



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA**



**TESIS**

**INFLUENCIA DE LOS NIVELES PROTEÍCOS DE LA ALIMENTACIÓN  
EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN JUVENILES DE  
ARAHUANA *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) CULTIVADOS  
EN JAULAS FLOTANTES**

**PARA EL OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA ACUICULTORA**

**PRESENTADO POR:**

**GIANA ISABEL CURTO UTIA**

**RAISA NATALY RUIZ VÁSQUEZ**

**ASESORES**

**Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, M.Sc.**

**Ing. Acui. CHRISTIAN JESÚS FERNÁNDEZ MÉNDEZ, M.Sc.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



## UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 005-CGT-UNAP-2021

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 09 días del mes de julio de 2021, a horas 16:12, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE LOS NIVELES PROTEÍCOS DE LA ALIMENTACIÓN EN LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN JUVENILES DE ARAHUANA "*Osteoglossum bicirrhosum*" (CUVIER, 1829) CULTIVADOS EN JAULAS FLOTANTES"**, presentado por las Bachilleres **RAISA NATALY RUIZ VÁSQUEZ** y **GIANA ISABEL CURTO UTIA**, autorizada mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N°127-2021-FCB-UNAP**, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 026 2014-DEFP-A-FCB-UNAP** de fecha 30 de junio del 2014, está integrado por:

- |  |              |
|--|--------------|
| - Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRÍAS, Dr. | - Presidente |
| - Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.      | - Miembro    |
| - Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra           | - Miembro    |

Luego de haber escuchado con atención y formuladas las preguntas, las cuales fueron respondidas

SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis ha sido APROBADA con la calificación de BUENA, estando las Bachilleres aptas para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**.

Siendo las 17:30 HORAS se dio por terminado el acto de sustentación.

Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRÍAS, Dr.  
Presidente

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.  
Miembro

Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra.  
Miembro

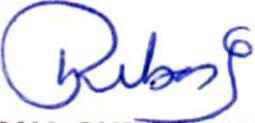
Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.  
ASESOR

Ing. Acui. CHRISTIAN JESUS FERNÁNDEZ MÉNDEZ, M.Sc.  
ASESOR

**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR**



**Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRÍAS, Dr.**  
**Presidente**



**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.**  
**Miembro**



**Blga. JANETH BRAGA VELA, Dra.**  
**Miembro**

## ASESORES



**Blgo. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.**  
**ASESOR**



**Ing. Acui. CHRISTIAN JESÚS FERNÁNDEZ MÉNDEZ, M.Sc.**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

**A Dios**, por brindarme fortaleza en momentos de dificultades y por la oportunidad de ayudarme a cumplir mis metas.

A mis **queridos padres Manuel Curto y Patricia Utia** por su apoyo moral y económico brindados durante todo el trayecto de mis estudios y por su amor incondicional.

A mis **hermanos Miuler y Odiseo** por el aliento y buenos deseos para la culminación de mi tesis y de esa manera ser un buen ejemplo para ellos e impulsarlos a seguir adelante en sus estudios.

A mi **esposo José Reyna** por su amor, apoyo y cariño mostrado en cada instante; a mi **hijito Mathias** que es mi mayor motivación para seguir luchando por mis sueños.

**Giana Isabel**

**A Dios del universo** por sus fuentes de inspiración.

A mis **queridos padres César y Clara** por estar siempre a mi lado cuando más los necesito, en los buenos y malos momentos, por mostrarme siempre su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional y personal.

A mi **tía Lastenia** por su ejemplo, amistad y sabios consejos, demostrándome que no hay excusas para rendirse.

A mis **hermanos Richard y Sheila**, a quienes quiero y estimo mucho.

**Raisa Nataly**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP) – Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) – Escuela de Formación Profesional de Acuicultura, por los conocimientos para fomentar la sostenibilidad de nuestra Amazonía.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) a través del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – AQUAREC, por el financiamiento y sus instalaciones brindadas.

A nuestros asesores: Blgo. Enrique Ríos Isern y el Ing. Pesq. Christian Jesús Fernández Méndez, por brindarnos la oportunidad de recurrir a sus conocimientos científicos para la redacción de la Tesis.

A nuestro querido profesor que en vida fue, Dr. Luis Alfredo Mori Pinedo por su paciencia y todo su conocimiento impartido.

Al Blgo. Alfonso Bernuy y a la Blga. Mildred García por el apoyo brindado en los procedimientos hematológicos. A la Blga. Lidia Reátegui por su ayuda en la identificación de los leucocitos. A la Bióloga. Anaí Gonzales por su apoyo brindado en las actividades realizadas, Al personal técnico y administrativo del programa AQUAREC. Por último, agradecer todas las personas que de forma desinteresada nos ayudaron en la realización de la tesis. Gracias a todos por su tiempo, amistad y ayuda.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA .....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ANEXO .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2. BASES TEÓRICAS .....	9
1.2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	9
1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	9
1.2.3 ALIMENTACIÓN .....	10
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	10
1.3.1 HEMATOLOGÍA .....	10
1.3.2 PROTEÍNAS.....	10
<b>CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>11</b>
2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	11
2.1.1. HIPOTESIS.....	11
2.2 VARIABLES.....	12
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	13
3.2 DISEÑO DE MUESTRA.....	13
3.2.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	13
3.2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	14
3.2.3 UNIDADES EXPERIMENTALES.....	14
3.2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	14

3.2.5 ALIMENTACIÓN DE LOS PECES .....	15
3.2.6 EVALUACIONES BIOMÉTRICAS .....	15
3.2.7 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO .....	15
3.2.8 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS.....	17
3.2.9. EVALUACIONES HEMATOLÓGICAS .....	18
3.2.10 Parámetros Limnológicos .....	23
<b>3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 Materiales e instrumento .....	23
<b>3.4. Procesamiento y análisis de datos. ....</b>	<b>23</b>
<b>3.5 Aspectos éticos.....</b>	<b>24</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
4.1 Crecimiento de los peces.....	25
4.2 Índices zootécnicos .....	27
4.3 Parámetros hematológicos.....	28
4.4 Fórmula Leucocitaria .....	34
4.4.1 Identificación celular .....	34
4.5 Relación entre niveles proteicos y parámetros hematológicos.....	37
4.6 Parámetros Limnológicos .....	39
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
5.1. Índice de crecimiento. ....	40
5.2 índices zootécnicos. ....	41
5.3. Parámetros hematológicos.....	43
5.5. Parámetros Limnológicos.....	46
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPITULO VII: RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operalización de las variables de las dietas experimentales. ...	12
<b>Tabla 2:</b> Composición bromatológica (%) de las dietas experimentales (materia seca).....	15
<b>Tabla 3:</b> Valores de crecimiento en longitud (cm) de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> con diferentes niveles proteicos en la alimentación, cultivados en corrales durante 90 días. (promedio $\pm$ desviación estándar).....	25
<b>Tabla 4:</b> Valores de crecimiento en peso (g) de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> con diferentes niveles proteicos en su alimentación, cultivados en corrales durante 90 días. (Promedio $\pm$ Desviación estándar). .....	26
<b>Tabla 5:</b> Índices zootécnicos de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> según tratamiento: T1= 28, T2= 40, T3= 50% PB y Testigo= peces. (Promedio $\pm$ Desviación estándar). .....	27
<b>Tabla 6:</b> Promedio de conteo de leucocitos de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	28
<b>Tabla 7:</b> Promedio de conteo de eritrocitos de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	29
<b>Tabla 8:</b> Promedio de hematocrito de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	29
<b>Tabla 9:</b> Promedio de hemoglobina de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	30

<b>Tabla 10:</b> Promedio de VCM de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	31
<b>Tabla 11:</b> Promedio de HCM de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	31
<b>Tabla 12:</b> Promedio CHCM de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	32
<b>Tabla 13:</b> Promedio de glucosa de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	33
<b>Tabla 14:</b> Promedio de niveles de proteína de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> cultivados en jaulas flotantes.....	33
<b>Tabla 15:</b> Valores promedios del recuento leucocitario de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> según tratamiento T1= 28, T2= 40, T3= 50% PB y Testigo. ....	34
<b>Tabla 16:</b> Parámetros Limnológicos (Mínimo, Máximo y Promedio) registrados durante 90 días del cultivo de alevinos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . ....	39

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Ejemplar de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	9
<b>FIGURA 2</b> Frontis del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) .....	13
<b>FIGURA 3:</b> Distribución de jaulas experimentales.....	14
<b>FIGURA 4:</b> Eritrocitos en extensión sanguínea de juveniles de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Aumento: 100x .....	35
<b>FIGURA 5:</b> Monocito en extensión sanguínea de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Aumento: 100x. ....	35
<b>FIGURA 6:</b> Linfocitos en extensión sanguínea de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Aumento: 100x .....	36
<b>FIGURA 7:</b> Basófilos en extensión sanguínea de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Aumento: 100x. ....	36
<b>FIGURA 8:</b> Eosinófilo en extensión sanguínea de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . Aumento: 100x. ....	37
<b>FIGURA 9:</b> Relación positiva entre el porcentaje de proteína bruta y los eritrocitos. ....	38
<b>FIGURA 10:</b> Relación negativa entre el porcentaje de proteína bruta y el volumen corpuscular medio(VCM).....	38
<b>FIGURA 11:</b> Relación negativa entre el porcentaje de proteína bruta y la hemoglobina corpuscular media (HCM).....	39

## LISTA DE ANEXO

<b>ANEXO 1:</b> Modelo de fichas de registro. ....	60
<b>ANEXO 2:</b> Distribución de las unidades experimentales cultivados en jaulas flotantes en el estanque 1B del Centro de Investigación Fernando Alcántara (CIFAB) – IIAP. ....	62
<b>ANEXO 3:</b> Biometría (longitud) de juveniles de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . ....	62
<b>ANEXO 4:</b> Biometría (peso) de juveniles de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	62
<b>ANEXO 5:</b> Toma de muestra de sangre para el análisis de los parámetros de hematológicas en juveniles de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> . ....	63
<b>ANEXO 6:</b> Microcentrífuga para hematocrito, marca Hettich-210. ....	63
<b>ANEXO 7:</b> Muestra en los capilares listos para ser centrifugados para la lectura de hematocrito. ....	63
<b>ANEXO 8:</b> Espectrofotómetro de luz ultravioleta y luz visible Agilent Technologies modelo Cary 60 utilizando cubetas para UV para las muestras de hemoglobina, glucosa y proteína. ....	64
<b>ANEXO 9:</b> Muestras de hemoglobina con el Reactivo Drabkin. ....	64
<b>ANEXO 10:</b> Muestras de proteína (color azul) y muestras de glucosa (color rosa) listas para la lectura al espectrofotómetro. ....	64
<b>ANEXO 11:</b> Kit colorimétrico para muestras de agua dulce, marca LaMotte. ....	65

## RESUMEN

Se determinó la influencia de niveles proteicos del alimento en los parámetros hematológicos e índices zootécnicos de juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" cultivados en jaulas flotantes durante 90 días en las instalaciones del IIAP. Un total de 60 juveniles de arahuana con peso y longitud inicial de  $74.19 \pm 0.13$  g y  $26.43 \pm 1.31$  cm fueron distribuidos al azar en diez jaulas (6 peces/jaula), los cuales fueron alimentados con tres dietas que contenían 28%, 40% y 50% de Proteína bruta (PB) y un testigo con peces forraje (*Cichlasoma sp.* 49.6% PB), empleando una tasa de alimentación del 6% de la biomasa total con frecuencia de 2 veces al día (8:00 y 16:00 horas). Se evaluaron los índices de crecimiento (0, 23, 45, 70 y 90 días) y los parámetros hematológicos (0, 45 y 90 días). Los resultados muestran que la dieta de 50% PB y testigo (49.6%) obtienen mejores resultados significativos ( $p < 0.05$ ) en peso ( $174.58 \pm 48.78$  g y  $172.58 \pm 26.89$  g) y longitud ( $32.80 \pm 2.70$  y  $32.15 \pm 1.43$  cm); Los parámetros hematológicos muestran diferencia significativa en el conteo de leucocitos y hematocrito, se identificaron linfocitos, monocitos, basófilos y eosinófilos para esta especie. Se encontró correlación positiva ( $R=0.45$ ;  $p < 0.05$ ) entre cantidad de proteína con los eritrocitos y negativa con VCM ( $0.46$ ;  $p < 0.05$ ) y HCM ( $0.51$ ;  $p < 0.05$ ). Se concluye que los mayores niveles proteicos de las dietas usadas influyen en los parámetros de crecimiento y algunos parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

**Palabras claves:** influencia, alimentos, niveles proteicos, hematología, crecimiento, arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

## ABSTRACT

The influence of food protein levels on the hematological parameters and zootechnical indices of juveniles of *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" grown in floating cages for 90 days at the IIAP facilities was determined. A total of 60 Arahua juveniles with initial weight and length of  $74.19 \pm 0.13$  g and  $26.43 \pm 1.31$  cm were randomly distributed in ten cages (6 fish / cage), which were fed three diets containing 28%, 40% and 50% crude protein (CP) and a control with forage fish (*Cichlasoma* sp. 49.6% CP), using a feeding rate of 6% of the total biomass with a frequency of 2 times a day (8:00 and 16:00 hours). Growth indices (0, 23, 45, 70 and 90 days) and hematological parameters (0, 45 and 90 days) were evaluated. The results show that the diet of 50% CP and control (49.6%) obtain better significant results ( $p < 0.05$ ) in weight ( $174.58 \pm 48.78$  g and  $172.58 \pm 26.89$  g) and length ( $32.80 \pm 2.70$  and  $32.15 \pm 1.43$  cm); The hematological parameters show a significant difference in the leukocyte count and hematocrit, lymphocytes, monocytes, basophils and eosinophils were identified for this species. A positive correlation ( $R = 0.45$ ;  $p < 0.05$ ) was found between the amount of protein with erythrocytes and negative with MCV ( $0.46$ ;  $p < 0.05$ ) and HCM ( $0.51$ ;  $p < 0.05$ ). It is concluded that the higher protein levels of the diets used influence the growth parameters and some hematological parameters of arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

**Keywords:** Influence, food, protein levels, hematology, growth, arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

## INTRODUCCION

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* es una especie de alta importancia económica por su amplia distribución y demanda en el mercado internacional, aprovechada para consumo y como pez ornamental **(GÓMEZ, 2007)**. El interés por esta especie ha generado de forma continua el desarrollo de proyectos, programas de conservación e investigaciones para el aprovechamiento sostenible, contribuyendo a garantizar su conservación en su estado natural **(RODRÍGUEZ, 2005)**. A pesar de ello, la captura de esta especie está aún basada en la extracción del medio natural; esa práctica puede llegar a afectar la sostenibilidad de este recurso pesquero a largo o mediano plazo **(ARGUMEDO, 2005; ALCÁNTARA et al., 2007)**.

Así mismo, *Osteoglossum bicirrhosum* es una especie con potencial para cultivo en la Amazonía peruana, debido a que se reproduce y se desempeña bien en condiciones de cautiverio **(RAMÍREZ, 2013; ARGUMEDO, 2005)**. Sin embargo, es necesario realizar mayores estudios como desarrollar tecnologías para mejorar el manejo y productividad de esta especie en piscicultura. Entre las principales dificultades para el cultivo de peces, es conocer los requerimientos nutricionales de la especie, que es un factor importante en el crecimiento; por ello es indispensable el uso de alimentos adecuados a la especie que reduzcan el costo de alimentación, que garantizará una buena formación muscular, funciones enzimáticas digestivas normales y energía para el mantenimiento corporal de la especie **(ABDEL-TAWWAB et al., 2010; WILSON & HALVER, 1986)**.

El estudio de valores hematológicos actualmente se aplica como medio auxiliar de diagnóstico del estado fisiológico, determinación del estado nutricional; también son análisis rápidos indicadores de cualquier perturbación que pueda afectar la salud de la población piscícola en cautiverio o ambientes naturales (**CAMPBELL & MURRA, 1990; AYALE & MORALES, 2013; RANZANI-PAIVA et al., 2013**). Los valores hematológicos y bioquímicos de peces en cautiverio pueden ser alterados de acuerdo al contenido nutricional de la dieta (**JIRASEK et al., 1998**). En la literatura existen trabajos orientados hacia el estudio de la nutrición de la arahuana (**RIBEYRO ET AL;2009; RIBEYRO, 2013; MANOSALVA & CUBAS, 2013; RODRÍGUEZ et al., 2005**), pero no tomaron en cuenta el estado fisiológico de los peces. Por tal motivo, el presente estudio tiene como objetivo general determinar la influencia de los niveles proteicos del alimento en los parámetros hematológicos de los juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes. Asimismo, como objetivos específicos tenemos: 1- Determinar los índices zootécnicos de los juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana". 2- Determinar los parámetros hematológicos (hemoglobina, hematocrito, leucocito, eritrocito, formula leucocitaria, glucosa y proteína total) de los juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana". 3- Determinar la relación entre niveles proteicos y los parámetros hematológicos. 4- Evaluar la calidad de agua durante el estudio. Siendo un aporte más a los conocimientos de los aspectos biológicos de esta especie.

## **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 ANTECEDENTES**

**BASTARDO & DIAZ (2004)**, determinaron los parámetros hematológicos: hematocrito (Hcto), concentración de hemoglobina (Hb), número de eritrocitos (GR), número de leucocitos (GB), volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media(HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) para el teleósteo marino *Chaetodipterus faber* en condiciones de cultivo.

**ARGUMEDO (2005)**, realizó la crianza en cautiverio de la arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* con fines ornamentales, porque es una de las grandes posibilidades productivas sustentables en la región debido a las condiciones medioambientales favorables para su desarrollo, demostrándose que soporta muy bien las condiciones de manejo, lo que la hace una especie promisoría para la piscicultura ornamental.

**VIEIRA et al. (2005)**, se estudiaron las respuestas metabólicas en el aumento de proteínas en la dieta de *Brycon cephalus*, donde se formularon cuatro dietas isocalóricas que contienen 20%, 27%, 34% y 41% de proteína bruta.

**TAVARES (2006)**, se analizó la presencia de basófilos en sangre periférica de 15 teleósteos de agua dulce utilizando la tinción metacromática, azul de toluidina en frotis de sangre determinando que la presencia de basófilos en la sangre es muy rara por la incapacidad de conservación.

**LANNACONE et al. (2006)**, estudiaron parámetros hematológicos del pez amazónico “acarahuazú” *Astronotus ocellatus* (AGASISIZ, 1831) y determinaron valores de referencia bajo condiciones normales. La

extracción de la sangre se realizó por punción cardiaca. Los resultados obtenidos corresponden a valores hematológicos normales para el “acarahuzú”.

**CENTENO et al. (2007)**, determinaron características hematológicas que pueden vincularse para diagnosticar la condición de salud. Examinaron 30 ejemplares de “cachamma” *Colossoma macropomum*, de reproductores, juveniles y alevines mantenidos en condiciones de cautiverio en lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro. Para el análisis hematológico, las muestras de juveniles y reproductores se tomaron a través de punción de la vena caudal y para los alevines por cortes del pedúnculo caudal. Además, determinaron los valores de hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitos y leucocitos y calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media.

**DAÑINO & NASH (2007)**, evaluaron el crecimiento, sobrevivencia y parámetros hematológicos de juveniles de “paco” *Piaractus brachypomus* y “gamitana” *Colossoma macropomum*, cultivados en dos tipos de ambientes, estanques de tierra y estanques revestidos con geomembranas, donde los resultados superiores se dieron en los estanques de geomembrana. En ambos casos fue utilizado alimento extruido.

**GALEANO et al. (2007)**, determinaron variables hematológicas e índices hematimétricos, así como la concentración de proteínas plasmáticas y albúmina de *Porichthys porosissimus* en el estuario de la Bahía Blanca, Argentina. Los compararon con peces de hábitos bentónicos similares, en otros ecosistemas donde los resultados permitieron corroborar que *P.*

*porosissimus* responde a las características hematológicas de los peces de hábitos alimenticios bentónicos y sedentarios.

**TAVARES et al. (2007)**, determinaron parámetros de la sangre del “paiche” *Arapaima gigas* tales como eritrocitos, plaquetas, leucocitos, electrolitos ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{+2}$ ) y productos metabólicos (total de proteína, glucosa, úrea, triglicéridos y colesterol). Dichos parámetros fueron medidos en peces sanos cuando eran mantenidos en cultivo en Amazonía Central.

**DEL RISCO et al. (2008)**, Determino el efecto de tres niveles de proteína dietaria (T1=35, T2=40 y T3=45% PB) en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* en un ensayo de 84 días de duración.

**SOBERON (2008)**, evaluó el efecto en la densidad de cultivos sobre el crecimiento, el contenido nutricional de la carne y la cuantificación de los principales parámetros hematológicos de juveniles de “gamitana” *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) cultivados en jaulas flotantes. Se determinaron los principales índices zootécnicos, el contenido nutricional y la cuantificación de los principales parámetros hematológicos de los peces.

**RIBEYRO (2009)**, evaluó los efectos de tres frecuencias de alimentación sobre el crecimiento de alevinos de arahuanas, *Osteoglossum bicirrhosum*, alimentados con una dieta extruida comercial (55% PB) durante 50 días. Se determinaron los parámetros de crecimiento, índices zootécnicos y calidad de agua.

**TAVARES–DIAS & MORAES (2004)**, Presentan información básica sobre hematopoyesis y los principales parámetros hematológicos de peces de agua dulce y sus relaciones con los factores bióticos y abióticos.

**SALAZAR et al. (2011)**, evaluaron algunas respuestas hematológicas e inmunológicas del pez *Colossoma macropomum* bajo a condiciones de 0.2 y 1 ppm de Cloruro de Cadmio durante 15 días. Los parámetros evaluados fueron hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), conteo total de células rojas (RBC), hemoglobina corpuscular media (HCM), volumen corpuscular medio (VCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y los parámetros inmunes: viabilidad celular, fagocitosis y conteo total y diferencial de leucocitos. El análisis se realizó a los 7 y 15 días de exposición a cadmio y una vez que los peces fueron depurados por 21 días.

**REY (2012)**, determinó valores de referencia del hemograma de individuos adultos de *Cichlasoma dimerus* que provinieron de Esteros del Riachuelo, Corrientes, Argentina. Los peces se pesaron, midieron y pusieron en acuarios a  $26.5 \pm 1^{\circ}$  C, con un foto-período de 12:12 horas y una densidad promedio de 6.4 g/l. Los peces se alimentaron una vez por día con alimento balanceado comercial TetraCichlid.

**VÁSQUEZ et al. (2012)**, analizaron el crecimiento y variación de los parámetros bioquímicos en plasma de juveniles de *Piaractus bachypomus* alimentados con dos niveles de proteína.

**MANOSALVA & CUBAS (2013)**, evaluaron la influencia de tres dietas comerciales extrusadas (T1= Puripaiche 50% PB; T2= Aquatech 42% PB; T3= Nutrisam 50% PB) en el crecimiento de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en peceras.

**SERRANO et al. (2013)**, determinaron los valores hematológicos del "paiche" *Arapaima gigas* en varios estadios de desarrollo provenientes de centros de cultivo localizados en la Amazonia peruana. Las muestras

fueron clasificadas de acuerdo al grupo etario: 10-30, 31-180, 181-365 y >365 días. Se obtuvieron valores de recuento de glóbulos rojos y blancos, hematocrito y hemoglobina, así como el recuento diferencial de leucocitos. Los valores de glóbulos rojos y de hemoglobina se incrementaron con la edad ( $P < 0.05$ ).

**HOYOS (2014)**, Evaluó el efecto de cuatro niveles proteicos de dietas peletizadas en el crecimiento de alevines de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*, criados en jaulas flotantes. Se realizó en el Centro Piloto del proyecto “Modelos Prácticos de Producción Piscícola de Consumo Humano y Uso Ornamental” en la ciudad de Caballo Cocha.

**PEREYRA (2015)**, determinó la caracterización de los parámetros hematológicos (eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, VCM, HCM, CHCM) así como el conteo total de leucocitos en juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum*; utilizaron 60 peces en total, los cuales fueron extraídos de las instalaciones del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra de Quistococha - CIFAB, sede del Programa de Investigación para el uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP.

**DARIAS et al. (2015)**, Determinaron la influencia de tres dietas comerciales con diferentes contenidos de proteínas y lípidos (40: 14, 45: 8, 48: 8 proteína: lípido - P: L, en% de peso seco de la dieta) en el rendimiento del crecimiento, la supervivencia y la histología del hígado y se analizó el intestino en juveniles *Osteoglossum bicirrhosum*, criados en cautiverio.

**MARINHO et al. (2015)** Compararon los parámetros hematológicos como proteína, glucosa, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos. VCM, HCM Y

CHCM de juveniles de la especie *Arapaima gigas* en cultivo, parasitados por una especie de protozooario y tres especies de helmintos. **LIGÑA (2017)**.

Determinaron valores hematológicos en juveniles de *Arapaima gigas* mantenidos en condiciones de cautiverio en tres pisos altitudinales en la amazonia ecuatoriana, siendo procesadas un total de 57 muestras.

**TOSTES et al. (2020)**, describieron la relación del peso, factor de condición, parámetros bioquímicos plasmáticos (glucosa, proteína total, colesterol y triglicéridos) y hematológicos (eritrocitos, trombocitos, leucocitos totales, conteo diferencial de leucocitos, hematocrito, hemoglobina, volumen corpuscular medio, concentración de hemoglobina corpuscular media) de *Osteoglossum bicirrhosum* durante el mes de octubre del 2010, siendo analizados 38 peces en total; midiendo de 34,5 a 56,5 cm pesando de 246 a 1,254 g los cuales fueron colectados en el Rio Preto, estado de Amapá, Brasil.

## 1.2. BASES TEÓRICAS

### 1.2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

REINO	: ANIMAL
PHYLUM	: CORDADOS
SUB PHYLUM	: VERTEBRADOS
CLASE	: OSTEICHTHYES
ORDEN	: OSTEOGLOSSIFORMES
FAMILIA	: OSTEOGLOSSIDAE
GÉNERO	: OSTEOGLOSSUM
ESPECIE	: <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (CUVIER, 1829)
NOMBRE COMÚN	: Arahuaana

### 1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El cuerpo y la cabeza de la arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* están comprimidos lateralmente, de tal forma que la natación se realiza por movimientos ondulantes que le conceden elegancia, imponentia y versatilidad. La boca es grande y oblicua; la posición superior de la boca permite que accedan a una amplia gama de presas. Las aletas pectorales funcionan como frenos para detener o disminuir el avance; ayudan a mantener la estabilidad lateral. Las aletas pélvicas funcionan como estabilizadores laterales y cumplen una función muy importante como dispersores de los productos sexuales durante el apareamiento. Su coloración es plateada, poseen tonalidades que van desde gris metálico en los costados hasta color verdoso en el dorso. Presentan escamas cicloides grandes y fuertes. (ARGUMEDO, 2005)



**FIGURA 1.** Ejemplar de *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829).

### **1.2.3 ALIMENTACIÓN**

La arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* es considerada una especie carnívora, con preferencia por los peces, insectos y gasterópodos; se ratifica como especie omnívora de preferencia ictiófaga. En un estudio de análisis estomacal de arahuanas capturadas del medio natural se identificaron los siguientes grupos: insectos (26.4%), peces (18.8%), gasterópodos (14.3%) y materia orgánica (9.6%), sin descartarse el consumo de arácnidos, crustáceos, aves y reptiles (**AGUDELO *et al.*, 2007**).

## **1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **1.3.1 HEMATOLOGÍA**

Se encarga de estudiar, diagnosticar, prevenir, tratar y, en la medida de lo posible, curar aquellas enfermedades relacionadas con la sangre. Los valores hematológicos pueden ser alterados de acuerdo al contenido nutricional de la dieta.

### **1.3.2 PROTEÍNAS**

Están formadas por muchos bloques de construcción, conocidos como aminoácidos. Nuestro cuerpo necesita proteínas en la dieta para suministrar aminoácidos para el crecimiento y mantenimiento de nuestras células y tejidos.

## **CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Se ha determinado importante la realización de investigaciones de estudios hematológicos, ya que vienen siendo considerados una práctica rutinaria para determinar el estado de salud de los peces criados bajo diferentes condiciones **(CENTENO, 2007)** A su vez la hematología de los individuos puede ser afectados por las características nutricionales de la dieta **(JIRASEK et al., 1998)**, estos estudios son importantes porque nos indican el estado en que se encuentran permitiendo evaluar, diagnosticar y prevenir enfermedades, desbalances nutricionales y otros agentes estresantes que se presentan durante su cultivo **(HESSBERG et al., 2011)**. Por ello, Ante la falta de trabajos sobre el perfil hematológico en juveniles de arahuana, se consideró necesario realizar el presente estudio; en el cual se pretende experimentar la influencia de diferentes niveles proteicos en los parámetros hematológicos de esta especie utilizados en su alimentación.

**¿Cómo los parámetros hematológicos de la arahuana son influenciados por los niveles proteicos de la alimentación?**

#### **2.1.1. HIPOTESIS**

H<sub>0</sub>= Los niveles de proteína del alimento no influenciaron en los parámetros hematológicos de juveniles de arahuana cultivadas en jaulas flotantes.

H<sub>1</sub>= Los niveles de proteína del alimento influenciaron en los parámetros hematológicos de juveniles de arahuana cultivadas en jaulas flotantes.

## 2.2 VARIABLES

**VARIABLES INDEPENDIENTES:** Niveles proteicos en la alimentación que se darán a los juveniles de arahuana.

**VARIABLES DEPENDIENTES:** Índices zootécnicos y parámetros hematológicos de juveniles de arahuana.

### 2.2.1 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.

**Tabla 1.** Operalización de Variables de las dietas experimentales.

Variables	Indicadores	Unidad de medición
Alimento	Tratamiento 1 Pb 28%	G
	Tratamiento 2 Pb 40%	G
	Tratamiento 3 Pb 50%	G
	Testigo	G
Índices zootécnicos	Obtención de la Biomasa	G
	Ganancia de peso total (GPT)	G
	Ganancia de peso diario (GPD)	G
	Índice Conversión Alimenticia Aparente (ICAA)	Und.
	Tasa de crecimiento Específico (TCE)	%
	Tasa de crecimiento Relativo (TCR)	%
	Factor de Condición (K)	g.cm <sup>3</sup>
	Eficiencia de alimento (EA)	G
	Sobrevivencia (S)	%
	Coeficiente de variación de peso.	%
Parámetros hematológicos	Número de eritrocitos	Cel/mm <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup>
	Porcentaje de hematocrito	%
	Concentración de hemoglobina	g/dl
	Volumen corpuscular medio	fl/cel
	Hemoglobina corpuscular media	pg/cel
	Concentración de hemoglobina corpuscular media	%
	Número de leucocitos	Cel/mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>
	Formula leucocitaria	%
	Glucosa	mg/dl
	Proteína total	mg/dl

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación fue de tipo experimental porque se evaluó tres (3) niveles de proteínas en distintos porcentajes con un control (peces forraje) teniendo una relación causa y efecto en los valores hematológicos.

### **3.2 DISEÑO DE MUESTRA**

#### **3.2.1 ÁREA DE ESTUDIO**

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra – CIFAB del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP, que está ubicado geográficamente a 3° 48.9' 9" S y 73° 19'18.2" W, con una altitud de 128 m.s.n.m., situado en el km. 4.5 de la carretera Iquitos – Nauta en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto.



**Figura 2.** Frontis del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB), sede del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

### 3.2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Los peces provienen de reproducción en cautiverio en estanques de tierra del CIFAB. Se utilizaron 60 juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, con peso y longitud inicial homogéneo.

### 3.2.3 UNIDADES EXPERIMENTALES

Se confeccionaron 10 jaulas de 1.10 m<sup>3</sup> (1 m x 1 m x 1.10 m de largo, ancho y alto respectivamente) a base de tubos de PVC de 1 pulgada de diámetro. Las jaulas fueron forradas con malla de nylon de 2 mm y sumergidas en un estanque piscícola de 5000 m<sup>2</sup> de espejo de agua (estanque 1B) del CIFAB (**Anexo: 02**). La distribución de las jaulas en el estanque fue en forma lineal como se muestra en la **Figura 3**.



**Figura 3.** Distribución de jaulas experimentales.  
Dónde: T = Tratamiento; R = Repeticiones

### 3.2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de tres niveles proteicos en la dieta de juveniles de arahuana sobre los parámetros hematológicos y de crecimiento, aplicándose el diseño experimental DCA (Diseño Completamente al Azar), que consistió en alimentar a los peces con tres dietas: T1=28% PB, T2= 40% PB, T3= 50% PB con tres repeticiones cada uno y un grupo con peces vivos (*Cichlasoma sp.*) como testigo sin repetición. Se asignaron aleatoriamente los tratamientos en las 10 unidades experimentales y se

aplicaron densidades de cultivo de 6 peces/m<sup>3</sup> en cada unidad, con una duración experimental de 90 días.

**Tabla 2.** Composición bromatológica (%) de las dietas experimentales (materia seca).

Tratamiento	Alimento	Proteína bruta	Grasa	Fibra	Ceniza	Humedad
T1	Purutilapia <sup>1</sup>	28	4	3.5	10	11
T2	Truchina <sup>1</sup>	40	8	3	12	12
T3	Puripaiche <sup>1</sup>	50	10	2	12	12
Testigo	Bujurqui, <i>Cichlasoma sp.</i> <sup>2</sup>	49.6	8.7	-	12.4	-

Fuente: <sup>1</sup>Purina® (Cargill Incorporated, Lima, Perú), <sup>2</sup>Mohammadi et al. (2016)

### 3.2.5 ALIMENTACIÓN DE LOS PECES

La tasa de alimentación fue del 6% de la biomasa por cada unidad experimental (jaula) durante la ejecución de estudio. La frecuencia de alimentación fue de dos veces al día (8:00 y 16:00 horas) durante los 90 días.

### 3.2.6 EVALUACIONES BIOMÉTRICAS

Las evaluaciones biométricas se realizaron a los 23, 45, 70 y 90 del experimento. se evaluó la longitud total (cm) y el peso (g) de cada ejemplar, para lo cual se empleó un ictiómetro convencional y una balanza electrónica digital Electronic Scale con sensibilidad de 0.1 g (Anexo: 03 y 04).

### 3.2.7 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

Para evaluar la influencia de los alimentos en el crecimiento de los juveniles, se consideró lo descrito por **CASTELL & TIEWS (1980)**; es decir,

se registró longitud inicial (LI), longitud final (LF), ganancia de longitud (GL), peso inicial (PI), peso final (PF) y ganancia de peso (GP).

- **Longitud Inicial (LI)**

**LI** = Promedio de longitud (cm) al inicio experimental

- **Longitud Final (LF)**

**LF** = Promedio de longitud (cm) al final experimental

- **Ganancia de longitud (GL)**

**GL** = longitud promedio final - peso promedio inicial

- **Peso Inicial (PI)**

**PI** = Promedio de peso (g) al inicio experimental

- **Peso Final (PF)**

**PF** = Promedio de peso (g) al final experimental

- **Ganancia de peso (GP)**

**GP** = peso promedio final - peso promedio inicial

### 3.2.8 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Para evaluar la influencia de los alimentos en el desarrollo y nutrición de los peces se consideró lo descrito por **CASTELL & TIEWS (1980)**, registrando: Ganancia de peso diario (GPD), tasa de crecimiento específico (TCE%), tasa de crecimiento relativo (TCR%), índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), eficiencia de conversión alimenticia (ECA%), factor de condición (K) y sobrevivencia (S%).

#### Ganancia de peso diario (GPD)

**GPD**= Ganancia de peso/tiempo experimental (días)

- Tasa crecimiento específico (TCE%)

$$\text{TCE\%} = \frac{(\text{Ln. Pf} - \text{Ln. Pi})}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$$

- Tasa crecimiento relativo (TCR %)

$$\text{TCR\%} = \frac{(\text{Pf} - \text{Pi})}{\text{Pi}} \times 100$$

- Índice conversión alimenticia aparente (ICAA)

$$\text{ICAA} = \frac{\text{Cantidad De Alimento Suministrado}}{\text{Ganancia De Biomasa}}$$

- Eficiencia de conversión alimenticia (ECA%)

$$\text{ECA\%} = \frac{\text{Biomasa Ganada}}{\text{Alimento Suministrado}} \times 100$$

- **Factor de condición (K)**

$$K = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Longitud Total}^3} \times 100$$

- **Sobrevivencia (S%)**

$$S\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ Peces Finales Experimentales}}{\text{N}^\circ \text{ Peces Iniciales Experimentales}} \times 100$$

### 3.2.9. EVALUACIONES HEMATOLÓGICAS

Para las evaluaciones hematológicas se siguió el protocolo de **RANZANI-PAIVA et al. (2013)**. Que determina que los parámetros hematológicos son una herramienta útil para medir el estado fisiológico de los peces. Durante el experimento se realizó la toma de muestra de sangre al inicio, mitad (45 días) y final (90 días), para ello los peces fueron previamente anestesiados con Eugenol (Moyco U.S.P.) a concentración de 20 ppm, cuando los peces se encontraban sedados se extrajeron 2 ml de sangre mediante punción de la vena caudal con jeringas de 3 ml bañadas con anticoagulante EDTA (3%), siendo muestreado un pez al azar por cada réplica (**Anexo: 05**). Luego, las muestras fueron llevadas y analizadas en el laboratorio de Bromatología y Fisiología del CIFAB–IIAP. Donde se determinaron los siguientes parámetros hematológicos:

- **Conteo de leucocitos**

Se determinó el número de leucocitos presentes en un milímetro cúbico de sangre, con la ayuda de una cámara de Neubauer. El número de leucocitos se calculó de la siguiente manera:

$$\# \text{ Leucocitos / mm}^3 = (\text{células contadas} \times 10 \times 10) / 4$$

Dónde:

10: Corrección por la altura de la cámara

20: Factor de dilución

4: Número de cuadrículas contadas

- **Conteo de eritrocitos**

Se determinó el número de eritrocitos presente en un milímetro cúbico de sangre, con la ayuda de una cámara de Neubauer. El número de eritrocitos se calculó de la siguiente manera:

$$\# \text{ Eritrócitos / mm}^3 = \text{células contadas} \times 10 \times 10 \times 5$$

Dónde:

200: Factor de dilución

10 : Corrección por la altura de la cámara

5 : Número de sub cuadrículas contadas

- **Porcentaje de hematocrito (Ht%)**

Se determinó el porcentaje de hematocrito, utilizando una Microcentrífuga para hematocrito marca Hettich-210 a diez mil revoluciones por minuto (rpm) por un espacio de 5 minutos. La lectura del porcentaje de hematocrito se realizó con la ayuda de una regla milimétrica (**Anexo: 06 y 07**).

- **Concentración de hemoglobina**

Se determinó la concentración de hemoglobina presente en la sangre de los peces según el método de la Cianometahemoglobina, utilizando un espectrofotómetro de luz ultravioleta y luz visible marca Agilent Technologies modelo Cary 60 con cubetas para UV (**Anexo: 08 y 09**). La determinación de la concentración de hemoglobina se calculó de la siguiente manera:

$$\text{HB (g/dL)} = (\text{AbsMuestra} / \text{AbsEstandar}) \times \text{estándar}$$

- **Índices hematimétricos**

Con los datos obtenidos de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina se calcularon los índices hematimétricos como:

- **Volumen corpuscular medio (VCM)**

$$\text{VCM (fl.)} = (\text{porcentaje de hematocrito} / \text{número de eritrocitos}) \times 10$$

- **Hemoglobina corpuscular media (HCM)**

$$\text{HCM (pg/cel)} = (\text{hemoglobina} / \text{número de eritrocitos}) \times 10$$

- **Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)**

$$\text{CHCM (\%)} = (\text{hemoglobina} / \text{porcentaje de hematocrito}) \times 100$$

- **Concentración de Glucosa**

Se determinó la concentración de glucosa presente en el plasma de los peces según el método del Análisis enzimático GOD-POD, utilizando

un Kit comercial Far Diagnostics de acuerdo a la reacción Trinder y un espectrofotómetro de luz ultravioleta y luz visible Agilent Technologies modelo Cary 60 con cubetas para UV (**Anexo: 08**). La determinación de la concentración de glucosa se calculó de la siguiente manera:

Donde:

AbsS : Absorbancia de la muestra  
AbsStd : Absorbancia del estándar

- **Concentración de proteína**

Se determinó la concentración de proteína presente en el plasma de los peces según el método colorimétrico, utilizando el Kit comercial Proti 2 y un espectrofotómetro de luz ultravioleta y luz visible Agilent Technologies modelo Cary 60 con cubetas para UV (**anexo: 10**). La determinación de concentración de proteína se calculó de la siguiente manera:

Empleando el valor dado en el mismo kit (P.T.: 4.8) y la lectura del

$$f = \frac{P.T. (g/dL)}{S}$$

estándar (S) se encuentra el valor "f" para luego calcular la proteína total de la muestra (D).

$$\text{Proteína (g/dL)} = D \times f$$

Dónde:

D : Muestra  
f : Valor calculado

- **Fórmula leucocitaria (%)**

Es un conteo para determinar el porcentaje de cada tipo de glóbulo blanco en la sangre. El método empleado fue la realización de frotis sanguíneo que consiste en la extensión de una gota de sangre sobre un portaobjeto, se secó y aplicó la tinción de Wright. Este tipo de tinción facilita la diferenciación de tipos de células en la sangre. El frotis se observó en el microscopio con el objetivo de inmersión de x100 para el recuento. Según lo descrito por **TAVARES & MORAES (2004)**.

### 3.2.10 Parámetros Limnológicos

Se realizó el monitoreo diario (8:00 y 16:00) de la temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y dióxido de carbono (mg/L) utilizando un oxímetro YSI 550A y el monitoreo quincenal de pH (mg/l), nitritos (ppm), dureza (ppm), alcalinidad (ppm) y amonio NH<sub>4</sub> (ppm) mediante un Kit colorimétrico para muestras de agua dulce marca LaMotte (**Anexo: 11**).

## 3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos

### 3.3.1 Materiales e instrumento

- Cuaderno de apuntes, lápiz, papel bond, plumones indelebles.
- Cámara fotográfica.
- Microscopio óptico.
- Fichas de registros.
- Balanza analítica
- Ictiómetro
- Cámara de Neubauer
- Microcentrífuga
- espectrofotómetro de luz ultravioleta

## 3.4. Procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos de las evaluaciones de crecimiento, índices zootécnicos y hematología fueron procesados en planillas de Excel, donde se muestran como promedio y desviación estándar y fueron analizados a través del Análisis de Varianza (ANOVA); cuando se observó significancia en este análisis, se aplicó la prueba de comparación de promedios de Tukey con la ayuda del software estadístico Sigmaplot 11. según corresponde a la estadística aplicada de **ARROYO 1984**.

### **3.5 Aspectos éticos.**

Esta investigación se realizó con todos los protocolos de bioseguridad del laboratorio de hematología del AQUAREC; contando con todos los permisos necesarios para su ejecución.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Crecimiento de los peces

Los resultados en el crecimiento de longitud total realizados en juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* se presentan en la **Tabla 3**. Mostrando valores promedios y desviación estándar de los tratamientos durante los 90 días de etapa experimental. Al inicio del experimento se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos; a partir de los 45 días, los resultados mostraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) hasta el día 90. Siendo la dieta de 50% PB y el testigo (49.6%) que muestra un crecimiento superior en relación con las dietas de 28% y 40% de PB, que no muestran diferencias significativas entre sí.

**Tabla 3.** Valores de crecimiento en longitud (cm) de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* con diferentes niveles proteicos en la alimentación, cultivados en corrales durante 90 días. (Promedio  $\pm$  desviación estándar).

Long (cm)	Días				
	01	23	45	70	90
<b>T1 (28%)</b>	26.53 $\pm$ 3.41a	27.31 $\pm$ 3.28a	27.59 $\pm$ 3.26a	28.26 $\pm$ 3.26a	28.58 $\pm$ 3.23a
<b>T2 (40%)</b>	26.38 $\pm$ 2.26a	27.29 $\pm$ 2.29a	27.78 $\pm$ 2.40a	28.94 $\pm$ 2.19a	29.40 $\pm$ 2.16a
<b>T3 (50%)</b>	26.54 $\pm$ 2.26a	29.42 $\pm$ 2.66a	30.28 $\pm$ 2.62b	32.04 $\pm$ 2.65b	32.80 $\pm$ 2.70b
<b>Testigo (49.6%)</b>	26.27 $\pm$ 2.34a	27.90 $\pm$ 2.03a	28.98 $\pm$ 1.82ab	31.20 $\pm$ 1.65ab	32.15 $\pm$ 1.43b
P	0.98	0.59	0.02	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>

**Leyenda:** P: valor de probabilidad, T: tratamiento. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

En la **Tabla 4**, se muestran los valores promedio y desviación estándar de peso (g) durante los 90 días de experimento. Al inicio se observa que no existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, a partir del día 23 se observa que hay diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las dietas de 28% y 40% con la dieta de 50% y el testigo (49.6%), que presentaron el mayor crecimiento significativo hasta el final de cultivo.

**Tabla 4.** Valores de crecimiento en peso (g) de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* con diferentes niveles proteicos en su alimentación, cultivados en corrales durante 90 días. (Promedio  $\pm$  Desviación estándar).

Peso (g)	Días				
	0	23	45	70	90
<b>T1 (28%)</b>	74.83 $\pm$ 28.61a	90.19 $\pm$ 35.22a	93.18 $\pm$ 34.62a	101.07 $\pm$ 36.91a	106.01 $\pm$ 37.05a
<b>T2 (40%)</b>	74.72 $\pm$ 17.77a	90.86 $\pm$ 24.64a	98.63 $\pm$ 23.55a	112.65 $\pm$ 25.69a	120.53 $\pm$ 28.97a
<b>T3 (50%)</b>	74.72 $\pm$ 16.74a	125.48 $\pm$ 33.69b	137.11 $\pm$ 35.96b	158.45 $\pm$ 42.50b	174.58 $\pm$ 48.78b
<b>Testigo (49.6%)</b>	72.50 $\pm$ 19.30a	103.28 $\pm$ 20.20ab	121.58 $\pm$ 22.04b	155.95 $\pm$ 25.39b	172.58 $\pm$ 26.89b
P	0.90	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>

**Leyenda:** P: valor de probabilidad, T: tratamiento. Letras diferentes en la misma columna muestran diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

## 4.2 Índices zootécnicos

Los índices zootécnicos obtenidos en el estudio se observan en la **Tabla 5**, donde se muestran valores promedios de cada tratamiento, así como desviación estándar. La dieta con el mayor nivel proteico (50% PB) y el testigo (49.6%) muestran diferencia significativa superior con relación a las otras dietas (28% y 40% PB) en las variables de **GL, GP, GPD, TCE, TCR y ECA**; mientras que en el **ICCA** la dieta con 50% PB y testigo (49.6%) muestran mejores resultados significativos ( $p < 0.05$ ) en comparación con la dieta de 28% PB. en factor de condición y sobrevivencia no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 5.** Índices zootécnicos de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* según tratamiento: T1= 28%, T2= 40%, T3= 50% PB y Testigo = peces. (Promedio  $\pm$  Desviación estándar).

Variable	Tratamientos				P
	T1 (28%)	T2 (40%)	T3 (50%)	Testigo (49.6%)	
<b>GL (cm)</b>	2.04 $\pm$ 0.05a	3.00 $\pm$ 0.79a	6.26 $\pm$ 0.81b	5.88 $\pm$ 1.2b	<b>0.001</b>
<b>GP (g)</b>	31.17 $\pm$ 9.43a	44.87 $\pm$ 12.34a	99.86 $\pm$ 15.50b	100.1 $\pm$ 11.6b	<b>0.001</b>
<b>GPD (g)</b>	0.34 $\pm$ 0.10a	0.49 $\pm$ 0.13a	1.09 $\pm$ 0.17b	1.11 $\pm$ 0.13b	<b>0.001</b>
<b>TCE (%)</b>	0.38 $\pm$ 0.12a	0.51 $\pm$ 0.11a	0.92 $\pm$ 0.10b	0.98 $\pm$ 0.13b	<b>0.002</b>
<b>TCR (%)</b>	42.2 $\pm$ 15.4a	60.0 $\pm$ 15.7a	133.6 $\pm$ 21.9b	143.7 $\pm$ 27.4b	<b>0.001</b>
<b>K</b>	0.45 $\pm$ 0.01a	0.47 $\pm$ 0.04a	0.49 $\pm$ 0.02a	0.52 $\pm$ 0.02a	0.271
<b>ECA (%)</b>	6.57 $\pm$ 1.92a	8.99 $\pm$ 2.06a	15.23 $\pm$ 1.72b	16.75 $\pm$ 1.95b	<b>0.004</b>
<b>ICAA</b>	16.04 $\pm$ 4.16a	11.56 $\pm$ 2.84ab	6.63 $\pm$ 0.80b	6.1 $\pm$ 0.72b	<b>0.022</b>
<b>S (%)</b>	100a	88.89 $\pm$ 9.62a	100a	100a	0.361

Letras diferentes en la misma fila muestran diferencia significativa ( $P < 0.05$ ).

Leyenda: GL=Ganancia de longitud; GP= Ganancia de peso; GPD= Ganancia de peso diario; TCE%= Tasa de crecimiento específico; TCR%= Tasa de crecimiento relativo; K= Factor de condición; ECA%= Eficiencia de conversión alimenticia; ICAA= Índice de conversión alimenticia aparente y S%= Sobrevivencia.

### 4.3 Parámetros hematológicos

En la **Tabla 6** se muestra que el conteo de leucocitos en los diferentes niveles de proteína utilizados (28, 40, 50 y 49.6%) en la alimentación de los peces en cada periodo experimental, se muestran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los peces alimentados con la dieta de 40% y el testigo de 49.6% al final del experimento. Así mismo cuando se evalúa la variación de leucocitos durante el tiempo se muestra que los peces alimentados con la dieta 40% y testigo (49.6%) tienen incremento significativo ( $p > 0.05$ ) al final (90 días) del periodo experimental.

**Tabla 6.** Promedio de conteo de leucocitos de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Leucocitos ( $\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$ )	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	10.59 $\pm$ 0.95	11.05 $\pm$ 2.58	12.10 $\pm$ 0.66ab	0.55
<b>T2 (40%)</b>	9.31 $\pm$ 1.02A	9.68 $\pm$ 0.24AB	11.77 $\pm$ 1.32Ba	<b>0.04</b>
<b>T3 (50%)</b>	9.38 $\pm$ 1.30	10.10 $\pm$ 1.92	12.94 $\pm$ 1.27ab	0.06
<b>Testigo (49.6%)</b>	10.83 $\pm$ 0.39A	10.45 $\pm$ 1.84A	14.56 $\pm$ 0.32Bb	<b>0.007</b>
<b>P</b>	0.34	0.83	<b>0.03</b>	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas ( $P < 0.05$ ). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas ( $P < 0.05$ ).

En la **Tabla 7**, se observa que en el conteo de eritrocitos los peces alimentados con diferentes niveles de proteína (38, 40, 50 y 49.6%) no presentaron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) durante el periodo experimental. Asimismo, al observar las dietas y testigo en función del tiempo no existió diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en ninguno de los periodos experimentales (0, 45 y 90 días).

**Tabla 7.** Promedio de conteo de eritrocitos de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Eritrocitos (x10 <sup>6</sup> µL <sup>-1</sup> )	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	0.90 ± 0.01	0.89 ± 0.06	1.08 ± 0.10	0.07
<b>T2 (40%)</b>	0.97 ± 0.02	1.06 ± 0.07	1.10 ± 0.09	0.12
<b>T3 (50%)</b>	0.99 ± 0.06	1.19 ± 0.18	1.22 ± 0.12	0.15
<b>Testigo (49.6%)</b>	0.94 ± 0.10	0.95 ± 0.13	1.04 ± 0.09	0.99
<b>P</b>	0.33	0.06	0.23	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas (P<0.05). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas (P<0.05).

En el análisis de hematocrito que se muestra en la **Tabla 8**, se aprecia que en la alimentación de los peces durante el periodo experimental solo muestra diferencia significativa (p<0.05) entre la dieta de 40% y el testigo (49.6%) al final del experimento. Al analizar en función del tiempo se aprecia un incremento significativo (p<0.05) del hematocrito en las dietas de 50% y testigo (49.6%) a los 45 días, que se mantiene hasta el final solo en el testigo.

**Tabla 8.** Promedio de hematocrito de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Hematocrito (%)	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	28.53 ± 3.40	34.13 ± 4.38	30.89 ± 1.57 a	0.20
<b>T2 (40%)</b>	30.17 ± 5.97	36.73 ± 2.33	30.12 ± 1.16a	0.12
<b>T3 (50%)</b>	25.37 ± 1.67A	38.13 ± 3.24C	31.85 ± 1.36aB	<b>0.001</b>
<b>Testigo (49.6%)</b>	26.96 ± 3.01A	40.32 ± 0.58B	36.20 ± 1.36bB	<b>0.001</b>
<b>P</b>	0.50	0.16	<b>0.001</b>	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas (P<0.05). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas (P<0.05).

En el análisis de hemoglobina presentados en la **Tabla 9**, se observa que los valores obtenidos de hemoglobina no mostraron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre los diferentes niveles de proteína utilizados (28, 40, 50% y 49.6%). No obstante, al analizar el testigo (49.6%) en función del tiempo se muestra un incremento significativo ( $p>0.05$ ) al final (90 días); mientras que las demás dietas no presentan ninguna diferencia en el tiempo.

**Tabla 9.** Promedio de hemoglobina de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Hemoglobina (g dL <sup>-1</sup> )	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	7.89 ± 0.81	11.90 ± 4.53	9.30 ± 1.23	0.27
<b>T2 (40%)</b>	8.31 ± 3.01	9.66 ± 0.74	9.00 ± 1.04	0.70
<b>T3 (50%)</b>	7.08 ± 0.62	8.88 ± 0.72	9.63 ± 1.87	0.10
<b>Testigo (49.6%)</b>	6.13 ± 0.99A	10.23 ± 0.34AB	11.29 ± 2.89B	<b>0.03</b>
<b>P</b>	0.44	0.48	0.49	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas ( $P<0.05$ ). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas ( $P<0.05$ ).

Valores de VCM se muestran en la **Tabla 10**, los peces alimentados con diferentes niveles de proteína (28, 40, 50 y 49.6%) no presentaron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre sí durante el periodo experimental. Sin embargo, al analizar en función al tiempo experimental, las dietas de 28% y 40% muestra un incremento significativo ( $p>0.05$ ) a partir de los 45 días y se mantiene hasta el final de experimento.

**Tabla 10.** Promedio de VCM de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

VCM (fl)	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	317.12 ± 40.71AB	384.18 ± 26.60A	287.91 ± 22.83B	<b>0.02</b>
<b>T2 (40%)</b>	311.19 ± 62.36B	347.11 ± 30.37A	275.35 ± 16.23B	<b>0.02</b>
<b>T3 (50%)</b>	256.15 ± 2.55	324.13 ± 38.23	264.22 ± 34.41	0.60
<b>Testigo (49.6%)</b>	293.76 ± 40.21	385.32 ± 41.63	348.72 ± 37.49	0.78
<b>P</b>	0.23	0.16	0.60	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas ( $P < 0.05$ ). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas ( $P < 0.05$ ).

En la **Tabla 11** se observa que durante el periodo experimental los valores de HCM no mostraron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los niveles de proteína utilizados (28, 40, 50 y 49.6%) durante el periodo experimental. De la misma manera si observamos en función del tiempo no se muestra diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en ninguna de los periodos experimentales (0, 45, y 90 días).

**Tabla 11.** Promedio de HCM de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

HCM (pg)	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final (90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	87.72 ± 10.17	106.42 ± 41.08	86.32 ± 7.57	0.11
<b>T2 (40%)</b>	85.77 ± 31.31	90.99 ± 2.70	82.82 ± 16.23	0.89
<b>T3 (50%)</b>	71.51 ± 6.24	75.43 ± 8.47	78.85 ± 10.27	0.60
<b>Testigo (49.6%)</b>	68.97 ± 10.05	119.04 ± 57.92	107.94 ± 24.17	0.28
<b>P</b>	0.48	0.51	0.19	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas ( $P < 0.05$ ). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas ( $P < 0.05$ ).

En el análisis de CHCM presentados en la **Tabla 12**, se observa que los valores no mostraron diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre los diferentes niveles de proteína utilizados (28, 40, 50 y 49.6%) durante el periodo experimental. Igualmente, al evaluar en función del tiempo las dietas y testigo no se muestra diferencia significativa ( $p>0.05$ ) en los periodos experimentales (0, 45, y 90 días).

**Tabla 12.** Promedio CHCM de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

CHCM (g/dl)	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final ( 90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	27.71 ± 1.13	34.15 ± 8.33	30.19 ± 4.49	0.41
<b>T2 (40%)</b>	26.98 ± 4.57	26.32 ± 1.85	29.91 ± 3.57	0.46
<b>T3 (50%)</b>	27.93 ± 2.71	23.28 ± 0.16	30.42 ± 7.10	0.21
<b>Testigo (49.6%)</b>	24.05 ± 1.52	25.66 ± 2.60	31.09 ± 7.46	0.23
<b>P</b>	0.87	0.08	0.99	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas ( $P<0.05$ ). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas ( $P<0.05$ ).

En el análisis de glucosa en plasma presentado en la **Tabla 13**, no muestran diferencia significativa ( $p>0.05$ ) en los peces alimentados con diferentes niveles de proteína (28, 40, 50 y 49.6%) durante todo el tiempo experimental. Sin embargo, al analizar el nivel de proteína de 28% en función del tiempo se observa que tuvo un descenso significativo ( $p>0.05$ ) a partir de los 45 días y al final (90 días) hay un ligero incremento, pero no superior que al inicio.

**Tabla 13.** Promedio de glucosa de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Glucosa (mg/L <sup>-1</sup> )	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final ( 90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	125.37 ± 25.77 A	67.07 ± 10.07 B	76.44 ± 18.04 B	<b>0.02</b>
<b>T2 (40%)</b>	139.39 ± 26.45	178.03 ± 184.33	106.00 ± 38.99	0.74
<b>T3 (50%)</b>	158.64 ± 40.43	275.88 ± 254.82	75.83 ± 20.97	0.33
<b>Testigo (49.6%)</b>	184.97 ± 18.02	208.59 ± 169.15	65.71 ± 12.56	0.24
<b>P</b>	0.48	0.42	0.37	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas (P<0.05). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas (P<0.05).

En la **Tabla 14**, se observa que los peces alimentados con diferentes niveles de proteína (28, 40, 50 y 49.6%) no muestran diferencia significativa (p>0.05) para el análisis de proteína en plasma durante el periodo experimental. No obstante, en las dietas de 28, 40 y testigo (49.6%) en función del tiempo se muestra un incremento significativo (p>0.05) a los 45 días que se mantiene hasta el final (90 días) en las dietas de 28% y testigo; mientras que dieta de 50% no presentan ninguna diferencia en el tiempo.

**Tabla 14.** Promedio de niveles de proteína de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.

Proteína (g/dL <sup>-1</sup> )	Inicio (0 días)	Intermedio (45 días)	Final ( 90 días)	P
<b>T1 (28%)</b>	2.79 ± 0.15 A	3.64 ± 0.03 B	3.65 ± 0.48 B	<b>0.02</b>
<b>T2 (40%)</b>	2.67 ± 0.51 A	3.94 ± 0.27 B	3.50 ± 0.07 AB	<b>0.01</b>
<b>T3 (50%)</b>	3.50 ± 1.13	4.03 ± 0.40	3.75 ± 0.34	0.68
<b>Testigo (49.6%)</b>	3.09 ± 0.16A	4.09 ± 0.12B	3.91 ± 0.24B	<b>0.001</b>
<b>P</b>	0.38	0.28	0.49	

Letras distintas en mayúscula indican diferencias significativas entre columnas (P<0.05). Letras distintas en minúsculas indican diferencias significativas entre filas (P<0.05).

#### 4.4 Fórmula Leucocitaria

La **Tabla 15** presenta los resultados obtenidos para el recuento leucocitario; se identificaron 4 tipos celulares (Monocitos, Eosinófilos, Linfocitos y Basófilos). No se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos de alimentación usados sobre el recuento leucocitarios, Cuantitativamente se encontró la siguiente frecuencia: Linfocitos > Monocitos > Eosinófilos > Basófilos. No observándose neutrófilos en las extensiones sanguíneas al final del experimento.

**Tabla 15.** Valores promedios del recuento leucocitario de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* según tratamiento T1= 28%, T2= 40%, T3= 50% PB y Testigo= peces (49.6%).

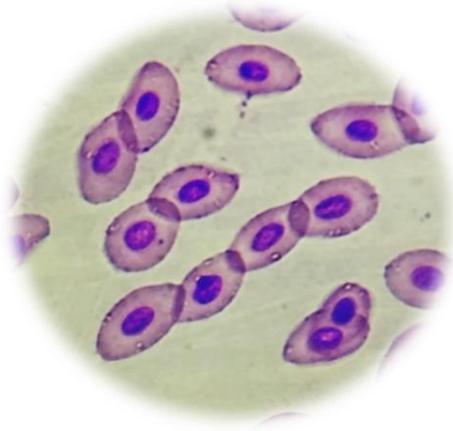
Forma leucocitaria	Inicial	Final			
		T1 (28%)	T2 (40%)	T3 (50%)	Testigo (49.6%)
Monocitos (%)	18.73 ± 7.50	14.29± 4.54	14.86± 2.79	18.57± 5.26	13.33 ± 3.06
Eosinófilo (%)	0.18 ± 0.60	6.00 ± 3.65	8.29 ± 10.36	6.29 ± 3.90	10.00 ± 5.29
Linfocito (%)	80.73 ± 7.81	74.86 ± 3.98	72.86 ± 7.10	69.43 ± 6.60	74.00 ± 6.93
Basófilo (%)	0.18 ± 0.60	4.86 ± 2.27	4.00 ± 2.00	5.71 ± 4.39	2.67 ± 1.15
Neutrófilo (%)	0.18 ± 0.60	-	-	-	-

##### 4.4.1 Identificación celular

Durante la lectura del conteo leucocitario se identificaron las siguientes células sanguíneas:

- **Eritrocitos**

Los eritrocitos de *Osteoglossum bicirrhosum* son células ovales, tanto el núcleo como el citoplasma. Debido a la coloración con la tinción de Wright, se observó el núcleo de color púrpura oscuro y centrado (**Figura 4**).

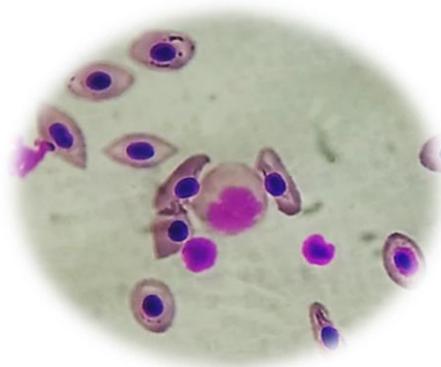


**Figura 4.** Eritrocitos en extensión sanguínea de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*. Aumento: 100x

A continuación, se describen algunas características observadas en los cuatro tipos de células leucocitarias encontradas en la extensión sanguínea de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (**Figuras 05, 06, 07 y 08**).

- **Monocito (Figura 5)**

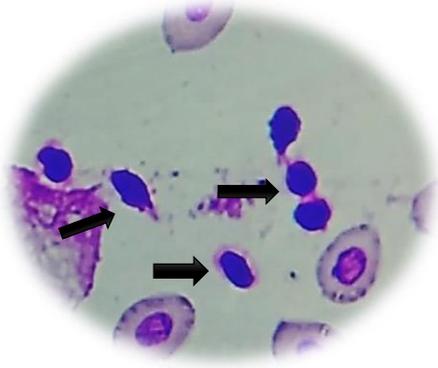
Son células grandes que poseen un contorno irregular, más o menos redondeado con citoplasma vacuolado. El núcleo es de forma irregular y ocupa de 1/3 a 1/4 de la célula. Se observó que para *Osteoglossum bicirrhosum* el porcentaje de monocitos es similar entre los peces alimentados con diferentes niveles de proteína.



**Figura 5.** Monocito en extensión sanguínea de *Osteoglossum bicirrhosum*. Aumento: 100x

- **Linfocitos (Figura 6)**

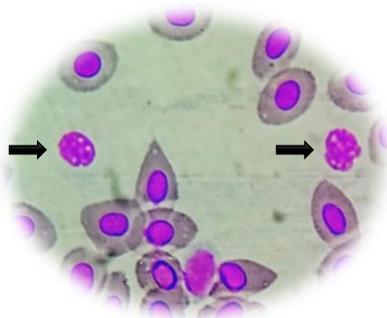
Son células redondas, de tamaño variado. Los linfocitos poseen núcleo ocupando toda la célula, el citoplasma es escaso con proyecciones citoplasmática. Entre los leucocitos, los linfocitos son las células que se encontraron en mayor porcentaje en los peces alimentados con diferentes niveles de proteína.



**Figura 6.** Linfocitos en extensión sanguínea de *Osteoglossum bicirrhosum*. Aumento: 100x

- **Basófilo (Figura 7)**

Los basófilos encontrados en la extensión sanguínea de *Osteoglossum bicirrhosum* son escasos, estos presentan citoplasma irregular con granulaciones esféricas que dificultan ver el núcleo. Los basófilos se encuentran en bajo porcentaje en los peces evaluados alimentados con los diferentes niveles de proteína.



**Figura 7.** Basófilos en extensión sanguínea de *Osteoglossum bicirrhosum*. Aumento: 100x

- **Eosinófilo (Figura 8)**

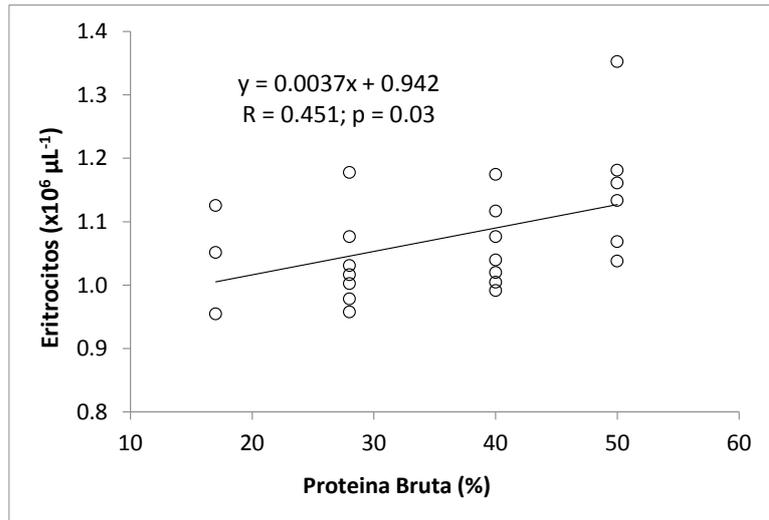
Son células redondas y pequeñas de núcleo lobulado, con gránulos esféricos citoplasmáticos. Los eosinófilos se reportaron sólo al inicio del estudio con un bajo porcentaje para juveniles *Osteoglossum bicirrhosum*.



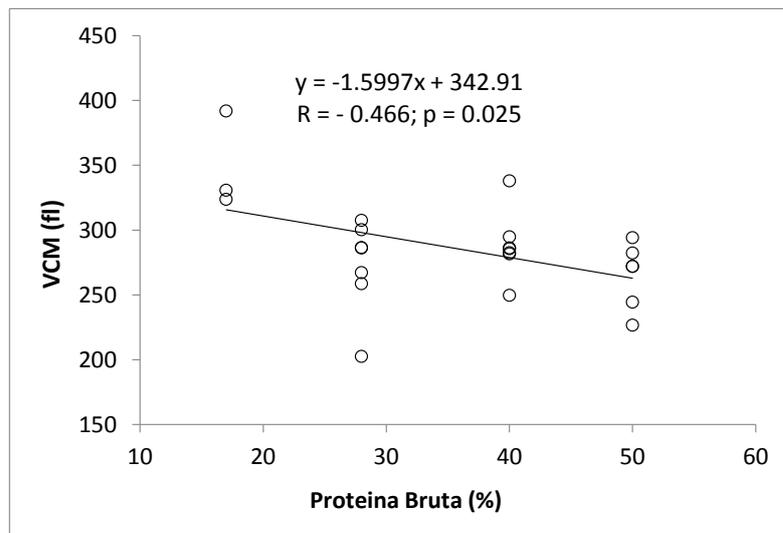
**Figura 8.** Eosinófilo en extensión sanguínea de *Osteoglossum bicirrhosum*. Aumento: 100x

#### **4.5 Relación entre niveles proteicos y parámetros hematológicos**

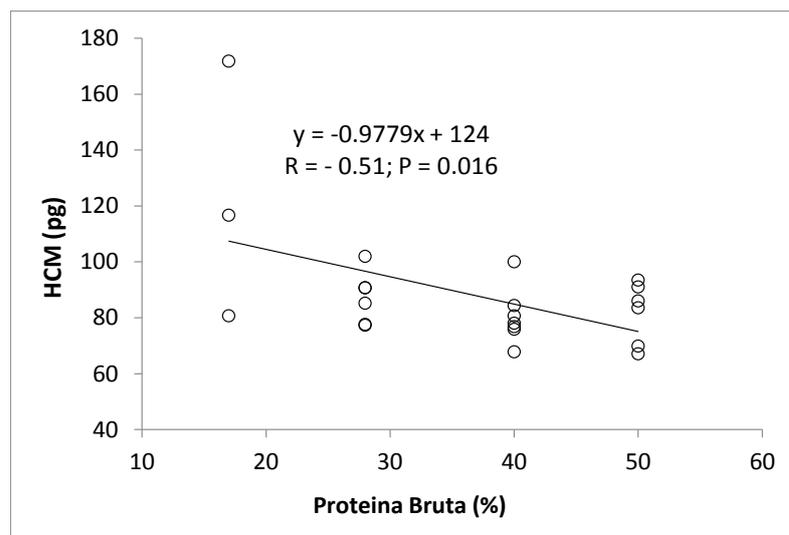
Al realizar la relación entre los niveles de proteína bruta de los alimentos usados (28%, 40%, 50% y 49.6%,) con los parámetros hematológicos se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el número eritrocitos, volumen corpuscular medio (VCM) y hemoglobina corpuscular media (HCM) que se muestran en las figuras **9, 10 y 11**.



**Figura 9.** Relación positiva entre el porcentaje de proteína bruta y los eritrocitos



**Figura 10.** Relación negativa entre el porcentaje de proteína bruta y el volumen corpuscular medio (VCM)



**Figura 11.** Relación negativa entre el porcentaje de proteína bruta y la hemoglobina corpuscular media (HCM)

#### 4.6 Parámetros Limnológicos

Los valores de los parámetros físicos y químicos del agua del estanque donde se cultivaron los peces están dentro del rango reportado por otros estudios para esta especie, las cuales se presentan en la **Tabla 16**.

**Tabla 16.** Parámetros Limnológicos (Mínimo, Máximo y Promedio) registrados durante 90 días del cultivo de alevinos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

PARÁMETROS	VALORES			
	Min	Max	Prom ± DE	Valores Óptimos
pH(upH)	6.5	7.5	7.0 ± 0.55	6.5 a 8.5*
Alcalinidad(mg/L)	20	24	22.0 ± 2.19	< 75*
Dureza (mg/L)	20	32	22.7 ± 4.89	< 75*
Nitritos(mg/L)	0	0.08	0.05 ± 0.03	< 1.6***
Amonio (mg/L)	0.2	0.68	0.09 ± 1.52	< 3.7***
O <sub>2</sub> (mg/L)	5.2	9.0	7.0 ± 1.09	> 4.2*
Temperatura(°C)	24.9	35.2	30.8 ± 2.30	24 a 31**
CO <sub>2</sub> (mg/L)	0.0	8.6	3.6 ± 2.98	<16**

Valores óptimos según \*Argumedo (2005); \*\* Hoyos (2014); \*\*\*Hernández et al. (2010) DE: Desviación estándar

## **CAPITULO V: DISCUSIÓN**

### **5.1. Índice de crecimiento.**

Los peces necesitan energía para cumplir sus funciones vitales por ello es necesario conocer los niveles óptimos de proteína para cada especie **(ABDEL-TAWWAB ET AL., 2010; WILSON & HALVER, 1986)**. En el presente estudio los peces alimentados con la dieta del 50% (T3) PB y el testigo (49.6%) muestran un crecimiento superior en peso y talla en relación a las dietas de 28%(T1) y 40%(T2) PB que corresponden al requerimiento proteico para peces piscívoros como la arahuana **(AGUDELO et al., 2007; TORRES et al., 2012)**, Obteniendo en este estudio una ganancia de peso promedio para el T1 (31.17 g), T2 (44.87 g), T3 (99.86 g) Y Testigo (100.1 g). Los peces del orden Osteoglosiformes como el paiche y la arahuana requieren de altos niveles proteicos en la dieta por los hábitos alimenticios, la proteína es uno de los nutrientes más importantes debido a su aporte energético para el crecimiento y formación de nuevas estructuras tisulares **(Limin et al., 2006)**, representan el mayor costo en la dieta por ello es de suma importancia para la acuicultura conocer sus valores. Varios trabajos de investigación recomiendan que el rango de proteína para estas especies es entre 40 a 55 % de PB según el estadio **(Argumedo, 2005; Ribeyro et al., 2007; Del Risco et al., 2008; Manosalva & Cubas, 2013; Aldea, 2002)**.

En estudios realizados en alevinos de *O. bicirrhosum* se hace evidente que existe un patrón al usar diferentes niveles de proteínas, los peces que desarrollan un mejor crecimiento son los que mayor porcentaje proteico ingieren cercanos a los 45% y 48% de PB **(Darias, 2015)**. Los pocos

estudios realizados en esta especie, señala que a pesar de los grandes esfuerzos realizados en la alimentación de arahuana en sus diferentes etapas de crecimiento, no es suficiente para establecer o determinar el óptimo nivel de proteína que requiere; pero se puede sugerir que los niveles de proteínas son altos en cualquiera de sus etapas. La mayoría de las investigaciones realizadas en la nutrición de *O. bicirrhosum* se realizaron en alevinos y no existen estudios nutricionales en juveniles (**Argumedo, 2005; Ribeyro et al, 2007; Del Risco et al, 2008; Manosalva & Cubas, 2013; Aldea, 2002**).

## **5.2 índices zootécnicos.**

En los índices de ganancia de peso diario (GPD), tasa de crecimiento específico (TCE) y tasa de crecimiento relativo (TCR), mantienen la misma conducta de los índices de crecimiento en peso y longitud, donde la dieta con mayor nivel proteico (50% PB) y el testigo (49.6%) se muestran los mejores resultados en comparación a las dietas con menores niveles proteicos (28% y 40% de PB). Estudios similares realizados por otros autores muestran que hay una tendencia de mayor crecimiento en los peces carnívoros alimentados con niveles proteicos altos (**Ribeyro et al, 2009; Del Risco et al, 2008; Manosalva & Cubas, 2013; Aldea, 2002, Hoyos 2014**).

El Factor de condición (k) es un índice que muestra el grado de bienestar del pez mediante la relación de peso y longitud (**Froese, et al 2006**) que se mostró constante y similar en los tratamientos de alimentación.

El índice de sobrevivencia no muestra diferencia significativa entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ) obteniendo en esta investigación resultados similares al de otros autores que determinan que la especie de *O. bicirrhosum* es resistente al ser mínima la mortalidad en condiciones de cultivo (**Hoyos 2014; Ribeyro et al, 2009; Argumedo 2005**). Las variaciones en la sobrevivencia en el presente experimento no se deben a los tratamientos de alimentación, sino a la manipulación de los peces durante los muestreos (**Argumedo 2005**).

Los índices de conversión alimenticia aparente (ICAA) y la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) registrados en este estudio, muestran los mejores resultados con la dieta de 50% de PB y testigo (49.6%); confirmando que los juveniles de arahuana tuvieron mejor asimilación de los alimentos con altas concentraciones de proteína en las dietas, que es similar a otros estudios realizados en alevines de arahuana (**Hoyos 2014**). Considerando que la arahuana es una especie filogenéticamente cercana al paiche y exigencia proteica similar, se reportan índices zootécnicos similares en peces con dietas conteniendo entre 40 a 50% de proteína dietaría (**Pereira-Filho et al., 2003; Del Risco et al, 2008; De Oliveira et al., 2012**).

### **5.3. Parámetros hematológicos.**

Los parámetros hematológicos de los peces tienen una dependencia respecto al medio que habitan, permitiendo que cada especie manifieste sus propios parámetros hematológicos y diferencias sanguíneas entre especies en diferentes medios (**Garay & Paredes 2011**).

Existe muy poca información acerca de los parámetros hematológicos de *O. bicirrhosum* evaluadas con técnicas adecuadas para peces, sin embargo, existen valores de referencia del medio natural donde los parámetros de glucosa, proteína, hemoglobina, hematocrito, CHCM y leucocitos que son similares y valores inferiores en parámetros de eritrocitos y VCM del presente estudio (**Tostes et. al., 2020**). Así mismo en otro trabajo de investigación en adultos de esta especie en medio de cultivo se obtuvieron valores similares para hemoglobina, inferiores en VCM, CHCM, HCM, eritrocitos y superiores en el caso del hematocrito y leucocitos, sin existir reportes de glucosa y proteína (**Pereyra, 2015**). Al ser comparados con una especie filogenéticamente cercana como *Arapaima gigas* en condiciones de cultivo, donde existe abundantes estudios con análisis hematológicos (**Tavares-Dias & de Moraes, 2004**), los valores de hematocrito, proteína, hemoglobina se mostraron similares, sin embargo, el valor de glucosa fue inferior, en el caso del conteo de leucocitos y eritrocitos fueron superiores en comparación con el presente estudio (**Serrano, 2013; Ligña, 2017; Marinho et al., 2015**). Los peces sufren posibles reacomodaciones metabólicas durante el tiempo para mantener su nivel fisiológico estable (**Melo et al., 2006; Vieira et al., 2005**). Los parámetros hematológicos pueden ser influenciados por las características

nutricionales de la dieta usada (**Jirasek et al., 1998**). Sin embargo, en el presente estudio existe una variación significativa de leucocitos y hematocrito al final del cultivo que fueron influenciadas por la dieta testigo (49.6%) que incremento estos parámetros. La variación de los parámetros hematológicos es influenciada por la dieta suministrada considerando que el alimento de 50% y testigo (49.6%) tienen similar contenido nutricional, sin embargo, la dieta testigo son peces que pueden aportar micronutrientes que faciliten esta variación, se ha demostrado que adicionar algunos minerales y vitaminas en la dieta incrementa algunos parámetros hematológicos (**Ispir et al., 2011; Khan et al., 2017**). Así mismo el incremento de algunos parámetros hematológicos en relación al tiempo (edad) se ha registrado y relacionado con el crecimiento de los peces que generan un incremento de la cantidad y tamaño de los eritrocitos y leucocitos como se ha demostrado que ocurre en otros peces (**Daniels y Gallagher, 2000; Akinwande et al., 2016**). También existen otras causas de variación que son atribuidas a factores entre los que se encuentran: sexo, cambios de estación, enfermedad y sustancias tóxicas (**Halver, 1972**).

Los leucocitos poseen una variedad de células encargadas de actividades inmunológicas en el organismo como los Neutrófilos, células que se encargan de la fagocitosis; los linfocitos caracterizados por la capacidad de respuesta frente a los estímulos inmunológicos específica humoral y celular, que se traduce en la producción de anticuerpos (**Campbell y Murra, 1990; Yoshinaga et al., 1994**); los Monocitos o macrófagos

constituyen la principal célula fagocítica en los peces, por su capacidad de ingerir y digerir material extraño, inerte o antigénico, (**MacArthur y Fletcher, 1985**). En el recuento leucocitario en la presente investigación los valores de linfocitos que son los más abundantes se muestran similares al estudio de **Tostes et al. (2019)** que trabajó con *O. bicirrhosum* en medio natural y los demás leucocitos tienen variaciones menores entre los porcentajes, debido a las diferencias (alimentación, calidad de agua, estación, entre otros) que existen entre los medios acuáticos (**Tavares-Días & Moraes, 2004; Tavares-Días, 2006**). Sin embargo, los porcentajes de leucocitos encontrados por **Pereyra (2015)** en *O. bicirrhosum* cultivados en estanques tienen grandes diferencias con las proporciones obtenidos de **Tostes et al. (2019)** y la presente investigación, probablemente debido a que las muestras se evaluaron en un analizador hematológico automatizado para sangre de humanos, debido a las técnicas y reactivos para humanos y peces son diferentes. Así mismo al realizar la comparación con valores obtenidos en juveniles de una especie filogenéticamente cercana como *Arapaima gigas* en condiciones de cultivo, donde se muestra que los resultados obtenidos en el presente estudio tienen el mismo patrón de proporción entre los distintos leucocitos (**Tavares-Días et al., 2007; Drumond et al., 2010; Gonzales et al., 2016**).

#### **5.4. Relación niveles de proteína y parámetros hematológicos**

Los resultados muestran que a medida que se incrementa la proteína hay un incremento de los eritrocitos en lo juveniles de arahuana, este patrón fue reportado para *Paralichthys dentatus* donde también se muestra una relación directa de eritrocitos y proteína **(Daniels y Gallagher, 2000)**. Así mismo la relación inversamente proporcional de VCM y HCM con la cantidad de proteína también se ha reportado para *Heterobranchus longifilis* **(Akinwande et al., 2016)**.

#### **5.5. Parámetros Limnológicos.**

La evaluación de los parámetros limnológicos en la acuicultura nos permite obtener peces de buena calidad en el cultivo, debido que esta influye notoriamente sobre los individuos. En el presente estudio se registraron valores durante los 90 días del experimento de los siguientes parámetros; **pH, Alcalinidad, Dureza, Nitritos, Amonio, O<sub>2</sub>, Temperatura y CO<sub>2</sub>** los cuales se encuentran dentro del rango optimo recomendado para el cultivo de *Osteoglossum bicirrhosum* en alevines y juveniles **(Argumedo, 2005; Hernández et al., 2010; Hoyos, 2014)**, siendo similares a valores reportados por otro autor, el cual recomienda que realicen estudios que permitan determinar las condiciones apropiadas para el cultivo de esta especie en diferentes sistemas de producción. **(Ribeyro, 2013)**.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- Los peces alimentados con las dietas con mayor nivel de proteína (50% y 49.6%) lograron la mayor ganancia de longitud y peso en los juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* en las condiciones de este estudio.
- Al final del período experimental los índices zootécnicos evaluados presentaron los mejores índices en las dietas con mayor nivel de proteína (50% y 49.6%) para los juveniles de arahuana.
- El testigo (49.6% PB) demuestra que hay un mejor crecimiento y valida que la arahuana es una especie carnívora.
- En los parámetros hematológicos solo el conteo de leucocitos y hematocrito fueron incrementados por los niveles proteicos de la alimentación de los juveniles de arahuana.
- Los parámetros hematológicos de eritrocitos se mostró una relación positiva con los niveles proteicos de la alimentación de los juveniles de arahuana, esto quiere decir que mientras más proteína consume el pez mayor presencia de eritrocitos obtendrá. El VCM y HCM mostraron relación significativa negativa, esto quiere decir que mientras más proteína consuma la arahuana en su alimentación obtendrá menor presencia de VCM y HCM.
- Los parámetros limnológicos mantuvieron valores aceptables para el cultivo de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*.

## CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.

- Usar el alimento comercial de 50 % PB o peces forraje en la alimentación de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* con una tasa de alimentación del 6 % de la biomasa y una frecuencia de alimentación de 2 veces al día, ya que en el presente estudio muestra una mejor tendencia en crecimiento en peso y longitud.
- Realizar más trabajos experimentales en diferentes estadios y condiciones adversas (estrés, patología, salubridad, etc.), y comparar si estas influyen en sus parámetros hematológicos.
- Se recomienda realizar replicas para el testigo para evitar tener dificultad al momento de realizar los análisis estadísticos.
- Trabajar en peceras o artesas para mejor control y manipuleo, asimismo para evitar estresar a los peces durante sus muestreos.

## **CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION**

**ARROYO, R. 1984.** Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Iquitos: Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana. 160 pp.

**ABDEL-TAWWAB, M; AHMAD, M.H; M.H: KHATTAB, Y.A.E; SHALABY, A.M.E; 2010.** Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.)Aquaculture.<https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=pjn.2009.674.678>

**ALDEA, G. M.; ALCÁNTARA, B.F. & PADILLA, P.P. 2002.** Cultivo de paiche *Arapaima gigas*, con dietas artificiales en jaulas flotantes. Resúmenes de exposiciones del I Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Agraria la Molina; Facultad de Pesquería. Lima – Perú. 33 pág.

**AGUDELO, H.; LOPEZ, J.; SÁNCHEZ, C., 2007.** Hábitos alimenticios (*Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo, Colombia. 36 (1-2): 91-101 pág.

**ALCÁNTARA F, CHU-KOO F, CHÁVEZ C, TELLO S, BANCES K, TORREJÓN M, GÓMEZ J AND NORIEGA J. 2007.** La pesquería ornamental de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossidae) en Loreto, Perú y posibilidades de su cultivo. Folia Amazónica 16(1-2), 55–61.

- ARGUMEDO, E., 2005.** Arawanas manual para la cría comercial en cautiverio: manejo de reproductores, procedimientos de extracción, incubación y levante de larvas. Asociación de Acuicultores del Caquetá-ACUICA y Fondo para la Acción Ambiental. Florencia -Caquetá. 105 pág.
- AYALE & MORALES, 2013.** Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismo juveniles del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán. México. 23(3): 340-347 pág.
- BASTARDO, A. & DÍAZ, R. 2004.** Parámetros hematológicos del paragua, *Chaetodipterus faber* (Broussonet) (Pisces: Ehippidae), en condiciones de cultivo. Zootecnia Trop., 22(4): 361-370 pág.
- BUSH, B.M. 1982.** Manual del laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Editorial ACRIBIA Zaragoza- España. 680 pág.
- CASTELL, J.D. & TIEWS, K. 1980.** Report of the EIFAC, JUNS and ICES working group on the standarization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany. EIFAC Tech. Pap. 36. 24pp.
- CAMPBELL, T. & MURRA, F. 1990.** An introduction to fish hematology. Comp. Cont. Educ. Vet. Sci., 12: 323-533 pág.
- CENTENO, L.; SILVA, R.; BARRIOS, R.; SALAZAR, R.; MATUTE, C.; PEREZ, J.; 2007.** Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. Revista Zootecnia Tropical (Venezuela) Vol. 25, N°4, 2007, 237-243 pág.

**DAÑINO, A. & ÑASH, O.; 2007.** Crecimiento, Supervivencia y Parámetros hematológicos de juveniles de Paco, *Piaractus brachypomus* y Gamitana, *Colossoma macropomum* cultivados en dos tipos de ambientes. Iquitos – PE, Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ciencias Biológicas 68 pág.

**DARIAS, J.; GÓMEZ, M.; TELLO, S.; GISBERT, E., 2015.** Growth, Survival and the histology of the digestive tract of juvenile *osteoglossum bicirrhosum* (cuvier,1829) fed three diets containing different protein and lipid levels. *J. Appl.Ichthyol.*31 (Suppl.4) (2015), 67-73 pág.

**De Oliveira, E.G.; Pinheiro, A.B.; de Oliveira, V.Q.; da Silva, A.R.M.; de Moraes, M.G.; Rocha, I.R.C.B.; de Sousa, R.R.; Costa, F.H.F.; 2012.** Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu *Arapaima gigas* in cages. *Aquaculture* 370, 96–101

**DEL RISCO, M.; VELÁSQUEZ, J.; SANDOVAL, M.; PADILLA, P.; MORI, L.; CHU-KOO, F., 2008.** Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas* (Shinz, 1822). *Folia amazonica* vol. 17 N° 1-2 2008: 29-37 pág.

**Drumond, G.V.F.; de Almeida, A.P.; Tavares-Días, M.; Marcon, J.L.; Affonso, E.G. 2010.** Biochemical and hematological characteristics of the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) from semi-intensive culture in the Amazon. *Acta Amazónica*, 40 (3): 591-596.

**GARAY & PAREDES 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.

**GALENO, N.; PRAT, M.; GUAGLIARDO, S.; SCHWERDT, C.; TANZOLA, R. 2007.** Características hematológicas de *Porichthys porosissimus* (PISCES: BATRACHOIDIFORMES) en el estuario de Bahía Blanca, Argentina. 5-11 pág.

**GÓMEZ, J. 2007.** Plan de manejo de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* cuenca del Pacay, Reserva Nacional Pacaya Samiria. ProNaturaleza. Lima 18 Perú – P.O. Box18 – 1393. <http://www.pronaturaleza.org>

**GONZALES, A., MEJÍA, F., HUANUIRI, K., SÁNCHEZ, I., VÁSQUEZ, J., & FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, C. (2016).** Valores hematológicos y bioquímicos de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en cultivo intensivo. *Folia Amazónica*, 25(2), 137-144.

**HAHN-VON, C.; GRAJALES, A.; GUTIÉRREZ, A. 2011.** Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757) con peso entre 250g y 350g, en el Centro Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas. *Revista Vet. Zootec.* 5(1): 47-61 pág.

**HALVER, J. E., 1972.** Fish Maturation. Academic Press, New York, 222 pp

**HERNÁNDEZ OLAYA, C., GÓMEZ RAMÍREZ, E., & HURTADO GIRALDO, H. (2010).** Estudio preliminar del levante de juveniles de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. *Revista Facultad de Ciencias Basicas*, 6(1).

- HOYOS, L. 2014.** Efecto de cuatro niveles proteicos de dietas peletizadas en el crecimiento de alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) criadas en jaulas flotantes, Caballococha, Loreto –Perú. Tesis para optar el título de biólogo acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana escuela de hidrobiología 68 pp.
- Ispir, U., Yonar, M. E., & Oz, O. B. 2011.** Effect of dietary vitamin E supplementation on the blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J Anim Plant Sci*, 21(3), 566-569.
- JIRASEK, J.; MARES, J.; PALIKOVA, M., 1998.** Hematological and biochemical indices of blood in wels (*Silurus glanis L.*) from intensive aquaculture. *Acta Vet Brno*. Vol. 67, 227-233 pág.
- Khan, K. U., Zuberi, A., Nazir, S., Ullah, I., Jamil, Z., & Sarwar, H. 2017.** Synergistic effects of dietary nano selenium and vitamin C on growth, feeding, and physiological parameters of mahseer fish (*Tor putitora*). *Aquaculture Reports*, 5, 70-75.
- L. LIMIN, X. FENG & H. JING; 2006.** Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellow croaker), *Lateolabrax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola dumerili* (Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China Institute of Aquaculture Biological Technology, Jimei University, Xiamen, Fujian, P.R. China. *Aquaculture Nutrition* 12; 53–59 pág.

- LANNACONE, J.; FALCÓN, W.; VARGAS, R. 2006.** Parámetros hematológicos del “Acarahuazú” *Astronotus ocellatus* (Agassis, 1831) (Cichlidae: Perciformes). Revista Biologist (Lima) Vol. 4, N°2, 16-18 pág.
- LIGÑA, L. 2017.** Determinación de los valores hematológicos en paiches juveniles *Arapaima gigas* mantenidos en condiciones de cautiverio en la amazonia ecuatoriana. Tesis de maestría; Universidad Central del Ecuador, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Pag. 92.
- MACARTHUR, J.I. & FLETCHER, T.C; 1985.** Phagocytosis in Fish. En: Fish Immunology. M.J. Manning y M.F. Tatner. Academic Press. Londres. Pp: 29-46
- MARINHO, R.; TOSTES, L.; BORGES, M.; OBA, E.; TAVARES, M. 2015.** Respostas hematológicas de *Arapaima gigas* (Pices: Arapaimidae) parasitados naturalmente por protozoários e metazoários. BIOTA AMAZONICA. Macapá, v. 5, n.1, p. 105-108
- MANOSALVA, S. & CUBAS, A. 2013.** Influencia de tres dietas comerciales extrusados en el crecimiento de alevines de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) en ambientes controlados. Iquitos (PE). Tesis para optar el título de biólogo acuicultor. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana escuela de hidrobiología 59 pág.
- MELO, JFB.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT, LM. & MORAES, G.** Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros Hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. Rev Ciên Agroambiental 2006; 1:43-51.

- Mohammadi, F., Mousavi, S. M., Zakeri, M., & Ahmadmoradi, E. 2016.** Effect of dietary probiotic, *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance, survival rate and body biochemical composition of three spot cichlid (*Cichlasoma trimaculatum*). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 9(3).
- Pereira-Filho, M.; Cavero, B.A.S.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L.; Crescêncio, R. 2003.** Pirarucu *Arapaima gigas* husbandry in ponds. *Acta Amazónica*, 33(4): 715-718.
- PEREYRA, P. 2015.** Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa juvenil. Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana escuela de biología. 61 pág.
- PEREZ, J. & MOODLE, G. 1993.** Genetic variation in a cave dwelling Venezuelan cat fish. *Act. Cient. Venez* 4: 28-31pág.
- FROESE, R.; 2006.** Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Leibniz Institute of Marine Sciences IfM. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- RAMIREZ, P.; 2013.** Efecto de dos inductores hormonales en la reproducción de *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli 1829 “arahuana” en ambientes controlados. Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas, escuela de Acuicultura. Pág.66.

**RANZANI -PAIVA MJ.; PADUA SB.; TAVARES DIAS M.; EGAMI M. 2013.**

Metodos para análise hematológica em peixe. Maringa, Paraná: Eduem.140 p.

**REY, G. 2012.** Espermatogénesis, ciclo reproductivo anual y parámetros hematológicos de *Cichlasoma dimerus* (Teleósteo, Perciformes). Efecto de la exposición a 4-tert-octilfenol. TESIS DOCTORAL, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Cap II. Pág. 87-109. [www.digital.bl.fcen.uba.ar](http://www.digital.bl.fcen.uba.ar)

**RODRÍGUEZ, C.; LANDINES, M.; ALONSO, J.; 2005.** Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevines de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) evaluando biomasa inicial de siembra. V Seminario Internacional de Acuicultura, Bogotá: 114 pág.

**RYBEYRO, B. 2013.** Efecto de la tasa y frecuencia de alimentación en el crecimiento de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) (PISCES: OSTEOGLOSSIDAE) arahuana, en ambientes controlados. Tesis de maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biologicas, escuela de Acuicultura 48 pág.

**RYBEYRO, B.; GUERRA, F.; RODRÍGUEZ, L.; ISMIÑO, R.; NÚÑEZ, J.; CHU-KOO, F. 2009.** Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con tres frecuencias alimenticias. Instituto De Investigaciones De La Amazonía Peruana. FOLIA Amazónica VOL. 18. 10 pág.

- SADNES, K.; LIE, O.; WAAGBO, R.; 1988.** Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlantic Salmon, Salmon, *Salmo salar*. J. Fish. Bio., 32:129-136 pág.
- SOBERON, L. 2008.** Efectos de la densidad sobre el crecimiento de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818. (Piscis, Serrasalminidae) cultivados en jaulas flotantes. Iquitos – PE, Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana Facultad de Ciencias Biológicas. 81 pág.
- SALAZAR, L. R.; BLANCO, Y.; CENTENO, L.; LEMUS M. 2011.** Variaciones en los parámetros hematológicos y en la respuesta inmune inespecífica de la Cachama Negra *Colossoma Macropomum* expuesta a cadmio. Revista Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 23 N°1: 28-35 pág.
- SERRANO, E.; LEGUÍA, G.; QUISPE, M.; CASAS G. 2013.** Valores hematológicos del paiche *Arapaima gigas* de la amazonia peruana. Revista Inv. Vet. Perú Vol. 24 N°2: 248-251 pág.
- TAVARES, M. & DE MORAES, F. 2004.** Hematología de peixes teleósteos. 1. Ed. Ribeirao preto. 144 pág.
- TAVARES, M. 2006.** Cytochemical method for staining fish basophils. Journal of fish biology, 69(1): 312-317 pág.
- TAVARES, M.; BARCELLOS, J.; MARCON, J.; MENEZES, G.; ONO, E.; AFFONSO, E. 2007.** Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) (OSTEOGLOSSIFORMES, ARAPAIMATIDAE) in net cage culture. Revista Electronic Journal of Ichthyology Vol. 2: 61-68 pág.

- TORRES, B.; PINEDO, C.; CHU, F. 2012.** Hábitos alimenticios de la arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (CUVIER, 1829) en la cuenca media del río Putumayo - El Estrecho, Loreto, Perú. Revista Ciencia Amazónica, 2012, Vol. 2, No. 1: 17-26 pág.
- TOSTES, L.; TAVARES DIAS, M.; OBA, E.; BORGES, M.; GOMES, A. 2020.** Relação Peso-comprimento, Fator de Condição e Parâmetros Hematológicos Sanguíneos de *Osteoglossum bicirrhosum* do Rio Preto, Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. III CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS.
- VÁSQUEZ, W.; HERNÁNDEZ, G.; GUTIÉRREZ, M. & YOSSA, M. 2012.** Efecto del nivel de proteína dietaria sobre el crecimiento y parámetros séricos en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol. 25 N° 3.
- VIEIRA, V.; INOUE, L.; MORAES G. 2005.** Metabolic responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) to dietary protein level. Comp Biochem Physiol Part A; Vol. 140, 337-342 pág.
- WILSON RP, HALVER JE (1986).** Necesidad de proteínas y amino ácidos de los peces. Ann Rev Nutr: 225-244 pág.
- YOSHINAGA, K., OKAMOTO, N., KURATA, O. E IKEDA, Y. 1994,** Individual variations of Natural Killer activity of rainbow trout leucocytes against IPN virus-infected and uninfected RTG-2 cells. FishPathol., 29: 1-4
- YUTO, J.; SANDOVAL, M.; CHU-KOO, F.; PADILLA, P.; MORI, L. 2007.** Influencia de la alimentación con peces forraje en el crecimiento de

juveniles de paiche *Arapaima gigas* en ambientes controlados.  
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Proyecto  
Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ. Perú –  
Finlandia

**ANEXOS.**

**ANEXO 01.** Modelo de Fichas de registro.

✓ Biometría

# de pez	T1		T2		T3		Testigo	
	peso	longitud	peso	longitud	peso	longitud	peso	longitud
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

✓ Hematología

Trat. /Muestra	Glucosa mg/dl	Proteína g/dl	Hb g/dl	Ht %	RBC cel/mm <sup>3</sup>	Leu cel/mm <sup>3</sup>	VCM fl.	HCM pg/cel.	CHCM %
1									
2									
3									
4									
5									
6									
8									
9									
10									



**ANEXO 02.** Distribución de las unidades experimentales cultivados en jaulas flotantes en el estanque 1B del Centro de Investigación Fernando Alcántara (CIFAB) – IIAP.



**Anexo 03.** Biometría (longitud) de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*.



**Anexo 04.** Biometria (peso) de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum*.



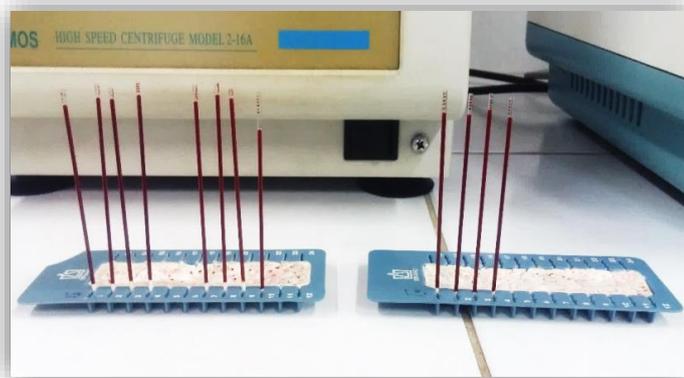
**Anexo 05.** Toma de muestra de sangre para el análisis de los parámetros de hematológicas en juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas flotantes.



**Anexo 06.** Microcentrífuga para hematócrito, marca Hettich-210.



**Anexo 07.** Muestra en los capilares listos para ser centrifugados para la lectura de hematocrito.





**Anexo 11.** Kit colorimétrico para muestras de agua dulce, marca LaMotte.

