 g de peso promedio y 28 cm de longitud a un precio de venta de S/. 30.00.

En egresos, se consideró las inversiones fijas (modulo, sistemas de abastecimiento de agua, tanques de fibra de vidrio, oxímetro, potenciómetro, etc.), capital de trabajo y costos operativos (alevinos, alimento balanceado, probiótico, mano de obra, energía, entre otros)

Para la determinación de la TIR y VAN, se utilizó Microsoft Excel que cuenta con diversas funciones específicas para el análisis financiero de proyectos de inversiones, están agrupadas bajo la categoría “financieras” dentro de las funciones. Se consideró una tasa de capital del 8%.

### **3.11.8 Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad nos permitió medir el riesgo del proyecto, se establece haciendo la pregunta, que pasa si los supuestos que hemos utilizado en los factores relevantes para la rentabilidad del proyecto no se cumplen. En este caso la pregunta es qué pasa si no se llega a vender el alevino a 30 soles, cuál sería el mínimo precio (valor crítico) que el proyecto soportaría antes que deje de ser rentable. También se puede calcular valores críticos para los factores relevantes en el costo de producción, en este caso los factores más importantes en el costo es el precio del alevino y el costo de la mano de obra, ya que significan el 61% y el 21% del costo respectivamente.

### **3.12 Evaluaciones parámetros físico-químicos del agua**

Los parámetros evaluados fueron: oxígeno disuelto, amonio, solidos totales disueltos, conductividad y pH, se realizó una vez por semana en horas de la mañana y tarde, utilizando un multiparámetro profesional series YSI

### **3.13 Diseño de la investigación**

El diseño experimental aplicado fue un DCA (4X3) un control y tres tratamientos (T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15% de inclusión del probiótico a la dieta por 3 repeticiones). Los datos obtenidos se evaluaron usando análisis unidireccional de la varianza (ANOVA). Se utilizó el software Statgraphics Centurión XVII.,

<b>T0 R3</b>	<b>T3 R1</b>	<b>T3 R3</b>
<b>T1 R1</b>	<b>T0 R1</b>	<b>T1 R2</b>
<b>T3 R2</b>	<b>T1 R3</b>	<b>T2 R1</b>
<b>T2 R3</b>	<b>T0 R2</b>	<b>T2 R2</b>

Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones

## IV.RESULTADOS

### 4.1 ÍNDICES PRODUCTIVOS

#### 4.1.1 Parámetros biométricos

##### 4.1.1.1 Crecimiento quincenal en peso

El cuadro 3 muestra la comparación múltiple de medias para el crecimiento en peso de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, durante 60 días de crianza.

**Cuadro 3.** Comparación múltiple de medias para el crecimiento en peso (g) de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento por etapa de evaluación

Tratamientos	0 días	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	34,48 ± 0,57 <sup>a</sup>	61,82 ± 4,17 <sup>a</sup>	100,09 ± 3,89 <sup>ab</sup>	124,64 ± 11,33 <sup>a</sup>	179,14 ± 20,60 <sup>a</sup>
T1	34,45 ± 1,72 <sup>a</sup>	64,56 ± 1,83 <sup>a</sup>	97,68 ± 3,99 <sup>a</sup>	124,83 ± 8,64 <sup>a</sup>	177,17 ± 6,98 <sup>a</sup>
T2	34,76 ± 1,29 <sup>a</sup>	64,44 ± 5,71 <sup>a</sup>	104,39 ± 2,32 <sup>b</sup>	132,99 ± 4,01 <sup>a</sup>	194,12 ± 13,29 <sup>a</sup>
T3	33,58 ± 1,11 <sup>a</sup>	61,59 ± 2,65 <sup>a</sup>	98,05 ± 0,86 <sup>a</sup>	133,66 ± 9,16 <sup>a</sup>	197,29 ± 11,14 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras diferentes indican diferencia significativa.

El crecimiento quincenal en peso de juveniles de *Arapaima gigas* es similar para todos los niveles de probióticos agregados a las dietas suministradas, excepto a los 30 días de cultivo que presentan diferencia significativa entre tratamientos. Al final del experimento el tratamiento T2 y T3 presentaron mayor peso promedio 194,12 ± 13,29 g y 197,29 ± 11,14g respectivamente.

El cuadro 4 muestra la comparación múltiple de medias para el crecimiento total en peso de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15% de inclusión del probióticos a la dieta de todo el proceso de investigación.

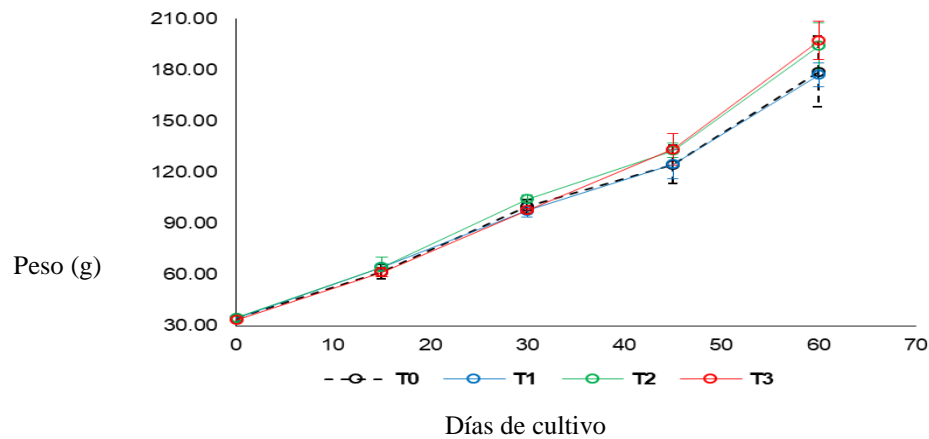
**Cuadro 4.** Comparación múltiple de medias para el crecimiento total en peso (g) de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos Homogéneos	
T1	15	99,7427±2,01113	a	
T0	15	100,039±2,01113	a	
T3	15	104,834±2,01113	a	b
T2	15	106,139±2,01113		b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 15.

Letras diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados muestran la formación de dos grupos homogéneos. Siendo el tratamiento T1 el de menor promedio (99,7427±2,01113 g); mientras que el mayor promedio total corresponde al tratamiento T2 (106,139±2,01113 g); sin embargo, entre los tratamientos T2 y T3 no hay diferencia significativa.

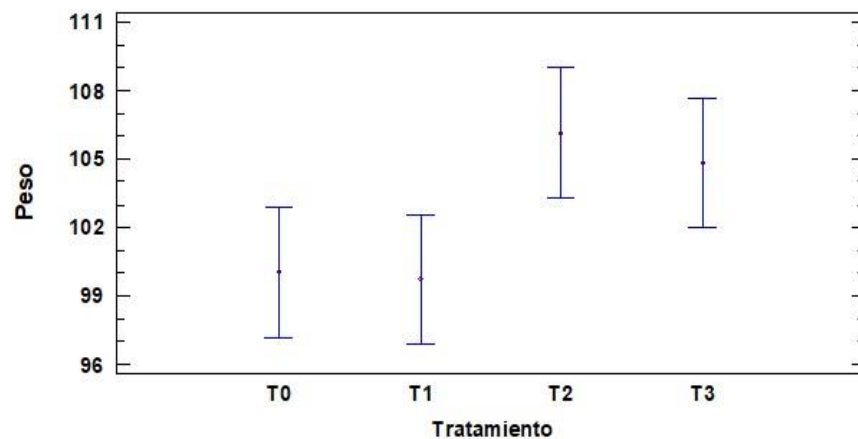


**Figura 1.** Evolución del crecimiento en peso, durante 60 días de cultivo.

La figura 1 muestra la evolución del crecimiento en peso de juveniles de *Arapaima gigas* para todos los niveles de probióticos agregados a las dietas suministradas, durante el período de sesenta días.

Observamos que durante los 0-15 y 15 a 30 días, el crecimiento es similar en los cuatro tratamientos, entre los 30-45 y 45-60 los pesos de los tratamientos T2 y T3 se incrementan en una ratio mucho mayor que los tratamientos T0 y T1.

En la figura 2 se visualiza que los tratamientos T2 y T3 presentan los mejores promedios de crecimiento.



**Figura 2.** Representación de los promedios del crecimiento total en peso por tratamiento.

#### 4.1.1.2 Crecimiento absoluto en peso

El crecimiento absoluto (CA) es el incremento en peso (g) en un determinado periodo, en el cuadro 5 se observa la evolución del crecimiento absoluto en peso de *Arapaima gigas*, durante los 15, 30 y 45 días de cultivo, el crecimiento absoluto es similar en los tres tratamiento, en el día 60 se observa mayor incremento en T2 y T3.

**Cuadro 5.** Crecimiento absoluto (CA) quincenal de juveniles *Arapaima gigas* alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	27,34 ± 3,84 <sup>a</sup>	38,27 ± 1,17 <sup>a</sup>	24,58 ± 7,45 <sup>a</sup>	54,58 ± 9,86 <sup>a</sup>
T1	30,11 ± 3,21 <sup>a</sup>	33,11 ± 2,63 <sup>ab</sup>	27,16 ± 4,79 <sup>a</sup>	52,33 ± 2,39 <sup>a</sup>
T2	29,68 ± 4,42 <sup>a</sup>	39,96 ± 4,33 <sup>ab</sup>	28,59 ± 5,77 <sup>a</sup>	61,13 ± 10,93 <sup>a</sup>
T3	28,00 ± 3,75 <sup>a</sup>	36,46 ± 3,51 <sup>b</sup>	35,61 ± 8,33 <sup>a</sup>	63,62 ± 3,20 <sup>a</sup>

El cuadro 6 muestra la comparación múltiple de medias para crecimiento absoluto en peso de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%.

Se observa la formación de dos grupos homogéneos. El tratamiento T1 de menor promedio (35,6792±1,64218 g); el mayor promedio corresponde a tratamiento T3 (40,9258±1,64218 g); sin embargo, entre los tratamientos T2 y T3 no hay diferencia significativa.

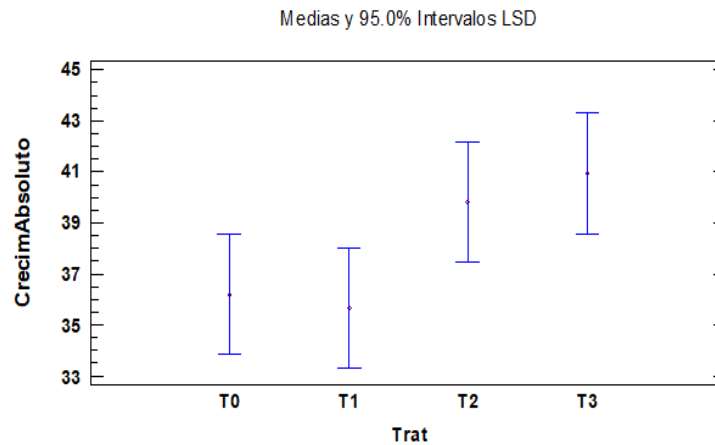
En la figura 3 se observa que el T3 presenta el mayor promedio de CA.

**Cuadro 6.** Comparaciones múltiples de medias para crecimiento absoluto (CA) en peso de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos	
T1	12	35,6792±1,64218	a	
T0	12	36,1908±1,64218	a	
T2	12	39,8392±1,64218	a	b
T3	12	40,9258±1,64218	b	

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 12.

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 3.** Representación de promedios del crecimiento absoluto total en peso por tratamiento.

#### 4.1.1.3 Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

La tasa de crecimiento absoluto (TCA) expresa el crecimiento diario (g/día), en el cuadro 7 se observa a los 60 días de cultivo los T2 y T3 presentaron la mayor TCA. Mediante la aplicación de la prueba de medias se determinó diferencia significativa siendo T3 diferente a T0, T1 y T2; el T2 es similar a T0, T1 y T3.

**Cuadro 7.** Comparaciones múltiples Tasa de crecimiento absoluto (TCA) quincenal de juveniles *Arapaima gigas* alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
<b>T0</b>	1.82 ± 0.26	2.55 ± 0.08	1.64 ± 0.50	3.64 ± 0.66
<b>T1</b>	2.01 ± 0.21	2.21 ± 0.18	1.81 ± 0.31	3.49 ± 0.16
<b>T2</b>	1.98 ± 0.29	2.66 ± 0.29	1.91 ± 0.38	4.01 ± 0.73
<b>T3</b>	1.87 ± 0.25	2.43 ± 0.23	2.37 ± 0.55	4.24 ± 0.21

El cuadro 08 se observa la formación de dos grupos homogéneos, siendo tratamiento T1 el menor promedio de tasa de crecimiento absoluto ( $2,37 \pm 0,10$  g/día); el mayor promedio total corresponde al tratamiento T3 ( $2,72 \pm 0,10$  g/día); sin embargo, entre los tratamientos T2 y T3 no hay diferencia significativa.

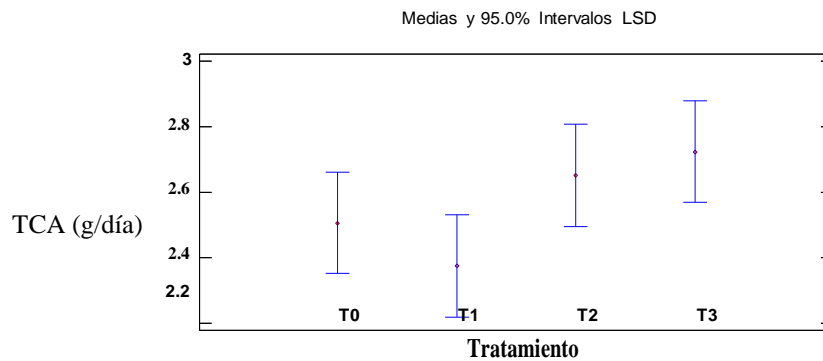


En la figura 4 se observa que el tratamiento T3 presenta el mayor promedio de tasa de crecimiento absoluto en peso

**Cuadro 8.** Comparaciones múltiples de medias para tasa crecimiento absoluto (TCA) en peso de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos	
T1	12	2,37833±0,109428	a	
T0	12	2,41417±0,109428	a	
T2	12	2,65583±0,109428	a	b
T3	12	2,7275±0,109428		b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 12. Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 4.** Representación de los promedios de tasa de crecimiento absoluto (g/día) en peso por tratamiento.

#### 4.1.1.4 Crecimiento relativo (CR) en peso

En el cuadro 9, se muestra la evolución del (CR) de *Arapaima gigas*, durante los primeros periodos de cultivo 0-15 y 15-30 días, se determinó el mayor crecimiento relativo y siendo menor en los periodos de cultivo de 30-45 y 45-60 días en los diferentes tratamientos.

**Cuadro 9.** Crecimiento relativo (CR) quincenal de juveniles *Arapaima gigas* alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

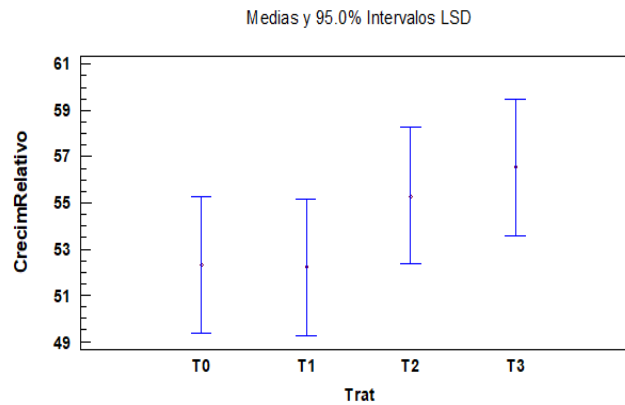
Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
<b>T0</b>	79,24 ± 10,59 <sup>a</sup>	62,13 ± 5,42 <sup>a</sup>	24,38 ± 6,46 <sup>a</sup>	43,58 ± 4,30 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	87,79 ± 12,98 <sup>a</sup>	51,27 ± 3,43 <sup>a</sup>	27,71 ± 3,87 <sup>a</sup>	42,12 ± 4,41 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	85,14 ± 9,43 <sup>a</sup>	62,68 ± 11,53 <sup>a</sup>	27,47 ± 6,09 <sup>a</sup>	45,92 ± 7,55 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	83,69 ± 13,67 <sup>a</sup>	59,44 ± 8,41 <sup>a</sup>	36,27 ± 8,19 <sup>a</sup>	47,70 ± 3,03 <sup>a</sup>

El cuadro 10, comparaciones múltiples de media para crecimiento relativo, se observa la formación de un grupo homogéneos, no presenta diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 5 se observa que los tratamientos T2 y T3 presentan los mayores promedios de crecimiento relativo (%).

**Cuadro 10.** Comparaciones múltiples de medias para crecimiento relativo (CR) en peso de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos
T1	12	52,2225 ± 2,06978	a
T0	12	52,3358 ± 2,06978	a
T2	12	55,3025 ± 2,06978	a
T3	12	56,5508 ± 2,06978	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 12. Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 5.** Representación de promedios de crecimiento relativo en peso por tratamiento.

#### 4.1.1.5 Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) en peso

Tasa de crecimiento relativo (TCR) significa el crecimiento de los peces expresado en porcentaje por día (%/día) alcanzado en un periodo de cultivo, la TCR mostro el mismo comportamiento que el CR, fue mayor durante el periodo inicial de cultivo 0-15 y 15-30 días y menor en los periodos de cultivo de 30-45 y 45-60 días.

**Cuadro 11.** Tasa crecimiento relativo (TCR) quincenal de juveniles *Arapaima gigas* alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
<b>T0</b>	5,28± 0,71 <sup>a</sup>	4,14± 0,36 <sup>a</sup>	1,63± 0,43 <sup>a</sup>	2,91± 0,29 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	5,85± 0,87 <sup>a</sup>	3,42± 0,23 <sup>a</sup>	1,85± 0,26 <sup>a</sup>	2,81± 0,29 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	5,68± 0,63 <sup>a</sup>	4,18± 0,77 <sup>a</sup>	1,83± 0,41 <sup>a</sup>	3,06± 0,50 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	5,58± 0,91 <sup>a</sup>	3,96± 0,56 <sup>a</sup>	2,42± 0,55 <sup>a</sup>	3,18± 0,20 <sup>a</sup>

El cuadro 12 muestra la comparación múltiple de medias para la tasa de crecimiento relativo (g/día) de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%. Se observa la formación de un grupo homogéneo y no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos.

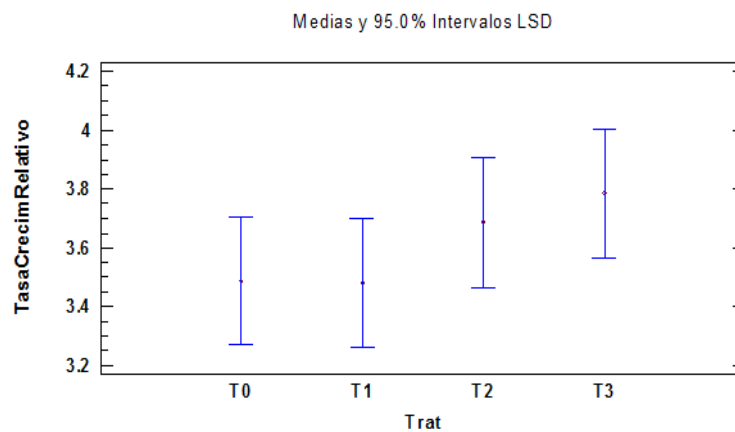
Asimismo, en la figura 6 se observa que el tratamiento T2 y T3 presentan los mayores promedios de tasa de crecimiento relativo (%/día).

**Cuadro 12.** Comparaciones múltiples de medias para tasa crecimiento relativo (TCR) en peso de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos Homogéneos
T1	12	3,48167±0,153424	a
T0	12	3,48833±0,153424	a
T2	12	3,68667±0,153424	a
T3	12	3,78417±0,153424	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 12.

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 6.** Representación de promedios de tasa de crecimiento relativo (%/día) por tratamiento.

#### 4.1.1.6 Crecimiento específico (CE)

En el cuadro 13, se observa el comportamiento del crecimiento específico (%) de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%, durante los periodos iniciales de cultivo de 0-15 y 15-30 días fue mayor y disminuye durante los periodos de 30-45 y 45-60 días.

No se encontró diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos (Cuadro 14).

**Cuadro 13.** Crecimiento específico (CE) quincenal de juveniles *Arapaima gigas* alimentados con dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	3,78± 0,26 <sup>a</sup>	3,32± 0,22 <sup>a</sup>	1,46± 0,34 <sup>a</sup>	2,41± 0,20 <sup>a</sup>
T1	4,19± 0,47 <sup>a</sup>	2,75± 0,15 <sup>a</sup>	1,63± 0,20 <sup>a</sup>	2,34± 0,21 <sup>a</sup>
T2	4,10± 0,33 <sup>a</sup>	3,23± 0,48 <sup>a</sup>	1,61± 0,32 <sup>a</sup>	2,51± 0,34 <sup>a</sup>
T3	4,04± 0,51 <sup>a</sup>	3,10± 0,34 <sup>a</sup>	2,05± 0,40 <sup>a</sup>	2,60± 0,14 <sup>a</sup>

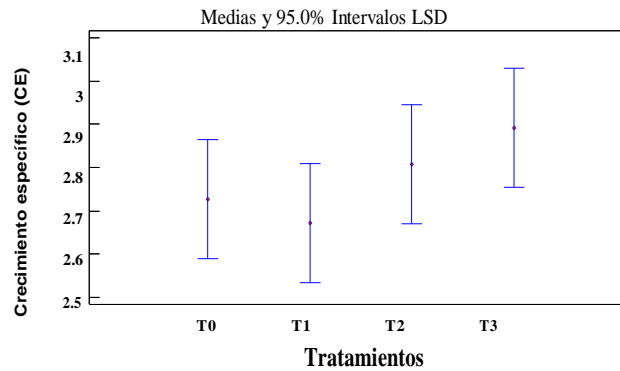
El cuadro 14 muestra la comparación múltiple de medias para el crecimiento específico (%) de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%, se observa la formación de un grupo homogéneo y no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre tratamientos.

Asimismo, en la figura 7 se observa que el tratamiento T3 presenta el mayor promedio de crecimiento específico (%).

**Cuadro 14.** Comparaciones múltiples de media para crecimiento específico (CE) en peso de juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos
T1	12	2,7275±0,0968389	a
T0	12	2,7400±0,0968389	a
T2	12	2,86333±0,0968389	a
T3	12	2,94917±0,0968389	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 12. Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 7.** Representación de promedios de crecimiento específico en peso por tratamiento.

#### 4.1.1.7 Crecimiento quincenal en longitud

El cuadro 15 muestran la evolución del crecimiento en talla (cm) de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, durante todo el periodo de cultivo (60 días) el crecimiento en longitud fue similar en los cuatro tratamientos, no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) durante los muestreos quincenales y al término del estudio.

**Cuadro 15.** Crecimiento quincenal en longitud de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos

Tratamientos	0 días	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	16.40 ± 0.10 a	20.37 ± 0.31 a	23.15 ± 0.15 a	25.68 ± 0.68 a	28.95 ± 0.75 a
T1	16.29 ± 0.16 a	20.67 ± 0.08 a	23.14 ± 0.23 a	25.77 ± 0.47 a	29.24 ± 0.53 a
T2	16.50 ± 0.22 a	20.74 ± 0.45 a	23.89 ± 0.22 a	26.35 ± 0.32 a	29.82 ± 0.32 a
T3	16.38 ± 0.16 a	20.63 ± 0.04 a	23.32 ± 0.23 a	26.13 ± 0.33 a	29.91 ± 0.28 a

El cuadro 16 se presenta la comparación múltiple de medias para el crecimiento total en peso de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15% de inclusión del probióticos a la dieta de todo el proceso de investigación.

Los resultados muestran la formación de tres grupos homogéneos. Siendo el tratamiento T1 el de menor promedio ( $22,9107 \pm 0,0934371$  cm); mientras que el mayor promedio total corresponde al tratamiento T2 ( $23,2747 \pm 0,0934371$  cm); sin embargo, entre los tratamientos T2 y T3 no hay diferencia significativa.

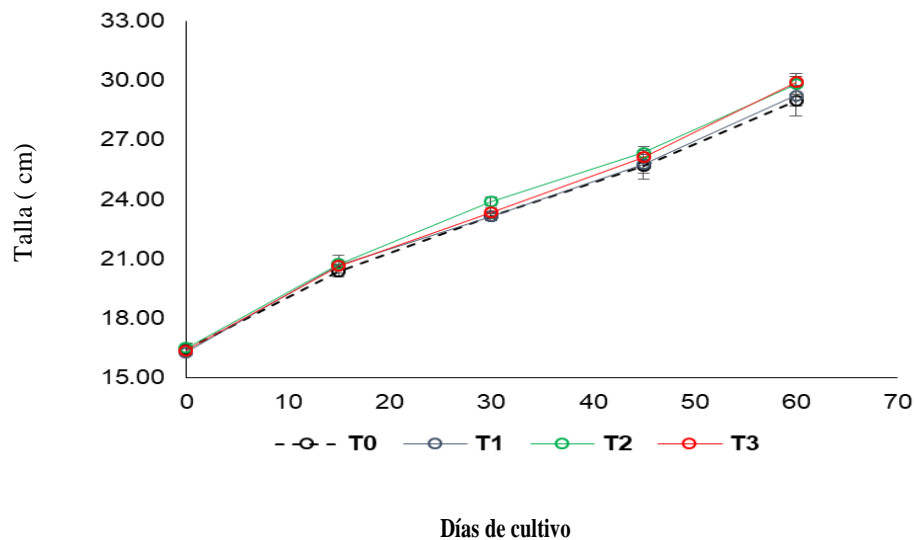
**Cuadro 16.** Comparación múltiple de medias para el crecimiento total en longitud (cm) de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos		
T0	15	$22,9107 \pm 0,0934371$	a		
T1	15	$23,024 \pm 0,0934371$	a	b	
T3	15	$23,2747 \pm 0,0934371$		b	c
T2	15	$23,462 \pm 0,0934371$			c

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 15.

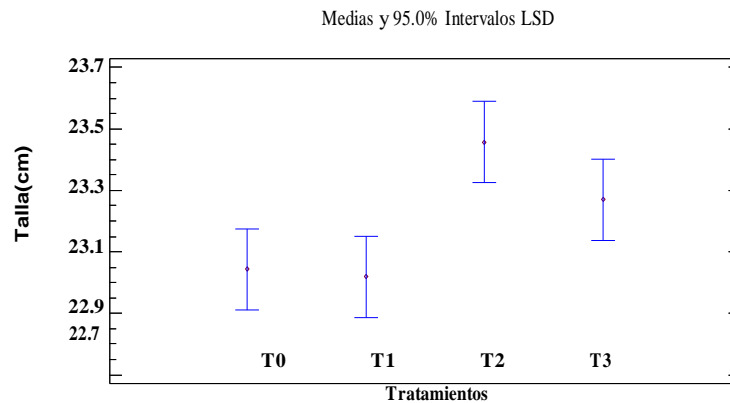
Letras diferentes indican diferencia significativa

La figura 8 se observa la evolución del crecimiento en longitud de juveniles de *Arapaima gigas* para todos los niveles de durante el período de sesenta días.



**Figura 8.** Evolución del crecimiento en longitud, durante los periodos de cultivos de 0 a 60 días.

Observamos que durante los 0-15 y 15 a 30 días, el crecimiento es similar en los cuatro tratamientos, entre los 30-45 y 45-60 la longitud de los tratamientos T2 y T3 se incrementan respecto a los tratamientos T0 y T1, esto también se puede visualizar en la figura 9.



**Figura 9.** Representación de promedios de crecimiento en longitud (cm) por tratamiento.

#### 4.1.2 Sobrevivencia (%)

Los valores de sobrevivencia se muestran en el cuadro 17, al término del estudio los tres tratamientos alcanzaron el 100% de sobrevivencia, no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Cuadro 17.** Sobrevivencia de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamientos	Población inicial	Población final	% sobrevivencia
	(unidad)	(unidad)	
<b>T0</b>	360	360	100,00
<b>T1</b>	360	360	100,00
<b>T2</b>	360	360	100,00
<b>T3</b>	360	360	100,00



### 4.1.3 Factor de conversión alimenticia (FCA)

El cuadro 18, muestra los valores del factor de conversión alimenticia (FCA), en el proceso de cultivo de 0-15 y de 15 a 30 días se encontró los menores valores de FCA, incrementándose durante los 30- 45 y 45- 60 días. No presentaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos.

**Cuadro 18.** Factor de conversión alimenticia (FCA) de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

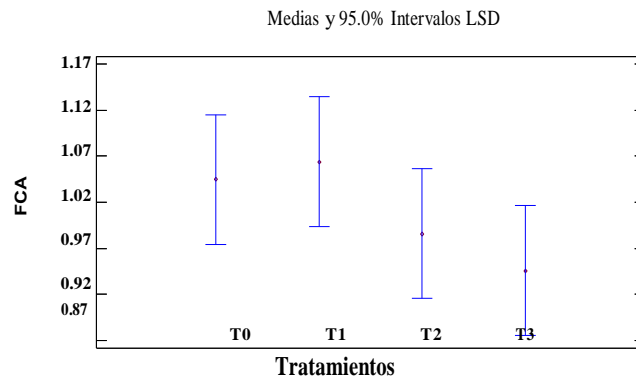
Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	0,74± 0,11 <sup>a</sup>	0,82± 0,03 <sup>a</sup>	1,49± 0,44 <sup>a</sup>	1,14 ± 0,17 <sup>a</sup>
T1	0,75± 0,09 <sup>a</sup>	0,97± 0,08 <sup>a</sup>	1,34± 0,20 <sup>a</sup>	1,20± 0,06 <sup>a</sup>
T2	0,78± 0,11 <sup>a</sup>	0,81± 0,10 <sup>a</sup>	1,31± 0,21 <sup>a</sup>	1,06± 0,19 <sup>a</sup>
T3	0,83± 0,12 <sup>a</sup>	0,88± 0,08 <sup>a</sup>	1,09± 0,22 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,05 <sup>a</sup>

El cuadro 19 de comparaciones múltiples de media, se observa la formación de un grupo homogéneo para el factor de conversión alimenticia, no presentan diferencia significativa ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 10 se observa que los tratamientos T2 y T3 presentan los menores promedios de factor de conversión alimenticia.

**Cuadro 19.** Comparaciones múltiples de medias para factor de conversión alimenticia (FCA) en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos
T3	12	0,948333±0,0494729	a
T2	12	0,988333±0,0494729	a
T0	12	1,0475±0,0494729	a
T1	12	1,06667±0,0494729	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 12. Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 10.** Representación de promedios de factor de conversión alimenticia por tratamiento.

#### 4.1.4 Factor de condición (K)

En el cuadro 20, se observan los valores de K por tratamiento, T1 y T3 presentaron el mayor valor y T1 el menor valor. No se encontró diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos (cuadro 21).

**Cuadro 20.** Factor de condición (K) de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

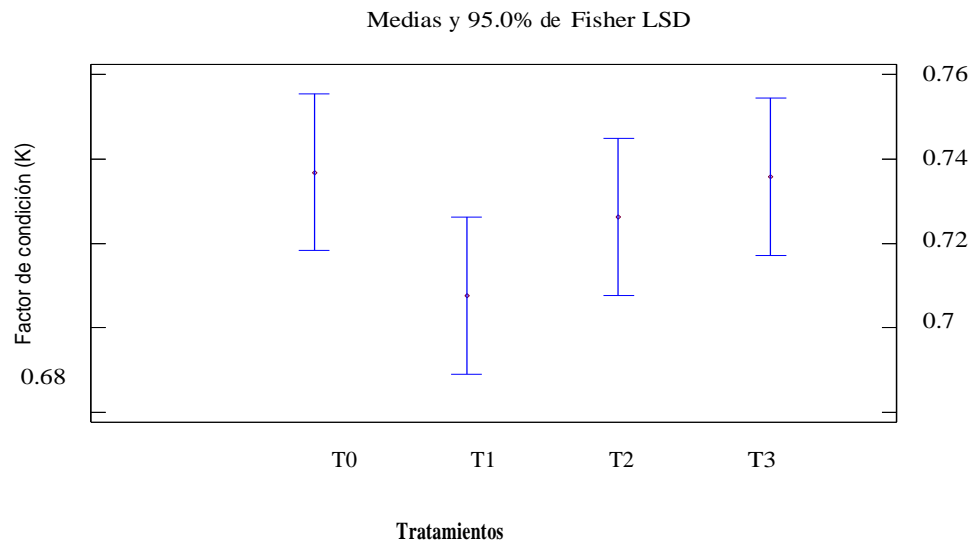
T0	T1	T2	T3
0,74± 0,03	0,71± 0,01	0,73± 0,01	0,74± 0,02

**Cuadro 21.** Comparaciones múltiples de medias para factor de condición (K) en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos Homogéneos
T0	3	0,737667	a
T1	3	0,708333	a
T2	3	0,727	a
T3	3	0,736667	a

1 Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para  $n = 3$ .

Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 11.** Representación de promedios de factor de condición por tratamiento.

#### 4.1.5 Rendimiento ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

El rendimiento expresa la biomasa expresada en kilos/ $\text{m}^3$ , para el cálculo se utilizó la regla de tres simples, convirtiendo litros a  $\text{m}^3$ . En el tratamiento T3 se obtuvo el mayor rendimiento alcanzando  $211,38 \pm 11,94$  kilos/ $\text{m}^3$  para esta fase de cultivo.

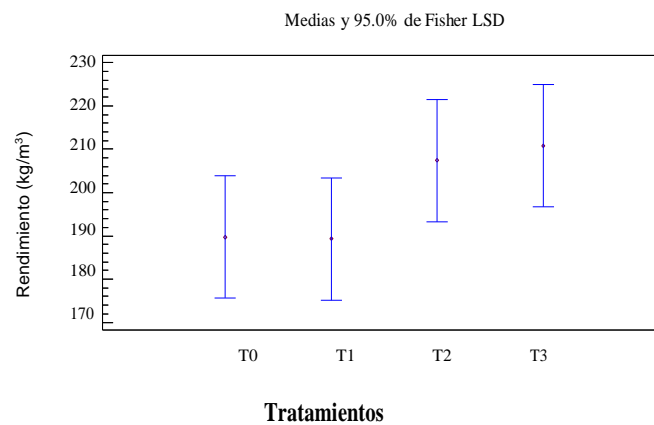
**Cuadro 22.** Rendimiento ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

T0	T1	T2	T3
$192,05 \pm 22,25$	$189,83 \pm 7,48$	$207,98 \pm 14,24$	$211,38 \pm 11,94$

En el cuadro 23 de comparaciones múltiples de media para rendimiento, se observa la formación de un grupo homogéneo, no presenta diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, en la figura 12 se observa que los tratamientos T2 y T3 presentan los mayores promedios de rendimiento

**Cuadro 23.** Comparaciones múltiples de medias para rendimiento ( $\text{kg/m}^3$ ) en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamientos	Casos	Media	Grupos homogéneos
T1	3	189,827 $\pm$ 8,64768	a
T0	3	191,98 $\pm$ 8,64768	a
T2	3	207,98 $\pm$ 8,64768	a
T3	3	211,377 $\pm$ 8,64768	a



**Figura 12.** Representación de promedios de rendimiento ( $\text{kg/m}^3$ ) por tratamiento.

## 4.2 PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS

### 4.2.1 Hematológicos

En el cuadro 24, se observan los valores hematológicos de juveniles de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de inclusión probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%. El mayor nivel de leucocitos se encontró en el tratamiento T3 (13733 $\pm$ 2369), no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. En hematocritos y hemoglobina se determinaron los niveles más altos en el tratamiento T0 con 33,0 $\pm$ 4,0 % y 11,0 $\pm$ 1 (g/dL) respectivamente y presentan diferencia significativa.

**Cuadro 24.** Parámetros hematológicos de juveniles de *Arapaima gigas* Alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Parámetro	T0	T1	T2	T3
Leucocitos (mm <sup>3</sup> )	11733 ± 1301	11734 ± 2194	11867 ± 4086	13733 ± 2369
Hematocritos (%)	33,0 ± 4,0	32,0 ± 5,0	31,0 ± 6,0	31,0 ± 5,0
Hemoglobina (g/dL)	11,0 ± 1,0	10,0 ± 2,0	11,0 ± 2,0	10,0 ± 2,0

El cuadro 25 muestra la comparación múltiple de medias para los niveles de leucocitos de juveniles de *Arapaima gigas* alimentadas con una dieta con tres niveles de probióticos, T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%. Se observa la formación de un grupo homogéneo y no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos.

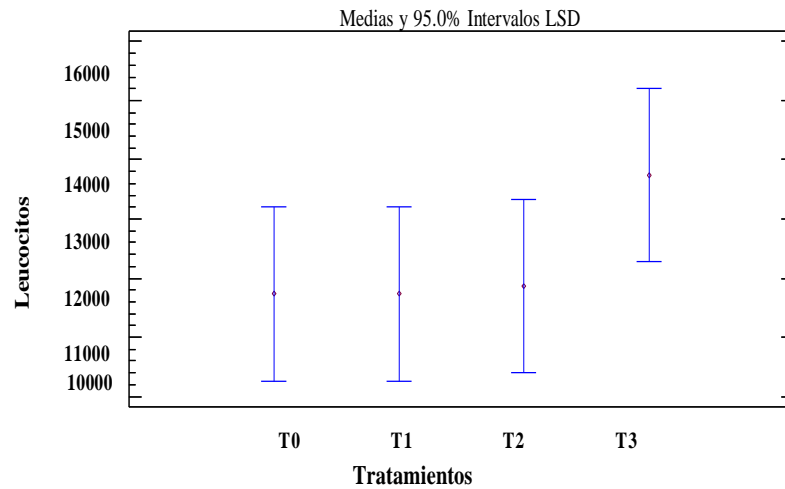
**Cuadro 25.** Comparaciones múltiples de medias para Leucocitos en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos
T0	3	11733,3±846,562	a
T1	3	11733,3±846,562	a
T2	3	11866,7±846,562	a
T3	3	13733,3±846,562	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n =3.

Letras diferentes indican diferencia significativa

Asimismo, en la figura 13 se observa que el tratamiento T3 presenta el mayor promedio de Leucocitos (13733,3±846,562 mm<sup>3</sup>).



**Figura 13.** Representación de promedios de niveles de leucocitos por tratamiento.

En el cuadro 26 en la comparación múltiple de medias para los niveles de hematocritos se observa la formación de dos grupos homogéneos, siendo el tratamiento T3 el menor promedio ( $30,6667 \pm 0,518188$  %); el mayor promedio total corresponde al tratamiento T0 ( $32,6667 \pm 0,518188$  %); entre los tratamientos T0 y T3 hay diferencia significativa.

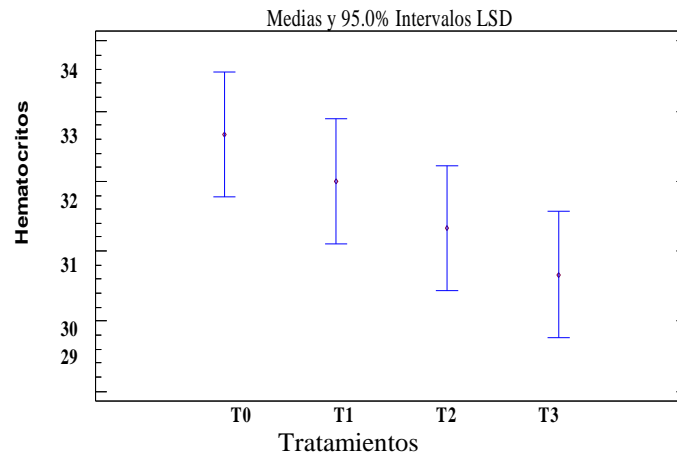
**Cuadro 26.** Comparaciones múltiples de medias para hematocritos en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos Homogéneos	
T3	3	$30,6667 \pm 0,518188$	a	
T2	3	$31,3333 \pm 0,518188$	a	b
T1	3	$32,0 \pm 0,518188$	a	b
T0	3	$32,6667 \pm 0,518188$		b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 3.

Letras diferentes indican diferencia significativa

En la figura 14 se observa que el tratamiento T0 presenta el mayor promedio de niveles de hematocrito.



**Figura 14.** Representación de promedios de niveles de hematocritos por tratamiento.

El comportamiento de los niveles de hemoglobina es similar al de hematocritos, en el cuadro 27 para la comparación múltiple de medias para los niveles de hemoglobina se observa la formación de dos grupos homogéneos, siendo el tratamiento T3 el menor promedio ( $10,3667 \pm 0,169695$  %); el mayor promedio total corresponde al tratamiento T0 ( $11,0333 \pm 0,169695$  %); entre los tratamientos T0 y T3 hay diferencia significativa.

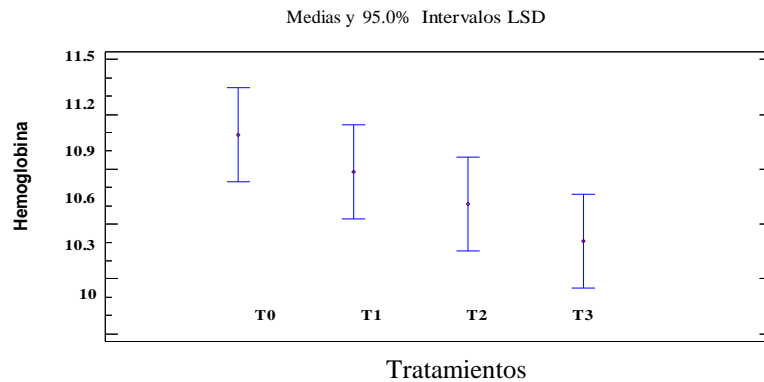
En la figura 15 se observa que el tratamiento T0 y T1 que utilizaron los menores niveles de probióticos presentan los mayores promedios de niveles de hemoglobina.

**Cuadro 27.** Comparaciones múltiples de medias para hemoglobina en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos	
T3	3	$10,3667 \pm 0,169695$	a	
T2	3	$10,6 \pm 0,169695$	a	b
T1	3	$10,8 \pm 0,169695$	a	b
T0	3	$11,0333 \pm 0,169695$		b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 3.

Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 15.** Representación de promedios de niveles de hemoglobina por tratamiento.

#### 4.2.2 Bioquímicos

En el cuadro 28, se observan los valores del perfil bioquímico sanguíneo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con tres niveles de inclusión de probióticos: T0=0%, T1=5%, T2=10% y T3=15%, durante el periodo de cultivo de 60 días.

**Cuadro 28.** Parámetros bioquímicos de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Parámetro	T0	T1	T2	T3
<b>TRANSAMINASAS</b>				
T.G.O (aspartato aminotransferasa) (U/L)	668,0 ± 171,0	480,0 ± 98,99	56,5 ± 150,6	436,0 ± 25,45
T.G.P (alanina aminotransferasa) (U/L)	82,0 ± 13,0	37,50 ± 7,78	38,50 ± 0,71	35,50 ± 0,71
Proteínas Totales (g/dL)	2,5 ± 0,14	2,2 ± 0,14	2,1 ± 0,14	2,2 ± 0,28
Albuminas (g/dL)	1,85 ± 0,07	1,25 ± 0,64	1,40 ± 0,28	1,30 ± 0,42
Globulinas (g/dL)	0,65 ± 0,071	0,95 ± 0,50	0,70 ± 0,14	0,90 ± 0,14
Glucosa (mg/dL)	168,0 ± 32,50	156,0 ± 8,48	141,0 ± 8,48	156,5 ± 10,60
Colesterol (mg/dL)	172,5 ± 36,06	127,0 ± 7,07	121,0 ± 4,24	118,50 ± 0,715
Triglicérido (mg/dL)	273,0 ± 56,57	149,0 ± 38,18	131,0 ± 9,89	130,50 ± 38,89



### 4.2.3 Transaminasas.

Los mayores niveles de Aspartato aminotransferasa (T.G.O) ( $668,0 \pm 171,0$  U/L) y Alanina aminotransferasa (T.G.P) ( $82,0 \pm 13,0$  U/L) se registraron en el T0, asimismo los menores niveles de T.G.O ( $436,0 \pm 25,45$ ) y T.G.P ( $35,50 \pm 0,71$ ) se registraron en el T3 y presentan diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

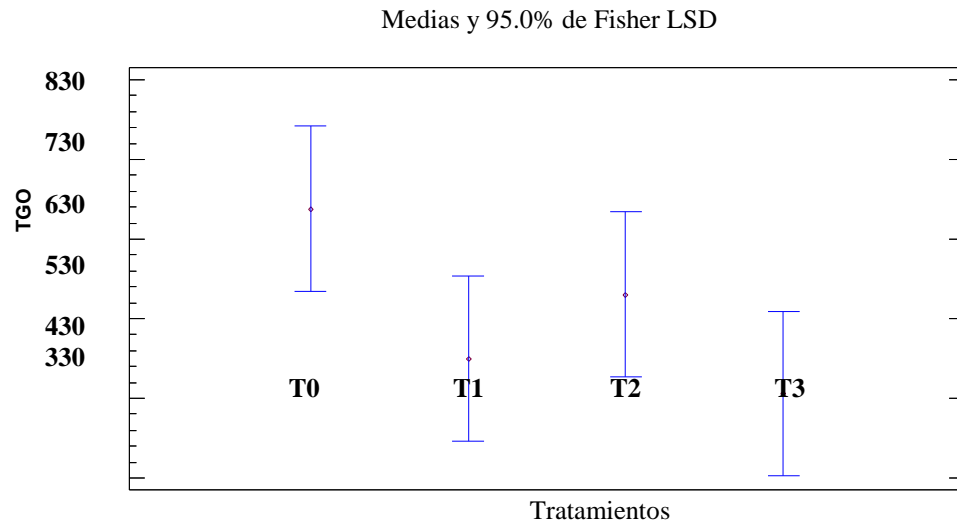
En el cuadro 29 en comparación múltiple de medias para los niveles de Aspartato aminotransferasa (T.G.O) se observa la formación de tres grupos homogéneos, siendo el tratamiento T3 el menor promedio ( $436,0 \pm 45,9064$  U/L); el mayor promedio total corresponde al tratamiento T0 ( $668,0 \pm 45,9064$  U/L); entre los tratamientos T0 y T3 hay diferencia significativa.

En la figura 16 se observa que el tratamiento T0 que utilizó el menor nivel de inclusión de probióticos presenta el mayor promedio de Aspartato aminotransferasa (T.G.O).

**Cuadro 29.** Comparaciones múltiples de medias para Aspartato aminotransferasa (T.G.O) en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos	
T3	2	$436,0 \pm 45,9064$	a	
T1	2	$480,0 \pm 45,9064$	a	b
T2	2	$560,5 \pm 45,9064$	a	b
T0	2	$668,0 \pm 45,9064$	c	

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para  $n = 2$ . Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 16.** Representación de promedios de niveles de aspartato aminotransferasa (T.G.O) por tratamiento.

El cuadro 30 en la comparación múltiple de medias para los niveles de Alanina aminotransferasa (T.G.P), se observa que a menor niveles de inclusión de probióticos en la dieta es mayor los niveles de Alanina aminotransferasa (T.G.P). Corresponde al tratamiento T0 el mayor promedio ( $82,0 \pm 6,06046$  U/L) y a T3 el menor promedio ( $35,5 \pm 6,06046$  U/L), entre los tratamientos T0 y T3 hay diferencia significativa.

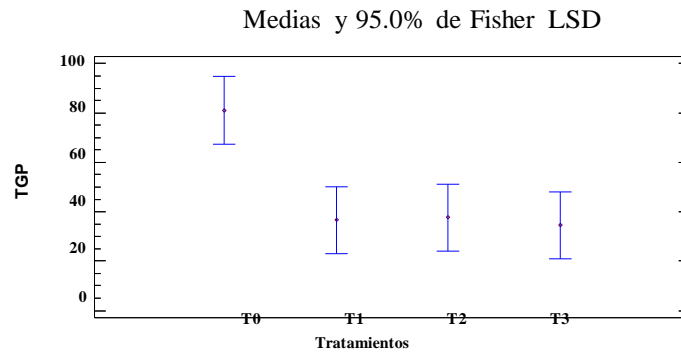
En la figura 17 se observa que el tratamiento T0 presenta el mayor promedio de niveles de Alanina aminotransferasa (T.G.P), mientras que T1, T2 y T3 presentan promedios similares.

**Cuadro 30.** Comparaciones múltiples de medias para Alanina aminotransferasa (T.G.P) en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Casos	Promedio	Grupos homogéneos
T3	2	$35,5 \pm 6,06046$	a
T1	2	$37,5 \pm 6,06046$	a
T2	2	$38,5 \pm 6,06046$	a
T0	2	$82,0 \pm 6,06046$	b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 17** Representación de promedios de niveles de alanina aminotransferasa (T.G.P.) por tratamiento.

#### 4.2.4 Proteínas totales

En el cuadro 31, en comparaciones múltiples de medias para Proteínas, se observa la formación de 2 grupos homogéneos, de estos el tratamiento T0 presenta el mayor nivel de proteínas totales (2,5 g/dL) y T2 el menor nivel (2,5±0,05 g/dL). Existe diferencia significativa entre T0 y T2.

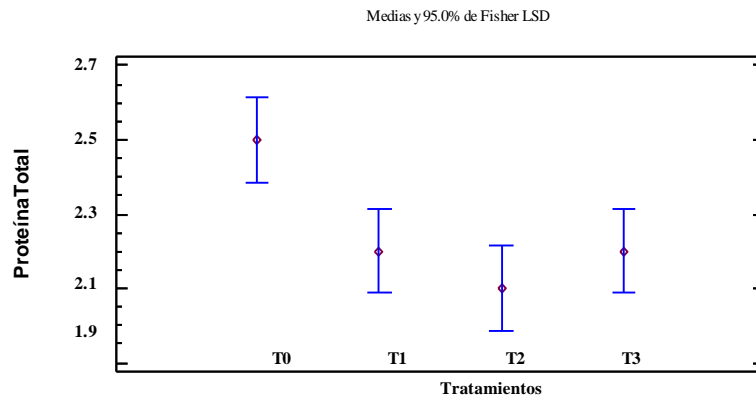
En la figura 18 se observa que el tratamiento T0 presenta el mayor promedio de niveles de proteínas totales (T.G.P) y T1, T2 y T3 presentan promedios similares.

**Cuadro 31.** Comparaciones múltiples de medias para Proteínas totales en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	cantidad	Promedios	Grupos Homogéneos
T2	2	2,1±0,05	a
T3	2	2,2±0,05	a
T1	2	2,2±0,05	a
T0	2	2,5±0,05	b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 18.** Representación de promedios de niveles de proteínas totales por tratamiento.

#### 4.2.5 Globulinas

En el cuadro 32 para promedios de globulinas, se observa la formación de un grupo homogéneo y los niveles de globulina no presentan diferencia significativa entre los tratamientos.

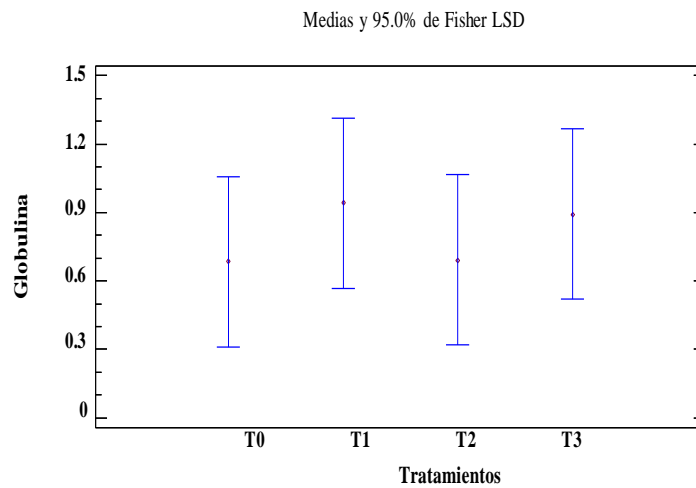
En la figura 19 se visualiza que el tratamiento T1 presenta el mayor promedio.

**Cuadro 32.** Comparaciones múltiples de medias para Globulinas en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamientos	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
T0	2	0,65±0,165831	a
T2	2	0,7±0,165831	a
T3	2	0,9±0,165831	a
T1	2	0,95±0,165831	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 19.** Representaciones de promedios de niveles de globulinas por tratamiento.

#### 4.2.6 Albúmina

Los niveles promedios de albumina presenta un grupo homogéneo y no presentan diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 33).

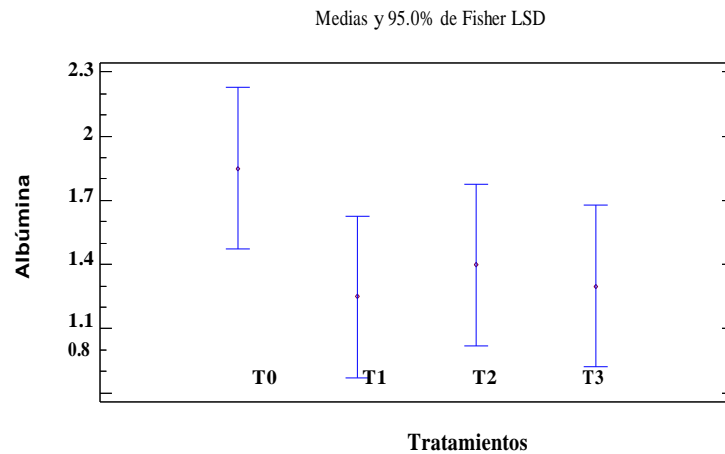
En la figura 20 se visualiza que el tratamiento T0 presenta el mayor promedio de niveles de albumina.

**Cuadro 33.** Comparaciones múltiples de medias para Albumina en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedio	Grupos homogéneos
T1	2	1,25±0,168325	a
T3	2	1,3±0,168325	a
T2	2	1,4±0,168325	a
T0	2	1,85±0,168325	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 20.** Representación de promedios de niveles de albúmina por tratamiento.

#### 4.2.7 Glucosa

Los niveles promedio de glucosa son similares en los cuatro tratamientos, no presentan diferencia significativa (cuadro 34).

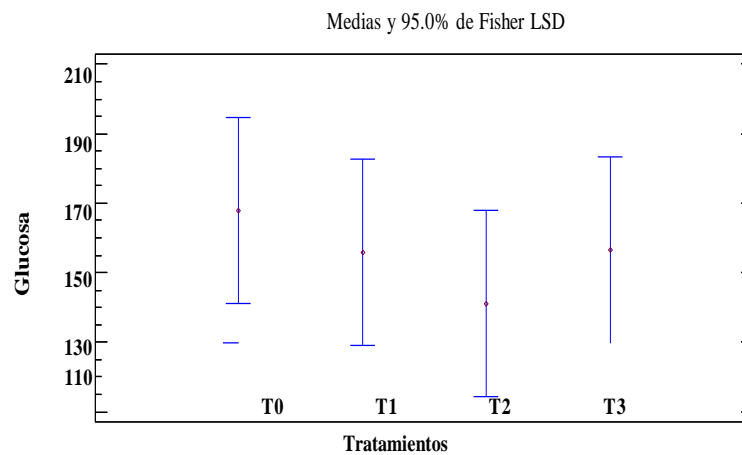
En la figura 21 se visualiza que el tratamiento T0 que corresponde a una dieta sin inclusión de probióticos presenta el mayor promedio.

**Cuadro 34.** Comparaciones múltiples de medias para Glucosa en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
T2	2	141,0±11,898	a
T1	2	156,0±11,898	a
T3	2	156,5±11,898	a
T0	2	168,0±11,898	a

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa



**Figura 21.** Representación de promedios de niveles de glucosa por tratamiento.

#### 4.2.8 Colesterol

En cuadro 35, el comportamiento de los niveles promedios de colesterol, se observa que a menores niveles de inclusión de probióticos en la dieta son mayores los niveles de colesterol. Corresponde al tratamiento T0 el mayor promedio ( $172,5 \pm 11,4819$  mg/dL) y T3 el menor promedio ( $118,5 \pm 11,4819$  mg/dL), entre los tratamientos T0 y T3 se presenta diferencia significativa.

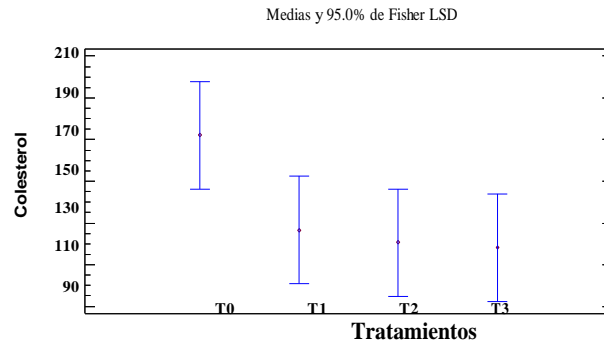
En la figura 22 se observa que el tratamiento T0 presenta el mayor promedio de niveles de colesterol y T1, T2 y T3 presentan promedios similares.

**Cuadro 35** Comparaciones múltiples de media para Colesterol en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamiento	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos
T3	2	$118,5 \pm 11,4819$	a
T2	2	$121,0 \pm 11,4819$	a
T1	2	$127,0 \pm 11,4819$	a
T0	2	$172,5 \pm 11,4819$	b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para  $n = 2$ .

Letras diferentes indican diferencia significativa.



**Figura 22.** Representación de promedios de niveles de colesterol por tratamiento.

#### 4.2.9 Triglicérido

El comportamiento de los niveles de triglicéridos es similar al de colesterol, en el cuadro 36 para la comparación múltiple de medias para los niveles de triglicéridos se observa la formación de dos grupos homogéneos, siendo el tratamiento T3 el menor promedio ( $130,5 \pm 30,842$  mg/dL); el mayor promedio total corresponde al tratamiento T0 ( $273,0 \pm 30,842$  mg/dL); entre los tratamientos T0 y T3 hay diferencia significativa.

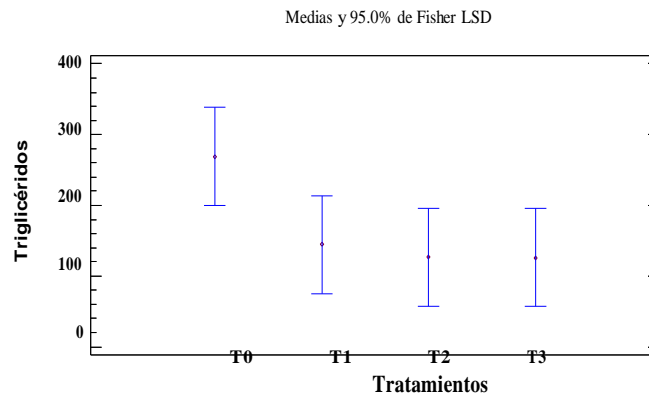
**Cuadro 36.** Comparaciones múltiples de media para Triglicéridos en juveniles de *Arapaima gigas* por tratamiento.

Tratamientos	Cantidad	Promedios	Grupos homogéneos	
T3	2	$130,5 \pm 30,842$	a	
T2	2	$131,0 \pm 30,842$	a	
T1	2	$149,0 \pm 30,842$	a	b
T0	2	$273,0 \pm 30,842$		b

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media  $\pm$  SD, para n = 2.

Letras diferentes indican diferencia significativa.





**Figura 23.** Representación de promedios de niveles de triglicéridos por tratamiento.

## 4.3 EVALUACION ECONÓMICA

### 4.3.1 INVERSIÓN

#### 4.3.1.1 Inversiones fijas

Son la infraestructura, equipos y materiales de muestreos que se utilizaron en el manejo de paiches durante el estudio. Asimismo se considera la vida útil de cada bien, la depreciación anual y la depreciación acumulada en los 5 años de evaluación.

#### 4.3.1.2 Costos operativos

Son los costos fijos y variables que se requieren para la operación de la actividad. Los costos fijos son aquellos que se tienen que hacer y no varían según la cantidad de peces que se siembran, alcanzan un monto de 12357.00 soles, siendo el consumo de energía eléctrica y el técnico dedicado al manejo de los paiches los más representativos. Los costos variables, dependen de la cantidad de peces que se manejan, alcanzan un monto de 30022 soles, siendo alevinos de paiche y alimento balanceado los principales costos. (cuadro 37).

**Cuadro 37.** Costos operativos utilizados en el cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

ADQUISICION DE ALEVINOS	UM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)	Costo Variable	Costo Fijo
Alevinos (10 cm)	Unidad	2160	12	25,920	25,920	
Bolsa plasticas especiales	Unidad	500	1.8	900	900	
Ligas	Cajas	20	5	100	100	
Transporte alevinos	flete	100	5	500	500	
<b>ALIMENTACION DE ALEVINOS</b>						
Alimento Aquacel x 50% Proteina	kilos	42	12	504	504	
Alimento inicio Puripaiche 45% protein	kilos	288	6.5	1,872	1,872	
<b>LIMPIEZA TANQUES</b>						
Lejia	litros	15	10	150		150
Sal (saco x 25 kilos)	Saco	6	20	120		120
Espojas	Unidad	50	2	100		100
Carcales	Unidad	4	15	60		60
Detergente (bote sacagrasa)	Unidad	20	9	180		180
<b>MATERIALES</b>						
Tinas plásticas x 100 litros	Unidad	4	40	160		160
Baldes plásticos x 20 litros	Unidad	4	20	80		80
Toalla 30 x 20 cm	Unidad	10	6	60		60
Jeringa x 10 ml	Unidad	20	1	20		20
Taper plastico x 1 kilo	Unidad	25	5	125		125
Manguera de 1 pulgada	m	20	2.5	50		50
probeta x 50 ml	Unidad	2	20	40		40
Probeta x 100 ml	Unidad	2	28	56		56
Vaso precipitación x 250 ml	Unidad	2	18	36		36
Vaso precipitación x 500 ml	Unidad	2	26	52		52
Pipeta x 10 ml	Unidad	2	25	50		50
<b>PROBIOTICO</b>						
Bacteria <i>Labtobacillus casei</i>	Litro	0.25	800	200	200	
Papaya	Unidad	2	3	6	6	
Melaza	Litro	1	20	20	20	
<b>OTROS</b>						
Técnico manejo paiche	Mes	12	650	7,800		7,800
Consumo energía electrica	Mes	12	100	1,200		1,200
Imprevistos	%	5%		2,018		2,018
				<b>42,379</b>	<b>30,022</b>	<b>12,357</b>

#### 4.3.1.3 Costos unitarios de producción

Los costos unitarios permiten conocer cuál es el costo de producción por unidad o por alevino, se determinó que el costo unitario de producción es 22,11 soles, si el precio de venta se establece en 30 soles se genera un margen de ganancia unitario de 47%, respecto a su costo.

**Cuadro 38.** Costos unitarios de producción en el cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Costos unitarios de producción	
Concepto	Valor (S/.)
Costos fijos	14,192
Costos operativos	12,357
Depreciación	1,835
Costos variables	30,022
<b>Costos totales</b>	<b>44,214</b>
Alevinos (Nº)	2,000
Costo fijo unitario	7.10
Costo variable unitario	15.01
Costo unitario total	22.11
Precio	30.00
<b>Margen de ganancia</b>	<b>36%</b>
Punto de equilibrio contable (PEC)	947 47%
Flujo de Efectivo Operativo (FEO)	6,701
Punto de equilibrio financiero (PEF)	1,394 70%

#### 4.3.1.4 Flujo de caja e indicadores de rentabilidad

El flujo de caja se presenta en el cuadro 39. Según los indicadores de evaluación podemos concluir que el proyecto tiene un alto nivel de rentabilidad expresado :El VAN de 55,564 soles significa que es el valor a precios de hoy que el proyecto nos agrega a la institución, después de recuperar la inversión realizada y el costo de capital de 8% del estado. La TIR de 64%, significa, que con los niveles de

producción esperado y costos estimados, el proyecto nos está “devolviendo” una rentabilidad del 64%, muy superior al costo de capital del estado del 8%

**Cuadro 39.** Flujo de caja e indicadores de rentabilidad del cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS</b>	0	60,000	60,000	60,000	60,000	77,578
Venta de alevinos		60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Valor Residual						17,578
<b>EGRESOS</b>	26,755	42,379	42,379	42,379	42,379	42,379
<b>Inversiones</b>						
Inversión Fija	19,692					
Capital de Trabajo	7,063					
<b>Costos operativos</b>						
Alevinos		27,420	27,420	27,420	27,420	27,420
Alimentación		2,376	2,376	2,376	2,376	2,376
Limpieza estanques		610	610	610	610	610
Materiales		729	729	729	729	729
Probiotico		226	226	226	226	226
Mano de obra		7800	7,800	7,800	7,800	7,800
Energía		1200	1,200	1,200	1,200	1,200
Imprevistos		2,018	2,018	2,018	2,018	2,018
<b>Saldo de Caja</b>	-26,755	17,621	17,621	17,621	17,621	35,199

Costo de Capital	8.00%
Valor actual neto (VAN)	55,564
Tasa interna de retorno (TIR)	64%

#### 4.3.1.5 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una forma de medir el riesgo del proyecto, se establece preguntando, que pasa si los supuestos utilizados en los factores relevantes para la rentabilidad del proyecto no se cumplen. Los factores relevantes son aquellos que tienen mayor incidencia en la rentabilidad. Las ventas, por el precio o la cantidad producida es un factor relevante. En este nos preguntamos, qué pasa si no se llega a vender el alevino a 30 soles, cuál sería el mínimo precio (valor crítico) que el proyecto soportaría antes que deje de ser rentable. De igual modo se puede calcular valores críticos para los factores relevantes en el costo de producción, en este caso los factores más importantes es el precio del alevino y el costo de la mano de obra, ya que significan el 61% y el 21% del costo respectivamente.

**Cuadro 40.** Análisis de sensibilidad del cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD			
FACTOR RELEVANTE	SUPUESTO	VALOR CRITICO	VARIACION MAXIMA
PRECIO	30	23.04	-23%
COSTO ALEVINOS	12	18.05	50%
COSTO MANO DE OBRA	650	1740	168%

#### 4.4 CALIDAD DE AGUA

Los parámetros evaluados en el control de calidad de agua, se muestra en el siguiente cuadro. Los valores son similares en cada uno de los tratamientos. Los valores de oxígeno disuelto fueron 5.42 mg/l en el T0 y 4.82 en T3, el máximo nivel de amonio fue  $0,12 \pm 0,28$  el T3, el pH oscilo de 8.68 a 8.88 unidades, la temperatura del agua de cultivo fue similar en los cuatro tratamientos.

**Cuadro 41.** Parámetro de calidad de agua del cultivo de juveniles de *Arapaima gigas* alimentados con una dieta suplementada con diferentes niveles de probióticos.

Tratamiento	T(°C)	OD(mg/L)	C.E(uS/cm)	STD(mg/L)	pH(UI)	NH4-N(mg/L)
<b>T0</b>	26,28±0,45	5,42±0,60	345,11±2,88	220,06±1,48	8,82±0,40	0,08±0,07
<b>T1</b>	26,15±0,33	5,06±0,79	347,18±14,67	221,88±8,68	8,68±0,34	0,10±0,08
<b>T2</b>	26,19±0,49	4,86±0,31	344,78±3,43	219,79±1,97	8,86±0,44	0,07±0,06
<b>T3</b>	26,22±0,40	4,82±0,63	350,24±19,45	223,14±12,07	8,88±0,42	0,12±0,28

## V.- DISCUSIÓN

La densidad de siembra utilizada en el estudio fue 1 paiche/0,97 litros, que equivale a 1071 paiche/m<sup>3</sup>, si expresamos en kg/m<sup>3</sup> al inicio del experimento fueron 35,96 a 37,23 kilos/m<sup>3</sup> y al final de 189,7 a 211,1 kilos/m<sup>3</sup>, con estas consideraciones se procede a la discusión de los resultados.

El crecimiento quincenal en peso de juveniles de *Arapaima gigas* es similar para todos los niveles de probióticos suplementadas a las dietas. Al final del experimento no presentaron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos, sin embargo, T2 y T3 registraron mayor peso promedio  $194,12 \pm 13,29$  g y  $197,29 \pm 11,14$  g respectivamente. No se reportan densidades de siembras similares, para otros sistemas de cultivo López (2017) determinó pesos finales menores 43,08 a 60,28 g. Arévalo (2014) y Saldaña (2015) reportan pesos finales cercanos de 146,24 a 148,04 g y 113,49 a 140,22 g respectivamente, Delgado et al (2013) para similar sistema de cultivo determinó pesos finales superiores de 361,6 a 402,4 g, siendo la diferencia que utilizó peces de mayor pesos iniciales, asimismo no presentan diferencias significativas entre tratamientos.

El crecimiento absoluto (CA) final fue mayor en los tratamientos T2 y T3 con 163,71 g y 159,36 g respectivamente, asimismo durante los periodos quincenales de muestreos el mayor CA se determinó entre los 45 y 60 días también en los tratamientos T2 y T3. Maravi (2017) en 45 días de experimento obtuvo ganancia en peso similar de 144,70 g y 155,57g para SBF y CRA respectivamente y durante el periodo experimental no evidenció diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Pozo (2013) determinó CA de 295,3 a 376,7 g, superior 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 y 90,36 a 108,12 g respectivamente.

La tasa de crecimiento absoluto (TCA) expresa el crecimiento diario (g/día), durante los 60 días de cultivo se registraron las mayores TCA en los tratamientos T2 con 1,91 a 4,01 g/día y T3 con 1,87 a 4,24 g/día. Siendo las TCA promedios de 2,64 g/día en T2 y 2,72 g/día en T3. Saldaña (2015), determinó TCA de 0,45 a 1,13 g/día, valores por debajo a lo determinado en el estudio. Mientras que Pozo (2013), determinó valores superiores de 5,27 a 6,75 g/día, utilizando paiches de pesos iniciales mayores al estudio.

El crecimiento relativo (CR) expresa el crecimiento en porcentaje (%) alcanzado en un período de cultivo. El CR fue mayor durante los 15 días de cultivo, alcanzando de  $79,24 \pm 1,59$  a  $87,79 \pm 12,98$  %, se observa descenso leve a los 30 días de cultivo y la disminución es más notoria a los 45 días con  $24,38 \pm 6,46$  % a  $36,27 \pm 8,19$  %, coincidiendo con lo manifestado por Maroñas (2006), quien refiere que el crecimiento de un organismo implica un cambio de tamaño en el tiempo, el crecimiento en los peces es rápido al comienzo; luego decrece suavemente para el total de la población. Al término del estudio se obtuvieron los mayores valores de CR en T2 con 458% y T3 488.4%, 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.

El comportamiento del crecimiento específico (CE) durante el estudio, los valores fueron mayores en los primeros 15 días de cultivo, oscilaron de  $3,78 \pm 0,26$  a  $4,19 \pm 0,47$  % y fue descendiendo en los siguientes días de cultivo, a los 45 días se reportan los menores valores de CE de  $1,46 \pm 0,34$  a  $2,05 \pm 0,40$  %. 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 el final, y sobrestima la predicción de peso para pesos superiores al peso final utilizado. Ribeyro (2013), determino CE de 2,49 a 2,57 %; Pozo (2013), de 2,8 a 3,2 %.

El crecimiento quincenal en talla de juveniles de *Arapaima gigas* es similar para todos los niveles de probióticos agregados a las dietas. Al final del experimento no presentaron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos. Los tratamientos T2 y T3 registraron mayor talla promedio  $29,82 \pm 0,32$  cm y  $29,91 \pm 0,28$  cm respectivamente y los incrementos en talla para los mismos tratamientos fueron de 13,32 y 13,53 cm. Otros autores obtuvieron incrementos cercanos como Pozo (2013) 12,3 a 16,2 cm; Arévalo (2014) de 10,23 a 11,78 cm.

Valores del factor de conversión alimenticia (FCA) se muestran en la cuadro 18 y Figura 10, no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. El valor promedio de FCA fue menor en el tratamiento T3 con 0,948 y mayor en T1 con 1,06. Los resultados son cercanos a los obtenidos para juveniles de paiche cultivados en jaulas reportados por otros autores, como Cavero *et al.* (2003) quienes determinaron un FCA de 0,80; mientras que Pereira-Filho *et al.* (2003) reportaron entre 0,71 y 1,01 para los primeros 100 días de cultivo,

Maravi (2017) obtuvo valores de 0,94 a 1,03 para un sistema con biofloc y SRA respectivamente, durante 45 días de cultivo.

La sobrevivencia no presenta diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), al término del estudio los tres tratamientos alcanzaron el 100% de sobrevivencia. Datos similares fueron obtenidos por Pozo (2013) y García (2010) con sobrevivencia de 100% en estudios de paiche en jaulas flotantes de bajo volumen. Considero que los altos índices están relacionados al manejo y rusticidad de la especie, según Alcántara (2006) manifiesta que el paiche, es resistente al manipuleo, resistente a las condiciones adversas de cultivo y resistente a las enfermedades y presenta características de un buen pez para cultivo.

El menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T1 con  $189,83 \pm 7,48$  kilos/  $m^3$  y mayor rendimiento en T3 con  $211,38 \pm 11,94$  kilos/ $m^3$  coincidiendo con el mayor peso promedio final, el rendimiento es superior a lo determinado por Delgado (2013) quien a la densidad de 26 juveniles de paiches/56 litros obtuvo  $136,89 \pm 6,55$  kilos/ $m^3$ ; Tello (2006) en cultivo intensivo en jaulas flotantes  $36,01$  kilos/ $m^3$ .

Los parámetros hematológicos y la bioquímica sanguínea analizados en peces, son utilizadas como indicadores rápido de alteraciones fisiológicas y ambientales. Por lo tanto estos parámetros son útiles para diagnosticar cuadros patológicos y situaciones de estrés, durante un proceso de cultivo. (Soberón et al. 2014).

En el trabajo de investigación realizado se observan variaciones en los valores sanguíneos de los diferentes tratamientos, Olabuenaga (2000) señala que la variación de los parámetros son multifactoriales. Además, estudios similares realizados en especies de peces, han demostrado que factores externos como pH, temperatura, entre otros pueden provocar cambios fisiológicos de algunos parámetros sanguíneos, además de acuerdo a Valenzuela et al. (2003) los parámetros pueden variar debido a la influencia de factores intrínsecos como edad, especie, fotoperiodo y estado nutricional.

Los niveles de hematocrito están relacionados con la actividad de los peces y su hábitat, siendo los niveles de hematocrito más altos en peces que viven en agua dulce que en peces marinos, presentando estos últimos un mayor número y menor tamaño de glóbulos rojos (Alaye 2013), en el estudio realizado se determinó valores mínimo de  $31,0 \pm 5,0$  % en el T3 y valor máximo



en T0  $33,0 \pm 4,0$  %, similar a lo reportado por Delgado (2013) y superior a lo reportado por Paredes et al. (2013) de  $27,1 \pm 4,13$  para paiches juveniles en selva alta. Según Genten (2009) en condiciones normales el hematocrito de los peces aumenta gradualmente con la edad debido al desarrollo de órganos hematopoyéticos como los riñón y bazo.

Según los niveles de hemoglobina se determinó diferencias significativas entre los tratamientos T0 y T3, siendo T0 el de mayor nivel de hemoglobina  $11,0333 \pm 0,169695$  (g/dL), similar al promedio determinado por Paredes (2013) y superior a lo encontrado por Delgado et al. (2013) y Serrano et al. (2013).

Respecto a los parámetros bioquímicos, La concentración plasmática de proteínas totales es un parámetro muy útil para evaluar el estado nutricional y estado de salud en general de los peces en acuicultura semi intensivo e intensivo (Rehulka 1998). Los valores medios de proteínas totales fueron de 2,25 g/dL que están por debajo de lo determinado por Hashimoto (2015) en *A. gigas* cultivado en estanques con diferentes niveles de proteína y cercanos al encontrado por Drumond et al. (2010) determinó valores de 2,35 a 3,5 g/dL. Los resultados son comparables con el estudio realizado por Paredes et al. (2013) siendo los datos de media aritmética de las proteínas totales similares con los datos obtenidos en el presente estudio. Asimismo, no se observa diferencia con la enzima Aspartato Aminotransferasa (AST) y glucosa en el plasma de paiche. No obstante, siendo la glucosa responsable de proveer energía si los niveles de glucosa se incrementan puede ser un indicador importante en la producción de hormonas como cortisol y adrenalina relacionada al estrés por cautiverio (Gustavenson et al. 1991). Otros estudios como los de Groff et al. (1999) y Hrubec et al. (2000) han reportado concentraciones de glucosa tan bajas como 30 mg/dL, resultados menores a los reportados en el estudio realizado. Además Tripathi et al. (2003) reportaron que la AST, se considera la más específica para determinar la existencia de algún deterioro hepático, también recomienda que no se debería diagnosticar esta condición basándose solo en resultados de AST.

Respecto al contenido de glucosa, colesterol y triglicéridos de juveniles de *A. gigas* no varió al inclusión diferentes niveles de probióticos en la dieta ( $P > 0,05$ ), presentando promedios 155,38 mg/dL para glucosa, 134,75 mg/dL para colesterol y 170,88 mg/dL para triglicéridos. Hashimoto (2015), Paredes et al. (2013) reportaron niveles menores de glucosa 41,46 mg/dL y 42,5 mg/dL respectivamente, en densidades de siembra de 1 pez/12 m<sup>2</sup> y resultados similares

a los encontrados por Tavares- Días et al. (2007) en juveniles de *A. gigas* cultivados en jaulas. Respecto a colesterol Paredes et al. (2013) reportó niveles superiores de 224,39 mg/dL, en ejemplares de 8,8 kilos de peso promedio. Los valores de triglicéridos se mantuvieron por debajo del observado por Drummond et al. (2010) en juveniles de Paiche, que presentó un valor promedio de 397,6 mg/dL.

Para la evaluación económica del estudio se utilizaron los indicadores: Tasa Interna de Retorno TIR, y Valor Actual Neto VAN, siendo necesario la elaboración de un flujo de caja con un horizonte de 5 años. Se determinó la TIR en 64% y VAN 55,564, indican que esta fase de cultivo tiene una atractiva rentabilidad para cualquier inversionista, sin embargo, no se identificaron estudios económicos en esta fase de cultivo. Otros autores como Tello et al (2006) para un cultivo intensivo crecimiento-engorde de paiche en jaulas flotantes determinó la TIR 33,2% y el VAN 439,583 nuevos soles. Cueva (2017) para un 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) determinaron en su estudio 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.

Realizar el análisis de sensibilidad consiste en mejorar la calidad de la información para que los empresarios tengan una herramienta adicional para la toma de decisiones si invierten en el proyecto (Lledo 2003). Para el análisis de sensibilidad del estudio se utilizaron factores relevantes con mayor incidencia en la rentabilidad, el precio del alevino, e importe que representa la mano de obra, que significan el 61% y 21% del costo respectivamente. Se determinó que el proyecto 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 la mano de obra es mayor del 168%. Tello (2006) para el engorde de paiche en jaulas flotantes determinó que un incremento general de los costos operativos por encima del 20,32 %, el proyecto ve comprometida su rentabilidad. Benites (2015) en un estudio sobre cultivo de Tilapia, el análisis de sensibilidad determinó que el negocio de peces no soportaría un precio de venta menor de 33 pesos/kg, (3,5 soles/kilo) tampoco un volumen de venta menor a 2,4 t/año.

Sobre los parámetros de calidad de agua, están dentro de rango para cultivo de paiche y la variación fue mínima entre tratamientos. Los valores de temperatura oscilaron entre 26,16 a

26,28 °C. Pilco (2015) determino valores similares de  $26,38 \pm 1,408$ , Maravi (2017) determino valores promedio de 28,07 °C para SBF y 28,280 °C en un sistema de CRA.

Los promedios de oxígeno disuelto fueron  $4,86 \pm 0,31$  a  $5,42 \pm 0,60$ , estos valores estuvieron favorecidos por el ingreso continuo de agua que fueron de 0,67 litros/minuto a 4,3 litros/minuto. Otros investigadores como Saldaña (2015) y Arévalo (2014) determinaron valores menores de 4,44 y 4,33 mg/l respectivamente. Maravi (2017), determinó de 5,73 a 6,08 mg/L, utilizando sistema de aireación.

Los niveles de amonio fueron de  $0,07 \pm 0,06$  a  $0,12 \pm 0,28$  mg/L, valores cercanos fueron encontrados por Pilco (2015) en un sistema acuapónico. Casas (2008) indica que los niveles de tolerancia de peces al  $\text{NH}_3$  está ubicado entre 0,6 y 2,0 ppm.

Los valores de pH durante el experimento fueron similares en los cuatro tratamiento de 8,68 a 8,82, valores similares fueron obtenidos por Maravi (2017) de 7,75 para una tecnología de cultivo tipo biofloc y 7,35 para un sistema de recirculación abierta, Pilco (2015) en un sistema acuapónico el valor promedio fue  $7,06 \pm 0,295$ .

## VI. CONCLUSIONES

- Para los diferentes niveles de probióticos utilizados en el estudio se encontró que no existe diferencia significativa ( $p>0,05$ ) en los índices de crecimiento; crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, y crecimiento específico. Sin embargo, la tendencia fue mejor en los tratamientos T2 y T3.
- El factor de conversión alimenticia (FCA), sobrevivencia y rendimiento no presentan diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos.
- Los valores hematológicos presentaron mayor nivel de leucocitos en el T3 ( $13733 \pm 2369 \text{ mm}^3$ ), sin diferencia significativa ( $p>0,05$ ), y los niveles más altos de hematocritos y hemoglobina en el tratamiento T0 con  $33,0 \pm 4,0 \%$  y  $11,0 \pm 1 \text{ (g/dL)}$  respectivamente ( $p<0,05$ ).
- Los valores bioquímicos como Aspartato aminotransferasa (T.G.O), Alanina aminotransferasa (T.G.P) proteínas, Colesterol, triglicéridos, presentan diferencias significativas.
- Los índices económicos determinados, según TIR (64%) y VAN (55,564), 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.

## VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguilera, A. 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. Revista Cofín Habana. 12. (Número 2). 322-343.
2. Alaye, N; Morales, J. 2013. Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles de pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán. México. Hidrobiológica 23 (3): 340- 347.
3. 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. 70 pp.
4. Arévalo, J. 2014. Efecto de tres tasas de alimentación en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas*, cultivados en corrales. Tesis para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia. Iquitos, Perú.
5. Arroyo, P; Kleeberg, F. 2013. Inversión y rentabilidad de proyectos acuícolas en el Perú. Ingeniería industrial (31): 63-89. Universidad de Lima. Perú.
6. 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.
7. Casas, D. 2008. Sistema de recirculación de agua para la cría intensiva de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Cabudare-Venezuela. Universidad Centroccidental. 1-97.

8. Cavero BAS, Pereira-Filho M, Roubach R, Ituassú DR, Gandra AL, Crescêncio R. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. *Pesq Agrop Brasileira*. 38: 103–107.
9. Centeno, L; Silva, R; Barrios, R; Salazar, R; Matute, C; Pérez, J. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 25(4): 237-243.
10. Cowey, CB. 1996. Utilización de aminoácidos en peces. Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 101-111
11. Cueva, M. 2017. Evaluación económica de los diferentes sistemas de cultivo del Paiche (*Arapaima gigas*), en el Departamento de Ucayali, en el 2015. Tesis para optar título profesional de economista. Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega. Lima, Perú.
12. De Pedro, N; Guijarro, A; López-Patiño, MA; Martínez-Álvarez, RM; Alonso-Bedate, M; Delgado, MJ. 2004. Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (*Tinca tinca*): ritmos diarios y estacionales. *Comunicación Científica CIVA 2004*: 173-190. Disponible en línea: [www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado\\_todo.asp](http://www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado_todo.asp).
13. 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.
14. Drumond, GV; Caixeiro, AP; Tavares-Días, M; Marcon, J; Affonso, E. 2010. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. *Acta Amazónica*, v.40, n.3, p. 591-596.
15. Escobar, L; Rojas, C; Giraldo, G; Padilla, L. 2010. Evaluación del crecimiento de *Lactobacillus casei* y producción de ácido láctico usando como sustrato el suero de leche de vacuno. *Rev. Invest. Univ. Quindío* (20): 42 - 49.

16. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. El estado de la pesca mundial y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
17. Franco, H; Peláez, M. 2007. Contribución al conocimiento de la reproducción del pirarucú *Arapaima gigas*. Universidad de la Amazonía. Caquetá, Colombia. 50pp.
18. García, P. 2008. Determinación Bioquímica en Plasma de la condición nutricional de reproductores de *Lutjanus* Perú bajo condiciones de cautiverio. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Nor Oeste, SC. La Paz. Bolivia.
19. García, C. 2010. Influencia del alimento extruido en crecimiento de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) utilizando diferentes tasas de alimentación, bajo sistema de cultivo en jaulas flotantes. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
20. García, J. 2008. Evaluación económica, financiera y social ¿Cuáles son sus diferencias? Equilibrio Económico, Vol. 4 No. 1. 77-82
21. Genten, F; Terwinghe, E; Danguy, A. 2009. Atlas of fish histology. Science Publishers, NH.
22. Groff, JM; Zinkl, JG. 1999. Hematology and clinical chemistry of cyprinid fish. Common carp and goldfish. Vet Clin North Am Exot Anim Pract 2:741-776
23. Guerra, H. 2002. Manual de producción y manejo de alevinos de Paiche; Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. IIAP 20 años. Edit. Pueblo Libre, Lima, Perú. 98p.
24. Guevara, A. 2016. Evaluación del proyecto producción semi - intensiva de tilapia roja en unidades familiares, del cantón cumandá. Tesis para la obtención del grado de Magíster. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador.

25. Gonzales, J. 2012. Alanina aminotransferasa en *Sparus aurata*: control de la expresión génica mediante RNAi y de la actividad enzimática por aminooxiacetato. Tesis para obtener el grado de doctor. Universitat de Barcelona. España
26. Gustavenson AW, Widoski RS, Wedemeyer, GA. 1991. Physiological- response of largemouth bass to angling stress. *Tras. Amer. Fisher. Soc.*, 120 (5): 629-636.
27. 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, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca. Universidade Federal de Rondônia. Rondonia- Brasil.
28. Henríquez, C. 2013. Caracterización de Propiedades Probióticas de Microorganismos del Tracto Digestivo de Salmónidos. Tesis para optar al grado de Magíster en Nutrición y Alimentos, mención Alimentos Saludables. Universidad de Chile. Santiago de Chile- Chile.
29. Herrera, E. 2004. Perfil metabólico de salmón atlántico salmo salar y trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional de Austral. Valdivia – Chile.
30. Holzapfel, WHP; Haberer, P; Snel, J; Schillinger, U; Huisin´T Veld, JHJ. 1998. Over view of gut flora and probiotics. *Int. J. Food Microbiol.*, 41 (2): 85-101
31. Hrubec, TC; Cardinale, JL; Smith, SA. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia. *Vet Clin Pathol*; 29:7–12
32. Hurtado, A. 1997. Aspectos del *Arapaima gigas* en el sistema de Várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Trabajo de grado, Departamento de Biología. Universidad del Valle, Santiago de Cali. 84p.



33. Jover, M. 2000. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y bioenergético. Revista AquaTic N° 9
34. Ligña, L. 2017. Determinación de los valores hematológicos de paiches juveniles *Arapaima gigas* mantenidos en condiciones de cautiverio en la Amazonía Ecuatoriana. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad central del Ecuador. Quito.
35. López, T. 2017. Evaluación de dos niveles de proteína y energía digestible en dietas peletizadas para alevines de paiche (*Arapaima gigas*). Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú.
36. Lledo, P. 2003. Análisis de sensibilidad. Proyecto hotel asistido. Mas consulting. 15 p.
37. Maroñas, M. 2006. Crecimiento individual en peces. Cátedras de Ecopoblaciones. Recuperado de <http://www.Fcnym.unlp.edu.ar/cátedras/ecopoblaciones>.
38. Maravi, R. 2017. influencia del sistema biofloc sobre la actividad enzimática digestiva y los parámetros productivos de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*). Tesis para optar el grado de magister scientiae en acuicultura. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú
39. Martos, V. 2013. Inversión tecnológica empresarial para la instalación de una piscigranja de paiche – Shapajilla – Tingo María. Tesis para optar el grado de maestro en gestión tecnológica empresarial. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
40. Merrifield, DL; Dimitrioglou, A; Foey, A; Davies, SJ; Baker, RTM; Bogwald, J; Castex, M; Ringo, E. 2010. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture 302, 1-18.

41. Mete, M. 2014. Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Revista Fides et ratio* Vol. 7: (67-85).
42. McKee, T; McKee, JR. 2005. *Bioquímica la base molecular de la vida*. Tercera edición. McGraw – Hill Interamericana. Madrid, España. 794 p.
43. Murray, R; Bender, D; Botham, K; Kennelly, P; Rodwell, V; Weil, A. 2010. *Harper Bioquímica ilustrada*. McGraw-Hill Interamericana Editores. 28<sup>ava</sup> Edición. México DF
44. Nayak, S. 2010. Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 29: 2-14.
45. Olabuenaga, E. 2000. Sistema Inmune En Peces. *Gayana (Concepción)*, 64(2), 205–215.
46. Paredes, D; Álvarez, C; Valencia, T. 2013. Caracterización hematológica y bioquímica de juveniles de *Arapaima gigas* “paiches” bajo condiciones de cultivo en selva alta. *Investigación y Amazonia*; 3 (2): 67-70.
47. 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
47. Pilco, J. 2015 Comportamiento productivo de dos densidades de siembra de *Piaractus brachypomus* “paco” en un sistema acuapónico superintensivo, en el IESPPB, 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroforestal Acuícola. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia. Pucallpa-Perú
48. Pinto, C. 1999. Pirarucú (*Arapaima gigas*) especie promisoría para la Amazonia. Manejo, producción y conservación. Centro Experimental Amazónico c.e.a. - Sede Leticia Corpoamazonia. Leticia –Amazonas Colombia.

49. Pozo, N. 2013. Evaluación de la frecuencia alimentaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), en el caserío Saypai- Leoncio Prado. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María- Perú.
50. 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 para optar el grado académico de magíster en ciencias con mención en Acuicultura. Universidad Nacional de la Amazonia. Iquitos, Perú.
51. Rebaza, M; Alcantara, F; Valdiviezo, M. 1999. Manual de piscicultura del Paiche. Instituto de Investigaciones Peruanas, 1999. IIAP -FAO. 72p.
52. 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.
53. Rehulka, J. 1998. Blood indices of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) in aeromonas-induced ulcerous dermatitis. Acta Vet. Brno(67):317-22.
54. Ringo E., Olsen E., Gifstad T., Dalmo R., Amlund H., Herme G., Bakke A., “Prebiotics in acuaculture: a review” Journal compilation, 2010 Blackwell Publishing Ltd Aquaculture Nutrition 16; 117–136
55. Sanz, F. 2009. La nutrición y alimentación en piscicultura. Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Madrid, España. 804 p.
56. Sanz, A; Álvarez, M; Hidalgo, M; Domezain, J; Morales, A; García, G. 2001. Constantes eritrocitarios en peces de cultivo intensivo en agua dulce. Universidad de Granada. Granada, España.
57. Satchell, G. 1991. Physiology and form of fish circulation. Ed. Cambridge Univ. Press. Australia. 235 pp.

58. Saldaña, C. 2015. Evaluación de la utilización de probióticos en el crecimiento de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*), cultivados en corrales. Tesis para obtener el título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. Perú
59. Serrano, E; Leguía, G; Quispe, M; Casa, G. 2013. Valores hematológicos del paiche (*Arapaima gigas*) de la Amazonía Peruana. Rev Inv Vet Perú 24(2): 248-251
60. Soberon L, Mathews P, Malherios A. 2014. Hematological parameters of *Colossoma macropomum* naturally parasitized by *Anacanthorus spathulatus* (Monogenea: Dactylo-giridae) in fish farm in the Peruvian Amazon. Int Aquat Res 6: 251-255
61. Sorroza, L; Padilla, D; Acosta, F; Román, L; Acosta, B; Real, F. 2010. Uso de probióticos en acuicultura. Revista Canaria de las Ciencias Veterinarias. N° 6 y 7. 51-54.
62. Tavares, D. 2007. Hematología: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. [En línea]: (<http://www.scielo.br/scielo>. Documento pdf. 05 de Diciembre del 2012).
63. Tello, S; Valdivieso, M; Rebaza, M; Rebaza, C; Alcántara, F; Chu, F. 2006. Análisis económico de los resultados de la crianza de paiche en jaulas, laguna de Imiria, Ucayali. Memoria institucional IIAP. Iquitos.
64. Todd, R; Martin, JK. 1999. Selection and design of probiotics. Raleigh (USA): North Carolina State University, Department of Food Science.
65. Tovar, D. 2008. Probióticos en Acuicultura: Avances recientes del uso de levaduras en peces marinos. IX Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 237-257pp.
66. Tripathi, NK; Latimer, KS; Lewis, TL, 2003. Biochemical reference intervals for koi. Comp Clin Pathol 12:160-165.

67. Valenzuela, A. C., Oyarzún, C. & Silva, V. 2003. Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): la serie Blanca. *Gayana* 67: 130-136.
68. Velez, J; Bernal, J; Panta, R; 2015. Evaluación económica ex-ante del cultivo de tilapias a pequeña escala en sector rural – cantón sucre. *Revista ECA Sinergia*. Año 6 Vol. 7.

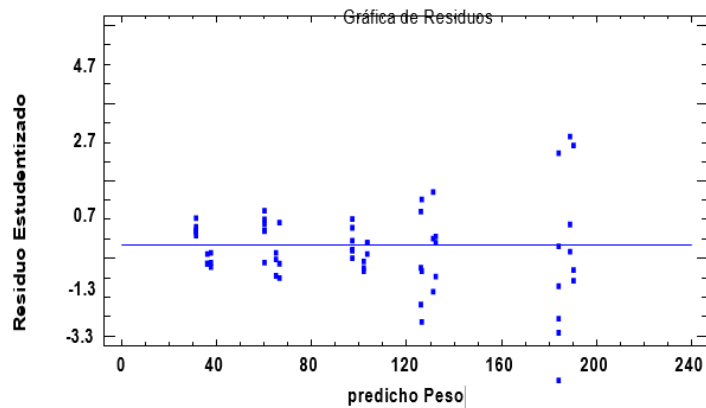
**VIII.- ANEXO**

## 8.1 ANALISIS ESTADISTICO

### 8.1.1.- Análisis de varianza para peso.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	168946.	7	24135.2	397.81	0.0000
Tratamiento	483.096	3	161.032	2.65	0.0581
Evaluación	168463.	4	42115.8	694.18	0.0000
Residuo	3154.83	52	60.6699		
Total (corregido)	172101.	59			

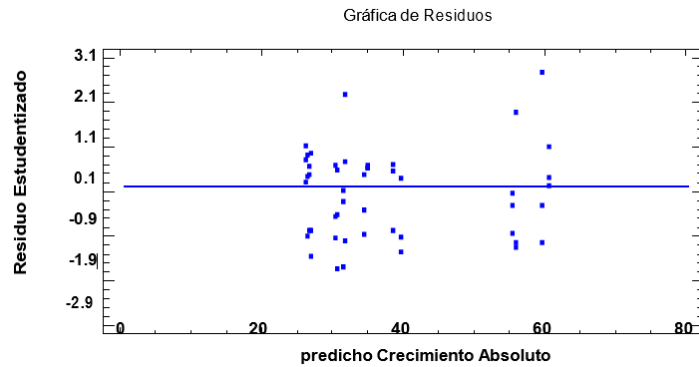
R-Cuadrada = 98.1669 por ciento



### 8.1.2.- Análisis de varianza para crecimiento absoluto

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7012.72	6	1168.79	36.12	0.0000
Tratamiento	246.019	3	82.0063	2.53	0.0701
Cálculo	6766.71	3	2255.57	69.70	0.0000
Residuo	1326.8	41	32.3611		
Total	8339.53	47			

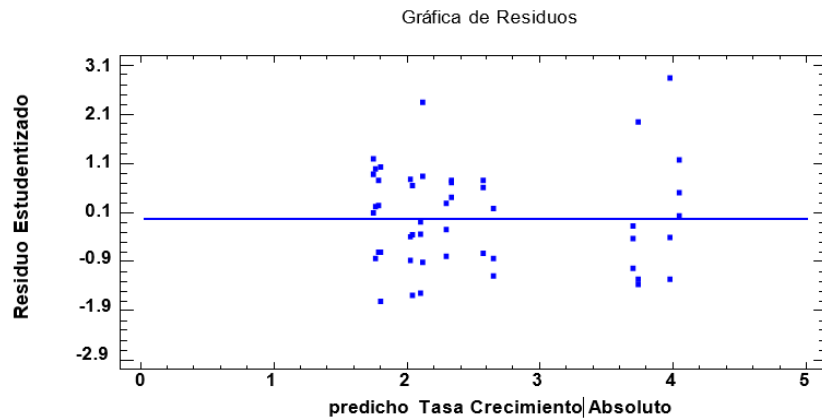
R-Cuadrada = 84.0902 por ciento



### 8.1.3 - Análisis de varianza pa3ra tasa de crecimiento absoluto.

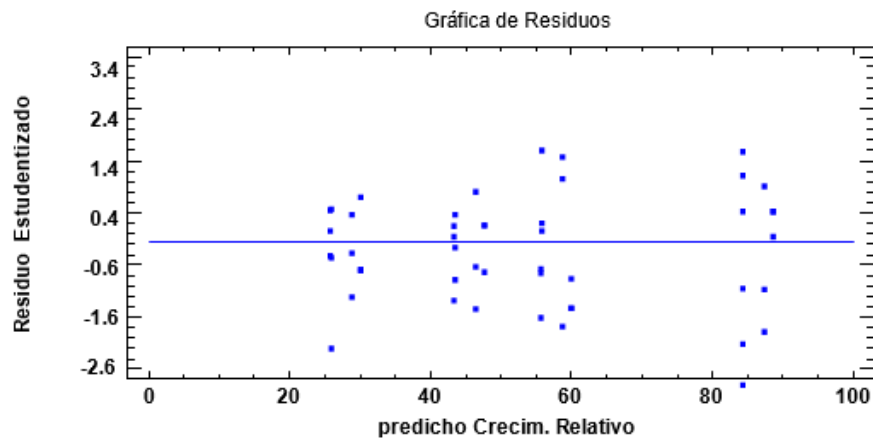
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	31.1835	6	5.19725	36.17	0.0000
Trat	1.08577	3	0.361924	2.52	0.0713
Cálculo	30.0977	3	10.0326	69.82	0.0000
Residuo	5.89145	41	0.143694		
Total	37.0749	47			

R-Cuadrada = 84.1093 por ciento.



### 8.1.4 Análisis de varianza para crecimiento relativo

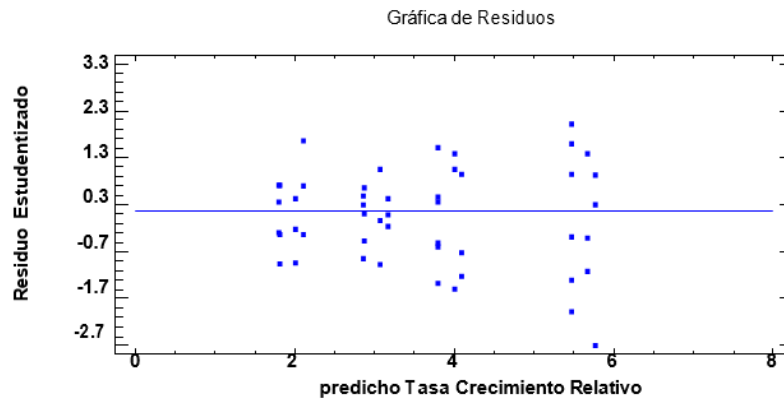
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	21984.4	6	3664.07	71.27	0.0000
Trat	169.078	3	56.3594	1.10	0.3616
Cálculo	21815.3	3	7271.78	141.45	0.0000
Residuo	2107.73	41	51.4081		
Total	24092.1	47			





**8.1.5 Análisis de varianza para tasa de crecimiento relativo.**

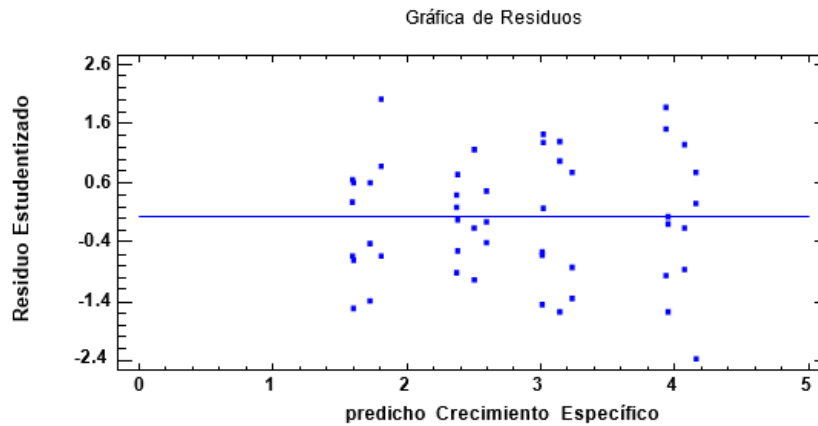
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	87.8168	6	14.6361	51.82	0.0000
Trat	0.809806	3	0.269935	0.96	0.4228
Cálculo	87.007	3	29.0023	102.68	0.0000
Residuo	11.5811	41	0.282467		
Total (corregido)	99.3979	47			



**8.1.6 Análisis de varianza para crecimiento específico**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	35.8403	6	5.97339	53.08	0.0000
Trat	0.402217	3	0.134072	1.19	0.3249
Cálculo	35.4381	3	11.8127	104.97	0.0000
Residuo	4.61387	41	0.112533		
Total	40.4542	47			

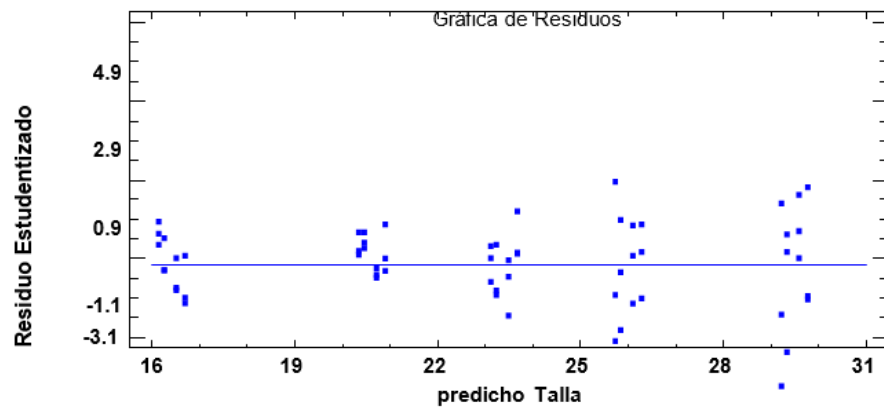
R-Cuadrada = 88.5948 por ciento



### 8.1.7 Análisis de varianza para longitud.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1206.18	7	172.311	1315.78	0.0000
Tratamiento	2.77155	3	0.923851	7.05	0.0005
Evaluación	1203.41	4	300.852	2297.32	0.0000
Residuo	6.80979	52	0.130958		
Total	1212.99	59			

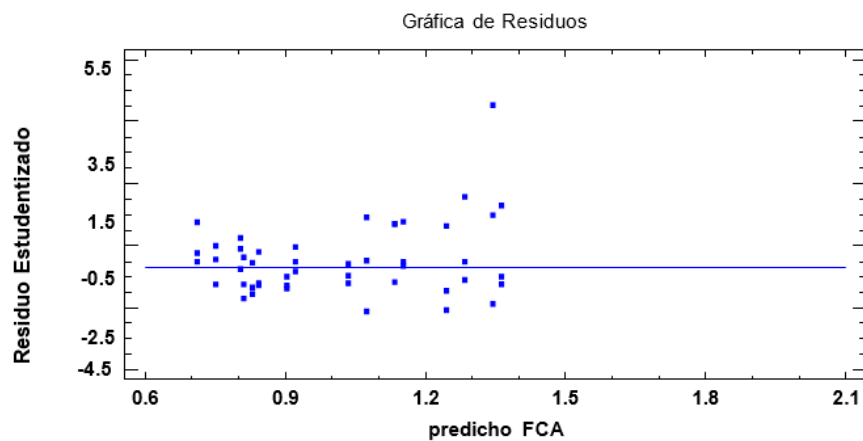
R-Cuadrada = 99.4386 por ciento



### 8.1.8 Análisis de varianza para factos de conversión alimenticia

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2.17295	6	0.362158	12.33	0.0000
Trat	0.106323	3	0.035441	1.21	0.3194
Cálculo	2.06662	3	0.688874	23.45	0.0000
Residuo	1.2042	41	0.0293708		
Total	3.37715	47			

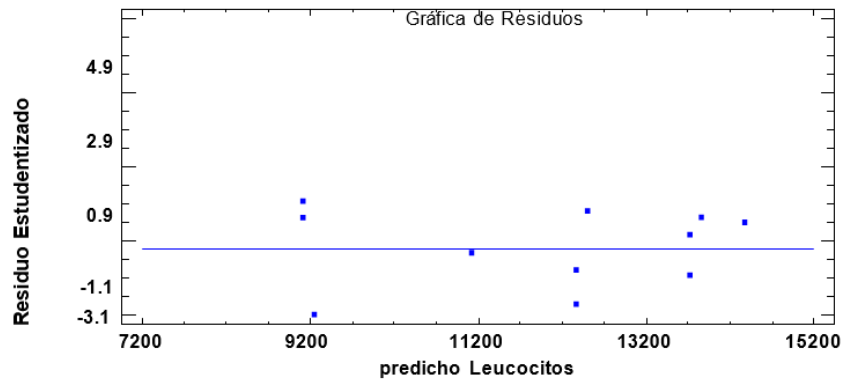
R-Cuadrada = 64.3426 por ciento



**8.1.9 Análisis de varianza para leucocitos**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5.33667E7	5	1.06733E7	4.96	0.0382
T	8.64E6	3	2.88E6	1.34	0.3469
Tiempo Evaluación	4.47267E7	2	2.23633E7	10.40	0.0112
Residuo	1.29E7	6	2.15E6		
Total	6.62667E7	11			

R-Cuadrada = 80.5332 por ciento

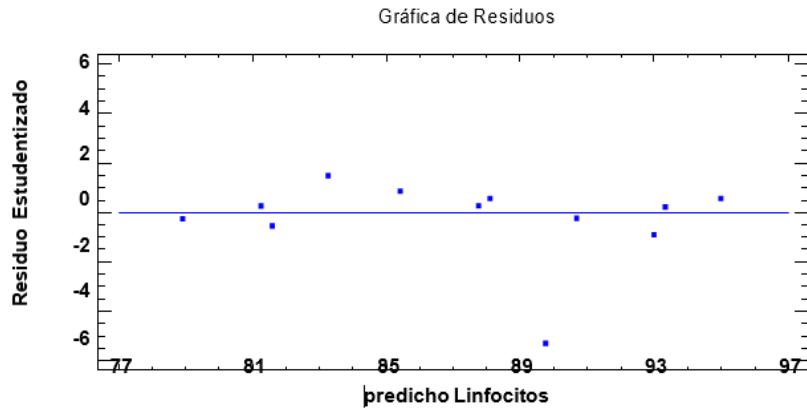


**8.1.10 Análisis de varianza para linfocitos**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
T	28.6667	3	9.55556	0.73	0.5720
TiempodeEvaluación	277.167	2	138.583	10.55	0.0109
Residuo	78.8333	6	13.1389		
Total (corregido)	384.667	11			

R-

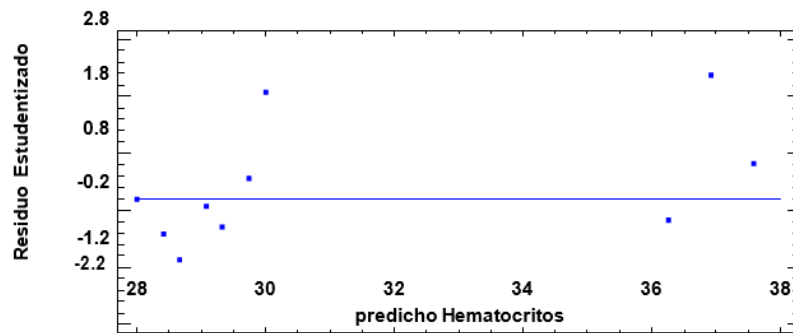
Cuadrada = 79.5061 por ciento



### 8.1.11 Análisis de varianza para hematocrito

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	193.833	5	38.7667	48.12	0.0001
T	6.66667	3	2.22222	2.76	0.1342
Tiempo de Evaluación	187.167	2	93.5833	116.17	0.0000
Residuo	4.83333	6	0.805556		
Total (corregido)	198.667	11			

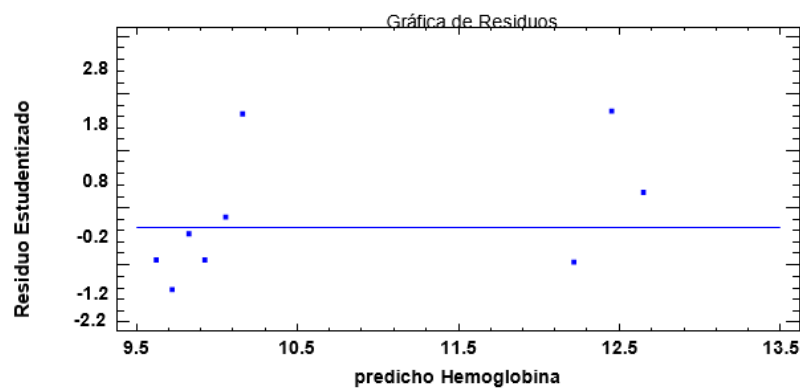
R-Cuadrada = 97.5671 por ciento



### 8.1.12 Análisis de varianza para hemoglobina

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
T	0.726667	3	0.242222	2.80	0.1307
Tiempo de Evaluación	20.555	2	10.2775	118.97	0.0000
Residuo	0.518333	6	0.0863889		
Total (corregido)	21.8	11			

R-Cuadrada = 97.6223 por ciento

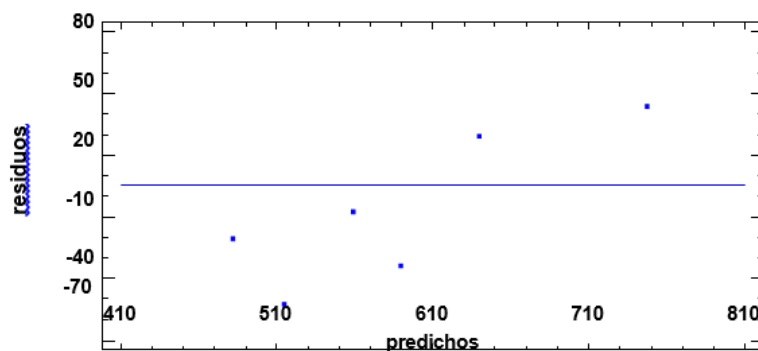


### 8.1.13 Análisis de varianza para TGO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	62320.4	3	20773.5	4.93	0.1115
B:TiempodeEvaluación	49770.1	1	49770.1	11.81	0.0413
RESIDUOS	12644.4	3	4214.79		
TOTAL (CORREGIDO)	124735.	7			

R-Cuadrada = 89.863 por ciento

Gráfico de Residuos para TGO

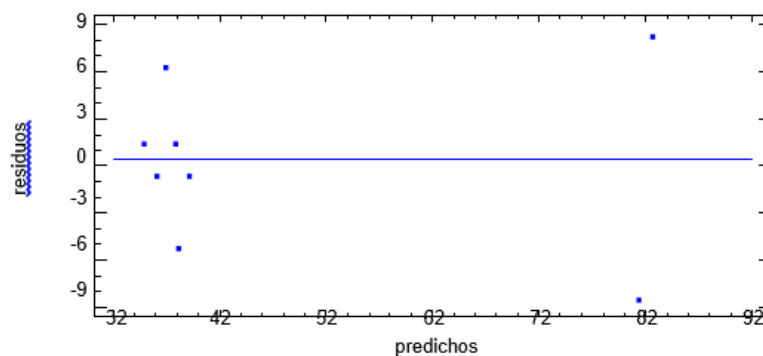


### 8.1.14 Análisis de varianza para TGP

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	3024.38	3	1008.13	13.72	0.0294
B:TiempodeEvaluación	3.125	1	3.125	0.04	0.8498
RESIDUOS	220.375	3	73.4583		
TOTAL (CORREGIDO)	3247.88	7			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

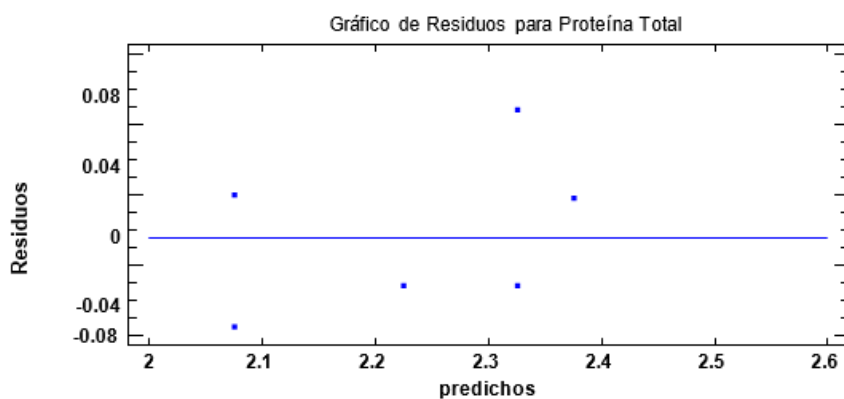
Gráfico de Residuos para TGP



### 8.1.15 Análisis de varianza para proteína total

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	0.18	3	0.06	12.00	0.0354
B:TiemposeEvaluación	0.125	1	0.125	25.00	0.0154
RESIDUOS	0.015	3	0.005		
TOTAL (CORREGIDO)	0.32	7			

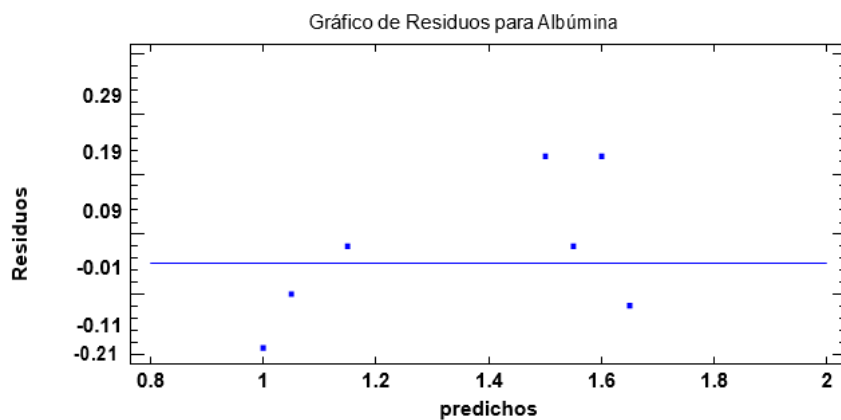
Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



### 8.1.16 Análisis de varianza para albumina

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	0.45	3	0.15	2.65	0.2226
B:TiemposeEvaluación	0.5	1	0.5	8.82	0.0590
RESIDUOS	0.17	3	0.0566667		
TOTAL (CORREGIDO)	1.12	7			

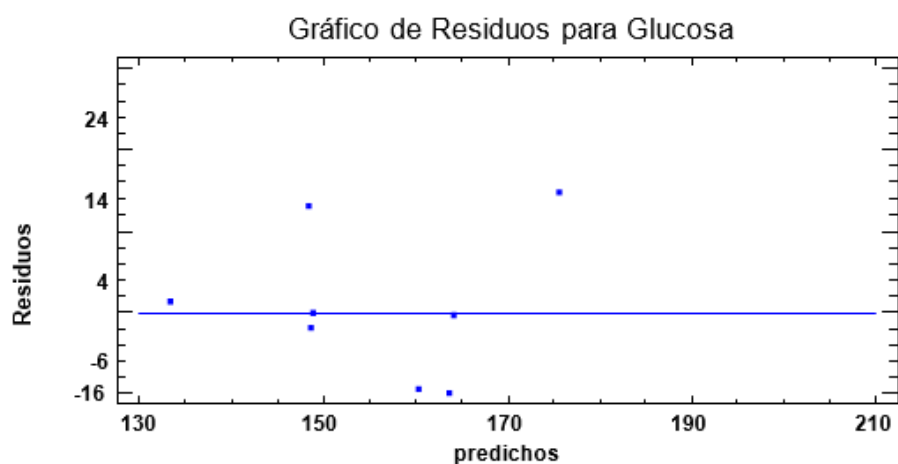
Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



### 8.1.17 Análisis de varianza para glucosa.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	735.375	3	245.125	0.87	0.5458
B:TiemposeEvaluación	465.125	1	465.125	1.64	0.2900
RESIDUOS	849.375	3	283.125		
TOTAL (CORREGIDO)	2049.88	7			

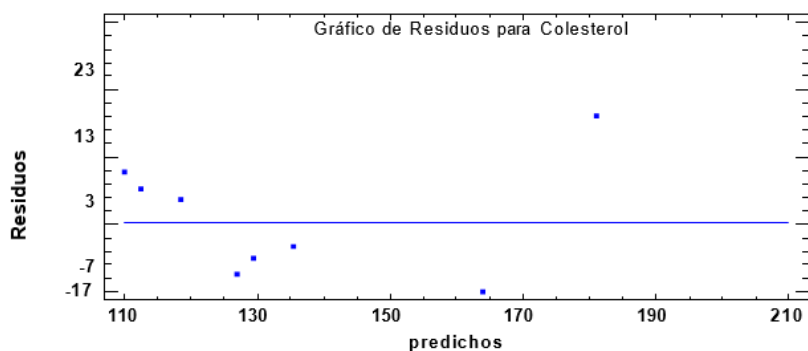
Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.



### 8.1.18 Análisis de varianza para colesterol

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	3876.5	3	1292.17	4.90	0.1122
B:TiemposeEvaluación	578.0	1	578.0	2.19	0.2353
RESIDUOS	791.0	3	263.667		
TOTAL (CORREGIDO)	5245.5	7			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual



### 8.1.19 Análisis de varianza para triglicéridos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:T	28256.4	3	9418.79	4.95	0.1109
B:TiemposeEvaluación	561.125	1	561.125	0.29	0.6248
RESIDUOS	5707.37	3	1902.46		
TOTAL (CORREGIDO)	34524.9	7			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

