

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA**



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
Escuela de Formación Profesional  
de Ciencias Biológicas

**“CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS D E  
ARAHUANA (*Osteoglossum bicirrhosum*. Cuvier, 1829) EN DOS ETAPAS  
DE CRECIMIENTO (JUVENILES Y ADULTOS) CRIADOS EN ESTANQUES,  
IQUITOS – PERÚ”**

**TESIS**

Requisito para optar el título profesional de

**Biólogo**

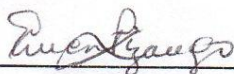
**AUTORA:**

**PEGGY PAOLA PEREYRA DIAZ**

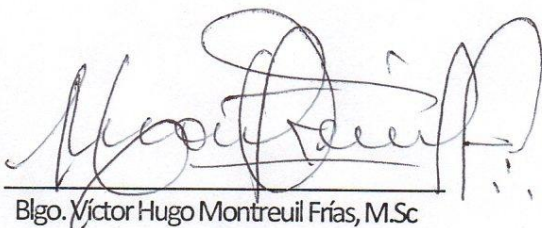
**IQUITOS – PERÚ**

**2017**

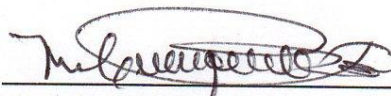
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blga. Emer Gloria Pizango Paima, M.Sc  
Presidente



Blgo. Víctor Hugo Montreuil Frías, M.Sc  
Miembro



Blga, Mirle Cachique Pinche, M. Sc.  
Miembro

**ASESOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'E. Rios Isern', written over a horizontal line.

**Blgo. Enrique Rios Isern, Dr.**

**Asesor**

## ACTA DE SUSTENTACION



### FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Dirección de Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Iquitos, 18 de marzo de 2015

En la ciudad de Iquitos, a los dieciocho (18) días del mes de marzo de 2015 y, siendo las 11.15 horas; se reunió en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 082-2013-DEFP-B-UNAP, presidido e integrado por **Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, MS.c., Presidente; Blgo. VICTOR HUGO MONTREUIL FRIAS, MS.c., Miembro; y Blga. MIRLE CACHIQUE PINCHE, MS.c., Miembro;** para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: "**CARACTERIZACIÓN DE LOS PARAMETROS HEMATOLÓGICOS DE ARAHUANA (*Osteoglossum bicirrhosum*, CUVIER (1829) EN DOS ETAPAS DE CRECIMIENTO (JUVENILES Y ADULTOS) CRIADOS EN ESTANQUES, IQUITOS - PERÚ 2013**", realizado por la bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela Profesional de Ciencias Biológicas: **PEGGY PAOLA PEREYRA DÍAZ** de la Promoción II-2006, graduada de Bachiller con R.R. N° 0129-2008-UNAP de fecha 09 de enero de 2008; reconociendo como asesor **Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN.**

Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de la bachiller, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por la bachiller y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto: aprobar Buena LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO Buena; quedando en consecuencia la candidata apta para ejercer la profesión de Biólogo, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 12.50 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

  
Emer Gloria Pizango Paima  
PRESIDENTE

  
Victor Hugo Montreuil Frias  
MIEMBRO

  
Mirle Cachique Pinche  
MIEMBRO

## DEDICATORIA

A la memoria de Eduardo  
Pereyra Núñez, mi padre y  
ejemplo de amor, tus  
enseñanzas prevalecerán y  
vivirás por siempre en mí y mi  
descendencia.

A toda la entrega y dedicación  
que ha realizado Mariza Rocío  
Díaz Dávila, mi amada madre,  
legándonos en vida el mayor de  
los tesoros, su tiempo.

Y a mi familia, la alegría de mi  
vida, porque son el motivo  
genuino para continuar  
esforzándome y ser mejor  
en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Sobre todas las cosas, a Dios, mi creador.

De manera especial a Cesar Salas, por brindarme su apoyo desinteresado y apostar por mi superación personal.

A mi Asesor el Dr. Enrique Ríos Isern por haberme enseñado cosas valiosas durante mi formación académica y por los consejos y recomendaciones para la presentación de este trabajo.

A mis amigos, por su apoyo incondicional en todo momento compartido durante la elaboración de esta investigación. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo en las diferentes etapas de este trabajo.

¡GRACIAS TOTALES!

## ÍNDICE

Jurado calificador y dictaminador.....	ii
Asesor.....	iii
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice.....	vii
Lista de tablas y figuras.....	x
Lista de anexos.....	xi
Resumen.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Descripción de la arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	4
2.2. Descripción de los parámetros hematológicos de la arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	5
2.2.1. Recuento Leucocitario.....	5
2.2.2. Recuento de Glóbulos Rojos.....	8
2.3. Parámetros hematológicos de especies similares a los Osteoglossidae.....	9
2.4. Parámetros hematológicos de especies diferentes a los Osteoglossidae.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Área de Estudio.....	16
3.2. Población y Muestra.....	16

3.2.1. Población.....	16
3.2.2. Muestra.....	16
3.2.3. Estanques utilizados.....	16
3.3. Diseño Experimental.....	17
3.4. Evaluación de los parámetros abióticos en los ambientes de cultivo de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	17
3.5. Procedimiento de adaptación de los peces.....	17
3.6. Determinación de los Parámetros hematológicos.....	18
3.6.1. Toma de Muestra de sangre.....	18
3.6.2. Evaluación de los parámetros hematológicos.....	19
3.7. Métodos aplicados por el analizador hematológico automatizado.....	20
3.8. Protocolos aplicados para los bioensayos en la investigación.....	21
3.9. Análisis Estadístico.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa juvenil.....	23
4.2. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa adulto.....	24
4.3. Comportamiento de los parámetros abióticos en los ambientes de cultivo de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	25
V. DISCUSIÓN.....	26
5.1. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos	



de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa juvenil.....	26
5.2. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa adulto.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
IX. ANEXOS.....	50

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

N°	Titulo	Pag
Tabla 1.	Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa juvenil.....	24
Tabla 2.	Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> en etapa adulto.....	25
Tabla 3.	Comportamiento de los parámetros abióticos en los ambientes de cultivo de arahuana <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> .....	27

## LISTA DE ANEXOS

Foto 1. Centro de Investigación Fernando Alcántara Bocanegra. IIAP.....	55
Foto 2. Juvenil de arahuana.....	55
Foto 3. Rapisheo de los peces arahuana.....	56
Foto 4. Análisis limnológicos.....	56
Foto 5. Jeringas .....	57
Foto 6. Tubos EDTA.....	57
Foto 7. Toma de muestra.....	58
Foto 8. Equipo para determinar parámetros sanguíneos.....	58

## RESUMEN

La investigación, se realizó en 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, ubicado en el Km 4,5 carretera Iquitos – Nauta, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto, tuvo como propósito determinar la caracterización hematológica de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, debido al auge de la piscicultura, a la importancia de la especie estudiada en la económica de la población amazónica y a la valiosa información para el desarrollo de tecnologías de producción en los campos de la nutrición, la reproducción y la sanidad.

Los peces fueron obtenidos de los estanques de las instalaciones del IIAP, se extrajeron juveniles y adultos con peso y talla promedio acondicionamiento en rapisheos. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de la arteria caudal, se recolecto sangre (1 ó 2 ml), con tres repeticiones, en diferentes periodos de tiempo, para evitar el estrés de los peces.

Los parámetros hematológicos de juveniles de arahuana fueron leucocitos  $1.1 \times 10^3$  uL, neutrófilos 54.87 %, linfocitos 33.55 %, monocitos 0.29 %, eosinófilos 1.10 %, basófilos 0.38 %, eritrocitos  $2.16 \times 10^6$  uL, hemoglobina 10.69 g/dL, hematocrito 9.90 %, MCV 48.56 fL, MCH 49.49 pg, MCHC 100.61 g/dL. Los parámetros hematológicos de adultos de arahuana fueron leucocitos  $0.50 \times 10^3$  uL, neutrófilos 52.36 %, linfocitos 16.51 %, monocitos 2.07 %, eosinófilos 1.34 %, basófilos 0.62 %, eritrocitos  $1.33 \times 10^6$  uL, hemoglobina 8.09 g/dL, hematocrito 8.30 %, MCV 50.23 fL,

MCH 48.99 pg, MCHC 97.49 g/dL.

Los resultados obtenidos en la investigación, difieren de algunos autores, en algunos casos son mayores a los reportados y en otros menores, lo que estimula a continuar investigando en esta área, recomendando que la caracterización hematológica de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, se debe evaluar en comparación a los ambientes, sexo, etapa de desarrollo y de acuerdo a las formas de manejo que tienen los individuos. El presente estudio sirve como guía para comparación de posteriores análisis de la especie tratada, siendo este uno de los primeros que se realizan y que dotan de rangos hematológicos para arahuanas *Osteoglossum bicirrhosum* en dos etapas de vida (juveniles – adultos) criados en cautiverio.

## I. INTRODUCCIÓN

La arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, es un pez nativo de la región amazónica, que en el área de Loreto, Perú, se comercializa como adulto para el consumo humano y como pez ornamental al estado de larva (**Alcántara, et al; 2007**), que lo convierte en una especie tentada para el ámbito comercial en especial el ornamental, resultando que la mayoría de los peces exportados corresponde a peces capturados del medio natural (**INCODER, 2007**).

En Latinoamérica, el principal país productor de recursos ictiológicos es Brasil con el 63% seguido de Colombia con 14% (60000 ton), Venezuela con el 12%, Perú con 9% y el resto con el 2% (**Quintero, 2000**). Específicamente en Leticia (Amazonas) 1.700.000 unidades de peces tanto ornamentales como de consumo son comercializadas para el interior del país y para exportación. Una de las especies más explotadas es arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, de tal forma que del total de organismos comercializados en Leticia el 29% es de esta especie, dándole ingresos a la región de aproximadamente 520 mil dólares al año (**Quintero, 2000; Rodríguez, 2005**).

Por esta razón la crianza en cautiverio de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* con fines ornamentales 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 (**Argumedo, 2005**).

Sin embargo se conoce poco sobre las características fisiológicas acontecidas durante su crianza, muchas veces los peces se enferman debido a un manejo inadecuado o alteraciones en su ambiente, y todo es visible por presentar síntomas, pero se desconoce cómo se encuentra el pez estando sano o enfermo a nivel sanguíneo (**Hrubec et. al., 2000**).

Conocer la hematología de los peces es importante para saber el estado sanitario de las poblaciones de peces (**Adhikari et. al., 2004**) pero también resulta de interés para el manejo nutricional en cautiverio; ya que puede ser evaluada la interacción entre los nutrientes buscando los mejores beneficios para la especie; así como en toxicología la presencia de tóxicos y sus efectos hematológicos (**Lim et al., 2000** y **Affonso et. al., 2002**) señalan su uso en estudios ambientales para la determinación de sustancias contaminantes como agentes estresantes para peces (**Martins et. al., 2000**) reportan que en sangre puede ser medido el estrés generado durante los procesos de confinamiento, captura y manipulación, contribuyendo a establecer protocolos menos perturbadores para los peces.

Todo lo anterior se constituye en valiosa información para el desarrollo de tecnologías de producción en los campos de la nutrición, la reproducción y la sanidad. La escasez de información sobre las constantes hematológicas básicas en peces tropicales de América del Sur, limita su uso en todas las áreas relacionadas anteriormente.

Por tanto este estudio tiene como objetivo general determinar la caracterización de los parámetros hematológicos: recuento de glóbulos rojos (hemoglobina Hb,

hematocrito Hto, eritrocito Eri ,volumen corpuscular medio MCV, hemoglobina corpuscular medio MCH, concentración de hemoglobina corpuscular media MCHC) y recuento de glóbulos blancos (leucocitos Leu, neutrófilos Neu, linfocitos Lin, monocitos Mo, eosinófilos Eos, basófilos Bas), de la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en dos etapas de crecimiento (juveniles y adultos) criados en estanques.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*

La arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* es un pez de mediano tamaño que puede llegar a medir un metro de longitud total, con un cuerpo y una cabeza lateralmente comprimidos, y una abertura bucal hacia abajo. El color varía: plateado, amarillo marrón o verdoso pálido ventralmente. El cuerpo está cubierto por escamas de coloración parda a ligeramente amarilla, con reflejos iridiscentes. La cabeza es de color marrón oscuro a claro, con una amplia boca oblicua. Toda la boca, desde las mandíbulas hasta el paladar, lengua y faringe esta armada de dientes. El mentón tiene dos barbillas cortas proyectadas hacia adelante probablemente de función táctil y para oxigenar el agua en condiciones adversas de su medio. La aleta dorsal presenta de 42 a 50 radios no ramificados, la aleta anal de 49-58 y cubre casi el 50% de la longitud del individuo, la aleta pectoral 16 radios. Presenta de 30 a 37 escamas en la línea lateral hasta la base caudal y de 16 a 19 escamas predorsales, su respiración se da por intercambios gaseosos a través de las branquias. La faringe, el esófago y el estómago están formados por tejidos gruesos, altamente elásticos que permiten la ingestión y almacenamiento de considerables volúmenes de alimento, confinados en la cuenca amazónica (Colombia, Ecuador, Perú y Brasil), el Orinoco del Oeste (Colombia) y los sistemas Rupunnuni y Essequibo de las Guayanas (**Argumedo, 2005**).

**Taxonomía: ITIS. Taxonomic serial 161894 (Cuvier 1829)**

<b>Phyllum</b>	:	Cordados
<b>Subphyllum</b>	:	Vertebrados
<b>Clase</b>	:	Actinopterygii
<b>Orden</b>	:	Osteoglossiformes
<b>Familia</b>	:	Osteoglossidae
<b>Género</b>	:	<i>Osteoglossum</i>
<b>Especie</b>	:	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>

**2.2. Descripción de los parámetros hematológicos de arahuana**

**2.2.1. Recuento Leucocitario**

**Leucocitos o glóbulos blancos (Leu):** Células involucradas en el sistema inmune que pueden encontrarse en sangre circulante o en tejidos, donde la cantidad depende de la especie y las condiciones fisiológicas.

**(Campbell y Murru, 1990; Yoshinaga y cols., 1994)**

**Neutrófilos (Neu):** Células localizadas en la sangre circulante, y tejidos inflamados **(Campbell, 1988)**. Entre las principales funciones de los neutrófilos se encuentran la fagocitosis **(O'Neill, 1985)**, y la actividad microbicida mediada por el proceso denominado explosión respiratoria, que consiste en la capacidad de convertir el oxígeno molecular en una

serie de compuestos o metabolitos de oxígeno (ROS), entre ellos el anión superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) y el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), potentes microbicidas capaces de dañar moléculas orgánicas. Otra de sus funciones estriba en la mediación de la respuesta inflamatoria aguda.

**Linfocitos (Lin):** Células altamente diferenciadas con capacidad de respuesta frente a los estímulos inmunológicos específica humoral y celular, que se traduce en la producción de anticuerpos, la capacidad citolítica, el proceso de memoria inmunológica y la liberación de factores reguladores de la función inmune, como las linfocinas **(Campbell y Murru, 1990; Yoshinaga y cols., 1994)**, circulando por todo el cuerpo a través de la sangre y la linfa, y se congregan en los órganos linfoides **(Roberts, 1989)**. También aparecen en otros tejidos del pez, como la epidermis **(Peleteiro y Richards, 1985)** y tejidos afectados por procesos inflamatorios **(Hibiya, 1994)**.

**Monocitos o macrófagos (Mo):** Células que constituyen la principal célula fagocítica en los peces, por su capacidad de ingerir y digerir material extraño, inerte o antigénico, así como restos celulares resultantes de la respuesta inflamatoria u otros procesos degenerativos **(MacArthur y Fletcher, 1985)**. Al igual que los neutrófilos, también tienen gran capacidad microbicida intra y extracelular, gracias a la liberación de ROS durante el proceso de explosión respiratoria **(Secombes y cols., 1988)**. Por otra parte, estas células participan en la

respuesta específica como importantes células accesorias en la iniciación y en la regulación de la inmunidad. Reconocen y procesan el antígeno y secretan factores solubles que regulan la actividad linfocitaria **(Smith y Braun-Nesje, 1982)**. Los antígenos fagocitados, así como el material inerte, es transportado a los centros melanomacrofágicos, donde se producen las interacciones con las células responsables de la respuesta específica.

**Eosinófilos (Eos):** Células distribuidas en el tejido conectivo, especialmente en tracto gastrointestinal y branquias, y también en piel y corazón, que contienen grandes gránulos, y que se han denominado EGCs (células granulares eosinofílicas, del inglés Eosinophilic Granule Cells) **(Ezeasor y Stokoe, 1980)**. Su función no está clara, pero intervienen en los procesos de inflamación y defensa celular mediante degranulación, por lo que se han comparado con los mastocitos o células cebadas de mamíferos.

**Basófilos (Bas):** Células con citoplasma ligeramente basófilo y grandes gránulos redondeados que a menudo ocultan el núcleo y que recuerdan a los basófilos y mastocitos de mamíferos. Sin embargo, se conoce muy poco de ellos y según estudios ultraestructurales y citoquímicos se pueden confundir con eosinófilos y no se pueden hacer analogías con las células de mamíferos. Se les considera ausentes en la circulación de la mayoría de especies salmónidas. **(Campbell y Murru, 1990)**.

### 2.2.2. Recuento de Glóbulos Rojos

**Eritrocitos o glóbulos rojos (Eri):** Células más abundantes del torrente sanguíneo, los eritrocitos mantienen el núcleo a lo largo de su vida. La principal función de los eritrocitos es el transporte e intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, pero también se les han atribuido otras funciones relacionadas con procesos biológicos diferentes al transporte de gases.

**Hematocrito (Hto):** Expresa el volumen de eritrocitos que hay en 100 ml de sangre. Normalmente los leucocitos y las plaquetas contribuyen al hematocrito en un grado ínfimo, referido al tanto por ciento de volumen de sangre. El valor del hematocrito varía con la especie y en relación con el número y el tamaño de los eritrocitos. Un hematocrito reducido puede ser un indicador de anemia y un valor elevado (65 %) se observa en casos de deshidratación, como el cólera la causa de las considerables pérdidas de líquido en la defecación, con la consiguiente reducción del volumen plasmático. El valor del hematocrito constituye un índice indirecto de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y es un parámetro importante para detectar una anemia o una policitemia.

**(<http://www4.ub.edu/LabFisio/descargas/pdf/sangre.pdf>)**

**Hemoglobina (Hb):** Es un componente complejo constituido por proteína y un compuesto férrico no proteínico, fácilmente oxidable. Se deduce que en los nadadores rápidos tienen gran cantidad de estos,

mientras que en nadadores lentos su proporción es menor. Además es el pigmento que contiene la sangre, encargada conjuntamente de distribuir el oxígeno por todo el cuerpo.

(<http://www.monografias.com/trabajos13/coraz/coraz.shtml#ixzz3H1dIbW9e>)

**Volumen corpuscular medio (VCM):** Es el volumen promedio de un eritrocito.

([ocw.unican.es/eritrocitos/globulos\\_rojos\\_eritrocitos\\_o\\_hematies.pdf](http://ocw.unican.es/eritrocitos/globulos_rojos_eritrocitos_o_hematies.pdf))

**Hemoglobina corpuscular media (HCM):** Es la cantidad promedio de hemoglobina que tiene cada eritrocito.

([ocw.unican.es/...eritrocitos.../globulos\\_rojos\\_eritrocitos\\_o\\_hematies.pdf](http://ocw.unican.es/...eritrocitos.../globulos_rojos_eritrocitos_o_hematies.pdf)).

**Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM):** Es la concentración media dentro de cada eritrocito.

([ocw.unican.es/...eritrocitos.../globulos\\_rojos\\_eritrocitos\\_o\\_hematies.pdf](http://ocw.unican.es/...eritrocitos.../globulos_rojos_eritrocitos_o_hematies.pdf))

### **2.3. Parámetros hematológicos de especies similares a los Osteoglossidae incluyendo a la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.**

**Brandao et. al., (2006);** evaluaron el aumento de los niveles de hematocritos en paiche *Arapaima gigas* de acuerdo al estrés ocasionado por el transporte, densidad elevada de cultivo y la exposición al amonio; los resultados indican

que el aumento de estos se da de acuerdo a la intensidad y magnitud de la exposición a cada fuente de estrés evaluada.

**Vásquez et. al., (2008);** siendo el primer estudio de parámetros bioquímicos y hematológicos en arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, obteniendo los resultados y valores que se mencionan a continuación eritrocitos totales de 1,940-3,350 x 10<sup>6</sup> /μL (media: 2,748 ± 0,370); hemoglobina de 6,3-13 g/dL (media: 8,8 ± 1,2); hematocritos de 21,0-32,0% (media: 26,6 ± 2,3); VCM de 72,4-149,5 fL (media: 98,6 ± 15,8); trombocitos totales de 14.760-210.250 μL (media: 90.816 ± 58.888); leucocitos totales de 10.290-191.475 μL (media: 75.287 ± 34.546); linfocitos totales de 10.084-181.901 μL (media: 72.525 ± 33.046); monocitos totales de 0-7.308 μL (media: 1.711 ± 1.683); neutrófilos totales de 0-6.518 μL (media: 915 ± 1.435); eosinófilos totales 0 - 960 μL (media: 63 ± 225); linfocitos de 87,0-100% (media: 96,5 ± 2,5); monocitos de 0-7,0% (media: 2,3 ± 1,8); neutrófilos de 0-7,0% (media: 1,1 ± 1,5) eosinófilos 0-1,0% (media: 0,1 ± 0,3).

**Drumond et. al., (2010);** realizan el estudio de comparación de parámetros bioquímicos y hematológicos en alevinos y juveniles de paiche *Arapaima gigas*, los individuos fueron mantenidos en estanques de cultivo semi-intensivo en el estado de Amazonas Brasil; obteniendo como resultados que en alevinos de *Arapaima gigas* se encuentran los niveles más bajos ( $p < 0.05$ ) de proteína total, triglicéridos, urea; pero al comparar el colesterol, glucosa, la

concentración de hemoglobina, se encontró que no existe diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre alevinos y juveniles de *Arapaima gigas*.

**Serrano. M et.al., (2011)**; determinaron los valores hematológicos de paiche, *Arapaima gigas*, en 120 muestras de sangre colectadas. Los peces procedían de dos centros de cultivo piscícola de la provincia de Maynas, Loreto, Perú. 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 ( $p<0.05$ ) paiche de 365 días (leucocitos  $15.84 \times 10^3$ /UI, linfocitos al 35.7%, 0.6% monocitos, eosinófilos al 2.7%, basófilos al 1.0% recuento eritrocitario  $2.62 \times 10^6$  uL, hematocrito al 30.8%, Hemoglobina 9.10 g/dL

#### **2.4. Parámetros hematológicos de especies diferentes a los Osteoglossidae**

**Iannacone et. al. (2006)**; estudiaron los parámetros hematológicos del pez amazónico acarahuazu *Astronotus ocellatus*; los resultados obtenidos corresponden a valores normales para Acarahuazu. La media de los valores obtenidos fueron hematocrito (Ht) 56,3 %, hemoglobina (Hb) 18,66 g/Dl eritrocitos (Er)  $6,07 \times 10^6$  uL, concluyendo que estos valores pueden ser utilizados como indicadores de contaminación y que estos valores son los rangos normales de la especie por ser el estudio base.



**Centeno et. al., (2007);** determinaron los valores de hematocritos, hemoglobina, recuento eritrocitos y leucocitos y se calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media de gamitana *Colossoma macropomum*. Los valores de hemoglobina y hematocrito para alevines oscilaron entre 28,58-31,16% de hematocrito y 9,51-10,37 g/dL, de hemoglobina, mientras que los de juveniles estuvieron entre 30,70- 32,84% de hematocrito y 10,22-10,92 g/dL de hemoglobina. Los valores en peces adultos oscilaron entre 30,66-36,74% de hematocrito y 10,77- 12,15 g/dL, de hemoglobina concluyendo que tenían muy buena calidad sanguínea es decir, que se encontraban dentro de los parámetros hematológicos de la gamitana.

**Correa et. al., (2009);** realizaron una caracterización hematológica básica, fueron examinados 25 hembras (H; 758,4±362,5 g y 60,5±0,7 cm) y 12 machos (M; 577,1±187,1 g y 49,8±4,9 cm) adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* capturados en la cuenca del río Sinú. El conteo de los eritrocitos se estimó en  $8,3 \pm 2,0 \times 10^6$  uL para hembras y  $9,7 \pm 3,2 \times 10^6$  uL para machos, y los leucocitos en hembras fueron estimados en  $53 \pm 39 \times 10^3$  uL y  $43 \pm 16 \times 10^3$  uL en machos. El conteo diferencial de leucocitos para Hembras fue de 70,6±12,3% linfocitos, 14,6±6,8% neutrófilos, 11,8±8,0% monocitos, 3,28±3,7% basófilos y 0,32±0,63% eosinófilos y para Machos fue 55,8±11,5% linfocitos, 17,8±9,3% neutrófilos, 20,0±7,4% monocitos, 5,4±3,1% basófilos y 1,0±1,1% eosinófilos. La hemoglobina fue de 9,4±2,3 g/dL y 10,5±2,3 g/dL el hematocrito 22,7±5,7%

y  $25,5\pm 5,6\%$  para hembras y machos respectivamente. Los índices eritrocitos fueron volumen corpuscular medio  $11,5\pm 2,2$  fL y  $12,2\pm 5,7$  fL, concentración corpuscular media de hemoglobina  $41,7\pm 3,9$  g/dL y  $42,1\pm 6,5$  g/dL y hemoglobina corpuscular media  $27,6\pm 5,1$  pg y  $29,2\pm 13,7$  pg para hembras y machos respectivamente concluyendo que los resultados obtenidos sugieren que las características hematológicas del blanquillo están dentro de los rangos reportados para peces neo tropicales, aparentemente saludables. Este estudio es el primer resultado acerca de los parámetros sanguíneos del blanquillo.

**Garay y Paredes, (2010);** reportaron que utilizaron 30 peces de la especie paco *Piaractus brachypomus* en estadios de alevinos, juveniles y adultos; colectaron 30 muestras de sangre de cada uno de estos estadios cultivados en la piscigranja municipal de Aucayacu. Las muestras de los alevinos y juveniles se tomaron por corte del pedúnculo caudal, y los adultos por punción de la vena caudal, la sangre fue colocada en tubos con EDTA (ácido etilendiamino tetra acético). Se determinó hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), eritrocitos (E), leucocitos totales (LT) y la serie de leucocitos, se calculó volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular medio (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM). Se encontró valores de Ht, Hb, E y L para alevinos de 22.9 %, 6.37 g/dL,  $1.305 \times 10^6$  uL,  $1.635 \times 10^3$  uL, para juveniles de 32.4 %, 8.0 g/dL,  $1.65 \times 10^6$  uL,  $1.95 \times 10^3$  uL, y en adultos de 35.2 %, 10.1 g/dL,  $1.67 \times 10^6$  uL,  $2.1 \times 10^3$  uL respectivamente. Los linfocitos encontrados estuvieron entre 83 y 84 %, los heterófilos entre 10.8 y 14.6 % en alevinos a adultos, los eosinófilos y monocitos se encontraron

entre 3.6 y 1.1% respectivamente. Estos valores hematológicos encontrados son directamente proporcionales al desarrollo corporal del pez y se encuentran dentro de los rangos normales de los peces de la misma zona de estudio.

**Akinrotimi et. al. (2010);** analizaron 60 ejemplares adultos de *Tilapia guineensis*, reportando los siguientes valores hematológicos, hematocrito  $22.67 \pm 2.14\%$ , hemoglobina  $7.72 \pm 1.20$  g/dL, leucocito  $7.81 \pm 1.14\%$ , conteo por dilución de leucocitos  $30.02 \pm 2.50 \times 10^3$  uL, conteo por dilución de eritrocitos  $2.58 \pm 0.69$  células  $\times 10^3$  uL, trombocitos  $40.65 \pm 3.14\%$ , neutrófilos  $20.45 \pm 2.21\%$ , linfocitos  $35.46 \pm 4.7\%$  y monocitos  $3.12 \pm 1.00\%$ , dándose con la conclusión de que estaban bajos los rangos normales de la especie.

**Galeano et. al., (2011);** determinaron variables hematológicas de ejemplares machos y hembras de la especie pez sapo *Porichthy sporosissimus*, respectivamente, fueron evaluados el recuento de eritrocitos  $1,32 \pm 0,32 \times 10^6$  uL;  $1,050 \pm 0,260 \times 10^6$  uL; recuento de leucocitos  $3314,8 \pm 2058,8 \mu\text{L}$ ;  $3270,8 \pm 3171,9 \mu\text{L}$ ; hemoglobina  $8,13 \pm 1,18$  g/dL;  $5,04 \pm 1,14$  g/dL; hematocrito  $36,17 \pm 6,03 \%$ ;  $21,77 \pm 3,33 \%$ ; volumen corpuscular medio (VCM)  $295,14 \pm 90,02$  fL,  $220,83 \pm 69,16$  fL; hemoglobina corpuscular media (HCM)  $65,68 \pm 22,32$  pg;  $53,17 \pm 25,27$  pg, y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)  $23 \pm 4,92 \%$ ;  $23,97 \pm 8,12 \%$ . Los valores de proteínas plasmáticas en otoño, fueron  $4,059 \pm 0,971$  g/dL en tanto los de albúmina  $2,073 \pm 1,17$  g/dL. Por su parte en primavera, descendieron a  $2,477 \pm$

0,369 g/dL y  $1,313 \pm 0,308$  g/dL, lo cual hizo concluir que los rangos solo varían tras la estación pero que se mantienen sobre los rangos normales.

**Hahn-Von-Hessberg, et. al., (2011);** identificaron para tilapia *Oreochromis niloticus* ocho tipos celulares: eritrocitos, policromatocitos, trombocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos/macrófagos, basófilos y eosinófilos. Así, los valores para las variables hematológicas fueron la concentración promedio de eritrocitos  $1,78 \pm 0,056 \times 10^6$  uL, Ht  $33,63 \pm 0,58\%$ , concentración de Hb  $8,56 \pm 0,21$  g/dL, VCM y HCM promedio  $200,47 \pm 7,90 \mu^3$  y  $50,50 \pm 1,85 \mu g^3$ , y concentración promedio de leucocitos  $1,21 \pm 0,07 \times 10^3$  uL. En la fórmula leucocitaria total los grupos celulares representaron: linfocitos  $76,78 \pm 1,67 \%$ , neutrófilos  $7,07 \pm 0,93 \%$ , monocitos/macrófagos  $1,20 \pm 0,23 \%$ , basófilos  $0,35 \pm 0,11\%$  y eosinófilos  $0,07 \pm 0,05 \%$ , mientras que los trombocitos alcanzaron el  $14,53 \pm 1,27 \%$ . Los valores arrojados son semejantes a los reportados por otros autores para *O. niloticus* que se encuentra bajo los rangos normales.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en 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, ubicado en el Km 4,5 carretera Iquitos – Nauta, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, Región Loreto **(Foto 1.)**

#### 3.2. Población y muestra

##### 3.2.1. Población

Se trabajó con una población de 70 individuos de *Osteoglossum bicirrhosum*, arahuanas, entre juveniles y adultos criados en estanques de las instalaciones del centro de investigación IIAP.

##### 3.2.2. Muestra

Se utilizó un total de 60 muestras de sangre, de las cuales 30 eran de los especímenes juveniles y 30 de los especímenes adultos.

##### 3.2.3. Estanques utilizados

Se utilizaron 2 estanques N° 6 Y N° 7, donde solo se cultiva la especie *Osteoglossum bicirrhosum*, en las instalaciones del Centro de Investigación del IIAP.

### **3.3. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño completamente aleatorio (DCA), por ser el que mejor se adapta a las condiciones del experimento. Es útil para estudios de métodos y técnicas de trabajo en laboratorio, estudios de invernadero y experimentos con animales, asimismo, es conveniente, cuando la variabilidad está uniformemente distribuida en el material experimental o unidades experimentales. Este diseño permitió analizar los resultados o parámetros que se obtuvieron de los experimentos.

### **3.4. Evaluación de los parámetros abióticos en los ambientes de cultivo de arahuana *Osteglossum bicirrhosum*.**

La evaluación de los parámetros físico-químicos del agua fue antes de la toma de muestras de sangre para conocer las condiciones en las que se desarrollan los peces en estudio. Se registraron la temperatura, el pH y el oxígeno con ayuda del Kit LaMotte AQ2.

### **3.5 Procedimientos de adaptación de los peces**

Los peces fueron obtenidos de los estanques 6 y 7 de las instalaciones del IIAP, que tienen un área de 20 x 30 m respectivamente ambos. Se extrajeron juveniles con peso y talla promedio de 606,82 g y 45 cm respectivamente y adultos con un peso y talla promedio de 1,80 kg y 1,12 m respectivamente. Los individuos fueron capturados con ayuda de una red alevinera que tenía de medida 40 x 5 metros, con cocos de 5 milímetros; estos fueron

acondicionados durante dos días en los rapisheos dispuestas en las zonas menos profundas del estanque para facilitar el manipuleo de los especímenes y hacer más viable la toma de muestras de sangre. (**Foto N°3.**)

Para su disposición en rapisheo, se tuvo en cuenta el espacio para cada individuo, que fue de 2 metros cuadrados según **Argumedo, 2005**.

La edad de crecimiento se tomó en cuenta a partir de la talla de los peces, debido a la escasa información sobre la distinción de la edad a partir de características morfológicas externas.

- Organismos de Prueba: *Osteoglossum bicirrhosum*
- Pesaje y medición: Cada organismo fue pesado en una balanza analítica y la medida de su longitud estándar con un ictiómetro.
- Agua utilizada: Agua de estanque en óptimas condiciones previo análisis físico-químico.
- Número de especímenes por tratamiento: 10 peces juveniles y 10 peces adulto por tratamiento.
- Número de réplicas por tratamiento: 03 repeticiones.
- Número total de especímenes usados: 30 juveniles y 30 adultos

### **3.6. Determinación de los parámetros hematológicos**

#### **3.6.1. Toma de muestras de sangre**

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción de la arteria caudal, utilizando jeringas desechables de 3 ml (**Foto N°5.**), posteriormente para recolectar la sangre se utilizó tubos plásticos con

solución anticoagulante EDTA. (**Foto N°6.**) y fueron trasladados al laboratorio Clínico MED LAB para su evaluación.

La toma de muestras tuvo un número de tres repeticiones por estadio de crecimiento, en diferentes periodos de tiempo; cada 15 días después de cada muestreo, para evitar el estrés de los peces, (**Salazar et. al., 2011**).

### **3.6.2. Evaluación de parámetros hematológicos.**

#### **Procedimiento de análisis del analizador hematológico automatizado RUBY**

- La toma de muestras de sangre se hizo a partir de venopunción, se recolectó 100 uL de sangre completa por individuo. (**Foto N°7.**), en tubos de 13 x 75 de 1 ml con anticoagulante EDTA, y fueron trasladados al laboratorio para ser analizadas en las 4 horas siguientes de haberse recolectado la muestra. (**Foto N°8.**)
- Se agitó bien la muestra como lo recomienda el manual, para de manera seguida se quitó el tapón con cuidado para no derramar la sangre.
- Se colocó la muestra de sangre en la sonda del analizador hematológico automatizado, la cual aspiró la muestra una vez que se pulso inicio en el equipo, y de esta manera se procesó las muestras de sangre, determinándose la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana.



#### Recuento de glóbulos rojos

- Hemoglobina (Hb)
- Hematocrito (Hto)
- Eritrocito (Eri)
- Volumen corpuscular medio (VCM)
- Hemoglobina corpuscular medio (HCM)
- Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

#### Recuento de glóbulos blancos

- Leucocitos (Leu)
- Neutrófilos (Neu)
- Linfocitos (Lin)
- Monocitos (Mo)
- Eosinófilos (Eos)
- Basófilos (Bas)

### **3.7. Métodos aplicados por el equipo analizador hematológico automatizado RUBY**

- El conteo de leucocitos se realiza a través de la utilización de un bloque de detección óptica basado en el **método de citometría de flujo, empleando un laser semiconductor.**
- El conteo de eritrocitos se realiza a través del detector de eritrocitos utilizando el **método de enfoque hidrodinámico.**

- La hemoglobina se analiza por el detector de hemoglobina basado en el **método SLS (laurisulfato sódico)**, para detección de hemoglobina.

### **3.8. Protocolos aplicados para los bioensayos en la investigación**

El manejo de los animales se realizó teniendo en cuenta los siguientes principios básicos: evitar el sufrimiento innecesario de los animales, evitar riesgos del manipulador y fomentar la aplicación de la regla de las 3R (Reducción, Refinamiento y Reemplazo) **(OIE, 2011)**.

Los experimentos se realizaron de acuerdo a los lineamientos propuestos por la European Medicines Agency (2007):

- Se seleccionó a los animales de apariencia más saludable (coloración normal de la especie, plateada) y de peso similar.
- Se aseguró el mínimo número de peces por tratamiento (10 peces por tratamiento).

Las condiciones ambientales durante el periodo de evaluación se conservaron en rangos óptimos; la dieta se mantuvo de acuerdo al protocolo de mantenimiento de la institución (IIAP), lo que aseguran las buenas condiciones de salud de los animales. Además de otras características físicas de los animales como buen peso, color característico de la especie y la no presencia de parásitos en los individuos, determinado por los diferentes monitoreos efectuados por parte del centro de investigación.

La hematología de los peces enfermos no pudo ser evaluado tras no haber presencia de estos individuos y según el protocolo usado para los bioensayos

no se podría inducir a enfermar a la especie en estudio y el único registro de hematología de arahuana en hábitat natural, con buen estado de salud es **Vásquez *et. al.*, (2008)**.

### **3.9. Análisis Estadístico**

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó estadística descriptiva. A través de promedio y desviación estándar, para establecer los rangos hematológicos de los peces de edad juvenil y adulta de la especie arahuana.

Se realizaron todos los análisis utilizando el software de Microsoft Office Excel 2013 y el complemento integrado del mismo programa - análisis de datos científicos y financieros.

#### IV.RESULTADOS

##### 4.1. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa juvenil.

Tabla N°1. Caracterización de los parámetros hematológicos del estadio de crecimiento juvenil de la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*

	Parámetros	Abrev.	Unidad	Rango	Prom±DS
Glóbulos Blancos	Leucocitos	Leu	celx10 <sup>3</sup> /uL	0.49-2.61	1.1± 0.58
	Neutrófilos	Neu	%	46.27-63.47	54.87± 2.57
	Linfocitos	Lin	%	8.09-85.19	33.55± 11.39
	Monocitos	Mo	%	0.11-0.47	0.29± 0.058
	Eosinófilos	Eos	%	0.80-1.4	1.10± 0.088
	Basófilos	Bas	%	0.19-0.57	0.38± 0.17
	Glóbulos Rojos	Eritrocitos	Eri	celx10 <sup>6</sup> /uL	1.54 - 2.78
Hemoglobina		Hb	g/dL	8.19 - 13.19	10.69±0.92
Hematocrito		Hto	%	8.28 - 11.52	9.90±0.69
Volumen corpuscular medio		VCM	fL	48.56 - 50.76	48.56±0.64
Hemoglobina corpuscular media		HCM	Pg	47.39 - 51.59	49.49±0.67
Concentración de hemoglobina corpuscular media		CHCM	g/dL	99.51 - 101.71	100.61±0.53

En la Tabla N° 1. Se muestran los valores obtenidos de la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa juvenil de glóbulos blancos: 1.1 x 10<sup>3</sup>/uL de promedio para células leucocitarias y para glóbulos rojos: 2.16 x10<sup>6</sup>/uL de promedio para eritrocitos, 10.69 g/dL de promedio de hemoglobina y 9.90 % de promedio para hematocritos.

**4.2. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa adulto.**

**Tabla N° 2. Caracterización de los parámetros hematológicos del estadio de crecimiento adulto de la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum***

	Parámetros	Abrev.	Unidad	Rango	Prom±DS
Glóbulos Blancos	Leucocitos	Leu	celx10 <sup>3</sup> /uL	0.5-1.8	0.50± 0.44
	Neutrófilos	Neu	%	27.26-77.46	52.36± 8.39
	Linfocitos	Lin	%	9.36-41.78	16.51± 17.63
	Monocitos	Mo	%	1.21-5.41	2.07± 1.41
	Eosinófilos	Eos	%	1.29-3.27	1.34± 1.17
	Basófilos	Bas	%	0.48-1.72	0.69± 0.84
	Glóbulos Rojos	Eritrocitos	Eri	celx10 <sup>6</sup> /uL	2.95 – 0.29
Hemoglobina		Hb	g/dL	7.65 - 8.43	8.09±0.19
Hematocrito		Ht	%	8.05 - 8.55	8.30±0.09
Volumen corpuscular medio		VCM	fL	49.03 - 51.43	50.23±0.46
Hemoglobina corpuscular media		HCM	Pg	44.99 - 52.99	48.99±1.78
Concentración de hemoglobina corpuscular media		CHCM	g/dL	90.79 - 104.10	97.49±2.80

En la Tabla N° 2. Se muestran los valores obtenidos de la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa adulto de glóbulos blancos: 0.50 x 10<sup>3</sup>/uL de promedio para células leucocitarias y para glóbulos rojos: 1.33 x10<sup>6</sup>/uL de promedio para eritrocitos. También se registra 8.09 g/dL de promedio de hemoglobina y un promedio de 8.30 % de hematocritos.

**Tabla N° 3.** Comportamiento de los parámetros abióticos en los ambientes de cultivo de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*

Parámetro	Min	Max	Promedio
Temperatura (°C)	23	28	27
Oxígeno (ppm)	2	5	4
pH	5.8	6.5	6

Fuente: Argumedo 2005 y IIAP

**Tabla N° 3.** Muestra las condiciones mínimas y máximas de los parámetros físicos temperatura y químicos como pH y oxígeno, las cuales son las adecuadas para el crecimiento normal y sano de los especímenes de arahuana.

**(Argumedo, 2005)**

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa juvenil.

#### Recuento Leucocitario:

En la investigación realizada con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* se obtuvo valores promedios de  $1.1 \times 10^3$  uL en el recuento leucocitario, resultados que difieren con lo reportado por **Vasques et al., (2008)** que obtuvieron  $75 \times 10^3$  uL, lo que hace suponer que el recuento leucocitario está parametrado por el medio de desarrollo y los estímulos que soportan, como lo afirma **Ranzani–Paiva et al. (2003)**.

**Neutrófilos (Neu)**, en este parámetro el valor promedio fue 54.87 %, a comparación de **Vasques et al., (2008)**, quienes obtuvieron 1,1 %, observándose una amplia diferencia entre ambos resultados, que probablemente se debe a la resistencia que se crean en las especies criadas en estanques, por los diferentes factores internos (químicos y biológicos) y externos (físicos).

Para **Linfocitos (Lin)** se reporta un valor promedio de 33.55 % en la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* criados en estanques, que difiere de manera muy marcada con los hallazgos reportados por **Vasques et al., (2008)**, que obtuvieron un valor de linfocitos de 96,5 %, posiblemente porque los peces en su medio natural tienden a estar a

mayores riesgos de depredadores lo cual disminuye en medios controlados.

**Monocitos o macrófagos (Mo)**, los resultados promedian en 0.29 %, similar a los señalado **Vasques et. al., (2008)** por estar dentro del rango establecido en su investigación, que reporto 2,3 %.

**Eosinófilos (Eos)**, se reportó un promedio de 1.10 %, sin embargo nuestros resultados difieren a lo reportados por **Vasques et. al., (2008)**, quienes indican en su trabajo de investigación en arahuana en su medio natural un valor promedio de 0,1 % de eosinófilos, en peces no está muy clara la función que cumplen pero ayudan en procesos de inflamación y defensa celular.

En **basófilos** se reportó un valor promedio de 0.38 %, no se encontró información para realizar comparación respectiva, siendo este estudio el primero en determinar un valor promedio en este parámetro sanguíneo para arahuanas juveniles.

#### **Recuento de eritrocitos:**

Para **eritrocitos** se obtuvo un resultado promedio de  $2.16 \times 10^6$  uL, que coincide con lo reportado por **Vasques et. al.,(2008)**, en su investigación realizada en arahuanas en medio natural obtuvieron  $2.748 \times 10^6$  uL, por estar dentro del rango establecido en la investigación, de igual forma con el rango que establece **Ranzani–Paiva et al. (2003)** para los teleósteos



entre 1.0 a 3.0 x 10<sup>6</sup> uL y esto asegura una excelente intercambio de oxígeno y dióxido de carbono en los peces.

**Hematocrito (Hto)**, la investigación reportó un valor promedio de 9.90 % para arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* criados en cautiverio (estanques), resultados que difieren con **Vasques et. al. , (2008)**, quienes trabajaron con arahuana en medio natural, reportando valor promedio para hematocrito de 26.6 %, con este nivel de hematocrito se puede suponer una posible anemia por parte de las arahuanas *Osteoglossum bicirrhosum* del presente trabajo criadas en cautiverio, por el porcentaje relativamente bajo, pero dicha diferencia probablemente se deba al tipo de alimentación que en ambas especies varían por el medio en el que se desarrollan (estanques vs medio natural).

**Hemoglobina (Hb)**, se obtuvo un valor promedio de 10.69 g/dL de hemoglobina, hallazgos similares a lo reportado por **Vasques et. al., (2008)**, por encontrarse dentro del rango establecido en la investigación, quienes obtuvieron un valor promedio de hemoglobina 8.8 g/dL.

**El Volumen corpuscular medio (VCM)** encontrando en la presente trabajo realizado con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en estanques es 48.56fL, que a su vez se muestra distante en cuanto al promedio obtenido por **Vasques et. al., (2008)**, que es 98,6 fL quienes trabajaron con

arahuana en su medio natural, lo que nos hace suponer que este parámetro está condicionado al medio en el que habitan.

Para **Hemoglobina Corpuscular medio (HCM) y Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)** se reportó un valor promedio de 49.49 y 100.61 g/dL respectivamente, no se encontró información para realizar comparación respectiva, siendo este estudio el primero en determinar un valor promedio en estos parámetros sanguíneos para arahuana juveniles.

### **Especies diferentes o similares**

#### **Recuento Leucocitario:**

El valor promedio de células leucocitarias fue de  $1.1 \times 10^3$  uL en la especie arahuana, la cual no coincide con **Garay & Paredes (2010)**, quienes trabajaron con juveniles de paco *Piaractus brachypomus*, reportan  $1.95 \times 10^3$  uL de leucocitos lo cual evidencia una diferencia entre el número de leucocitos presentes en cada especie, teniendo en cuenta que ambos trabajos se realizaron con peces en condiciones controladas, y siendo de diferentes especies se reporta un menor número de células leucocitarias en arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* etapa juvenil a comparación de los juveniles de paco. Una especie similar a la arahuana fue la que estudiaron **Serrano. M et al. 2011**, que trabajaron con adultos de paiche, *Arapaima gigas*, donde obtuvieron resultados promedio del recuento de

leucocitos  $15.84 \times 10^3/\mu\text{L}$ , resultado distante a lo obtenido en el trabajo de investigación con arahuana ( $1.1 \times 10^3/\mu\text{L}$ ), cabe resaltar en esta diferencia la similitud de las especies, pero esto no asegura la similitud en sus características hematológicas.

**Neutrófilos (Neu)**, en el examen hematológico a arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* se obtuvo un valor promedio de 54.87 % para este parámetro, valor que difiere considerablemente de lo expuesto por **Correa et. al., (2009)**, que resolvieron la hematología con pez blanquillo, obteniendo 14.6 % para neutrófilos.

**Linfocitos (Lin)**, se reportó un valor promedio de 33.55 % de linfocitos, valor que se mantiene distante a lo obtenido por **Correa et. al., (2009)**, que realizaron su investigación de hematología con pez blanquillo, mostrando diferencia con los linfocitos con 70.6 %, seguido se suma la investigación de **Garay & Paredes (2010)**, quienes reportaron resultados de linfocitos con 83 % a 84 %, mostrándose distante a lo obtenido en el presente trabajo, seguido de estas investigaciones esta la que realizaron **Serrano. M et al. 2011**, quienes trabajaron con paiche, obtuvieron resultados promedio de linfocitos al 35.7 %, muy similar a lo conseguido en el trabajo con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

**Monocitos o macrófagos (Mo)**, en el trabajo de investigación con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* se consiguió un valor promedio de 0.29 % que a comparación de lo obtenido por **Correa et.al., (2009)**, con

11.8 % de monocitos en su investigación con blanquillo, se muestra distante de los resultados obtenidos en el presente trabajo; además **Garay & Paredes (2010)**, reportaron para monocitos un valor promedio de 1.1 %, resultado cercanos a lo reportado en esta investigación con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*. Agregado a las discusiones, se menciona a **Serrano. M et al. 2011**, que en su trabajo con paiche, obtuvieron resultado promedio de monocitos al 0.6 %, que también son resultados cercanos a lo presentado en esta investigación.

**Eosinófilos (Eos)**, se obtuvo un promedio de 1.10 %, como parte de su composición sanguínea, el cual se muestra no coincidente por lo obtenido por **Correa et. al., (2009)**, en su estudio con blanquillo reportando 0.32 % de eosinófilos, además **Garay & Paredes (2010)**, obtuvieron en el conteo de esta célula 3.6 %, que de acuerdo a lo obtenido con arahuana 1.10 % es muy diferente, seguido **Serrano. M et al. 2011**, que realizaron investigación en paiche, obteniendo eosinófilos al 2.7 % resultado que difiere por lo conseguido en el trabajo con arahuana que fue de 1.10 % de eosinófilos como resultado promedio. Cabe resaltar en esta diferencia la similitud de las especies, pero esto no asegura la similitud en sus características hematológicas.

**Basófilos (Bas)**, La investigación con arahuana, nos arrojó un valor promedio de 0.38 % de basófilos, resultado que no coincide con **.Correa et. al., (2009)**, que encontraron 3.28 % de basófilos en su estudio

hematológico a blanquillo, por otro lado **Serrano. M et al. 2011**, que realizaron investigación en paiche, reportaron basófilos al 1.0 % como promedio, donde se puede notar que existe diferencia entre el resultado de la investigación con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*.

#### **Recuento de eritrocitos:**

El número de eritrocitos promedio resueltos en el trabajo con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* fue de  $2.16 \times 10^6$  uL, el cual difiere de lo obtenido por **Iannacone et al., (2006)** que reportaron  $6,07 \times 10^6$  uL, quienes trabajaron con acarahuazu, consecutivo se presentan **Garay y Paredes (2010)** quienes trabajaron con paco que obtuvieron un número de eritrocitos de  $1.65 \times 10^6$  uL, donde dicho resultado muestra similitud por encontrarse en el rango establecido en el trabajo de investigación; a continuación **Serrano. M. et al. (2011)**, quienes trabajaron con paiche, *Arapaima gigas*, obtuvieron resultado de eritrocitos  $2.62 \times 10^6$  uL, resultado similar a lo conseguido en arahuana (de  $2.16 \times 10^6$  uL), debido que el resultado de paiche está dentro del rango establecido en la investigación.

**Hematocrito (Hto)**, la investigación realizada en arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* nos dio como resultado promedio en hematocrito 9.90 %, el cual se mantiene distante y diferente a lo obtenido por **Iannacone et al., (2006)** con un resultado de 56,3 % en hematocrito para acahuarazu,

sumado a la discusión esta **Centeno et al. 2007**, que concluyo con resultados en hematocrito entre 30,70 - 32,84 %, demostrándose su diferencia con el trabajo de investigación en arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, además **Garay y Paredes (2010)** que trabajo con paco y reportó un valor promedio de hematocrito 32.4 %. El cual se muestra diferente a lo obtenido en el trabajo con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* con hematocrito 9.90 %. **Serrano. M. et al. (2011)**, quienes trabajaron con adultos de paiche, concluyeron en hematocrito al 30.8 % como resultado promedio, que no es nada parecido a lo resuelto en el trabajo de investigación con arahuana (9.90 %). Cabe resaltar en esta diferencia la similitud de las especies, pero esto no asegura la similitud en sus características hematológicas.

**Hemoglobina (Hb)**, lo obtenido en el trabajo con arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* es de 10.69 g/dL como valor promedio que difiere a lo obtenido por **Iannacone et. al., (2006)**, que reportaron que la hemoglobina de acahuarazu es de 18,66 g/dL. En las discusión **Centeno et al. 2007** quienes obtuvieron como valor promedio 10,22-10,92 g/dL (Hemoglobina), resulta similar a los 10.69 g/dL de promedio obtenidos en arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* de acuerdo al rango obtenido en el trabajo. Otra similitud la trajeron consigo **Garay y Paredes (2010)** con su estudio realizado en paco, donde obtuvieron el parámetro de hemoglobina de la especie (8.0 g/dL), que se muestra similar al resultado

obtenido en el presente estudio con arahuana con 10.69 g/dL, por encontrarse dentro del rango establecido en la investigación. Se menciona a **Serrano. M. et al. (2011)**, quienes trabajaron con paiche, reportando que su hemoglobina promedio es 9.10 g/dL, resultado que se muestra similar a lo encontrado en arahuana (10.69 g/dL)

**El Volumen Corpuscular Medio (VCM), Hemoglobina Corpuscular medio (HCM) y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)** reportaron valores promedio de 48.56 fL, 49.49 pg y 100.61 g/dL respectivamente, no se encontró estudios similares para discusión. Este estudio es el primer resultado acerca de los parámetros sanguíneos de la arahuana en etapa juvenil.

## **5.2. Determinación de la caracterización de los parámetros hematológicos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en etapa adulto.**

### **Recuento Leucocitario:**

El número promedio de leucocitos fue de  $0.50 \times 10^3/\mu\text{L}$  encontrado en la especie arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, lo cual no es coincidente por lo encontrado por con **Akinrotimi et al., (2010)** que trabajaron con tilapia, especie diferente a la arahuana, quien obtuvo  $7.81 \times 10^3/\mu\text{L}$ , agregado a esta diferencia se suma **Garay y Paredes (2010)**, quienes trabajaron con paco y obtuvo  $2.1 \times 10^3/\mu\text{L}$  de número de leucocitos,

pero **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, que trabajaron con tilapia, reportando  $1.21 \times 10^3/\mu\text{L}$ , siendo este un resultado similar a lo obtenido con arahuana, debido a encontrarse dentro del rango que se estableció en la investigación. Cabe mencionar a **Galeano et al, 2011**, que trabajaron con pez sapo, y obtuvieron  $3.31 \times 10^3/\mu\text{L}$  número de leucocitos, que no coincide con la investigación pero esta la diferencia de la especie en cuanto al medio natural, ya que la arahuana proviene de aguas continentales (agua dulce) y el pez sapo de aguas marinas (agua salada), lo cual probablemente sea el motivo de la diferencia entre sus valores hematológicos, sumado a la diferencia de especies.

**Neutrófilos (Neu)**, El resultado promedio obtenido en el trabajo con arahuana fue de 52.36 % de neutrófilos que a comparación de **Akinrotimi et al. (2010)**, que trabajaron con tilapia, obtuvieron valores de neutrófilos de 20.45 %, denotándose su diferencia de resultados. **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, en su obtención de resultados, reportaron neutrófilos al 7.07 %, el cual es ampliamente diferenciado por lo obtenido con los datos del trabajo en arahuana con 79.39 % de linfocitos.

**Linfocitos (Lin)**, el valor promedio reportado fue 16.51 % para arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en medio controlados, que no coincide con **Akinrotimi et al. (2010)**, que reportaron en su trabajo de investigación con tilapia linfocitos al 35.46 %, como valor promedio, simultáneamente



**Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011;** reportaron del análisis hematológico de tilapia linfocitos al 76,78 %, resultado que difiere al trabajo con 16.51 %.

**Monocitos o macrófagos (Mo)**, en la investigación con arahuana se reportó monocitos al 2.07 % como valor promedio, que difiere con **Akinrotimi et al. (2010)** quienes obtuvieron monocitos al 3.12 %, también **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, quienes trabajaron con tilapia obtuvo monocitos al 1.20 %, donde este resultado se muestra similar a lo obtenido con el trabajo de arahuana por encontrarse en el rango establecido en el trabajo.

**Eosinófilos (Eos)**. Para arahuana el resultado promedio obtenido para este parametro es 1.34 %, el cual es distante en cuanto a resultados a lo obtenido por **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011** con eosinófilos al 0.07 %.

**Basófilos (Bas)**, se reportó 0.69 % como valor promedio para arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*, coincidente con **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, que reportaron en tilapia basófilos al 0.35%, que es un resultado idéntico por estar dentro del rango establecido en el presente trabajo.

**Eritrocitos, Ranzani–Paiva et al. (2003)**, El rango para eritrocitos en teleósteos oscila entre 1.0 a 3.0 x 10<sup>6</sup> uL, donde el trabajo se encuentra incluido con los rangos de eritrocitos para adultos.

El número promedio de eritrocitos en el trabajo con arahuana fue de 1.33 x 10<sup>6</sup> uL, quien resulto similar a lo obtenido por **Garay y Paredes**

(2010) que trabajaron con pacos adultos, y reportaron  $1.67 \times 10^6$  uL, también **Galeano et al., (2011)**, quienes trabajaron con el pez sapo, obteniendo valores de eritrocitos de  $1,32 \times 10^6$  uL, lo cuales son parecidos de lo conseguido en el trabajo de investigación de arahuana, al igual que **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, investigadores que trabajaron con tilapia obtuvieron  $1,78 \times 10^6$  uL de eritrocitos, resulta que tiene similitud con lo obtenido en el presente trabajo con arahuana.

**Hematocrito (Hto)**, lo reportado en el trabajo de investigación con arahuana que fue de 8.30 % como resultado promedio, que difiere con **Centeno et. al., 2007**, quienes trabajaron con gamitana que obtuvieron valores entre 30,66-36,74 %, además **Garay y Paredes (2010)**, que realizaron su investigación en paco. Obtuvieron como resultado promedio 35.2 % de hematocrito, el cual difiere a lo conseguido en la investigación con arahuana con 8.30 %, en la discusión también entra **Galeano et al., (2011)**, que trabajando con pez sapo reportaron 36.17 %, que es un resultado distante a lo obtenido en arahuana con 8.30 %. **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, reportaron tras su estudio en tilapia que su valor de hematocrito es de 33,63 %, resultado que difiere completamente del resultado reportado en la presente investigación con 8.30 % de hematocrito en arahuana. **Serrano. M. et al. (2011)**, que trabajaron con adultos de paiche, concluyeron en hematocrito al 30.8 %, resultado nada parecido a lo resuelto en el trabajo de investigación con

arahuana (8.30 %). Cabe resaltar en esta diferencia la similitud de las especies, pero esto no asegura la similitud en sus características hematológicas.

**Hemoglobina (Hb)**, el parámetro de hemoglobina para la especie arahuana obtenida en el trabajo es 8.09 g/dL, el cual difiere de **Centeno et al., 2007**, quienes concluyeron con 10,77- 12,15 g/dL de hemoglobina en gamitana y consecutivamente es diferente a lo conseguido por **Garay y Paredes (2010)** que trabajaron con pacos y consiguieron 10.1 g/dL de hemoglobina, cabe mencionar a **Galeano et al., (2011)**, que trabajando con pez sapo reportaron 8,13 g/dL de hemoglobina, que es un resultado parecido a lo obtenido en arahuana con 8.09 g/dL, como diferencia de resultados aparece **Hahn-Von-Hessberg, et al. 2011**, quienes concluyeron que la hemoglobina en tilapia es de 8,56 g/dL, resultado distinto a lo concluido en la investigación (8.09 g/dL).

**Volumen corpuscular medio (VCM)**, la investigación realizada con arahuana, reportó 50.23 fl como resultado promedio del volumen corpuscular medio, el cual se mantiene distante de lo conseguido por **Correa et. al., (2009)**; realizaron una caracterización hematológica básica de adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* capturados en la cuenca del río Sinú, los índices eritrocitos fueron volumen corpuscular medio **VCM** 11,5±2,2 fL y 12,2±5,7 fL, hembra y macho respectivamente.

**Hemoglobina corpuscular media (HCM)**, en el presente trabajo en arahuana, se concluyó que el resultado de la Hemoglobina corpuscular media fue 48.99 pg, en comparación a Correa et. al., (2009) que reporto 27,6±5,1 pg y 29,2±13,7 pg para hembras y machos respectivamente evidenciándose entre estos resultados una diferencia marcada.

En cuanto al resultado de **Concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM** fue 97.49 g/dL que en comparación con lo reportado por Correa et. al., (2009) 41,7±3,9 g/dL y 42,1±6,5 para hembras y machos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* respectivamente, nuestros resultados son más altos.

## VI. CONCLUSIONES

1. La caracterización de los parámetros hematológicos de juveniles de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* criados en ambientes controlados fueron para glóbulos blancos: leucocitos  $1.1 \times 10^3$  uL, neutrófilos 54.87 %, linfocitos 33.55 %, monocitos 0.29 %, eosinófilos 1.10 %, basófilos 0.38 % y glóbulos rojos: eritrocitos  $2.16 \times 10^6$  uL, hemoglobina 10.69 g/dL, hematocrito 9.90 %, VCM 48.56 fL, HCM 49.49 pg, CHCM 100.61 g/dL.
2. La caracterización parámetros hematológicos de adultos de arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* criados en ambientes controlados fueron para glóbulos blancos: leucocitos  $0.50 \times 10^3$  uL, neutrófilos 52.36 %, linfocitos 16.51 %, monocitos 2.07 %, eosinófilos 1.34 %, basófilos 0.69 % y glóbulos rojos: eritrocitos  $1.33 \times 10^6$  uL, hemoglobina 8.09 g/dL, hematocrito 8.30 %, VCM 50.23 fL, HCM 48.99 pg, CHCM 97.49 g/dL.
3. Los valores encontrados en esta investigación, en la mayoría de los casos difieren de lo reportado por otros investigadores, tanto en la misma especie, especies similares y especies diferentes, encontrándose amplias diferencia. Cabe resaltar que en los valores de los monocitos, eritrocitos y hemoglobina, en etapa juvenil, los hallazgos son similares a lo reportado por **Vásquez et. al (2008)**, quien trabajo con la misma especie.
4. La caracterización hematológica de arahuana *Osteoglossum*.

*bicirrhosum*, se debe evaluar en comparación a los ambientes, sexo, etapa de desarrollo y de acuerdo a las formas de manejo que tienen los individuos. El presente estudio sirve como guía para comparación de posteriores análisis de la especie tratada, siendo este uno de los primeros que se realizan y que dotan de rangos hematológicos para arahuanas *Osteoglossum bicirrhosum* en dos etapas de vida (juveniles – adultos) criados en cautiverio.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar bioensayos con factores (temperatura, enfermedad, alimentación) que estimulen los cambios de los parámetros hematológicos para determinar los efectos de diferentes impactos en la hematología de los peces.
2. Utilizar el número mínimo de peces para evitar factores errantes en los análisis.
3. Realizarse posteriormente estudios de hematología de alevines cuando se consiga una técnica viable y evitar el sacrificio de los especímenes.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ADHIKARI, S.; SARKAR, B.; CHATTERJEE, A.; MAHAPATRA, CT.; AYYAPPAN S. 2004**

Effects of Cypermethrin and Carbofuran on Certain Hematological Parameters and Prediction of their Recovery in a Freshwater Teleost; Labeorohita (Hamilton). *Ecotoxicol Environ Saf.* 2004; 58:220-226.

**AFFONSO, EG.; POLEZ, VLP.; CORREA, CF.; MAZON, AF.; ARAUJO, MRR.; MORAES,**

**G.; RATIN FT. 2002.** Blood Parameters and Metabolites in the Teleosts Fish. *Colossoma macropomum* Exposed to Sulfide or Hypoxia. *CompBiochem Physiol.*

**AINSWORTH, A. J. 1992.** Fish granulocytes: Morphology, distribution, and function.

*Annual Review of Fish Diseases* 2: 123-148.

**AKINROTIMI, O.A.; ABU, O.M.G.; BEKIBELE, D.O.; UDEME-NAA, B. AND ARANYO,**

**A.A. 2010,** Hematological Characteristics of *Tilapia guineensis* from Buguma Greek, Niger Delta, Nigeria. *EJEAFChe*, a(8) 1415-1422.

**ALCÁNTARA, B. F.; CHU-KOO, F. W.; CHÁVEZ, V. C. A.; TELLO, S.; BANCES, C. K. C.;**

**TORREJÓN, M.; GÓMEZ, N. J. L.; NORIEGA, M. J. 2007.** Notas sobre 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, EG. 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 p.

**BRANDÃO, F.; GOMES, L.C. & CHAGAS, E.C.2006.**Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *ActaAmazonica* 36: 349–356.

**CAMPBELL, T.W. 198.** Fish cytology and hematology. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)*, 18: 349-364.

**CAMPBELL, T. & MURRU, F. 1990,** An introduction to fish hematology. *The compendium-Small Animal*, 12: 525-533.

**CENTENO, L.; SILVA-ACUÑA, R.; BARRIOS, R.; SALAZAR, R.; MATUTE, C.; PÉREZ, J. 2007.** Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro

**CORREA NEGRETE, J.; GARRIDO CORREA, A.; PRIETO GUEVARA, J.; ATENCIO GARCÍA, V.; PARDO CARRASCO, S. 2009.** Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*.

**GALEANO, NA.; PRAT, MI.; GUAGLIARDO, SE.; SCHWERDT, CB.; TANZOLA, RD.**

**2011.** Características hematológicas de *Porichthy sporosissimus* (Pisces: Batrachoidiformes) en el estuario de Bahía Blanca, Argentina.

**DRUMOND, GVF.; CAIXEIRO, AP.; TAVARES-DIAS, M.; MARCON, JL.; AFFONSO, EG.**

**2010.** Características bioquímicas y hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo an Amazônia. Acta Amazônica 40: 591-596.

**EZEASOR, D.N. & STOKOE, W.M. 1980,** Acytochemical, light and electron microscopic study of the eosinophilic granule cells in the gut of the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish. Biol., 17: 619-634

**GARAY & PAREDES 2010.** 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.

**GARCÍA, V.; LÓPEZ, F.; MENDOZA, D.; CARRASCO, S. 2007.** Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*salminusaffinis*, pisces: characidae) del río sinú

**HAHN-VON-HESSBERG, CH.; GRAJALES-QUINTERO; GUTIÉRREZ-JARAMILLO, A.**

**2011.** Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757) con peso entre 250 g y 350 g, en el Centro

Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas Colombiana.

Presentación de Poster. Universidad Nacional de Colombia.

**HIBIYA, T. (ed.). (1994,** An Atlas of Fish Histology. Normal and Pathological Features. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. pp: 5-125

**HRUBEC, T.C.; CARDINALE, J.L.; SMITH, S.A, 2000.** Hematology and Plasma Chemistry Reference Intervals for Cultured Tilapia (*Oreochromis hybrid*). [En línea]. Virginia- Maryland, USA: Department of Biomedical Sciences and Patology, Virginia-Maryland Regional College of Veterinary Medicine, v.29.

**IANNACONE; JOSÉ, FALCÓN; WENDY, VARGAS. 2006.** Parámetros hematológicos del acarahuazu *Astronatus ocellatus* (agassiz 1831) (Cichlidae: Perciformes).

**INDECOR 2007.** Producción De Peces Ornamentales En Colombia. **Itis**, Integrated Taxonomic Information System

**LIM C, KLESIOUS PH, LI MH, ROBINSON EH. 2000.** Interaction Between Dietary Levels of Iron and Vitamin C on Growth, Hematology, Immune Response and Resistance of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) to Edwardsiella Ictalury Challenge. Aquaculture.

**MARTINS, ML.; MORAES, FR.; MORAES, JRE.; MALHEIROS, EB. 2000** Falhana resposta do cortisol estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae).

**RODRÍGUEZ, S 2007.** La pesca de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en el área de frontera Brasil- Colombia- Perú y Evaluación de un sistema de manejo en cautiverio bajo condiciones de la Amazonia Colombiana. Tesis para optar el grado de magister en estudios amazónicos.

**SALAZAR, L.; BLANCO, Y.; CENTENO, L.; MAIRIN, L. 2011.** Variaciones en los parámetros hematológicos y en la respuesta inmune inespecífica de la cachama negra, *Colossoma macropomum*, expuesta a cadmio

**TANG M, GÓMEZJ.** Biología y aprovechamiento de la arahuana *Osteoglossum bicirrhosum* en la micro cuenca de la cocha el Dorado: Reserva Nacional Pacaya Samiría. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 121 pp. 2005.

**EUROPEAN MEDICINES AGENCY. 2007.** Guideline on repeated dose toxicity.[Internet], [30 febrero 2012]. Disponible en: [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Scientific\\_guideline/2009/09/WC500003103.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Scientific_guideline/2009/09/WC500003103.pdf)

**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

**MORERA, D.; ROHER, N.; RIBAS, L., BALASCH, JC.; DOÑATE, C.; et al. 2011.** ONE 6 (10): e26998. doi:10.1371/journal.pone.0026998, RNA-Seq Reveals an Integrated Immune Response in Nucleated Erythrocytes"

**OIE [ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL]. 2011.** Utilización de animales en la investigación y educación. [Internet], [30 febrero 2012]. Disponible en : [http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahc/2010/es\\_chapitre\\_1.7.8.htm#article\\_1.7.8.3](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/2010/es_chapitre_1.7.8.htm#article_1.7.8.3)

**O'NEILL, J.G. 1985,** An in vitro study of polymorphonuclear phagocytosis and the effect of temperature. En: Fish Immunology. M.J. Manning y M.F. Tatner. Academic Press. Londres. pp: 47-56

**PELETEIRO, M.C. Y RICHARDS, R.H. 1985,** Identification of lymphocytes in the epidermis of the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Dis., 8: 161-172.

**QUINTERO, P. 2000.** Especies ícticas amazónicas promisorias para la acuicultura Nacional. Laboratorio de Ictiología, FMVZ-UN. Universidad Nacional. Colombia

**RANZANI-PAIVA, MJ.; RODRÍGUEZ, EL.; VEIGA, ML.; EIRAS, AC.; CAMPOS, BE. 2003,** Differential leukocyte counts in "Dourado" *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840, from the mogi-guaçu river, Pirassununga, sp. Rev. Braz. J. Biol 2003; 517-25.

**ROBERTS, R.J. 1989.** The immunology of Teleost. En: Fish Pathology. Baillière Tindall. London. pp: 135-150

**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, 114 p.

**SMITH, P.D. Y BRAUN-NESJE, R. 1982,** Cell-mediated immunity in the salmon: lymphocyte and macrophage stimulation, interactions lymphocyte/macrophage and the production of lymphokine-like factors by stimulated lymphocytes. Dev. Comp. Immunol., 2: 233-238.

**SECOMBES, C.J.; CHUNG, S. Y JEFFRIES, A.H. 1988,** Superoxide anion production by rainbow trout macrophages detected by the reduction of ferricytochrome C. Dev. Comp. Immunol., 12: 201-206

**SERRANO, E.; LEGUÍA, G.; QUISPE .M, CASAS. G. 2011.** Valores hematológicos del paiche *Arapaima gigas* de la Amazonía peruana

**VASQUES, L.; TAVARES DIAS, M.; OBA, YT.; BORGES, M.; GOMES DA COSTA, A. 2008.** 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.

## IX. ANEXOS

### A.1



Foto 1. Centro de Investigación Fernando Alcántara Bocanegra. IIAP

### A.2



Foto 2. Arahuana *Osteoglossum bicirrhosum*

A.3



Foto 3. Rapisheo de peces

A.4



Foto 4. Análisis limnológicos



A.5



Foto 5: Jeringas

A.6



Foto 6: Tubos recolectores (EDTA)

A.7



Foto 7. Toma de muestra

A.8



Foto 8. Equipo para determinar parámetros sanguíneos