

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“SUPLEMENTACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PROBIÓTICO
(*Lactobacillus sp.*) EN LA RACIÓN, SOBRE LOS PARÁMETROS
HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS Y ZOOTÉCNICOS DE
ALEVINOS DE PAICHE (*Arapaima gigas*, Cuvier), EN PUCALLPA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

DARWING BRIAN ALVAREZ RAMOS

Tingo María - Perú

2014

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre presente y derramar sus bendiciones sobre mis seres queridos.

A mis queridos padres: Eden Edward Alvarez Herrada y Rosa Angélica Ramos Fasabi; por ser los primeros maestros de mi vida, gestores de mi emotividad, con profunda admiración y cariño.

A mis hermanos: Rosa Isabel Alvarez Ramos, Eden Edward Alvarez Ramos y Maicol Brian Alvarez Ramos por su apoyo y comprensión en todo momento en mi formación profesional.

A mi abuelita con gran aprecio y cariño, Teresa Fasabi Saavedra por su apoyo y comprensión en todo momento y sobre todo por sus críticas constructivas en el día a día.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y Facultad de Zootecnia, por ser el Alma Mater de mi formación profesional.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) – Ucayali, bajo la Gerencia del Blgo. Pesq. Mariano Rebaza Alfaro, por aprobar y admitir la ejecución del proyecto de tesis, mediante el Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC), en la dirección de la Blgo. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro, por facilitarme con las instalaciones (Laboratorios y hospedaje) y material biológico (Alevinos de paiche), facilitando la ejecución de la presente tesis.
- Mis asesores: Dr. Daniel Paredes López; Dr. Rizal A. Robles Huaynate y la Blgo. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro; por su amistad e interés, dedicación, consejos en la ejecución, redacción y sustentación de la presente tesis.
- A los Blgo: Luis Hinostroza Miranda (Amazon Fish), Erick Castillo Soto (Laboratorio Clínico Natura – Pucallpa), Nadia Herrera Carvajal y Roger Bazán Albítez (IIAP – Ucayali) por compartir sus conocimientos y sugerencias en la ejecución de la presente tesis.

- El Laboratorio "Natura" E.I.R.L. ubicado en la Av. Sáenz Peña N° 503 de la ciudad de Coronel Portillo – Pucallpa y el Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia - UNAS; por los análisis y conservación de las muestras en la presente ejecución de tesis.

- Mis amigos: Eleazar Cervantes Huillca, Bladimir Hurtado Visurraga, Marco Antonio Cerron Barrera, Richard Buleje Solis, Cristian Soria Salazar, José Delgado Ramírez, Celinda Espinoza Tucto, por su apoyo incondicional y sincera en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. El probiótico en la acuicultura.....	4
2.2. Acción del probiótico en la fisiología del pez.....	5
2.3. Características hematológicas y parámetros bioquímicos sanguíneos de los peces amazónicos.....	6
2.3.1. Parámetros hematológicos.....	7
2.3.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos.....	11
2.4. Generalidades del alevino de paiche.....	17
2.4.1. Clasificación taxonómica.....	17
2.4.2. Calidad de agua para el manejo de alevinos de paiche.....	18
2.4.3. Densidad de siembra.....	21
2.4.4. Requerimiento nutricional.....	22
2.4.5. Parámetros zootécnicos.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento.....	25
3.2. Tipo de investigación.....	26
3.3. Componentes en estudio.....	26
3.3.1. Instalaciones.....	26

3.3.2. Equipos y materiales.....	26
3.3.3. Material biológico.....	27
3.3.4. Insumo en estudio.....	28
3.3.5. Ración experimental.....	28
3.3.6. Metodología para la suplementación de probiótico (<i>Lactobacillus sp.</i>) en la ración.....	28
3.4. Variable independiente.....	29
3.5. Tratamientos en estudio.....	29
3.6. Análisis estadístico.....	30
3.7. Croquis de distribución de los tratamientos.....	30
3.8. Variables dependientes.....	31
3.9. Datos a registrar.....	31
3.9.1. Parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos.....	31
3.9.2. Parámetros hematológicos.....	34
3.9.3. Parámetros bioquímicos sanguíneos.....	34
3.9.4. Parámetros zootécnicos.....	37
IV. RESULTADOS.....	40
4.1. Parámetros hematológicos (niveles de hematocrito y hemoglobina) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	40
4.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos (niveles de proteína total, albumina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total)	

en alevinos del paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	41
4.3. Parámetros zootécnicos (consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulado) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	44
V. DISCUSIONES.....	48
5.1. Parámetros hematológicos (niveles de hematocrito y hemoglobina) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	48
5.1.1. Nivel de hematocrito.....	48
5.1.2. Nivel de hemoglobina.....	50
5.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos (niveles de proteína total, albumina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total) en alevinos del paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	52
5.2.1. Nivel de proteína.....	52
5.2.2. Nivel de albúmina.....	54
5.2.3. Nivel de glucosa.....	55
5.2.4. Nivel de creatinina.....	58
5.2.5. Nivel de urea.....	58
5.2.6. Nivel de colesterol total.....	60

5.3. Parámetros zootécnicos (consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulado) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i>	62
5.3.1. Consumo de alimento diario.....	62
5.3.2. Ganancia de peso diario.....	63
5.3.3. Conversión alimenticia.....	65
5.3.4. Incremento de talla acumulada.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	68
VIII	
ABSTRACT.....	69
.	
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXO.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Valores medios \pm desviación estándar de los niveles hematológicos en alevinos de (<i>Arapaima gigas</i> , Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de suplementación de <i>Lactobacillus sp.</i> , evaluados durante 60 días experimentales.....	41
2.	Promedio \pm desviación estándar de los niveles bioquímicos sanguíneos en alevinos de (<i>Arapaima gigas</i> , Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i> , evaluados en tres periodos.....	42
3.	Promedio \pm desviación estándar de los parámetros zootécnicos en alevinos de (<i>Arapaima gigas</i> , Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i> , evaluados en tres periodos.....	45
4.	Promedio \pm desviación estándar de los parámetros zootécnicos en alevinos de (<i>Arapaima gigas</i> , Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de <i>Lactobacillus sp.</i> , evaluados en tres periodos.....	47

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta Piloto del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP - Ucayali), y en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el efecto del probiótico (*Lactobacillus* sp.), sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos en alevinos de paiche, para ello se determinaron los niveles hematológicos (% de hematocrito, g/dL de hemoglobina); niveles bioquímicos sanguíneos (g/dL de proteína total, g/dL de albúmina, mg/dL de glucosa, mg/dL de creatinina, mg/dL de urea, mg/dL de colesterol total) y parámetros zootécnicos (g/día en consumo de alimento diario, g/día en ganancia de peso diario, conversión alimenticia y cm en incremento en talla acumulado). Se utilizaron ciento veinte alevinos de paiche con peso y talla inicial promedio de $73,9 \pm 9,4$ g y $22,1 \pm 1,0$ cm, respectivamente; los cuales fueron distribuidos en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, cuya unidad experimental fue 10 alevinos de paiche, empleándose el diseño experimental completamente al azar. Los peces fueron alimentados con una ración extrusada (40% PB), empleándose una tasa de alimentación equivalente al 3% de su biomasa corporal. La toma de muestras para los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos se desarrolló en los días 0, 30 y 60 de iniciado el experimento, y para los parámetros zootécnicos se registraron cada 8 días. Los niveles en hematocrito, hemoglobina, proteína total, albúmina, glucosa,

creatinina, urea, colesterol total, así como el consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulada, no mostraron diferencias entre tratamientos ($p>0,05$), pero cabe mencionar que los niveles más altos se presentaron en los tratamientos 0; 0; 8; 2; 4; 0; 8; 2; 2; 8 y 8%, respectivamente. Los niveles en hemoglobina, albúmina, glucosa, urea y colesterol total, presentaron diferencia ($p<0,05$) con respecto a los días de evaluación. Se concluye que la inoculación de 2, 4 y 8% de *Lactobacillus sp.*, en la ración extrusada para alevinos de paiche no influenciaron sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos.

Palabras clave: Alevino de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier), probiótico (*Lactobacillus sp.*) parámetros hematológicos, parámetros bioquímicos sanguíneos, parámetros zootécnicos, Pucallpa.

I. INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier) es una especie emblemática de la cuenca amazónica, considerada como el pez más grande de la ictiofauna amazónica, alcanza un peso de 200 kg y una longitud de 3 m, en la actualidad su crianza es una de las actividades económicas con grandes posibilidades en la región amazónica, a medida que las reservas pesqueras naturales, en mares, ríos y lagos, ya sea por sobrepesca o contaminación vienen sufriendo grandes pérdidas.

La crianza de paiche en ambientes controlados involucra la producción de alevinos, para ello se viene desarrollando la utilización de diversas tecnologías con la finalidad de superar ciertas limitaciones, como la producción de alevinos en calidad y cantidad, debido a que esta fase de cultivo presenta un índice elevado de mortalidad, probablemente por desconocimiento de una densidad de cultivo, alimentación, calidad de agua, sanidad o por el desconocimiento del uso de los parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea los cuales son actualmente de mucho interés, para la identificación de cualquier perturbación fisiológica etc.

Con la necesidad de minimizar la mortalidad de alevinos de paiche y así aumentar los índices de sobrevivencia y en consecuencia aumentar la oferta de carne de paiche tanto en la región, en el país e internacionalmente.

Actualmente, la piscicultura tienen muchas estrategias, siendo una de ellas, el empleo de probióticos, que podría mejorar el desempeño y minimizar los índices de mortalidad, lo cual es corroborado por Robertson *et al.* (2000); Verschueren *et al.* (2000); Gullian *et al.* (2004); Balcazar *et al.* (2006); Gatesoupe (2008) citado por CASTRO *et al.* (2011).

Por lo mencionado anteriormente en este contexto se genera la siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto de la inoculación de diferentes niveles de *Lactobacillus sp* en la ración de alevinos de paiche, cultivados en ambientes controlados sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos?

En tal sentido se plantea la siguiente hipótesis. La inoculación de *Lactobacillus sp* a la ración de los alevinos de paiche genera un desempeño zootécnico favorable, los que se reflejarán en los valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos debido a que el *Lactobacillus sp* actuará beneficiando las interacciones naturales y complejas de la flora intestinal; para demostrar lo mencionado se plantea los siguientes objetivos.

Objetivo general:

- Evaluar los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos en alevinos de paiche alimentados con raciones inoculadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp*.

Objetivos específicos:

- Determinar los parámetros hematológicos (niveles de hematocrito y hemoglobina) en alevinos de paiche alimentados con raciones inoculadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*
- Determinar los parámetros bioquímicos sanguíneos (niveles de proteína total, albumina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total) en alevinos del paiche alimentados con raciones inoculadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*
- Evaluar los parámetros zootécnicos (consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulado) en alevinos de paiche alimentados con raciones inoculadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El probiótico en la acuicultura

VERSCHUERE *et al.* (2000), mencionan que un probiótico es definido como un microbio vivo auxiliar el cual tiene un efecto benéfico sobre el huésped al modificar la comunidad microbiana del ambiente o asociada al huésped, haciendo mejor el uso del alimento o mejorando su valor nutricional, así mismo estimulando la respuesta a las enfermedades o mejorando la calidad de su ambiente. A su vez, Nayak (2010) citado por MARTÍNEZ (2011), afirma que al añadirse al agua, pueden desempeñar un papel importante en la descomposición de la materia orgánica, reducción de niveles de nitrógeno y fosfatos, así como el control de los niveles de amonio, nitritos y sulfuro de hidrógeno.

En acuicultura, los probióticos son usados por adición al agua de crianza o por la introducción de cepas seleccionadas dentro del tracto digestivo del predador vía alimento inerte pellets secos o vía alimento vivo rotíferos y artemia (MAHIOUS Y OLLEVIER, 2005). Esta última vía es llamada bioencapsulación que es un proceso mediante el cual un organismo vivo incorpora un determinado producto o agente bioencapsulante vía oral, de esta forma, dicho organismo se convierte a los efectos prácticos en una cápsula viva (CASTRO *et al.*, 2005).

El efecto benéfico de los probióticos se atribuye en general a tres mecanismos diferentes Wang *et al.* (2000), Verschuere *et al.* (2000) citados por LÓPEZ Y CRUZ (2011), que a su vez pueden deberse a varias causas: (1) *Mejoramiento de la calidad del agua* (ya sea por metabolización de la materia orgánica o por interacción con algunas Algas), (2) *Exclusión competitiva de bacterias nocivas* (ya sea por: Competencia por nutrientes, Competencia por sitios de fijación en el intestino y aumento de la respuesta inmunológica del hospedero), (3) *Aportes benéficos al proceso digestivo del hospedero* (mediante: Aporte de macro y micronutrientes para el hospedero o Aporte de enzimas digestivas).

2.2. Acción del probiótico en la fisiología del pez

La capacidad de los probióticos para ejercer su acción depende fundamentalmente de la exactitud con la que alcancen el lugar específico donde deben actuar y en el que ejercerán su poder inhibitorio (VERSCHUERE *et al.*, 2000). Asimismo, Aguirre (1994) citado por LÓPEZ Y CRUZ (2011), menciona que ciertas cepas *Lactobacillus acidophilus* actúan en base a su capacidad de producir sustancias antimicrobianas capaces de combatir bacterias enteropatógenas como (*Escherichia coli*), (*Salmonella typhimurium*), (*Staphylococcus aureus*) y *Clostridium*; asimismo hoy en día, algunas cepas han sido modificadas genéticamente para atacar a un género específico de bacteria patógena como el género *Vibrio* (Austin *et al.*, 1995 citado por LÓPEZ Y CRUZ, 2011).

Diferentes autores han comprobado que la ingesta de probióticos modifica la composición de la microbiota intestinal de los peces (Gómez y Balcázar, 2008; Merrifield *et al.*, 2010 citado por MARTÍNEZ, 2011). Esta composición ha sido evaluada en mayor profundidad mediante diferentes métodos, dependiendo del cultivo, dando como resultado una visión global de la comunidad de bacterias que habitan en el intestino del pez (Wu *et al.*, 2010 citado por MARTÍNEZ, 2011).

El uso de probióticos incrementa la conversión de alimento, los índices de crecimiento y la ganancia de peso en los peces (Taoka *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2008 citados por MARTÍNEZ, 2011). La incorporación a la dieta de pdp11 promueve un mayor crecimiento en larvas y juveniles de lenguado senegalés en comparación con las dietas no suplementadas, e incrementa el contenido de proteína en músculo, sugiriendo que la adición del probiótico promueve una mejora en el crecimiento (García de la Banda *et al.*, 2009; Sáenz de Rodrigáñez *et al.*, 2009 citado por MARTÍNEZ 2011)

2.3. Características hematológicas y parámetros bioquímicos sanguíneos de los peces amazónicos.

CENTENO *et al.* (2007); TAVARES *et al.* (2007), mencionan que la bioquímica metabólica y los parámetros hematológicos son herramientas útiles para determinar las características de la sangre de pescado, ya que proporcionan información relevante sobre las condiciones fisiológicas y de salud del individuo o la población.

Asimismo lo anterior mencionado es corroborado por TAVARES Y MORAES (2006), quienes mencionan que los parámetros hematológicos y bioquímicos son herramienta importante de rutina en la práctica médica veterinaria clínica, los cuales permiten diagnosticar cualquier perturbación fisiológica del animal frente a cualquier estímulo.

2.3.1. Parámetros hematológicos

Hematocrito, JARAMILLO Y VALDEBENITO (2005), mencionan que éste valor describe el porcentaje de células transportadoras de oxígeno con respecto al volumen total de sangre. El hematocrito (Hc) se lee en porcentaje (%) de acuerdo con el método de microhematocrito en tubos capilares (Goldenfarb *et al.*, 1971 citado por TAVARES *et al.*, 1999).

Los valores hematológicos de los teleósteos dependen del medio en que viven, además de su conducta, esto provoca que cada especie tenga sus propios parámetros hematológicos y que exista diferencias sanguíneas entre especies de diferentes medios GARCÍA *et al.* (2007); JARAMILLO Y VALDEBENITO (2005), los valores hematológicos son directamente proporcionales a la actividad del pez, por lo mismo manifiesta que peces de aguas tranquilas presentan características hematológicas bajas frente a otros peces reófilos.

Corroborando a lo anterior mencionado GARCÍA *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio 117,5 g reportaron niveles de hematocrito 36,2%, asumiendo que se debía a su actividad y hábitat en que se desempeñan (pez reofílico).

Asimismo, CENTENO *et al.* (2007), en su evaluación a gamitana (*Colossoma macropomum*) en fase de alevino, juveniles y reproductores con peso promedio de 15,07; 250,6 g y 6,77 Kg, registraron niveles de hematocrito 29,87; 31,76 y 33,70% respectivamente, manifestando que a medida que el pez aumenta de tamaño los niveles de hematocrito se van incrementando en 1,9%.

DRUMOND *et al.* (2010), evaluaron alevinos y juveniles de paiche con peso promedio de 25,9 g y 2,35 Kg en la ciudad de Manaus - Brasil provenientes de cultivos semi - intensivos, registraron niveles de 33,8 y 28,6% de hematocrito, respectivamente. Asimismo, SERRANO *et al.* (2013), en su evaluación de alevinos de paiche criados en cautiverio en Iquitos - Perú, registraron niveles de hematocrito de 32,1; 25,2; 34,8 y 30,8% en muestras clasificadas según el grupo etario: 10 - 30; 31 - 180; 181 - 365 y > 365 días de edad respectivamente y cuyas tallas variaron desde 7 a 104 cm y cuyos pesos desde 7,7 g a 2,24 Kg. Por otro lado TAVARES *et al.* (2007), evaluaron juveniles de paiche con 14 meses de edad y peso promedio de 793,4 g en Brasil, reportando un nivel de 34,4% de hematocrito.

OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de $16,73 \pm 0,42$ g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de hematocrito, cuyos niveles fueron 27,13 y 26,67%, respectivamente.

Asimismo reportaron, NAKANDAKARE *et al.* (2013), en su evaluación a juveniles de tilapia del nilo, con pesos promedio inicial de $5,23 \pm 0,40$ g, sometidos a dos raciones extrusado con y sin probiótico (*Bacillus toyoi* y *Bacillus subtilis* con inoculación de 4 g/kg), no encontrándose diferencia estadística ($p > 0,05$), con respecto a los niveles de hematocrito, cuyos niveles fueron 33,70 y 26,20%, respectivamente.

Hemoglobina, FORRELLAT *et al.* (2010), mencionan que la hemoglobina es una proteína conjugada normalmente presente en los eritrocitos, representa el 32% de la masa total del glóbulo rojo y es el mejor índice para medir la capacidad de transporte de gases de la sangre. Asimismo, RUIZ (1998), menciona que está constituida por cuatro grupos heme (porfirinas), unidos a una cadena polipeptídica. La hemoglobina transporta el oxígeno desde los pulmones a los diferentes tejidos corporales, donde es utilizado en el metabolismo energético, y retira de ellos el dióxido de carbono producido por dicho metabolismo.

TAVARES *et al.* (2007), evaluaron juveniles de paiche con 14 meses de edad y peso promedio de 793,4 g en Brasil, provenientes de cultivos en jaulas, reportando concentraciones de 10,4 g/dL en hemoglobina. Asimismo, DRUMOND *et al.* (2010), evaluaron alevinos y juveniles de paiche con peso promedio de 25,9 g y 2,35 kg en la ciudad de Manaus - Brasil, provenientes de cultivos semi-intensivos registraron niveles de 9,1 y 8,2 g/dL en hemoglobina, respectivamente.

SERRANO *et al.* (2013), evaluaron alevinos de paiche criados en cautiverio en Iquitos - Perú, registró valores de 8,6; 7,7; 8,4 y 9,1 g/dL de hemoglobina, muestras clasificadas según el grupo etario: 10 - 30; 31-180; 181 - 365 y > 365 días de edad, respectivamente. Las muestras fueron recopiladas de paiche que recibían alimentación una vez al día (torta y pez forraje).

Asimismo haciendo la comparación con otras especies, GARCÍA *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio de 117,5 g reportaron niveles de 12,5 g/dL en hemoglobina, asumiendo que se debía a su actividad y hábitat en que se desempeñan (pez reofílico). Por su parte, CENTENO *et al.* (2007), evaluaron gamitana (*Colossoma macropomum*) en fase de alevino, juveniles y reproductores con pesos promedio de 15,1; 250,6 g y 6,77 Kg, registraron concentraciones de 9,9; 10,5 y 11,1 g/dL en hemoglobina respectivamente, manifestando que a medida que el pez aumenta de tamaño los valores de hemoglobina se van incrementando en 0,6%.

OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de $16,73 \pm 0,42$ g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de hemoglobina, cuyos niveles fueron 7,52 y 8,09 g/dL, respectivamente.

Asimismo reportaron, NAKANDAKARE *et al.* (2013), en su evaluación a juveniles de tilapia del nilo, con pesos promedio inicial de $5,23 \pm 0,40$ g, sometidos a dos raciones extrusado con y sin probiótico (*Bacillus toyoi* y *Bacillus subtilis* con inoculación de 4 g/kg), no encontrándose diferencia estadística ($p > 0,05$), con respecto a los niveles de hemoglobina, cuyos niveles fueron 7,93 y 7,58 g/dL, respectivamente.

2.3.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos

Proteína total, las proteínas son esenciales para el mantenimiento, crecimiento, renovación y reemplazo de los tejidos, además de servir como fuente principal de energía en el metabolismo Roberts (1981) citado por HERRERA (2004). La deficiencia de proteínas produce retardo del crecimiento, escaso desarrollo de huesos y cartílagos. Por otra parte, un exceso de proteínas puede retardar el crecimiento, ya que se gasta energía en la eliminación de los restos de nitrógeno, sin embargo en los peces este gasto es bajo ya que parte del nitrógeno es eliminado por las branquias (Halver, 1972 citado por HERRERA, 2004).

TAVARES *et al.* (2007), evaluaron juveniles de paiche con peso promedio de 793,4 g en Manaus - Brasil, alimentados con harina de pescado 40% de proteína, reportaron concentraciones de 6,5 g/dL en proteína total en plasma. Asimismo, DRUMOND *et al.* (2010), en su evaluación de alevinos y juveniles de paiche con peso promedio de 25,9 g y 2,35 Kg en la ciudad de Manaus - Brasil provenientes de cultivos semi-intensivos, registraron niveles de 1,9 y 3,5 g/dL en proteína total, respectivamente.

Al comparar con otras especies GARCÍA *et al.* (2007), evaluaron juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio de 117,5 g procedentes del río Sinú, reportaron niveles de 3,8 g/dL en proteína, mientras que para (*Oreochromis niloticus*), BITTENCOURT *et al.* (2003), reportaron una concentración de proteína en plasma de 3,1 g/dL en peces procedentes de sistemas de semi - intensiva 4 peces/m², alimentados con una ración a base de 28% de proteína.

OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de 16,73 ± 0,42 g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de proteína, cuyos niveles fueron 3,16 y 3,61 g/dL, respectivamente.

Albúmina, es la proteína de mayor concentración en el plasma, se sintetiza en el hígado, la disminución de la albúmina sérica puede ser producto de una enfermedad hepática, una dieta baja en proteína Casilla y Col (1986) citado por HERRERA (2004). Asimismo, GARCÍA *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio 117,5 g procedentes del río Sinú, reportaron niveles de 2,0 g/dL en albúmina, mientras que para (*Oreochromis niloticus*) con peso promedio de 453 g, CRIVELENTI *et al.* (2011), reportaron 0,86 g/dL de albúmina en peces procedentes de sistemas de cría intensiva 4 peces/m², alimentados con una ración a base de 28% de proteína.

Glucosa, GARCÍA *et al.* (2007), mencionan que el valor de la glucosa puede presentar variaciones intraespecíficas, como consecuencia de talla, peso, edad, temperatura, estado nutricional, estado reproductivo y estrés. Asimismo Tavares y Mataqueiro (2004); Tavares (2004) citados por TAVARES *et al.* (2007), mencionan que la variación de los niveles de glucosa en plasma están influenciados por factores ambientales y no ambientales como los hábitos alimentarios y el modo de vida de los peces, sobre todo en relación con su locomotriz. Los valores más bajos se registran en peces lentos, un alimentador inferior (Larson *et al.*, 1976; Ryzhova, 1981; Lésel *et al.*, 1986; Hefer, 1988 citado por TAVARES *et al.*, 2007).

Por su parte, TAVARES *et al.* (2007), manifiestan que estas variaciones pueden estar relacionadas con la movilización del suplemento energético en respuesta a las situaciones adversas que cada individuo o especie están expuestos en el medio ambiente, además que existe diferencia en el metabolismo de los carbohidratos entre especies.

TAVARES *et al.* (2007), evaluaron juveniles de paiche con 14 meses de edad y peso promedio de 793,4 g en Manaus - Brasil, alimentados con harina de pescado (40% de proteína), reportaron nivel de 152,4 mg/dL en glucosa en plasma, quien manifiesta que este nivel alto se debía a que el paiche es un pez carnívoro. Asimismo, DRUMOND *et al.* (2010), en su evaluaciones de alevinos y juveniles de paiche con peso promedio 25,9 g y 2,35 Kg en la ciudad de Manaus - Brasil provenientes de cultivos semi - intensivos, registraron niveles de 61,9 y 48,5 mg/dL en glucosa, respectivamente.

Por otra parte GARCÍA *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio 117,5 g procedentes del río Sinú, reportaron niveles de 128,9 mg/dL en glucosa. Asimismo, BITTENCOURT *et al.* (2003), reportaron niveles de 60,32 mg/dL de glucosa en plasma en tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) con peso desde los 100 - 900 g. provenientes de sistemas de cultivo semi - intensivo. Asimismo OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de $16,73 \pm 0,42$ g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de glucosa, cuyos niveles fueron 82,34 mg/dL y 84,87 mg/dL, respectivamente.

Creatinina, la creatinina en peces al igual que en mamíferos es producida a nivel muscular y excretada a nivel renal. El examen de creatinina en suero mide la cantidad de creatinina en la sangre. La creatinina es un producto de la degradación de la creatina, la cual es un elemento importante constitutivo del músculo y es utilizada comúnmente para medir la tasa de filtración glomerular HERRERA (2004). La creatinina es mejor indicador que la urea de enfermedad renal, ya que es eliminada mediante filtración glomerular (Lagler y col, 1977 citado por HERRERA, 2004). CRIVELENTI *et al.* (2011), en su evaluación a tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) con peso promedio de 453 g reportaron niveles de 0,54 mg/dL de creatinina en peces procedentes de sistemas de cría intensiva 4 peces/m², alimentados con una ración a base de 28% de proteína.

Urea, dentro de los compuestos nitrogenados no proteicos (NNP), se encuentra la urea y creatinina, la urea en peces es producida a nivel hepático y pasa rápidamente a todos los tejidos del organismo. La urea en peces aumenta por daño en hígado y alteraciones en las branquias y disminuye en daño renal. La excreción del amonio y urea conlleva a la pérdida de material combustible por parte del pez. La mayor parte de esta pérdida de nitrógeno ocurre por la excreción a través de las branquias en forma de amonio, con alguna pérdida por parte de los riñones como urea y amonio (HERRERA, 2004). TAVARES *et al.* (2007), evaluaron a juveniles de paiche con peso promedio 793,4 g en Manaus - Brasil, alimentados con harina de pescado (40% de proteína), reportaron 9,3 mg/dL de urea. Asimismo, DRUMOND *et al.* (2010), evaluaron alevinos y juveniles de paiche con pesos promedio 25,9 g y 2,35 Kg en la ciudad de Manaus - Brasil provenientes de cultivos semi - intensivos, registraron 1,1 y 2,4 mg/dL de urea respectivamente.

Por su parte, CRIVELENTI *et al.* (2011), evaluaron tilapias del nilo (*Oreochromis niloticus*) con peso promedio de 453 g reportaron un nivel de 8,19 mg/dL de urea en peces procedentes de sistemas de cría intensiva 4 peces/m², alimentados con una ración a base de 28% de proteína. OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de 16,73 ± 0,42 g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística (p>0,05) con respecto al nivel de urea, cuyos niveles fueron 489,01 y 419,82 mg/dL respectivamente.

Colesterol total, la mayor parte del colesterol se sintetiza en el hígado, el resto procede de la dieta. El colesterol excedente se excreta a través de la bilis Davidson y Lumsden (2000) citados por HERRERA (2004). Asimismo, GARCIA *et al.* (2007), que los niveles de lípidos decrece en el plasma después del desove y de periodos de ayuno; pero se incrementan cíclicamente con la alimentación en la época no reproductiva y son esencialmente elevados antes del desove. TAVARES *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de paiche con 14 meses de edad y peso promedio de 793,4 g en Manaus - Brasil, alimentados con harina de pescado 40% de proteína, reportaron 204,1 mg/dL de colesterol. Asimismo, DRUMOND *et al.* (2010), en su evaluación de alevinos y juveniles de paiche con peso promedio 25,9 g y 2,350 Kg en la ciudad de Manaus-Brasil provenientes de cultivos semi-intensivos, registraron 280,2 y 255,8 mg/dL de colesterol respectivamente.

Por su parte, GARCÍA *et al.* (2007), en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) con peso promedio 117,5 g procedentes del rio Sinú, reportaron un nivel de 277,8 mg/dL de colesterol total, señalando que el estudio se realizó en animales juveniles con gónadas inmaduras. Asimismo, OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), con pesos promedio inicial de $16,73 \pm 0,42$ g, sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* con 0,4% de inoculación), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de colesterol total, cuyos valores fueron 72,79 mg/dL y 68,64 mg/dL respectivamente.

2.4. Generalidades del alevino de paiche

Se considera como tal desde los 10 días de nacido, luego de la reabsorción del saco vitelino, hasta que se independiza de los padres, entre los 3 y 4 meses de edad (GUERRA *et al.*, 2002). El comportamiento de los alevinos, al igual que las post - larvas es de agregación o formación de cardumen compacto al nadar, con agilidad en el desplazamiento, esto sugiere un comportamiento de autoprotección ya que desde que emergen nadan alrededor de la cabeza del progenitor.

El color del paiche es negro cuando están en estado larval y de alevinos, y castaño claro del octavo al noveno mes de edad. La cabeza es parda y el dorso negruzco; las escamas abdominales, en la mitad posterior del cuerpo, son ribeteadas de 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 (Lima, 1999; citado por FRANCO, 2005). Durante el período de reproducción, los ejemplares machos tienen una acentuada coloración oscura en la región dorsal (REBAZA *et al.*, 1999).

2.4.1. Clasificación taxonómica

El paiche “El gigante del Amazonas” siguiendo el sistema taxonómico adoptado por Berg (1937) citado por CAMPOS (2001) se ubica de la siguiente forma.

Súper orden	: Osteoglossomorpha
Orden Clupeiformes	: Osteoglossiformes
Superfamilia	: Osteoglossidae (Arapaimidae)
Familia	: Arapaimidae
Gen. Esp	: <i>Arapaima gigas</i> , Cuvier
Nombre vulgar	: Paiche, Pirarucú, Arapaima

2.4.2. Calidad de agua para el manejo de alevinos de paiche

Temperatura del agua, Rodríguez *et al.* (2001) citado por FRANCO (2005), mencionan que la temperatura juega un papel muy importante en el desarrollo de los peces tropicales; el paiche por ser un pez de aguas cálidas debe mantenerse en un rango de temperatura entre los 24 - 31°C, siendo la temperatura ideal para este tipo de pez los 28°C. A diferencia de los reproductores de paiche los alevinos deben mantenerse a una temperatura entre los 26 - 29°C, ya que estos últimos son más susceptibles a estrés térmico incluso si son sometidos a temperaturas bajas por tiempos prolongados pueden ocasionar la muerte. El cual es corroborado por Franco (2003) citado por FRANCO (2005), reporta que temperaturas menores a 24 °C son mortales para los alevinos de pirarucú en etapas juveniles.

pH del agua, REBAZA *et al.* (1999); FRANCO Y PELÁEZ (2007); mencionan que el pH recomendado para el manejo del paiche debe estar entre 6,5 y 9,0 unidades. Asimismo, FRANCO (2005); manifiesta que las estructuras branquiales de los peces son altamente sensibles a valores

extremos de pH (básicos o ácidos), casos en los cuales se presentan daños de las laminillas y en el tejido que recubre las branquias, también se manifiesta en los peces una excesiva acumulación de mucus en el tejido branquial que interfiere en el intercambio gaseoso causando "stress respiratorio" y desequilibrio de sustancias entre el medio acuático y en el pez. Argumedo (2005) citado por FRANCO (2005), manifiesta que a valores bajos de pH, igual o por debajo de 4 y por encima de 11 unidades, se produce la muerte, en tanto que el rango deseable está entre 6,5 y 8,5 unidades.

Oxígeno disuelto, Argumedo (2005), citado por FRANCO (2005), manifiesta que los Osteoglossidae, grupo al cual pertenece el (*Arapaima gigas*) conforman un grupo de peces adaptados a ecosistemas acuáticos pobres en oxígeno, donde la vejiga natatoria del paiche está transformada en un órgano de respiración, quizás más funcional e importante que las branquias, las cuales están poco desarrolladas. Asimismo, Franco (2003) citado por FRANCO (2005), menciona que las bajas concentraciones de oxígeno disuelto no presentan inconvenientes, para los alevinos de paiche mayores 3,0 cm debido a su doble respiración.

Por su parte REBAZA *et al.* (1999); manifiestan que el rango deseable de oxígeno disuelto en el agua para cultivo de paiche es de 5 mgL⁻¹. Asimismo, Caveró (2003) citado por FRANCO (2005), establece este rango entre 4,5 a 6,0 mgL⁻¹.

Nitrito, cuando el nitrito es absorbido por los peces, reacciona con la hemoglobina formando metahemoglobina, y hace que la sangre pierda su capacidad de transportar oxígeno para los procesos biológicos. Por eso en exposición prolongada a nitrito se puede llegar a la hipoxia y a la cianosis. La sangre con apreciable cantidad de nitrito es de color marrón, dando lugar a la “enfermedad de la sangre marrón”. La concentración letal de nitrito varía con las especies y con la temperatura. La adición de calcio y cloruro al agua de cultivo reduce la toxicidad del nitrito en los peces (REBAZA *et al.*, 1999).

Amonio, el amonio es un producto del metabolismo de los organismos y como resultado de la descomposición de la materia orgánica por medio de las bacterias. El nitrógeno amoniacal en el agua se encuentra en forma no ionizada como amoníaco (NH_3), o en forma ionizada como amonio (NH_4^+). En la forma no ionizada es tóxico y los peces sólo pueden soportar pequeñas cantidades, que varían con el tiempo de exposición 0,6 a 2,0 mg/l. El pH y la temperatura interactúan con el nitrógeno amoniacal y, en cierta forma, regulan la presencia de uno u otro ion (REBAZA *et al.*, 1999).

Alcalinidad, GOYENOLA (2007), menciona que la alcalinidad no sólo representa el principal sistema amortiguador (tampón, buffer) del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva de CO_2 para la fotosíntesis, la alcalinidad mínima de 20 mg de

CaCO₃/L para mantener la vida acuática. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH (acidificación).

Asimismo, DEL RISCO *et al.* (2008), en su bioensayo evaluaron alevinos de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier) con peso inicial de 85 g y manejados con una densidad de 1 alevino/50L, registraron concentraciones de 29 ppm de alcalinidad.

Dureza, GARCIA (2007), manifiesta que la dureza del agua afecta principalmente a los peces en su mecanismo de osmorregulación. En los peces de agua dulce, el líquido corporal tiene una concentración de sales superior a la del agua que lo rodea, y la tendencia natural es entrada de agua y pérdida de sales en los tejidos. Asimismo, DEL RISCO *et al.* (2008); reportaron en sus bioensayos concentraciones de 26 ppm de dureza, en alevinos de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier) con un peso inicial de 85 g manejados en una densidad a razón de 1 alevino/50L.

2.4.3. Densidad de siembra

PADILLA *et al.* (2003), GUERRA *et al.* (2002), después de realizado sus bioensayos recomiendan usar las siguientes densidades de siembra: Cuyas longitudes en promedio sean 5, 8 y 12 - 15 cm, a razón de individuos/litro de agua, de 1 individuo/1 litro, 1 individuo/2,5 litros y 1 individuo/5 litros, respectivamente.

2.4.4. Requerimiento nutricional

FRANCO (2005), manifiesta que los alevinos se deben alimentar hasta la saciedad inicialmente con una dieta de zooplancton y *Artemia salina*, la cual progresivamente se va sustituyendo con alimento concentrado en polvo al 45% de proteína. Asimismo, Pereira - Filho (2002) citado por FRANCO Y PELAÉZ (2007), establecen el porcentaje mínimo de proteína para paiche, hasta de un kilo, en 50% y de un kilo en adelante de 40 - 45% de proteína bruta. Se recomienda que el origen de la proteína sea harina de pescado.

2.4.5. Parámetros zootécnicos

Consumo de alimento, Se conoce que el paiche es un pez carnívoro, y en ambientes naturales se alimenta de otros peces pequeños, en tal sentido, Imbiriba (1991) citado por SANDOVAL (2007), menciona que la tasa de alimentación de alevinos post-larval debe ser a razón de 8 - 10% del peso vivo de los animales. Por su parte, PADILLA *et al.* (2003), mencionan que la frecuencia de alimentación es recomendable cada 2 a 3 horas durante el día. Asimismo, Gandra *et al.* (2002) citado por SANDOVAL (2007), reportan que, después de 45 días de estudio, la frecuencia (2x, 3x y 4x veces por día) de alimentación de los alevinos no influencia el desempeño de crecimiento del paiche.

Ganancia de peso, PADILLA *et al.* (2003), en su evaluación en alevinos de paiche en estanques de cemento con un peso promedio de 53,5 g alimentados con una ración artificial con 50% de proteína y una tasa de 5% de la biomasa, en la que reportó una ganancia de peso a razón de 138,5 g en 90 días experimentales (1,54 g/día).

Por su parte DEL RISCO *et al.* (2007), evaluaron alevinos de paiche (IIAP - Iquitos) de 86,84 g en promedio, alimentado con 40% de proteína con una tasa equivalente al 3% de la biomasa corporal todo ello en condiciones de laboratorio, reportando las mejores ganancias de peso a razón de 492,6 g en 104 días de evaluación (4,74 g/día). Asimismo, DEL RISCO *et al.* (2008), reportaron que alevinos de 85 g en promedio alimentados con 40% de proteína alcanzaron 259,3 g de ganancia en 57 días de evaluación (4,5 g/día)

Incremento de la talla acumulada, PADILLA *et al.* (2003), evaluaron alevinos de paiche con un peso promedio de 53,5 g, alimentados con una ración artificial con 50% de proteína, durante un periodo de 3 meses, reportaron una ganancia de longitud de 10,9 cm en 90 días (lo que correspondería a 6,95 cm en 57 días de evaluación). Asimismo, DEL RISCO *et al.* (2007), en su bioensayo evaluaron alevinos de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier) en el IIAP - Iquitos de 23,3 g en promedio, alimentado con 40% de proteína con una tasa equivalente al 3% de la biomasa corporal todo ello en condiciones de laboratorio, reportando las mejores ganancias en longitud a razón de 19,0 cm en 104 días de evaluación (lo que correspondería a 11,4 cm a 57 días de evaluación).

Asimismo DEL RISCO *et al.* (2008), en su bioensayo reportaron su mejor ganancia en longitud de 15,89 cm en alevinos de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier) alimentados con 40% de proteína total en un periodo de 84 días (lo que corresponde a 10,78 cm en 57 días de evaluación experimental).

Conversión alimenticia, PADILLA *et al.* (2003), reportaron una conversión alimenticia de 3,1 en alevinos de paiche, cuyo peso y longitud promedio fueron 53,51 g y 19,13 cm, respectivamente, quienes fueron sometidos a la adaptación de una ración artificial a base de 50% de proteína. Asimismo, DEL RISCO *et al.* (2007), evaluaron alevinos de paiche (IIAP - Iquitos) de 88,5 g y 23,3 cm en promedio, alimentado con 40% de proteína con una tasa equivalente al 3% de la biomasa corporal en un periodo de 104 días todo ello en condiciones de laboratorio, reportando la mejor tasa de conversión alimenticia aparente de 1,27.

DEL RISCO *et al.* (2008), reportaron la mejor conversión alimenticia aparente de 1,07 en alevinos de paiche con un peso promedio de 85 g alimentados con 40% de proteína en un periodo de 84 días de evaluación, todo ello en condición de laboratorio. Por su parte DELGADO (2013), en su bioensayo reportó 0,94 de conversión alimenticia en alevinos de paiche con peso promedio 363,8 g alimentados con una ración extrusada en base a 50% de proteína, todo ello en condiciones de laboratorio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en dos lugares, la primera que consistió en el manejo y toma de muestras del material biológico de los alevinos de paiche en las Instalaciones de la Planta Piloto del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP – Ucayali), el cual se ubica en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali. km 12,4 de la carretera Federico Basadre. Geográficamente se ubica en el centro oriental del Perú a una altitud de 154 m.s.n.m; cuyas coordenadas son 80° 22' 59" latitud Sur, 79° 33' 00" longitud Oeste. Con una temperatura promedio anual de 26°C, precipitación anual de 1570 mm.

La segunda parte consistió en el análisis del material biológico de las muestras la cual se desarrolló en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, Distrito Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado entre la cordillera central y oriental del Perú a una altitud de 600 m.s.n.m; a 9° 17' 58" de latitud Sur y 76° 01' 07" de longitud Oeste, presentando una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación promedio anual de 3,179 mm UNAS (2009). El trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de abril a junio del 2013.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de carácter experimental.

3.3. Componentes en estudio

3.3.1. Instalaciones

Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio “NATURA” E.I.R.L ubicado en la ciudad de Coronel Portillo - Pucallpa para realizar los análisis de hematocrito, hemoglobina y la centrifugación de las muestras para la obtención del suero y mantenerlas en refrigeración. Los análisis del perfil bioquímico sanguíneo se realizaron en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) en la ciudad de Tingo María.

3.3.2. Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron varios: Refrigeradora (para la conservación de las muestras tomadas), baño maría, espectrofotómetro, centrífuga y analizador bioquímico URIT – 810 (para la posterior lectura de las muestras con respecto a los parámetros bioquímicos sanguíneos). Y los materiales utilizados fueron: Cámara fotográfica, laptop, kit de análisis de agua, balanza digital, ictiómetro, termómetro, reloj, tubos de ensayo, gradillas, cuadernos de apunte, lapicero.

Asimismo 12 tinas circulares de plástico con capacidad de 85 litros, con recambio de agua a una altura que contuvo 56 litros de capacidad. Las tinas fueron colocadas a una altura de 0,80 m sobre 03 tanques de concreto. Asimismo un equipo de abastecimiento de agua (pozo tubular) de 100 m de profundidad con capacidad de 30 m³ proporcionó de agua a las tinas a un caudal de 1,7 L/min.

Con respecto al recambio de agua se realizó durante todo el día de 8 a.m. - 8 p.m. a excepción de la noche que permaneció sin recambio. Previo a la instalación del experimento las tinas fueron desinfectadas con lejía (1 cojín de 125 ml por 10 litros de agua). Sin dejar de mencionar el uso de maderas y mallas para la construcción de tapas con la finalidad de no permitir que los alevinos de paiche fueran a salir de las tinas.

3.3.3. Material biológico

La selección de los alevinos de paiche fue de una población de 300 alevinos de paiche que fueron manejados en tanques rectangulares de concreto, con capacidad de 1000 L, recambio constante de agua y alimentados *ad - libitum* con una ración extrusado a base de 50% de proteína. Los peces experimentales fueron 120 alevinos de la especie *Arapaima gigas* de 54 días de edad con un peso inicial de $73,9 \pm 9,4$ g y $22,1 \pm 1,0$ cm de talla en promedio; obtenidos por reproducción natural en condiciones de cautiverio en el IIAP - Ucayali, que fueron posteriormente distribuidos en cuatro tratamientos, tres repeticiones y cada repetición con 10 alevinos de paiche.

3.3.4. Insumo en estudio

La bacteria probiótica (*Lactobacillus sp.*) "nativo", fue obtenido a partir de la fermentación de (*Brassica oleracea*) "col". Los mismos que fueron activadas en un medio necesario para su crecimiento, según la técnica utilizada por Saldaña & Fukushima (2010), se mezcló con melaza diluida esterilizada con 73,6 °Bx el cual fue medido mediante el uso de un refractómetro marca ABBE, y a ésta mezcla se agregó extracto de (*Carica papaya*) "papaya" verde batida, y posteriormente fue incubada a temperatura ambiente por diez días.

3.3.5. Ración experimental

El alimento de los alevinos de paiche fue formulada en la Planta de Alimentos Balanceado - UNAS, cuyo tenor nutricional fue 40% de proteína, 3,900 kcal/kg energía digestible 1,95% Ca, 0,80% fosforo, 4,74% lisina, 1,84% metionina, 2,11% treonina, 0,54% triptófano, presentados en forma de pellet de 2 mm, la cual fue suministrado de acuerdo a la biomasa (peso promedio y el total de alevinos) y se aplicó una tasa de alimentación del 3% durante toda la ejecución de la investigación (2 meses). El suministro de la ración se realizó 6 veces por día en horas de 8 a.m., 10 a.m., 12 a.m, 2 p.m, 4 p.m y 6 p.m, respectivamente.

3.3.6. Metodología para la suplementación del probiótico (*Lactobacillus sp.*) en la ración

La preparación de la ración extrusado con el *Lactobacillus sp.*, fue una labor de todos los días que consistió en pesar las cantidades del alimento estimado para cada unidad experimental de cada tratamiento. Para determinar la cantidad de *Lactobacillus sp.*, a suministrar en la ración extrusado se tuvo en cuenta la cantidad de alimento y porcentaje de *Lactobacillus sp* (2, 4 y 8% que le correspondía de acuerdo al tratamiento que representa dicha unidad experimental).

La incorporación del *Lactobacillus sp.*, a la ración extrusado se realizó mediante el empleo de una aspersor, se procuró que el alimento se homogenice con el *Lactobacillus sp.*, lo más que pueda, después se dejó por 10 minutos para que el alimento absorba el *Lactobacillus sp.*, hecho esto el alimento estaba listo para la brindar a los alevinos.

3.4. Variable independiente

- Probiótico (*Lactobacillus sp.*)

3.5. Tratamientos en estudio

Los tratamientos consistieron en la suplementación de diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*, en la ración de alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier).

T0 : Ración sin suministración de probiótico (*Lactobacillus sp.*)

T1 : Ración suministrada con 2% de probiótico (*Lactobacillus sp.*)

T2 : Ración suministrada con 4% de probiótico (*Lactobacillus sp.*)

T3 : Ración suministrada con 8% de probiótico (*Lactobacillus sp.*)

3.6. Análisis estadístico

Los peces fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones para cada tratamiento, la unidad experimental fue de 10 alevinos de paiche, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación cualesquiera, de la unidad experimental, que corresponde a la j -ésima observación, sujeto al i -ésimo tratamiento.

U : Media poblacional.

T_i : Efecto de la suplementación de diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp*) en la ración de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier).

E_{ij} : Efecto atribuido al error experimental

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SAS (SAS, 2008) y la diferencia entre los promedio fueron realizados mediante el Test de Tukey 5%.

3.7. Croquis de distribución de los tratamientos



3.8. Variables dependientes

Parámetros hematológicos:

- Nivel de hematocrito (%).
- Nivel de hemoglobina (g/dL)

Parámetros bioquímicos sanguíneos:

- Nivel de proteína total (g/dL)
- Nivel de albúmina (g/dL)
- Nivel de glucosa (mg/dL)
- Nivel de creatinina (mg/dL)
- Nivel de urea (mg/dL)
- Nivel de colesterol total (mg/dL)

Parámetros zootécnicos:

- Consumo de alimento diario (g/día)
- Ganancia de peso diario (g/día)
- Conversión alimenticia
- Incremento en talla acumulada (cm)

3.9. Datos a registrar

3.9.1. Parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos

La toma de muestra para determinar los niveles hematológicos y bioquímicos sanguíneos en sangre se realizaron en tres evaluaciones:

- 1^{era} evaluación: día 1 de iniciado el experimento
- 2^{da} evaluación: día 30 de iniciado el experimento
- 3^{era} evaluación: día 60 de iniciado el experimento

Para ello se capturó al azar 4 alevinos de paiche para la primera evaluación, 12 alevinos de paiche (3/tratamiento) para la segunda evaluación y finalmente 12 alevinos de paiche (3/tratamiento) para tercera evaluación.

Captura y anestesiado, los alevinos fueron capturados al azar (3/tratamiento) mediante un carcal, para ello previamente se redujo el nivel del agua en los recipientes (tinajas), aproximadamente a 20 litros con la finalidad de capturarlos con facilidad y disminuir el stress. Posteriormente se colocaron a los alevinos en una solución anestésica. Para ello se utilizó un balde con 6 litros de agua, luego con una jeringa tuberculina se mezcló 0,2 mL de Eugenol U.S.P marca comercial "MOYCO" (4 - alil - 2 - metoxifenol) más 0,2 mL de alcohol de 96°, se agitó y procedió a mezclar homogéneamente.

Posteriormente los alevinos fueron introducidos a la solución anestésica por un término de 50 segundos aproximadamente hasta observar las características de anestesia de un nivel II; que consiste en la pérdida parcial del equilibrio, dificultad para mantener la posición normal de nado y sin movimiento; luego se extrajo sangre mediante la punción de la arteria caudal. Este proceso conlleva 2 punciones por alevino y se usó 2 jeringas de 3 ml y 2 agujas de tuberculina por cada alevino.

Toma de muestra de sangre para análisis en niveles hematológicos, en este procedimiento se utilizó una jeringa previamente heparinizados con anticoagulante de marca “HEMONOR” (Heparina sódica 250000 UI/5 ml) para bañar la jeringa. La punción se hizo en la arteria caudal del alevino a 1 ml de distancia de la primera punción en dirección a la cabeza (2^{da} punción).

Para determinar los valores hematológicos (hemoglobina y hematocrito), se utilizó sangre fresca entera y a partir de los 30 minutos de ser extraídas puesto en refrigeración, trasladada en cajas de tecnopor con hielo en todo el contorno del recipiente para evitar que las muestras se calentaran y posteriormente analizadas en el laboratorio “Natura” en la ciudad de Pucallpa.

Toma de muestra de sangre para análisis en niveles bioquímicos sanguíneos, los parámetros en bioquímica sanguínea se analizó mediante la extracción de 1,5 ml de sangre de la arteria caudal (1^{ra} punción) y se colocó en un tubo de ensayo previamente identificado, luego se refrigeró 30 minutos después de la extracción de las muestras y fue trasladado en una caja de tecnopor al Laboratorio “NATURA” en la ciudad de Pucallpa, para obtener suero se centrifugó 1,5 ml de sangre entera, se usó una centrífuga marca GERMANY MODELO PCL de 3000 rpm en un periodo de 3 minutos, separándose el suero mediante una micro pipeta marca DRAND de 100 μ L.

3.9.2. Parámetros hematológicos

Nivel de hematocrito, El hematocrito (Hc) se lee en porcentaje (%) de acuerdo con el método de microhematocrito en tubos capilares Goldenfarb *et al.* (1971) citado por TAVARES *et al.* (1999), A hora bien se determinó utilizando sangre entera fresca, posteriormente se llenó los tubos capilares que contenían anticoagulante sellándose con plastilina, a cada una de las muestras T0, T1, T2, T3 con sus respectivas repeticiones, luego 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).

Nivel de hemoglobina, La hemoglobina (Hb) se expresa en gramos de hemoglobina por 100 mililitros de sangre (g/dL), determinó utilizando el reactivo DRABKIN x 500 ml del laboratorio BIOLABTEST. Luego se calibró el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546 nm, posteriormente se determinó la densidad óptima de un patrón artificial (hemoglobina estándar de 18 g de BALTEK), después se tomó 15 µL de sangre de las muestras al cual se le adicionó 2,5 ml de solución DRABKIN, se agitó para homogenizar y en el espectrofotómetro se hizo la lectura.

3.9.3. Parámetros bioquímicos sanguíneos

Nivel de proteína total, se determinó utilizando el método calorimétrico con el paquete analítico del laboratorio WINER quienes indican el siguiente método: colocar en tres tubos de ensayo respectivamente rotulados;

1B (blanco), 1S (estándar), 28D (desconocido). Luego se colocó 50 µL de agua destilada en el tubo B, 50 µL de suero patrón en la S y la D 50 µL de la muestra, para después añadir 3,5 ml de reactivo EDTA/Cu a los tres tubos, se mezcló y posteriormente incubamos a 36,9°C por minutos. Finalmente se procedió a leer los resultados con el analizador bioquímico URIT – 810.

Nivel de albúmina, se determinó utilizando el método calorimétrico el cual consistió en: emplear treinta tubos de ensayo respectivamente rotulados: 1B, 1S, 28D. En el tubo S añadió 10 µL de suero patrón, en el tubo D 10 µL de muestra y 3,5 ml de reactivo BCF a los 3 tubos; luego mezclamos e incubamos a 26°C por 10 minutos; se procedió a leer los resultados en el analizador bioquímico URIT – 810.

Nivel de glucosa, se determinó usando el método enzimático en: en la que se utilizó treinta tubos de ensayo previamente rotulados: 1B (blanco), 1S (estándar), 28D (desconocido). En el tubo S se añadió 20 µL de muestra y 2 ml de reactivo de trabajo a los 3 tubos, se llevó a baño maría a 36,9°C por 10 minutos, después se hizo lectura con el analizador bioquímico URIT – 810.

Nivel de creatinina, se determinó utilizando el método calorimétrico haciendo uso de treinta tubos de ensayo rotulados: 1B (blanco), 1S (estándar), 28D (desconocido): Luego se adicionó 0,40 ml de agua más 0,80 ml R. Pícrico en el tubo de ensayo B y en el tubo de ensayo S se adicionó

0,20 ml Standard; 0,20 ml agua más 0,80 ml R. Pícrico y en el tubo de ensayo D se adicionó 1,20 ml desproteinizado para después añadir 0,20 ml de Buffer Alcalino a los tres tubos, procedemos a mezclar e incubar 20 minutos a temperatura ambiente (20 a 25°C.). Se desarrolló la lectura con el analizador bioquímico URIT – 810.

Nivel de urea, se determinó utilizando el método calorimétrico en la que consistió, hacer usos de treinta tubos de ensayo rotulados: en tres tubos de fotocolorímetro marcados 1B (Blanco), 1S (Standard) y 28D (Desconocido), para B (blanco) se añadió 750 µL de reactivo A más 250 µL de reactivo B, en S (estándar) se añadió 10 µL de estándar más 750 µL de reactivo A más 250 µL de reactivo B y para desconocido 10 µL de muestra (suero) más 750 µL de reactivo A más 250 µL de reactivo B. todo este proceso se desarrolló cuando los tubos de ensayo previamente estuvieron colocados en baño maría a 37°C por 2 - 3 minutos para su posterior lectura, realizado con el analizador bioquímico URIT - 810.

Nivel de colesterol total, se determinó utilizando el método calorimétrico en la cual consistió el uso de treinta tubos de ensayo rotulados: 1B (blanco), 1S (estándar), 28D (desconocido). En el tubo S se añadió 20 µL de suero patrón, en el tubo D 20 µL de muestra y 2 ml de reactivo de trabajo a los 3 tubos, se llevó a baño de agua a una temperatura de 36,9°C por minutos. Luego se realizó la lectura con el analizador bioquímico URIT – 810.

3.9.4. Parámetros zootécnicos

Los parámetros zootécnicos fueron evaluados en tres periodos tal como se muestra a continuación.

- Periodo 1: 0 - 25 días experimentales (54 - 79 días de edad)
- Periodo 2: 0 - 40 días experimentales (54 - 94 días de edad)
- Periodo 3: 0 - 57 días experimentales (54 - 111 días de edad)

Consumo de alimento diario (CAD), para alimentar a los alevinos de paiche se utilizó un alimento elaborado en la Planta de Alimento Balanceado-UNAS, presentados en forma de pellet de 2 mm de diámetro. El alimento para alevinos tubo un contenido nutricional de 40% de proteína, 3,900 kcal/kg energía digestible, 1,95% Ca; 0,80% fosforo; 4,74% lisina; 1,84% metionina; 2,11% treonina; 0,54% triptófano. El alimento fue suministrado con una tasa de alimentación del 3% de su biomasa, con una frecuencia de 2 horas, iniciándose a las 8 a.m. hasta las 6 p.m. durante el día y todo este proceso se desarrolló semanalmente. Las raciones para cada repetición fueron pesadas diariamente. Los cálculos se realizaron mediante la siguiente fórmula.

- Biomasa

$$B = N^{\circ}A \times Wp$$

Donde:

B : Biomasa

N[°]A : Número de alevinos

Wp : Peso promedio de los alevinos

– Alimento suministrado (AS):

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

Donde:

AS : Alimento suministrado

TA : Tasa alimentaria

B (Kg): Biomasa de los alevinos (Kg)

Ganancia de peso diario (GPD), la ganancia de peso diario se determinó mediante la diferencia entre el peso final (Pf) y el peso inicial (Pi) dividido entre el número de días experimentales transcurrido por cada periodo; para ello se utilizó una balanza digital de marca DS425 con un rango de 0 - 3 Kg y una sensibilidad de 0,1 g.

$$GPD = \frac{Pf \text{ (g)} - Pi \text{ (g)}}{N}$$

Donde:

GPD : Ganancia de peso diario

Pf (g) : Peso final en gramos

Pi (g) : Peso inicial en gramos

N : Días de evaluación

Conversión alimenticia (CA), es la relación entre el alimento consumido (AC) y la ganancia de peso (GP). Se calculó en cada periodo mediante la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{AC}{GPD}$$

Donde:

CA : Conversión alimenticia

AC : Alimento consumido

GPD : Ganancia de peso diario

Incremento en talla acumulada (ITA), la talla se registró midiendo al 100% de la muestra. El incremento de este parámetro biométrico se obtuvo midiendo la longitud del total de alevinos, por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. Se utilizó un ictiómetro de 50 cm graduado al milímetro, realizándose 08 evaluaciones con un intervalo de 8 días.

$$ITA = Lf - Li$$

Donde:

ITA : Incremento de talla acumulada (cm)

Lf : Longitud final (cm)

Li : Longitud inicial (cm)

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros hematológicos (niveles de hematocrito y hemoglobina) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus* sp.

En relación a los niveles hematológicos los resultados se muestran en el Cuadro 1, estos se presentan bajo el efecto de los factores tratamientos, día de evaluación y la respectiva interacción entre ambos. Para el factor tratamientos no hubo diferencia estadística ($p > 0,05$) en relación al hematocrito y hemoglobina; cabe mencionar que los tratamientos 2 y 4% presentaron el menor porcentaje de hematocrito 28,56% para cada tratamiento, comparado con el 0 y 8% que presentaron niveles de hematocrito 30,00 y 28,67%, respectivamente, siendo evidente que el factor tratamiento no hizo variar los niveles hematológicos.

En cuanto al factor día de evaluación los niveles de hemoglobina presentaron diferencia estadística ($p < 0,05$) registrándose que a medida transcurrían los días de evaluación los niveles de hemoglobina se vieron disminuidos 9,03; 8,78 y 8,04 g/dL correspondientemente a los 54; 84 y 114 días de edad, respectivamente. Aunque no existiera diferencia estadística ($p > 0,05$) en los niveles de hematocrito cabe mencionar que el valor más alto se reportó a los 54 días de edad.

Cuadro 1. Valores medios \pm desviación estándar de los niveles hematológicos en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, evaluados durante 60 días experimentales.

Factores	Parámetros hematológicos	
	Nivel hematocrito (%)	Nivel hemoglobina (g/dL)
Tratamiento	P= 0,76	P= 0,27
Día de evaluación	P= 0,26	P= 0,01
Trat*Día de eval.	P= 0,67	P= 0,42
CV (%)	11,76	8,09
Tratamiento		
0%	30,00 \pm 2,18 ^a	8,89 \pm 0,50 ^a
2%	28,56 \pm 3,32 ^a	8,72 \pm 1,09 ^a
4%	28,56 \pm 3,88 ^a	8,24 \pm 0,78 ^a
8%	28,67 \pm 3,74 ^a	8,61 \pm 0,76 ^a
Día de evaluación		
1 día	29,67 \pm 2,15 ^a	9,03 \pm 0,47 ^a
30 día	27,58 \pm 3,73 ^a	8,78 \pm 1,02 ^a
60 día	29,58 \pm 3,50 ^a	8,04 \pm 0,50 ^b

Los valores con letras diferentes dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según prueba de Tukey; CV= Coeficiente de variación; 0, 2, 4 y 8% = diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp*) por tratamientos.

4.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos (niveles de proteína total, albumina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total) en alevinos del paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

En relación a los niveles bioquímicos sanguíneos los resultados se muestran en el Cuadro 2, estos se muestran bajo los efectos de los factores tratamiento, día de evaluación y la respectiva interacción entre ambos.

Cuadro 2. Promedio \pm desviación estándar de los niveles bioquímicos sanguíneos en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*, evaluados en tres periodos.

Factores	Parámetros bioquímicos sanguíneos					
	Proteína (g/dL)	Albúmina (g/dL)	Glucosa (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	Urea (mg/dL)	Colesterol Total (mg/dL)
Tratamiento	P= 0,16	P= 0,92	P= 0,48	P= 0,59	P= 0,48	P= 0,84
Edad	P= 0,85	P= 0,01	P= 0,04	P= 0,70	P= 0,01	P= 0,01
Trat*Día de eval.	P= 0,68	P= 0,99	P= 0,23	P= 0,83	P= 0,85	P= 0,56
CV (%)	8,74	11,36	22,47	34,83	4,54	12,43
Tratamientos						
0%	2,19 \pm 0,18 ^a	0,76 \pm 0,11 ^a	33,04 \pm 7,26 ^a	0,76 \pm 0,27 ^a	35,74 \pm 1,81 ^a	107,77 \pm 19,45 ^a
2%	2,09 \pm 0,14 ^a	0,79 \pm 0,09 ^a	31,74 \pm 12,55 ^a	0,62 \pm 0,20 ^a	36,19 \pm 2,86 ^a	112,68 \pm 15,55 ^a
4%	2,09 \pm 0,13 ^a	0,77 \pm 0,12 ^a	36,85 \pm 5,75 ^a	0,64 \pm 0,24 ^a	36,22 \pm 2,79 ^a	111,63 \pm 18,09 ^a
8%	2,27 \pm 0,25 ^a	0,77 \pm 0,10 ^a	35,94 \pm 7,44 ^a	0,71 \pm 0,17 ^a	36,96 \pm 2,87 ^a	108,37 \pm 15,78 ^a
Día de evaluación						
1 día	2,13 \pm 0,13 ^a	0,87 \pm 0,09 ^a	38,73 \pm 5,37 ^a	0,64 \pm 0,23 ^a	35,08 \pm 0,49 ^b	124,87 \pm 12,10 ^a
30 día	2,17 \pm 0,21 ^a	0,73 \pm 0,05 ^b	30,27 \pm 11,42 ^b	0,71 \pm 0,19 ^a	34,62 \pm 0,84 ^b	105,82 \pm 13,21 ^b
60 día	2,18 \pm 0,22 ^a	0,72 \pm 0,07 ^b	34,18 \pm 5,73 ^a	0,71 \pm 0,25 ^a	39,13 \pm 2,50 ^a	99,66 \pm 13,68 ^b

Los valores con letras diferentes dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según prueba de Tukey; CV=coeficiente de variación, P= significancia; 0, 2, 4 y 8% = diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp*) por tratamientos.

En cuanto al factor tratamiento raciones inoculadas con diferentes niveles de *Lactobacillus* sp no mostraron diferencia estadística ($p>0,05$) en los niveles de proteína total, albúmina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total.

Cabe mencionar que las mayores niveles de proteína, albumina, glucosa, creatinina, urea, colesterol total, se registraron en los tratamientos 8% (2,27 g/dL de proteína), 2% (0,79 mg/dL de albumina), 4% (36,85 mg/dL de glucosa), 0% (0,76 mg/dL de creatinina), 8% (36,96 g/L de urea) y 8% (108,37 mg/dL de colesterol total), respectivamente.

En cuanto al factor día de evaluación los niveles en albúmina, glucosa, urea y colesterol total presentaron diferencias estadísticas ($p<0,05$) reportándose en la primera evaluación (54 días de edad), concentraciones superiores de albúmina (0,87 mg/dL), glucosa (38,73 mg/dL) y colesterol total (124,87 mg/dL), mientras que la urea reportó una concentración intermedia a razón de (35,08 g/L).

Asimismo se registró que los niveles en proteína y creatinina no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$) entre las diferentes edades, pero cabe mencionar que estos parámetros obtuvieron niveles levemente superiores en la tercera evaluación (114 días de edad) a razón de 2,18 g/dL de proteína y 0,71 mg/dL de creatinina. La respectiva interacción entre tratamiento y día de evaluación no mostraron diferencia estadística ($p>0,05$).

- 4.3. Parámetros zootécnicos (consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulado) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

Las evaluaciones de los parámetros zootécnicos con respecto al peso inicial (PI), peso final (PF), consumo de alimento diario (CAD), ganancia de peso diario (GPD) y conversión alimenticia (CA), se muestran en el Cuadro 3., con sus respectivos valores promedios y desviación estándar, coeficiente de variación y su (p) de confiabilidad.

Cuadro 3. Promedio \pm desviación estándar de los parámetros zootécnicos en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*, evaluados en tres periodos.

Tratamiento	Pi (g)	Pf (g)	CAD (g)	GPD (g)	CA
Periodo 1: 0 - 25 días experimentales (54 - 79 días de edad)					
0%	73,6 \pm 5,91 ^a	140,5 \pm 10,57 ^a	2,74 \pm 0,10 ^a	2,68 \pm 0,20 ^a	1,03 \pm 0,07 ^a
2%	75,2 \pm 3,27 ^a	146,6 \pm 5,34 ^a	2,85 \pm 0,11 ^a	2,86 \pm 0,20 ^a	1,00 \pm 0,07 ^a
4%	75,4 \pm 1,32 ^a	143,2 \pm 4,08 ^a	2,83 \pm 0,18 ^a	2,71 \pm 0,15 ^a	1,04 \pm 0,06 ^a
8%	71,4 \pm 2,10 ^a	137,7 \pm 6,13 ^a	2,73 \pm 0,17 ^a	2,65 \pm 0,17 ^a	1,03 \pm 0,07 ^a
CV (%)	4,87	4,91	5,10	6,73	6,66
P	0,54	0,49	0,65	0,55	0,90
Periodo 2: 0 - 40 días experimentales (54 - 94 días de edad)					
0%	73,6 \pm 5,91 ^a	179,9 \pm 20,48 ^a	3,18 \pm 0,15 ^a	2,66 \pm 0,38 ^a	1,21 \pm 0,16 ^a
2%	75,2 \pm 3,27 ^a	181,5 \pm 4,43 ^a	3,32 \pm 0,18 ^a	2,66 \pm 0,19 ^a	1,25 \pm 0,80 ^a
4%	75,4 \pm 1,32 ^a	187,6 \pm 6,07 ^a	3,28 \pm 0,11 ^a	2,81 \pm 0,15 ^a	1,17 \pm 0,06 ^a
8%	71,4 \pm 2,10 ^a	187,2 \pm 3,74 ^a	3,17 \pm 0,13 ^a	2,89 \pm 0,05 ^a	1,10 \pm 0,02 ^a
CV (%)	4,87	6,01	4,45	8,19	8,16
P	0,54	0,77	0,53	0,53	0,31
Periodo 3: 0 - 57 días experimentales (54 - 111 días de edad)					
0%	73,6 \pm 5,91 ^a	229,6 \pm 25,42 ^a	3,51 \pm 0,21 ^a	2,74 \pm 0,37 ^a	1,30 \pm 0,16 ^a
2%	75,2 \pm 3,27 ^a	228,2 \pm 10,05 ^a	3,62 \pm 0,21 ^a	2,68 \pm 0,23 ^a	1,35 \pm 0,11 ^a
4%	75,4 \pm 1,32 ^a	232,7 \pm 9,17 ^a	3,61 \pm 0,19 ^a	2,76 \pm 0,14 ^a	1,31 \pm 0,06 ^a
8%	71,4 \pm 2,10 ^a	239,8 \pm 3,20 ^a	3,52 \pm 0,22 ^a	2,95 \pm 0,06 ^a	1,19 \pm 0,03 ^a
CV (%)	4,87	6,24	5,77	8,31	8,16
P	0,54	0,77	0,89	0,54	0,35

Los valores con letras diferentes dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según prueba de Tukey; CV= Coeficiente de variación. P: significancia; g: gramos; Pi: peso inicial; Pf: peso final; CAD: consumo de alimento diario; GPD: ganancia de peso diario; CA: conversión alimenticia. 0, 2, 4 y 8% = diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp.*) por tratamientos.

Con respecto al peso inicial (PI), peso final (PF) y consumo de alimento diario (CAD), no presentaron diferencias estadísticas ($p>0,05$) en el transcurso de la evaluación por periodos: periodo 1: (0 - 25 días experimentales); periodo 2: (0 - 40 días experimentales) y periodo 3: (0 - 57 días experimentales), respectivamente. Numéricamente, se observa un mejor peso final y consumo de alimento diario en los alevinos de paiche alimentadas con raciones extrusada suplementadas con 8 y 2% de *Lactobacillus sp*, quienes presentaron valores de 239,8 y 3,62 g, respectivamente, durante el periodo total de evaluación 0 - 57 días.

De igual manera para la ganancia de peso diario (GPD), conversión alimenticia (CA) no presentaron diferencias estadísticas ($p>0,05$) en el transcurso de la evaluación por periodos: periodo 1: (0 - 25 días experimentales); periodo 2: (0 - 40 días experimentales) y periodo 3: (0 - 57 días experimentales), respectivamente. Numéricamente, se observa una mayor ganancia de peso diario final y mejor conversión alimenticia en los alevinos de paiche alimentado con la ración extrusada inoculada con 8% de *Lactobacillus sp*, quienes mostraron valores 2,95 g y 1,19, respectivamente, durante el periodo total de evaluación 0 - 57 días.

Los resultados de los parámetros zootécnicos con respecto al incremento de talla acumulado (ITA), se muestran en el Cuadro 4. En la cual no existe diferencia estadística ($p>0,05$) con los diferentes niveles de inclusión de *Lactobacillus sp*, por tratamientos, numéricamente se observa un mejor incremento de talla acumulado en el 8% a razón de 10,1 cm a diferencia de los 0; 2 y 4%, que presentaron 9,5; 9,1 y 9,5 cm, respectivamente.

Cuadro 4. Promedio \pm desviación estándar de los parámetros zootécnicos en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*, evaluados en tres periodos.

Tratamiento	Ti (cm)	Tf (cm)	ITA (cm)
Periodo 1: 0 - 25 días experimentales (54 - 79 días de edad)			
0%	21,9 \pm 0,53 ^a	26,9 \pm 0,63 ^a	5,0 \pm 0,17 ^a
2%	22,3 \pm 0,33 ^a	27,4 \pm 0,27 ^a	5,1 \pm 0,38 ^a
4%	22,1 \pm 0,11 ^a	27,1 \pm 0,15 ^a	4,9 \pm 0,83 ^a
8%	21,9 \pm 0,17 ^a	27,0 \pm 0,25 ^a	5,0 \pm 0,16 ^a
CV (%)	1,50	1,40	4,40
P	0,50	0,50	0,80
Periodo 2: 0 - 40 días experimentales (54 - 94 días de edad)			
0%	21,9 \pm 0,53 ^a	29,1 \pm 0,88 ^a	7,2 \pm 0,63 ^a
2%	22,3 \pm 0,33 ^a	29,5 \pm 0,11 ^a	7,2 \pm 0,29 ^a
4%	22,1 \pm 0,11 ^a	29,7 \pm 0,31 ^a	7,4 \pm 0,22 ^a
8%	21,9 \pm 0,17 ^a	29,7 \pm 0,25 ^a	7,7 \pm 0,10 ^a
CV (%)	1,50	1,60	5,00
P	0,50	0,60	0,40
Periodo 3: 0 - 57 días experimentales (54 - 111 días de edad)			
0%	21,9 \pm 0,53 ^a	31,4 \pm 0,88 ^a	9,5 \pm 0,68 ^a
2%	22,3 \pm 0,33 ^a	31,4 \pm 0,24 ^a	9,1 \pm 0,53 ^a
4%	22,1 \pm 0,11 ^a	31,6 \pm 0,31 ^a	9,5 \pm 0,34 ^a
8%	21,9 \pm 0,17 ^a	32,1 \pm 0,12 ^a	10,1 \pm 0,23 ^a
CV (%)	1,50	1,50	5,00
P	0,50	0,30	0,20

Los valores con letras diferentes dentro de una misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$) según prueba de Tukey; cm: centímetros; Ti: talla inicial; Tf: talla final; ITA: incremento de talla acumulada; CV: conversión alimenticia; P: significancia. 0, 2, 4 y 8% = diferentes niveles de *Lactobacillus sp* por tratamientos.

V. DISCUSIONES

5.1. Parámetros hematológicos (niveles de hematocrito y hemoglobina) en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

5.1.1. Nivel de hematocrito

Los niveles de hematocrito en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Cabe mencionar que en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el nivel más alto de hematocrito 30,00% para los alevinos que consumieron ración sin inoculación de probiótico y el menor nivel de hematocrito 28,56% en los alevinos alimentados con ración inoculada con 2 y 4% de *Lactobacillus sp.*

Para la presente evaluación se registró 30,0% de hematocrito para el tratamiento control, nivel que se vio inferior a lo reportado por, TAVARES *et al.* (2007), 34,0% de hematocrito en juveniles de paiche, procedentes de sistemas de cultivo semi - intensivos; Asimismo reportaron, DRUMOND *et al.* (2010), 33,8% en alevinos de paiche y valores inferiores en juveniles de paiche 28,6% procedentes de cultivos semi - intensivo, alimentados una vez al día con pequeños peces vivos o muertos (frijol pasteles y tilapia).

Por su parte, SERRANO *et al.* (2013), registraron niveles ligeramente superiores a razón de 32,1; 34,8 y 30,8% de hematocrito en alevinos de paiche clasificados según grupo etario 10 - 30; 181 - 365 y >365 días de edad, respectivamente. Los cuales procedían de centros de cultivo piscícola (sistemas semi-intensivos).

Entretanto investigaciones en alevinos de peces amazónicos reportaron, CENTENO *et al.* (2007), 29,87% de hematocrito en alevinos de *Colossoma macropomum*, GARAY Y PAREDES (2011), 22,9; 32,4 y 35,2% de hematocrito en alevinos, juveniles y adultos de *Piaractus brachypomus*, respectivamente. Y explican que este incremento se puede deber a que el consumo de oxígeno es inversamente proporcional al desarrollo corporal del pez. Por otro lado reportaron, GARCÍA *et al.* (2007), 36,2% de hematocrito en juveniles de rubio (*Salminus affinis*), asumiendo que se debía a su actividad y hábitat en que se desempeñaban (pez reofílico).

Básicamente los resultados reportados en esta evaluación están dentro del margen normal de los niveles de hematocrito para los peces teleósteos los cuales van desde los 25 a > 40% según FARRELL (2011), quien a la vez menciona que la variabilidad de la niveles están relacionadas a la filogenia, especie; actividad del pez y su habitad en que se desenvuelven.

Asimismo, resultados semejantes al presente estudio fueron reportados por, OBA *et al.* (2011), quienes evaluaron dos raciones peletizadas con y sin suplementación de probiótico (*Sacharomyces cereviseae* 0,4%) en juveniles de gamitana, donde no observaron diferencias ($p>0,05$) para hematocrito.

Por su parte reportaron, NAKANDAKARE *et al.* (2013), en su evaluación a juveniles de tilapia del nilo, sometidos a dos raciones extrusado con y sin probiótico (*Bacillus toyoi* y *Bacillus subtilis*, 4 g/Kg), no encontrándose diferencia estadística significativa ($p>0,05$), con respecto a los niveles de hematocrito.

5.1.2. Nivel de hemoglobina

Los niveles de hemoglobina en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Cabe mencionar que en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el nivel más alto de hemoglobina 8,89 g/dL para los alevinos que consumieron ración sin inoculación de probiótico y el menor nivel de hemoglobina 8,24 g/dL en los alevinos alimentados con ración inoculada con 4% de probiótico.

Para la presente evaluación se registró 8,89 g/dL de hemoglobina para el tratamiento control, valor inferior a los reportado por TAVARES *et al.* (2007), 10,4 g/dL de hemoglobina en juveniles de paiche y valor semejante a lo reportado por, DRUMOND *et al.* (2010), 9,1 y 8,2 g/dL de hemoglobina en alevinos y juveniles de paiche, respectivamente. Por su parte, SERRANO *et al.* (2013), reportaron valores levemente inferior en alevinos de paiche a razón de 7,7 g/dL de hemoglobina clasificado en el grupo etario 31-180 días de edad.

Al comparar con otras especies, reportaron (GARCÍA *et al.*, 2007), 12,2 g/dL de hemoglobina en juveniles de Rubio (*Salminus affinis*), el

autor explica que se debía a su actividad y hábitat en que se desempeñaban (pez reofílico), por su parte CENTENO *et al.* (2007), reportaron niveles ligeramente superiores a razón de 9,9; 10,5 y 11,1 g/dL de hemoglobina en alevino, juveniles y reproductores de *Colossoma macropomum*, respectivamente.

A su vez, GARAY Y PAREDES (2011), reportaron niveles a razón de 6,37; 8,0 y 10,1 g/dL de hemoglobina en alevinos, juveniles y adultos de *Piaractus brachipomus*. Las variaciones en los parámetros hematológicos de los teleósteos son explicados por VALENZUELA *et al.* (2002); DE PEDRO *et al.* (2004); JARAMILLO Y VALDEBENITO (2005); CENTENO *et al.* (2007) y GARCIA *et al.* (2007), quienes consideran factores como, pH; hábitat; conducta; temperatura; oxígeno; edad; fotoperiodo; estado nutricional y la metodología usada para su determinación.

Con respecto al factor edad, los nivel en hemoglobina presentaron diferencia estadística ($p < 0,05$), observándose una disminución a razón de 9,0; 8,7 y 8,0 g/dL hemoglobina, a los 54; 84 y 114 días de edad, respectivamente. Tendencia que se asemeja a lo reportado por, SERRANO *et al.* (2013), donde los niveles de hemoglobina tienden a disminuir y aumentar, este hecho es explicado por, FARRELL (2011), quien menciona que los niveles de hemoglobina en la sangre se someten a cambios temporales y dinámicas de acuerdo con el estado fisiológico de los peces, en gran parte a través de cambios de los niveles de hematocrito.

Asimismo la disminución de los niveles de hemoglobina en los alevinos de paiche puede estar relacionado a las bajas concentraciones de

oxígeno disuelto en el agua, lo cual es corroborado por VALENZUELA *et al.* (2002), quienes mencionan que truchas sometidas a mayor tiempo a estrés hipoxico agudo responden fisiológicamente con disminución de consumo de oxígeno, un incremento del número de eritrocitos y hematocrito, sin embargo una disminución de la concentración de la hemoglobina en los eritrocitos.

Asimismo, resultados semejantes al presente estudio fueron reportados por, OBA *et al.* (2011), quienes evaluaron dos raciones peletizadas con y sin suplementación de probiótico (*Sacharomyces cereviseae* 0,4%) en juveniles de gamitana, donde no observaron diferencias ($p>0,05$) para hemoglobina. Por su parte reportaron, NAKANDAKARE *et al.* (2013), en su evaluación a juveniles de tilapia del nilo, sometidos a dos raciones extrusado con y sin probiótico (*Bacillus toyoi* y *Bacillus subtilis*, 4 g/Kg), no encontrándose diferencia estadística ($p>0,05$), con respecto a los niveles de hemoglobina.

5.2. Parámetros bioquímicos sanguíneos (niveles de proteína total, albumina, glucosa, creatinina, urea y colesterol total) en alevinos del paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

5.2.1. Nivel de proteína

Los niveles de proteína en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística significativa ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el mayor nivel de proteína 2,27 g/dL para los alevinos que consumieron la ración inoculada con

8% de probiótico y el menor nivel de proteína 2,09 g/dL en los alevinos de paiche alimentados con raciones con suplementadas 2 y 4% de *Lactobacillus sp.* Cabe mencionar que se registró un valor promedio de 2,19 g/dL para los alevinos de paiche que consumieron la ración sin inoculación de probiótico *Lactobacillus sp*

Para la presente evaluación se registró 2,19 g/dL de proteína para el tratamiento control, nivel que se vio sumamente inferior a lo reportado por, TAVARES *et al.* (2007), 6,5 g/dL de proteína en plasma en juveniles de paiche alimentados con 40% de proteína y cuyo peso promedio oscilaban entre 793,4 g. Asimismo concentraciones semejantes en la misma especie reportados por, DRUMOND *et al.* (2010), 1,9 g/dL de proteína en plasma en alevinos con 25,9 g de peso promedio y concentraciones ligeramente superior a razón de 3,5 g/dL de proteína en plasma en juveniles con peso promedio de 2,35 Kg. Asimismo valores ligeramente inferiores reportado por, DELGADO (2013), 2,46 g/dL de proteína en suero en alevinos de paiche alimentados con 50% de proteína.

Al comparar con otras especies de peces amazónicos reportaron, GARCÍA *et al.* (2007), 3,8 g/dL de proteína en plasma en juveniles de *Salminus affinis* con peso promedio de 117,5 g. Asimismo reportaron, BITTENCOURT *et al.* (2003), 3,1 g/dL de proteína en plasma en tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*), con pesos desde los 100 - 900 g. Los patrones sanguíneos en proteínas en los peces varían frente a: GARCÍA *et al.* (2007), HERRERA (2004), nutrición, sexo; edad; cambios de estación; enfermedad y tóxicos, los cuales influyen en el incremento o disminución de la proteína.

Por otro lado resultados semejante a la presente evaluación fue reportado por, OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* 0,4%), no mostraron diferencia estadística ($p>0,05$) con respecto al nivel de proteína, cuyos niveles fueron 3,16 y 3,61; respectivamente.

5.2.2. Nivel de albúmina

Los niveles de albúmina en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el mayor nivel de albúmina 0,79 g/dL para los alevinos que consumieron ración con inoculación del 2% de probiótico y el menor nivel de albúmina 0,76 g/dL en los alevinos alimentados con raciones sin inoculación de probiótico.

Para la presente evaluación se registró 0,76 g/dL de albúmina para el tratamiento control, nivel ligeramente inferior a lo reportado por, DELGADO (2013) 0,86 g/dL de albúmina en suero en alevinos de paiche alimentados con ración cuyo tenor proteico fue 50%. Asimismo niveles que se vieron sumamente inferiores a lo reportado por, GARCÍA *et al.* (2007), 2 g/dL de albúmina plasmática de juveniles de *Salminus affinis*, pero niveles semejantes a lo reportado por CRIVELENTI *et al.* (2011), 0,86 g/dL de albúmina en suero de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*).

Los patrones sanguíneos de la albúmina en los peces varían frente a diferentes estímulos: los cuales son explicados por HERRERA (2004), quien menciona que los peces o animales jóvenes presentan concentraciones bajas de albúmina debido a la escasa cantidad de inmunoglobulinas que poseen, desnutrición. Cabe mencionar que se presencié una diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto al factor edad, donde se presencié una disminución de la concentración de albúmina a razón de 0,87; 0,73 y 0,72 g/dL para los 54; 84 y 114 días de evaluación, respectivamente.

Las diferencias de los valores de albúmina en el presente estudio y lo reportado por el autor arriba mencionado en esta misma especie, posiblemente estén relacionado a una alimentación ineficiente (aporte de aminoácidos esenciales en cantidad y calidad), para su posterior síntesis proteica. Y con respecto a los valores mencionados de las otras especies estén posiblemente relacionados a la especie, tipo de muestra usada en laboratorio. Asimismo en el presente estudio se observó una disminución de la concentración de la albúmina con el transcurrir de los días y se entiende que esto se deba como respuesta a un incremento de la masa muscular (compensación fisiológica), aporte energético (la proteína es la principal fuente energía en peces).

5.2.3. Nivel de glucosa

Los niveles de glucosa en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p > 0,05$), entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el transcurso de la

evaluación con respecto a los tratamientos, numéricamente se observó el mayor nivel de glucosa 36,85 mg/dL para los alevinos de paiche que consumieron ración con inoculación del 4% de probiótico y el menor nivel de glucosa 31,74 mg/dL en los alevinos de paiche alimentados con ración inoculada con 2% de probiótico.

Para la presente evaluación se registró 33,04 mg/dL de glucosa para el tratamiento control, nivel que se vio sumamente inferiores a los reportados por TAVARES *et al.* (2007), 152,4 mg/dL de glucosa en plasma de juveniles de paiche, mayor de 14 meses de edad. Asimismo reportaron DRUMOND *et al.* (2010), 61,9 y 48,5 mg/dL de glucosa en alevinos y juveniles de paiche respectivamente, procedentes de sistema de cría semi - intensiva. Por su parte DELGADO (2013), en alevinos de paiche reportó niveles de 50,72 mg/dL de glucosa en suero, procedentes de sistemas de crianza intensiva.

Al comparar con otras especies BITTENCOURT *et al.* (2003), reportaron 60,32 mg/dL de glucosa en plasma de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*). GARCÍA *et al.* (2007) en su evaluación a juveniles de Rubio (*Salminus affinis*), reportaron 128,9 mg/dL de glucosa en plasma. Asimismo, GARCÍA *et al.* (2007), explica que el valor de la glucosa puede presentar variaciones intraespecíficas como consecuencia de talla, edad, peso, temperatura, estado nutricional, estado reproductivo y estrés en los peces.

Las diferencias de las concentraciones de glucosa en el presente estudio y lo reportado por los autores en esta misma especie pueden estar influenciadas posiblemente por la edad, tipo de muestra usa para el laboratorio, estrés, para lo cual este último es explicado por Hattingh (1977)

citado por ALESSO *et al.* (2005), quien menciona que el estrés provocado por la captura y transporte de los peces produce un marcado aumento en la concentración de glucosa sanguínea, esto es debido a un aumento de la glucogenólisis en el hígado, el cual es debido al glucagón. Asimismo esta variación de concentración de glucosa se le puede atribuir a la actividad locomotora del pez, mayor actividad física va generar una liberación de adrenalina por parte de las glándulas suprarrenales generando la activación de la gluconeogénesis (síntesis de glucosa a partir de glucógeno) como respuesta a la necesidad energética.

Y con respecto a los valores mencionados de las otras especies estén posiblemente relacionados a la especie, tipo de muestra usada en laboratorio y actividad locomotora. Cabe mencionar que se presencié una diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto al factor edad, donde se presencié una disminución y un aumento del nivel de glucosa a razón de 38,73; 30,27 y 34,08 mg/dL y esto se asume que fue por efecto de las hormonas glucagón e insulina como respuesta propia del individuo (compensación fisiológica) a procesos de adaptación al medio sometido (sistemas intensivos de cultivo).

Por otro lado resultados semejante a la presente evaluación fue reportado por, OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* 0,4%), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de glucosa, cuyos niveles fueron 82,34 y 84,87 mg/dL, respectivamente.

5.2.4. Nivel de creatinina

Los niveles de creatinina en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Cabe mencionar en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el mayor nivel de creatinina 0,76 mg/dL para los alevinos que consumieron ración sin inoculación de probiótico y el menor nivel de creatinina 0,62 mg/dL en los alevinos alimentados con ración inoculada con 2% de probiótico.

Para la presente evaluación se registró 0,76 mg/dL de creatinina para el tratamiento control. Niveles que se vieron ligeramente superiores a los reportados por CRIVELENTI *et al.* (2011), 0,54 mg/dL de creatinina en tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*), asimismo no se presencié diferencia estadística ($p>0,05$) en los niveles de creatinina con respecto al factor edad. Pero numéricamente se observó el incremento de las niveles de creatinina al transcurrir los días de evaluación, lo cual está relacionado al incremento de la masa muscular de los peces.

5.2.5. Nivel de urea

Los niveles de urea en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$), entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el transcurso de la evaluación, numéricamente se observó el mayor nivel de urea 36,96 mg/dL para los alevinos que consumieron ración con inoculación del 8% de probiótico y el menor nivel de urea 35,74 mg/dL en los alevinos alimentados con ración sin

inoculación de probiótico. Con respecto al factor día de evaluación los niveles de urea no mostraron diferencias estadística significativa ($p > 0,05$), valores que se registraron en intervalos de 35,08 mg/dL para la primera evaluación; 34,62 mg/dL para la segunda evaluación y finalmente 39,13 mg/dL para la tercera evaluación.

Para la presente evaluación se registró 35,74 mg/dL de urea para el tratamiento control, niveles q se vio sumamente superior a lo reportado por, TAVARES *et al.* (2007), 9,3 mg/dL de urea en juveniles de paiche, asimismo reportaron DRUMOND *et al.* (2010), 1,1 mg/dL y 2,4 mg/dL de urea en alevinos y juveniles de paiche, respectivamente. Al comparar con otras especies CRIVELENTI *et al.* (2011), reportaron niveles a razón de 8,1 mg/dL de urea en tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*).

Los niveles normales de urea en la sangre de los animales es explicado por QUÍMICA CLINICA APLICADA (2010), que van desde 10 - 50 mg/dL en suero, lo que nos hace referencia de que los peces no estén presentando algún problema renal. La diferencia de los niveles de urea en el presente estudio y lo reportado por los autores en esta misma especie puede estar influenciado posiblemente por un incremento del catabolismo proteico generando la liberación de productos de desechos como el amonio, la cual es utilizada a nivel del hígado para la síntesis de urea, así mismo se tiene de conocimiento que las altas concentraciones de amonio ambiental conllevan a un trastorno de los sistemas de intercambio branquial de Na^+ - NH_4^+ en los teleósteos (Maetz, 1972 citado por KAUSHIK, 2000).

A lo que el aumento de los niveles de amonio ambiental conlleva un incremento de las concentraciones de amonio en la sangre o hemolinfa de teleósteos Fromm y Gillette (1968) citado por KAUSHIK, (2000), finalmente reflejado en los altos niveles de urea en suero. Cabe mencionar que se presenció una diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto al factor edad, donde se presenció una disminución y un aumento de la concentración a razón de 35,08; 34,62 y 39,13 mg/dL de urea y este aumento se explica que es un proceso fisiológico ya que el incremento en masa muscular conlleva un incremento del catabolismo proteico.

Por otro lado resultados semejante a la presente evaluación fue reportado por OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* 0,4%), no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$) con respecto al nivel de urea, cuyos niveles fueron 489,01 y 419,82 mg/dL respectivamente. Acotando que la presencia de los probióticos estimula un aumento de los niveles de urea, ya que promueve cambios en el metabolismo de proteínas, tendencia que se ajusta a la evaluación con respecto a los alevinos de paiche que se alimentaron con la ración inoculada con 8% de probiótico.

5.2.6. Nivel de colesterol total

Los niveles de colesterol total en los alevinos de paiche registrados en el presente estudio no presentaron diferencia estadística ($p > 0,05$), entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el transcurso de la

evaluación con respecto a los tratamientos, numéricamente se observó el mayor nivel de colesterol total 112,68 mg/dL para los alevinos de paiche que consumieron ración con inoculación del 2% de probiótico y el menor nivel de colesterol total 107,77 mg/dL en los alevinos de paiche alimentados con ración sin inoculación de probiótico (*Lactobacillus sp*).

Para la presente evaluación se registró 107,77 mg/dL de colesterol total para el tratamiento control, nivel que se vio sumamente inferior a los reportado por TAVARES *et al.* (2007), 204,1 mg/dL de colesterol en plasma en juveniles de paiche, asimismo reportaron, DRUMOND *et al.* (2010), 280,2 y 255,8 mg/dL de colesterol en plasma en alevinos y juveniles, respectivamente. Por su parte reportó, DELGADO (2013), 167,61 mg/dL de colesterol en suero, en alevinos de paiche alimentado con una ración a base de 50% de proteína.

Mientras que para juveniles de Rubio (*Salminus affinis*) GARCÍA *et al.* (2007), reportaron nivel de 277,8 mg/dL de colesterol en plasma. Para ello TAVARES *et al.* (2007), explican que la variación de las concentraciones de colesterol anteriormente mencionadas por los diferentes autores pueden estar influenciadas por la edad, condiciones generales de salud y la alimentación de los peces; asimismo Heming y Paleczny (1987) citado por HERRERA (2004), mencionan que peces en ayunas presentan menor concentración plasmática de colesterol total.

Con respecto al factor día de evaluación los niveles de colesterol total presentaron diferencia estadística ($p < 0,05$) cuyos niveles fueron 124,87 mg/dL para la primera evaluación; 105,82 mg/dL para la segunda

evaluación y finalmente 99,66 mg/dL de colesterol total los que fueron evaluados en el 54, 84 y 114 días de edad de los alevinos de paiche, respectivamente. Y esto se explica posiblemente a un proceso de aporte energético básicamente para que el pez cubra las necesidades de respiración y osmorregulación debido a que ambos procesos requieren un paso continuo de agua por las branquias.

Por otro lado resultados semejante a la presente evaluación fue reportado por, OBA *et al.* (2011), en su evaluación a juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), sometidos a 2 raciones peletizada con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* 0,4%), no mostraron diferencia estadística ($p>0,05$) con respecto al nivel de colesterol total, cuyos valores fueron 72,79 mg/dL y 68,64 mg/dL respectivamente.

5.3. Parámetros zootécnicos consumo de alimento diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia e incremento de talla acumulado en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*

5.3.1. Consumo de alimento diario

El consumo de alimento diario en alevinos de paiche no presentó diferencia estadística ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados. Esto se explica posiblemente a que el *Lactobacillus sp.*, utilizado no se haya fijado en el tracto digestivo para ejercer su acción inhibitoria lo cual es corroborado por, VERSCHUERE *et al.* (2000), quienes mencionan que la capacidad de los probióticos para ejercer su acción depende fundamentalmente de la exactitud

con la que alcance el lugar de fijación específico donde deben actuar y en el que ejercerán su poder inhibitorio. Asimismo, en el Periodo 3 numéricamente se observa mayor consumo de alimento diario en los alevinos de paiche que consumieron ración suplementada con 2% de *Lactobacillus sp.*, 3,62 g/día y menor consumo 3,51 g/día fue para los alevinos de paiche alimentados con ración sin suplementación de *Lactobacillus sp.*

En la presente evaluación se registró 3,51 g/día de consumo de alimento diario para el tratamiento control valor que se vio ligeramente inferior a lo reportado por, DELGADO (2013); 4,43 g/día en alevinos de paiche alimentados con ración extrusada cuyo tenor proteico fue 50%. A todo ello se explica que pueden influir algunos factores sobre el consumo de alimento diario en los alevinos de paiche como la palatabilidad y textura del alimento, temperatura, biomasa y sobre todo la frecuencia de alimentación lo cual es corroborado por, PADILLA *et al.* (2003), quienes mencionan que una adecuada tasa y frecuencia alimentaria son indispensables para un adecuado consumo de alimento en la crianza de alevinos de paiche.

5.3.2. Ganancia de peso diario

La ganancia de peso diario en los alevinos de paiche no presentó diferencia estadística ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, en el Periodo 3 numéricamente se observa que los alevinos que consumieron ración suplementada con 8% de *Lactobacillus sp.*, presentaron mayor ganancia de peso diario 2,95 g/día y menor ganancia de peso 2,68 g/día fue para los alevinos alimentados con ración suplementada con 2% de

Lactobacillus sp. Para la presente evaluación se registró 2,74 g/día de ganancia de peso para el tratamiento control valor inferior a lo reportado por DEL RISCO *et al.* (2007); 4,74 g/día en alevinos de paiche alimentados con ración extruido cuyo tenor proteico fue del 40%. Asimismo DEL RISCO *et al.* (2008), reportaron 4,53 g/día de ganancia de peso en alevinos de paiche alimentados con ración extruido cuyo tenor de proteína fue 40%. Por su parte (DELGADO, 2013), reportó 4,71 g/día de ganancia de peso diario en alevinos de paiche, alimentados con ración extruida cuyo tenor proteico fue 50%.

En la presente evaluación la baja ganancia de peso en los alevinos de paiche posiblemente fueron influenciados por las características física y nutricional del alimento debido a que cuando el alimento fue sometido al agua, de estas en muy poco tiempo se desprendían partículas y rápidamente se hundían, posiblemente debido a un deficiente proceso de extrusión y al tipo de extrusora usada, esta afirmación es explicada por MUÑOZ (2004), quien manifiesta que el alimento extruido es más resistente a la desintegración, debido a que hay un mejor proceso de gelatinización de los almidones beneficiando un mejor proceso de digestibilidad, reduce los finos en el alimento y aumenta la estabilidad en el agua, llenando más cantidad de alimento al estómago de los peces.

Asimismo, resultados semejantes al presente estudio fueron reportados por OBA *et al.* (2011), quienes evaluaron dos raciones peletizadas con y sin suplementación de probiótico (*Sacharomyces cereviseae* 0,4%) en juveniles de gamitana, donde no observaron diferencias ($p > 0,05$) para peso final.

5.3.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en los alevinos de paiche no presentaron diferencia estadística ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados. Sin embargo en el Periodo 3 numéricamente se observa que los alevinos de paiche que consumieron ración suplementada con 8% de *Lactobacillus sp.*, presentaron la más eficiente conversión alimenticia 1,19 y la más deficiente conversión alimenticia 1,35 para los alevinos alimentados con ración inoculado con 2% de *Lactobacillus sp.*

En la presente evaluación se registró 1,30 de conversión alimenticia para el tratamiento control valor que se vio sumamente inferior al reportado por PADILLA *et al.* (2003), 3,0 en alevinos de paiche alimentados con ración peletizada cuyo tenor proteico fue 50%; entre tanto semejante al reportado por DEL RISCO *et al.* (2007); 1,27 en alevinos de paiche alimentados con ración extruida con tenor proteico de 40% y criados en condiciones de laboratorio. Asimismo, valores ligeramente superiores al reportado por DEL RISCO *et al.* (2008); 1,07 en alevinos de paiche también alimentados con ración extrusada cuyo tenor proteico fue 40% y criados en condiciones de laboratorio. Por su parte DELGADO (2013); reportó 0,94 en alevinos de paiche alimentados con ración extrusada con 50% de proteína y criados en condiciones de laboratorio.

La variación de la conversión alimenticia en los peces es explicado por FAO (1978), TALAVERA *et al.* (1997), quienes mencionan que se debe a la composición del alimento, tamaño del animal alimentado; frecuencia de la alimentación; calidad del agua; temperatura, edad, etc. Asimismo,

resultados semejantes al presente estudio fueron reportados por OBA *et al.* (2011), quienes evaluaron dos raciones peletizadas con y sin suplementación de probiótico (*Sacharomyces cereviseae* 0,4%) en juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), donde no observaron diferencias estadística ($p>0,05$) para la conversión alimenticia.

5.3.4. Incremento de talla acumulada

Por su parte, DELGADO (2013), reportó 14,98 cm de incremento de talla en 63 días experimentales en alevinos de paiche alimentados con ración extrusada cuyo tenor proteico fue 50%. Básicamente el índice de incremento de talla acumulado en los peces van estar influenciadas por la calidad y cantidad del alimento suministrado y esto es explicado por DEL RISCO *et al.* (2008), quienes manifiestan que al momento de alimentar a los peces hay que tener en cuenta la calidad y cantidad de alimento comprometer el crecimiento, peso y salud del pez.

VI. CONCLUSIONES

- Los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y zootécnicos en alevinos de paiche alimentados con raciones suplementadas con diferentes niveles de *Lactobacillus sp.*, no fueron influenciados.
- Los niveles de hematocrito y hemoglobina en los alevinos de paiche alimentados con raciones extrusada suplementadas con diferente niveles de *Lactobacillus sp.*, no presentaron diferencia estadística ($p > 0,05$).
- Los niveles bioquímicos sanguíneos en proteína; albúmina; glucosa; creatinina; urea y colesterol total en los alevinos de paiche de 54 a 114 días de edad, no fueron influenciados por la suplementación de 2, 4 y 8% de *Lactobacillus sp.*, en la ración extrusada, entretanto se observó una variación de los niveles con respecto al factor edad en proteína; creatinina y urea que se vieron incrementadas a diferencia de la albúmina; glucosa y colesterol que se vieron disminuidas durante la evaluación.
- La suplementación de 2, 4 y 8% de *Lactobacillus sp.*, en la ración extrusada para alevinos de paiche de 54 a 114 días de edad criados en ambiente controlado no influenciaron sobre los parámetros zootécnicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Determinar la viabilidad de la bacteria probiótica (*Lactobacillus sp.*) en el tracto gastrointestinal y el alimento.
- Seguir realizando investigaciones con probiótico en la especie (*Arapaima gigas*, Cuvier), puesto que muchos trabajos han demostrado, que estos microorganismos actúan benéficamente en su hospedero, siempre en cuando sean inoculadas en concentraciones adecuadas.

VIII. ABSTRACT

"SUPPLEMENTATION OF DIFFERENT LEVELS OF PROBIOTIC (*Lactobacillus sp.*) IN SERVING, ON THE PARAMETERS BLOOD, BLOOD BIOCHEMICAL AND LIVESTOCK FARMING FINGERLINGS OF PAICHE (*Arapaima gigas*, Cuvier), EN PUCALLPA".

This research was conducted at the premises of the Pilot Research Institute of the Peruvian Amazon (IIAP - Ucayali) Plant, and the Animal Health Laboratory, Faculty of Animal Science at the Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). The objective of this research was to determine the effect of probiotic (*Lactobacillus sp*) on the hematologic, blood biochemical and zootechnical paiche fingerlings; for it hematologic levels (% hematocrit g/dL hemoglobin); biochemical blood levels (g/dL of total protein, g/dL albumin, mg/dL glucose, mg/dL creatinine, mg/dL urea, mg/dL total cholesterol) and zootechnical parameters (g/day daily feed intake, g/day in daily gain, feed conversion and increased accumulated cm in size). One hundred and twenty paiche fingerlings were used with initial average weight and height of $73,9 \pm 9,4$ g and $22,1 \pm 1,0$ cm, respectively; which were distributed in 4 treatments with 3 replicates each, the experimental unit was 10 paiche fingerlings, using a completely randomized experimental design. The fish were fed an extruded diet (40% PB), being used feed rate equivalent to 3% of their body biomass. The

samples for hematological and blood biochemical developed on days 0, 30 and 60 in the experiment, and for the zootechnical parameters were recorded every 8 days. The levels in hematocrit, hemoglobin, total protein, albumin, glucose, creatinine, urea, total cholesterol, and daily food intake, daily gain, feed conversion and increased cumulative size did not differ between treatments ($p>0,05$), but numerically the highest values were observed in the treatments 0; 0; 8; 2; 4; 0; 8; 2; 2; 8 and 8%, respectively. The Levels of hemoglobin, albumin, glucose, total cholesterol and urea, shows differences ($p<0, 05$) as compared to the days of assessment. That inoculation of 2, 4 and 8 % of *Lactobacillus sp.*, in extruded ration paiche fingerlings no influence on the hematological, biochemical blood and zootechnical is concluded.

Key words: fingerlings of paiche (*Arapaima gigas*, Cuvier), probiotic (*Lactobacillus sp.*), hematological parameters, blood biochemical parameters, zootechnical parameters, Pucallpa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALESSO, M., PARMA, M., LOTESTE, A. 2005. Caracterización hematológica y bioquímica de *Leporinus obtusidens* (Val., 1847) (Pisces - Anostomidae). *Natura Neotropicalis* 36: 13 - 19.
- BITTENCOURT, N., MOLINARI, L., SCOARIS, D., PEDROSO, R., NAKAMURA, C., NAKAMURA, T., FILHO, B., FILHO, B. 2003. Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. *Acta Scient Biol* 25 (2): 385-389.
- CAMPOS, L. 2001. Historia Biológica del Paiche *Arapaima gigas* y bases para su cultivo en la Amazonía. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) Programa de Biodiversidad. Iquitos, Perú. [En Línea]: (<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/ArapaimaGigasHist.pdf>, revisado el 16 de abril del 2014).
- CASTRO, G.; CASTRO, J.; CASTRO, T.; ESTRADA, A.; GARCÍS, V. 2005. Importancia de los probióticos en la acuicultura, utilizando *Artemia franciscana* como bioencapsulante. *Contactos*, 57: 39 - 43.
- CASTRO, T; MONROY, M; CASTRO, J; LARA, R; CASTRO, G. 2011. Efecto de cuatro probióticos en el crecimiento y la sobrevivencia de *C. auratus*. *Ciencia pesquera*. Vol. 19, núm. 1, Universidad Autónoma Metropolitana-

Xochimilco, Depto. El Hombre y su Ambiente, Calzada del Hueso No.1100, Col. Villa Quietud, México, 04960, D.F. revisado el 14 de diciembre del 2012).

CENTENO, L., SILVA, R., BARRIOS, R., SALAZAR, R., MATULE, C., PEREZ, J. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 25(4): 237 - 243.

CRIVELENTI, L., BORÍN, S., SOCHA, J., MUNDIM, A. 2011. Valores bioquímicos séricos de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivo intensivo. *Rev Inv Vet Perú*; 22(4):318 - 323.

DELGADO, J. 2013. Efecto de tres densidades de crianza en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) sobre los parámetros biométricos, hematológicos y bioquímicos sanguíneos. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 85 p.

DE PEDRO, N; GUIJARRO, A; LOPEZ, M; MARTÍNEZ, R; ALONSO, M; JESÚS, M. 2004. Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (*Tinca tinca*): Ritmos diarios y estacionales. *Comunicación científica: CIVA173* – 190. [En línea]: (http://www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado_todo.asp, revisado el 18 de abril de 2014)

DEL RISCO, M., VELASQUEZ, J., SANDOVAL, M., PADILLA, P., PINEDO, L., KOO, F. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaría en el

- crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822). Iquitos-Perú. Folia Amazónica. 17(1-2):29 - 37.
- DEL RISCO, M., VELASQUEZ, L., MORI, L., PADILLA, P., CHU, F., SANDOVAL, M. 2007. Influencia del alimento extruido con tres niveles de proteína en el crecimiento de alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). IIAP/BIODAMAZ (Perú-Finlandia) Iquitos-Perú. Artículo Científico N° 3.
- DRUMOND, G., CAIXEIRO, A., TAVARES; M., MARCON, J., AFFONSO, E. 2010. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo Acta Amazónica VOL. 40(3):591 - 596.
- FAO. 1978. Programa para la formación de acuicultores en el centro regional latinoamericano de acuicultura. São Paulo, Brasil. [En línea]: (<http://www.fao.org/docrep/l8156s/l8156s00.htm#Contents>, revisado el 19 de abril de 2014).
- FORELLAT, B. 2010. Relación entre hematocrito y hemoglobina. [En línea]: (<http://www.scielo.pdf>, tesis revisado el 16 de abril del 2014).
- FRANCO, H. 2005. Contribución al conocimiento de la reproducción del Pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier, 1887) (PISCES: Arapaimidae) en cautiverio. Trabajo de grado, Programa de Biología. Florencia - Colombia. Universidad de la Amazonia. 53 p.
- FRANCO, H; PELAEZ, M. 2007. Cría y producción de pirarucú en cautiverio, Experiencias en el piedemonte. Florencia (Caquetá-Colombia). Universidad de la Amazonía. 50 p.

- GARAY, L., PAREDES, D. 2011. Caracterización hematológica del paco (*Piaractus brachypomus*, characidae) en tres etapas de crecimiento (alevinos, juveniles y adultos) bajo condiciones de cultivo en el distrito de José Crespo y Castillo. Tesis, *In* ÑIQUE *et al.* Revista. *Investigación y Amazonía*: 1(1): 14 - 19.
- GARCIA, M. 2007. La dureza del agua: Definición e influencia sobre peces y plantas. [En línea]: (<http://www.scielo.sa.cr/scielo>, revisado el 12 de marzo del 2014).
- GARCÍA, V., GENES, F., MADARIAGA, D., PARDO, S., 2007. Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*Salminus affinis* pisces: characidae) del río Sinú. *Acta biol. Colomb.*, Vol. 12: 27 - 40.
- GOYENOLA, G. 2007. Determinación de la Alcalinidad Total. [En Línea]: (http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/alcalinidad.pdf, revisado el 22 de abril del 2014).
- GUERRA, H. 2002. Manual de producción y manejo de alevinos de Paiche; Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. IIAP 20 años. Ed. Pueblo Libre, Lima, Perú. 98 p. [En Línea]: (<http://www.ibcperu.org/doc/isis/2978.pdf>, Documento revisado el 06 de mayo del 2014).
- HERRERA, E. 2004. Perfil metabólico de salmón atlántico *salmo salar* y trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. Título de Médico veterinario. Valdivia-Chile. Facultad de Ciencia Veterinaria. Universidad Austral de Chile. 40 p.

- JARAMILLO, N. VALDEBENITO, I. 2005. Estudio hematológico básico del puye *Galaxias maculatus* en estado post larval y adulto. [En línea]: (<http://www.unne.edu.veterinaria.pdf>, Documento. Revisado el 03 enero del 2013).
- KAUSHIK, S. J. 2000. Factores que afectan la excreción nitrogenada en teleósteos y crustáceos. En: Civera - Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque - Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. *Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. La Paz, B.C.S., México.
- LOPEZ, B., CRUZ, L. 2011. "Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja *Oreochromis spp.* En etapa de engorde en la zona de Santo Domingo". [En línea]: (<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4857/1/T-ESPE-IASA%20II-002358.pdf>, Documento. Revisado el 09 de diciembre del 2012
- MARTÍNEZ, D. 2011. Efectos de la administración del probiótico *Shewanella* pdp 11 en juveniles de lenguado senegalés (*Solea Senegalensis*, Kaup 1858) y desarrollo de un método para su micro encapsulación. Tesis Ing. Agrónomo. Almeria. Universidad de Almeria. 98 p.
- MAHIOUS, A.; OLLEVIER, F. 2005. Probiotics and prebiotics in aquaculture: Review. 1st. Regional Workshop on techniques for enrichment on live food for used in larviculture. AAARC, Urnia, Irán. 17 - 26 p. [En Línea]:

(http://www.urmia.ac.ir/artemia/Lists/List12/Attachments/3/203139_abstract.pdf, Documento revisado el 18 de abril del 2014).

- MUÑOZ. 2004. Comparación entre extruido y pelletizado en alimentos de camarones. In: Cruz, I., Rieque, D., Nieto, M., Villarreal, D., Scholz, U., Gonzales, M. Avances en nutrición acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16 - 19. Hermosillo, Sonora, México.
- NAKANDAKARE, I., IWASHITA, M., DIAS, D., TACHIBANA, L., RANZANI, M., ROMAGOSA, E. 2013. Incorporación de probiótico en la dieta para juveniles de tilapia del nilo: Parámetros hematológicos, inmunológicos e microbiológicos. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 39(2): 121 – 135.
- OBA, E., CORREA, R., SANTOS, J., BORGES, M., TOSTES, L., MARINHO, R., MEYER, G., MARTIN, H. 2011. Efecto fisiológico del uso de probiótico en la alimentación de Tambaqui. [EN LÍNEA]: (<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54565/1/AP-2011-Efeitos-fisiologicos-tambaqui.pdf>).
- PADILLA, P., ISMIÑO, R., ALCANTARA, F., TELLO, S. 2003. Producción y manejo de alevinos de paiche en ambientes controlados. In: ALCANTARA, F; MONTREUIL, V (Eds). Memoria del seminario taller internacional de manejo de paiche o pirarucú. 125 - 141 p.
- REBAZA, M., ALCÁNTARA, F., VALDIVIESO, M. 1999. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas* CUVIER). Tratado de Cooperación Amazónica. IIAP-Perú., Documento. 35p

- RUIZ, G. 1998. Fundamentos de hematología. 2^{da} Edición. Editorial Médica Panamericana. México.
- SALDAÑA, G; FUKUSHIMA, M. 2010. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp., enriquecido con proteína hidrolizada, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*. Rev. Tilapia y Camarones. Año 3. N° 9. Salinas-Ecuador.
- SANDOVAL, M. 2007. Aspectos de manejo, reproducción y alimentación del paiche *Arapaima gigas* en la Amazonía peruana. IIAP/BIODAMAZ (Perú-Finlandia), Documento Técnico. N° 8. 31p.
- SERRANO, E; LEGUÍA, G; QUISPE, M; CASAS, G. 2013. Valores hematológicos del paiche *Arapaima gigas* de la Amazonía Peruana. Rev Inv Vet Perú; 24(2): 248-251.
- TALAVERA, V. ZAPATA, L.M., SANCHEZ, D. 1997. Aumento del factor de conversión y el control de organismos ingresantes hacia los estanques de engorde. Edición tumpis. Vol. 2., Ed. 2. Pág. 2.
- TAVARES, M., BARCELOS, M., MARCON, L., MENESES, C., ONO, A., ALFONSO, G. 2007. Hematological and biochemical parameters for the pirarucú *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimidae) in net cage culture. Electronic J Ichthyol 2: 61 – 68.
- TAVARES, M., FRASCÁ, S., MORAES, E., MORALES, F. 1999. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Parámetros Eritroleucométricos, trombométricos e Glicemia do matrinxã (*Brycon*

- cephalus*, Günther, 1869) (OSTEICHTHYES: CHARACIDAE). ARS VETERINARIA 15(3):149-153.
- TAVARES, M., MORAES, F. 2006. Hematological parameters for *the Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes: Characidae) intensively bred. Hidrobiológica 16(3): 271-274.
- TAVARES, M., MORAES, F., MARTINS, M., SANTANA, A. 2002. Haematological Changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) with gill Ichthyophthiriasis and Saprolegniosis. Boletim do Instituto da Pesca, Sao Paulo, 28(1):1-9.
- VALENZUELA, A., ALVEAL, K., TARIFEÑO, E. 2002. Respuestas Hematológicas de truchas (*Oncorhynchus Mykiss* Walbaum 1792) a estrés hipoxico agudo: Serie Roja. Proceeding of the IV Symposium-Workshop of Chilean Association of Ichthyology. Gayana, 66(2): 255-261.
- VERSCHUERE, L., ROMBAUT, G., SORGELOOS, P., VERSTRAETE, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review, 64(4):655 - 671.
- ZAPATA, W., FAJARDO, H. 2009. Manual de química sanguínea veterinaria. [En,línea]:(http://www.microclin.com/archivos/manual_de_quimica_sanguinea_veterinaria_Zapata_Fajardo.pdf,revisado, documento revisado de abril de 2014).

ANEXO

Anexo 1. Valores medios \pm desviación estándar de los parámetros en calidad de agua, evaluados en el factor tratamiento y turno, en la crianza de alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) evaluación durante 57 días.

Factores	Parámetros fisicoquímicos del agua							
	ph	Amonio (ppm)	Nitrito (ppm)	Alcalinidad (ppm)	CO ₂ (ppm)	Dureza (ppm)	O ₂ (ppm)	T° (°C)
Trat	P= 1,00	P=0,97	P= 1,00	P= 0,90	P= 0,99	P= 0,86	P= 0,64	P= 1,00
Turno	P= 0,01	P= 0,01	P= 0,06	P= 0,01	P= 0,01	P= 0,01	P= 0,01	P= 0,01
Trat*Turno	P= 1,00	P= 0,97	P= 1,00	P= 0,45	P= 0,98	P= 0,86	P= 0,64	P= 1,00
CV	1,31	11,0	18,8	2,8	19,8	3,9	6,3	0,2
Tratamiento								
0%	6,81 \pm 0,22 ^a	3,37 \pm 3,28 ^a	0,05 \pm 0,01 ^a	199,00 \pm 1,67 ^a	17,33 \pm 12,03 ^a	51,67 \pm 8,12 ^a	2,53 \pm 1,87 ^a	25,98 \pm 0,38 ^a
2%	6,81 \pm 0,22 ^a	3,28 \pm 3,17 ^a	0,05 \pm 0,01 ^a	199,00 \pm 6,54 ^a	17,00 \pm 12,37 ^a	52,17 \pm 8,38 ^a	2,53 \pm 1,87 ^a	25,98 \pm 0,38 ^a
4%	6,81 \pm 0,22 ^a	3,28 \pm 3,17 ^a	0,05 \pm 0,01 ^a	200,17 \pm 6,15 ^a	17,17 \pm 12,70 ^a	52,17 \pm 8,38 ^a	2,53 \pm 1,87 ^a	25,98 \pm 0,38 ^a
8%	6,81 \pm 0,22 ^a	3,28 \pm 3,17 ^a	0,05 \pm 0,01 ^a	197,67 \pm 10,30 ^a	17,35 \pm 13,07 ^a	52,67 \pm 8,80 ^a	2,63 \pm 1,77 ^a	25,98 \pm 0,38 ^a
Turno								
Noche ¹	7,00 \pm 0,00 ^a	0,40 \pm 0,30 ^b	0,06 \pm 0,00	195,1 \pm 5,35 ^b	6,1 \pm 0,61 ^b	44,7 \pm 0,50 ^b	4,23 \pm 0,13 ^a	26,17 \pm 0,09 ^a
Mañana ²	6,62 \pm 0,11 ^b	6,21 \pm 0,33 ^a	0,05 \pm 0,01	202,8 \pm 5,15 ^a	28,3 \pm 4,10 ^a	59,7 \pm 2,50 ^a	0,88 \pm 0,17 ^b	25,83 \pm 0,20 ^b

Letras diferentes dentro de una misma columna, indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) según prueba de Tukey; ¹ Eval. A las 6 p.m.; ² Eval. A las 8 a.m.; CV: coeficiente de variación; ph: potencial de hidrógeno; CO₂: dióxido de carbono; O₂: oxígeno disuelto; T°: temperatura.

Anexo 2. Mediciones de los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguínea, en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, evaluados durante 60 días.

Trat	Eval	Repet	Ho	Hb	Pt	Albúmina	Glucosa	Creatinina	Urea	Colest.t
0	1 ^{ra}	R1	32,0	9,6	2,3	0,80	35,0	0,34	34,9	128,6
		R2	30,0	9,0	2,0	0,80	46,0	0,71	35,7	136,8
		R3	27,0	8,5	2,1	1,00	35,2	0,87	34,7	109,2
	2 ^{da}	R1	30,0	9,1	2,4	0,76	35,8	0,62	35,1	130,5
		R2	26,0	8,5	2,3	0,65	33,6	0,87	34,7	100,5
		R3	32,0	9,6	2,1	0,72	20,3	0,70	33,6	88,1
	3 ^{ra}	R1	32,0	8,9	2,4	0,72	33,7	0,70	39,6	88,0
		R2	31,0	8,7	2,2	0,66	24,5	0,72	36,2	98,2
		R3	30,0	8,1	1,9	0,71	33,3	1,35	37,3	90,2
1	1 ^{ra}	R1	32,0	9,6	2,3	0,80	35,0	0,34	34,9	128,6
		R2	30,0	9,0	2,0	0,80	46,0	0,71	35,7	136,8
		R3	27,0	8,5	2,1	1,00	35,2	0,87	34,7	109,2
	2 ^{da}	R1	26,0	8,5	1,9	0,73	16,5	0,90	33,0	125,4
		R2	33,0	11,0	2,2	0,75	7,7	0,56	35,1	106,8
		R3	28,0	8,8	2,1	0,84	34,0	0,34	34,9	115,0
	3 ^{ra}	R1	30,0	7,3	1,9	0,70	40,0	0,59	37,3	108,4
		R2	22,0	7,9	2,2	0,73	43,4	0,70	37,2	93,6
		R3	29,0	7,9	2,1	0,72	28,0	0,60	43,0	90,2
2	1 ^{ra}	R1	32,0	9,6	2,3	0,80	35,0	0,34	34,9	128,6
		R2	30,0	9,0	2,0	0,80	46,0	0,71	35,7	136,8
		R3	27,0	8,5	2,1	1,00	35,2	0,87	34,7	109,2
	2 ^{da}	R1	26,0	7,4	2,2	0,73	40,6	0,44	34,8	101,9
		R2	23,0	7,9	2,0	0,70	34,6	0,95	34,5	98,2
		R3	30,0	8,6	2,0	0,74	41,3	0,79	34,2	95,9
	3 ^{ra}	R1	27,0	7,4	2,2	0,90	32,2	0,33	37,0	136,6
		R2	26,0	7,4	1,9	0,60	26,6	0,83	43,1	88,4
		R3	36,0	8,4	2,1	0,67	40,1	0,53	37,1	109,1
3	1 ^{ra}	R1	32,0	9,6	2,3	0,80	35,0	0,34	34,9	128,6
		R2	30,0	9,0	2,0	0,80	46,0	0,71	35,7	136,8
		R3	27,0	8,5	2,1	1,00	35,2	0,87	34,7	109,2
	2 ^{da}	R1	27,0	8,7	2,6	1,07	47,2	0,71	35,7	109,5
		R2	30,0	9,8	1,9	0,67	23,6	0,90	34,0	88,5
		R3	20,0	7,4	2,3	0,67	28,2	0,71	35,9	109,6
	3 ^{ra}	R1	31,0	8,3	2,6	0,78	35,4	0,60	49,0	96,2
		R2	29,0	8,1	2,2	0,71	37,3	0,73	41,6	102,5
		R3	32,0	8,1	2,4	0,69	35,7	0,85	39,0	94,5

Anexo 3. Parámetros zootécnicos con respecto a la talla (cm) obtenido de alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, por tratamiento, evaluados durante 57 días experimentales

TRAT	REP	TALLA							
		1ra (0 días)	2da (8 días)	3ra (17 días)	4ta (25 días)	5ta (32 días)	6ta (40 días)	7ma (49 días)	8va (57 días)
0	1	22,2	24,8	26,2	27,1	27,5	28,8	30,1	31,0
	2	22,3	24,9	26,7	27,5	28,5	30,1	31,3	32,4
	3	21,3	23,7	25,6	26,3	27,2	28,5	29,8	30,9
1	1	22,7	25,0	26,7	27,4	28,1	29,6	30,1	31,2
	2	22,0	24,5	26,4	27,1	28,0	29,5	30,7	31,7
	3	22,2	24,8	26,8	27,7	28,3	29,4	30,2	31,3
2	1	22,0	24,3	26,1	26,9	28,2	29,2	30,8	31,7
	2	22,2	24,5	26,4	27,2	28,5	29,8	31,0	31,9
	3	22,2	24,4	26,2	27,1	28,0	29,6	30,4	31,3
3	1	21,9	24,6	26,2	27,0	28,2	29,6	30,8	32,0
	2	22,2	24,7	26,6	27,2	28,5	30,0	31,1	32,1
	3	21,9	24,3	25,9	26,7	27,9	29,5	31,1	32,2

1^{ra}; 2^{da}; 3^{ra}; 4^{ta}; 5^{ta}; 6^{ta}; 7^{ma}; 8^{va} = Evaluaciones

Anexo 4. Parámetros zootécnicos con respecto al incremento en talla acumulado (cm) obtenido de alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, por tratamiento, evaluados durante 57 días experimentales.

Trat	Rep	Incremento en talla acumulada						
		ITA1	ITA2	ITA3	ITA4	ITA5	ITA6	ITA7
0	1	2,7	4,1	4,9	5,3	6,6	7,9	8,8
	2	2,7	4,4	5,2	6,3	7,9	9,1	10,2
	3	2,4	4,3	5,0	5,9	7,2	8,5	9,6
1	1	2,4	4,1	4,7	5,4	6,9	7,4	8,6
	2	2,5	4,3	5,1	5,9	7,5	8,7	9,6
	3	2,6	4,6	5,5	6,1	7,2	8,0	9,1
2	1	2,3	4,1	4,9	6,2	7,2	8,8	9,7
	2	2,3	4,2	5,0	6,3	7,6	8,9	9,8
	3	2,2	4,0	4,9	5,8	7,4	8,2	9,1
3	1	2,7	4,3	5,2	6,3	7,8	9,0	10,1
	2	2,5	4,4	5,0	6,3	7,8	8,9	9,9
	3	2,4	4,0	4,8	6,1	7,6	9,2	10,3

ITA1; ITA2; ITA3; ITA4; ITA5; ITA6; ITA7; ITA8 = (0-8 días); (0-17 días); (0-25 días); (0-32 días); (0-40 días); (0-49 días); (0-57 días), respectivamente; Rep: repeticiones.

Anexo 5. Parámetros zootécnicos con respecto al peso (g) obtenido de alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, por tratamiento, evaluados durante 57 días experimentales.

TRAT	REP	PESO (g)							
		P1 (0 días)	P2 (8 días)	P3 (17 días)	P4 (25 días)	P5 (32 días)	P6 (40 días)	P7 (49 días)	P8 (57 días)
0	1	74,8	97,6	118,8	140,0	152,3	174,6	199,6	216,5
	2	78,8	101,2	125,2	151,3	176,1	202,5	231,6	258,9
	3	67,2	88,5	109,0	130,2	147,0	162,6	192,7	213,3
1	1	78,0	101,6	125,8	144,4	165,4	180,0	198,9	221,2
	2	71,6	94,8	119,5	142,7	163,8	186,5	211,3	239,7
	3	76,0	100,8	129,0	152,7	167,4	178,0	203,6	223,5
2	1	76,1	96,1	121,8	140,4	166,4	182,9	209,9	231,2
	2	76,1	101,0	125,3	147,9	172,4	194,4	217,3	242,5
	3	73,8	96,8	119,1	141,3	161,1	185,4	211,1	224,3
3	1	70,2	95,8	118,5	137,3	161,1	183,6	209,0	236,4
	2	73,9	97,5	122,7	144,1	162,9	191,0	215,2	240,2
	3	70,2	92,5	112,9	131,8	159,5	186,8	217,6	242,7

P1; P2; P3; P4; P5; P6; P7; P8 = Evaluaciones; TRAT: Tratamiento.

Anexo 6. Medición del parámetro zootécnico (CAD), en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamiento con diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, evaluación durante 57 días.

Tratamiento	Rep	Consumo de alimento diario (g)/Alevino.						
		CAD ⁸	CAD ¹⁷	CAD ²⁵	CAD ³²	CAD ⁴⁰	CAD ⁴⁹	CAD ⁵⁷
0	R1	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,3	3,5
	R2	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,3	3,5
	R3	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,3	3,5
1	R1	2,3	2,5	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6
	R2	2,3	2,5	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6
	R3	2,3	2,5	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6
2	R1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,6
	R2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,6
	R3	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,6
3	R1	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,3	3,5
	R2	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,3	3,5
	R3	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2	3,3	3,5

CAD= consumo de alimento diario; 8; 17; 25; 32; 40; 49; 57=evaluaciones en los días mencionadas.

Anexo 7. Medición del parámetro zootécnico (GPD), en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, evaluación durante 57 días.

Tratamiento	Rep	Ganancia de peso diario (g)/ Alevino						
		GPD ⁸	GPD ¹⁷	GPD ²⁵	GPD ³²	GPD ⁴⁰	GPD ⁴⁹	GPD ⁵⁷
0	R1	2,9	2,6	2,6	2,4	2,5	2,5	2,5
	R2	2,8	2,7	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2
	R3	2,7	2,5	2,5	2,5	2,4	2,6	2,6
1	R1	2,9	2,8	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5
	R2	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9
	R3	3,1	3,1	3,1	2,9	2,5	2,6	2,6
2	R1	2,5	2,7	2,6	2,8	2,7	2,7	2,7
	R2	3,1	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9
	R3	2,9	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,6
3	R1	3,2	2,8	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9
	R2	3,0	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9
	R3	2,8	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,0

GPD= Ganancia de peso diario; 8; 17; 25; 32; 40; 49; 57=evaluaciones en los días mencionadas

Anexo 8. Medición del parámetro zootécnico (CA), en alevinos de (*Arapaima gigas*, Cuvier) sometidos a tratamientos con diferentes niveles de suplementación de *Lactobacillus sp.*, evaluación durante 57 días.

Tratamiento	Rep	Conversión alimenticia aparente						
		CA ⁸	CA ¹⁷	CA ²⁵	CA ³²	CA ⁴⁰	CA ⁴⁹	CA ⁵⁷
0	R1	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
	R2	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
	R3	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
1	R1	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4
	R2	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2
	R3	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,3	1,4
2	R1	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3
	R2	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
	R3	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4
3	R1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2
	R2	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2
	R3	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2

CA=Conversión de alimento; ^{8; 17; 25; 32; 40; 49; 57}=evaluaciones en los respectivos días desde el inicio del experimento.