

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE (PROPAS)

SUB PROGRAMA DE ACUICULTURA

LÍNEA DE SANIDAD ACUÍCOLA

**CONSTANTES HEMATOLÓGICAS DEL PACO (*Piaractus brachypomus*,
Characidae) EN TRES ETAPAS DE CRECIMIENTO (alevinos, juveniles y
adultos) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO EN EL DISTRITO DE JOSE
CRESPO Y CASTILLO**

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

LUIS TEOBALDO, GARAY VERA

Promoción 2009-I

Tingo María - Perú

2010



L52

G25

Garay Vera, Luis T.

Constantes Hematológicas del Paco (*Piaractus brachypomus*, Characidae) en Tres Etapas de Crecimiento (avelinos, juveniles y adultos) Bajo Condiciones de Cultivo en el Distrito de José Crespo y Castillo. Tingo María 2010

55 h.; 7 cuadros; 25 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia

PIARACTUS BRACHYPOMUS / HEMATOLOGIA / CRECIMIENTO /
PECES AMAZONICOS / PISCICULTURA / METODOLOGIA / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Consolidación Económica y Social del Perú"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 20 de agosto de 2010, a horas 6:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

CONSTANTES HEMATOLÓGICAS DEL PACO (*Piaractus brachypomus, characidae*) EN TRES ETAPAS DE CRECIMIENTO (alevinos, juveniles y adultos) BAJO CONDICIONES DE CULTIVO EN EL DISTRITO DE JOSE CRESPO CASTILLO.

Presentada por el bachiller **Luís Teobaldo GARAY VERA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 20 de agosto de 2010

M.Sc. TULITA ALEGRIA GUEVARA
Presidente



Ed. Vet. LISANDRO TAFUR ZEVALLOS
Miembro

Ing. MARCO ANTONIO ROJAS PAREDES
Miembro

Dr. DANIEL PAREDES LOPEZ
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

Dedico estas líneas a mis queridos padres, Enrique Garay Araujo y Ahyde Vera Zavaleta, y hermano Lenin Garay Vera; por su apoyo oportuno y ser parte de este largo camino en mi vida y forjarme como una mejor persona.

Le dedico también a Idalia Reátegui Hidalgo por brindarme su apoyo incondicional en todo momento

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi alma mater UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA y en especial a la FACULTAD DE ZOOTECNIA y plana de docentes, por ser forjadora de profesionales de éxito en el país.

Agradezco al Blgo. Psc. Carlos Álvarez Janampa por su amistad y apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo de investigación, y que fue parte de mi formación en estos últimos momentos de mi carrera.

Agradezco al Dr. Daniel Paredes López por su apoyo en la asesoría brindada para el desarrollo del trabajo de investigación y su comprensión en todo momento transcurrido hasta hoy.

Agradezco a los miembros del jurado, Ing Msc. Tulita Alegria Guevara, Ing. Marco Antonio Rojas Paredes, Med. Vet. Lisandro Tafur Zevallos, que con su apoyo se finalizó satisfactoriamente este trabajo:

No puedo dejar de mencionar a la Ing. Nila Rivera Ibárcena, A Félix Jara Remires, por su amistad, colaboración y apoyo en la realización y finalización del presente trabajo.

A mis amigos Aldaba Pardabe Jufner, Ramírez Ruiz Neil, Carlos Zegarra, Armando Choquehuanca, y todos mis colegas y amigos de la Facultad de Zootecnia.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.4. Características del Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	4
2.5. Calidad de agua para la crianza de Paco.....	5
2.6. Características hematológicas de los peces amazónicos.....	7
2.7. Determinación del hematocrito.....	12
2.8. Determinación de la concentración de hemoglobina.....	12
2.9. Recuento total de eritrocitos.....	13
2.10. Recuento total de leucocitos.....	14
2.11. Recuento diferencial de glóbulos blancos.....	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1. Lugar y fecha del trabajo de investigación.....	16
3.2. Tipo de investigación.....	17
3.3. Población y muestra.....	17
3.4. Instalaciones.....	17
3.5. animales en estudio.....	19
3.6. Alimentación de los peces.....	20
3.7. Manejo de los animales al momento de la evaluación.....	20
3.8. Sanidad.....	21

3.9. Metodología de estudio.....	21
3.9.1. Análisis del agua en los estanques de estudio.....	21
3.9.2. Captura y exploración de los peces.....	22
3.9.2.1. Muestreo de los peces adultos de Paco.....	23
3.9.2.2. Muestreo de los alevinos y juveniles de Paco.....	23
3.10. Análisis de las muestras.....	24
3.10.1. Determinación del hematocrito (HC).....	25
3.10.2. Determinación de la concentración de hemoglobina (Hb)...	25
3.10.3. Recuento total de eritrocitos.....	26
3.10.4. Recuento total de leucocitos.....	27
3.10.5. Recuento diferencial de leucocitos.....	27
3.11. Variables independientes.....	28
3.10. Análisis estadístico.....	28
3.11. Variable dependiente.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.3. Características hematológicas de los alevinos, juveniles y adultos de <i>Piaractus brachypomus</i>	30
V. DISCUSIÓN.....	36
5.3. Características hematológicas de los alevinos, juveniles y adultos de <i>Piaractus brachypomus</i>	36
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII. ABSTRACT.....	48
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Parámetros e índices eritrocitarios encontrados en los alevinos de Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	30
2. Parámetros e índices eritrocitarios de juveniles de Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	32
3. Parámetros e índices eritrocitarios de adultos de Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	33
4. Recuento diferencial de glóbulos blancos de <i>Piaractus brachypomus</i> en los tres estadios en estudio	35
5. Constantes hematológicas de la Gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>)..	56
6. Valores hematológicos encontrados por diferentes investigadores en amazonia de América Latina.....	57
7. Comparación de valores hematológicos en <i>Oreochromis niloticus</i> de peces sanos y infestados con saprolecnia e ichtyotiriasis.....	58

RESUMEN

Con el objetivo de Determinar los valores hematológicos del paco (*Piaractus brachypomus*) bajo condiciones de cultivo de selva alta; entre los meses de enero y febrero del 2010 se examinaron 30 ejemplares (alevinos, juveniles y adultos) 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, se cuantificó hematocrito (Ht), hemoglobina (Hb), eritrocitos (E), recuento total de leucocitos (L) y recuento diferencial de leucocitos, se calculó volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular medio (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM). Los datos se analizaron con estadística descriptiva. Encontrándose para alevinos, valores de 22.9 %, 6.37 g/dL, $1.305 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $1.635 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$, para juveniles de 32.4 %, 8.0 g/dL, $1.65 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $1.95 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$, y adultos de 35.2 %, 10.1 g/dL, $1.67 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $2.1 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$ correspondiente a Ht, Hb, E, L, respectivamente. Los linfocitos encontrados fue de 83 y 84 %, heterófilos que va de 10.8 a 14.6 % de alevinos a adultos, respectivamente. Los eosinófilos y monocitos se mantuvieron por debajo de 3.6 y 1.1 % respectivamente. Los valores encontrados fueron similares a los de de la gamitana y de otros carácidos de medios de vida similares, y 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.

I. INTRODUCCIÓN

La ictiohematología puede ser definida, en términos generales, como una disciplina que estudia la sangre de los peces; sin embargo, en términos prácticos, estudia las células sanguíneas morfológica, bioquímica y funcionalmente, (Valenzuela *et al.*, 2003; citado por CENTENO *et al.*, 2007). Los valores hematológicos y la bioquímica sanguínea son herramientas válidas muy útiles en la determinación del estado de salud y el equilibrio metabólico en los peces, tanto de vida silvestre como en cultivos intensivos.

La posibilidad de evaluación de estos parámetros depende de la disponibilidad de valores de referencia “normales” de diferentes componentes sanguíneos que son buenos indicadores del estado de salud de los peces en condiciones naturales, así como de cambios en su hábitat.

También las variaciones de los valores hematológicos como hematocrito, leucocitos, recuentos celulares y concentración de hemoglobina se pueden dar por la edad, sexo, ambiente, enfermedad.

El interés de la investigación en el paco (*Piaractus brachypomus*) radica en conocer los posibles valores normales en condiciones de cautiverio en selva alta para compararlos con otros peces y en el momento necesario sea utilizado como una herramienta para el diagnóstico de posibles alteraciones en el mismo medio.

Debido al auge de la piscicultura y al desarrollo piscícola del (*Piaractus brachypomus*), y la existencia de trabajos hematológicos en otras especies como la Gamitana (*Colossoma macropomum*), la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), se considera necesario la realización de estudios hematológicos en el paco ya que no se ha investigado mucho sobre el tema y siendo una de las especies promisorias en piscicultura.

Por ello planteamos la hipótesis; los valores hematológicos del paco (*Piaractus brachypomus*), presenta rangos similares a los de la Gamitana (*Colossoma macropomum*), por presentar características fisiológicas similares, asimismo por encontrarse dentro de la misma familia (Characidae), Para demostrar esto planteamos los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar de los valores hematológicos de los alevinos, juveniles y adultos de paco (*Piaractus brachypomus*) bajo condiciones de cultivo de selva alta.

Objetivos específicos:

Cuantificar el porcentaje de hematocrito, la concentración de hemoglobina, el recuento total de eritrocitos, el recuento total de leucocitos y el recuento diferencial de leucocitos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier)

El *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 conocido también como Pacú rojo, cachama blanca (Colombia, Venezuela), morocoto (Venezuela), pacú blanco, tambaquí (Bolivia), paco (Perú), Caranha, pacu y pirapitinga (Brasil) “red pacu” para países de habla sajona (IBISCH y MÉRIDA, 2003). Son nativos de Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela (ANGELINI y PETRERE, 1992), pertenece a la familia de los caracidae. Alcanza la madurez sexual a los tres años de vida con un peso que varía de 2.5 a 3.0 kg. Es omnívoro con tendencia a frutos y semillas, acepta sin problemas alimento artificial (GUERRA, 1996).

Es una especie de gran contribución en la pesca comercial. Se está desarrollando su crianza en cautiverio. Se utiliza en el consumo humano, tanto al estado fresco como seco salado. Su reproducción de esta especie se da de forma migratoria, cuya época de desove se da en la temporada de mayor precipitación pluvial (Diciembre a Abril), CENTENO *et al.* (2007) manifiesta que hay una correlación entre peso y la talla de estos carácidos donde se incluyen al paco, y que conociendo la talla de estos ejemplares se puede estimar el

peso y tal vez la edad de los mismos, (Cornell y Berger, 1987; citado por CENTENO *et al.* (2007) recalcan que es de importancia fundamental la correlación (REYES, 1995), para estimar los valores de longitud o peso teniendo solamente alguno de ellos.

FISHBASE (2004), recalca que es una especie de agua dulce y que alcanza un tamaño promedio de 88 cm, el pH óptimo para su normal desarrollo debe estar en un rango de 4.8 a 6.8 de igual manera la temperatura debe fluctuar de 23 a 28° C. DIAZ y LOPEZ (1993), manifiestan que el paco comparte el nicho ecológico con la Gamitana (*Colossoma macropomum*), con la que tiene similitud en la forma, variando en su patrón de coloración gris oscuro en el dorso y lados con tonalidad anaranjada.

2.2. Calidad del agua para la crianza de paco

GUERRA (1996), establece que las condiciones limnológicas que debemos tener en cuenta para la crianza del paco y tener producciones satisfactorias son las siguientes:

- **Temperatura**, influye directamente sobre los peces, existiendo límites de tolerancia para las diferentes especies. El paco necesita de temperaturas mayores a los 20° C para madurar y desovar. IIAP y IRD (2005), manifiestan que la temperatura óptima de crecimiento varía de 31.8 °C en larvas y de 31.2 en los juveniles de *Piaractus brachypomus*.

También IIAP (2001), recalca que los rangos de temperatura oscilan entre 25 y 31 °C, se disminuyen las variaciones en la temperatura acondicionando estanque de entre 1000 a 1600 m² lo que va a permitir mantener la temperatura durante las horas de frío y conservar las condiciones óptimas de temperatura.

- **Transparencia**, o claridad del agua que permite la mayor o menor penetración de la luz, factor indispensable para el desarrollo de los organismos verdes (algas), que son el inicio de la producción biológica en los estanques. Según IIAP (2001), menciona que la transparencia debe de oscilar entre 30 y 35 cm
- **Oxígeno disuelto**, factor más importante de la calidad del agua, se debe conservar rangos aceptables para el normal desarrollo del pez. Se debe procurar tener alrededor de 5 mg/L de oxígeno disuelto en los estanques. IIAP (2001), señala que la concentración adecuada de oxígeno es de 5.8 mg/l
- **Dióxido de carbono**, su presencia es producto de la actividad biológica, rangos elevados de este producto producen efectos necróticos sobre los peces. Según IIAP (2001) manifiesta que el CO₂ libre en las aguas de los estanques de la amazonia oscilan entre 0.15 a 0.28 mg/l. y que son permisibles para acuicultura hasta 5 mg/L, se sabe que ese es un residuo del metabolismo de los animales y plantas presentes en los estanques, por lo tanto el exceso se puede deber a la sobre fertilización de los estanques y por ende hay una alta productividad.

- **Alcalinidad**, se encuentra generalmente en rangos de 30 y 200 mg/L de carbonato de calcio, alcalinidades más altas y más bajas no perjudican a los cultivos.
- **Dureza total**, determinada por la concentración de iones divalentes de calcio y magnesio. Se expresa en mg/L de carbonato de calcio, distinguiéndose a los diferentes tipos de agua:
 - Aguas blandas (0-75 mg/L de carbonato de calcio).
 - Aguas moderadamente duras (75-150 mg/L de carbonato de calcio).
 - Aguas duras (150-300 mg/L de carbonato de calcio).
 - Aguas muy duras (300 a más mg/L de carbonato de calcio).
- **pH**, mide al grado de acidez y alcalinidad del agua, la mayoría de la aguas naturales tienen un pH que varía entre 5 y 7.5, se recomienda un pH entre 6 y 7.5. (IIAP, 2001), manifiesta que los rangos de pH para un manejo de estanques están comprendidos entre 6.5 a 9 de pH.

2.3. Características hematológicas de los peces amazónicos

El *Colossoma macropomum* conocido como Gamitana es un pez de características similares a las del paco (*Piaractus brachypomus*), este pez se desarrolla actualmente en cautiverio. CENTENO *et al.* (2007), manifiesta que los niveles observados en su investigación de hematocrito, hemoglobina y

eritrocitos constata de manera general para todas las características cuantificadas la mayor variabilidad se constato en los adultos de *Colossoma macropomum*, lo que según menciona que es propio de las condiciones fisiológicas de esta especie, en virtud de la marcada diferencia entre los valores para las fases de alevinos y juveniles, estos se dan como se muestra en el Cuadro 5 del anexo, donde se observa que los incrementos para hematocrito fueron de 1.9 % y para hemoglobina de 0.6 g/dL.

SANZ *et al.* (2007), demuestra en su investigación que los peces de la cuenca amazónica (aguas pobres en oxígeno), como la anguila (*Anguilla anguilla*), tiene mayor hematocrito (28.5 %) frente a peces de aguas con mayor turbulencia (mayor intercambio de agua, como consecuencia mayor oxígeno en el mismo tiempo), como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*), (hematocrito de 26.4 %), esta característica de los peces amazónicos se da por la necesidad de aprovechar de manera más eficiente el poco oxígeno disponible, esto se ve compensado por la capacidad de conseguir oxígeno en ambientes con menor cantidad y disponibilidad del mismo.

ALVAREZ *et al.* (2002), manifiesta que el consumo de oxígeno esta determinado por diversos factores como la temperatura del agua, la altitud, el peso corporal, la actividad del pez y la concentración del gas en el cuerpo de agua (HERNANDEZ *et al.*, 2007), sabiendo que el consumo de oxígeno es un reflejo de la tasa metabólica del pez, también manifiesta que el consumo de oxígeno es inversamente proporcional al desarrollo corporal del pez.

Pero también los valores hematológicos se pueden ver alterados drásticamente por condiciones de estrés de algún tipo.

VASQUEZ y MUNDARAIN, (2005) en sus investigaciones realizadas con alevinos (3 a 5 g) del híbrido de pacotana (*P. brachypomus* x *C. macropomum*) encontraron una disminución de los valores hematológicos frente a una exposición con cadmio, manifiesta también que esta disminución esta asociado fisiológicamente, el mismo autor sostiene que el sistema hematopoyético de los peces es altamente sensible a los estresores ambientales y sabiendo que los peces mantienen una necesaria e íntima relación con el agua lo que los hace vulnerables a cambios en la calidad de la misma y que es un indicador de cambios en la calidad del agua.

Se sabe también que a mayor temperatura las tasas de reacción química y bioquímica aumentan mientras que el umbral de respuesta biológica disminuye, (Eisler y Wapner, 1975; citado por VASQUEZ y MUNDARAIN, 2005).

En el Cuadro 7 del anexo se presentan valores hematológicos de *O. niloticus* (TAVARES *et al.*, 2002), en comparación de peces sanos y animales con saprolegnia e ichtyotiriasis, los valores hematológicos pueden ser alterados por agentes infestantes, (Tavares *et al.*, 2000; citado por TAVARES *et al.*, 2002) confirma que las enfermedades de modo general están relacionados a las alteraciones del hemograma en los animales y en el hombre,

manifiesta también que los estudios en peces están contribuyendo a la comparación de fisiología comparativa, relación filogenética, condiciones alimentaria y otros parámetros ecológicos.

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

Valores hematológicos encontrados por GARCIA *et al.* (2007) en estudio de *Salminus affinis* (especie predadora) capturados en el Rio Suní en Colombia se observan el Cuadro 6 del anexo, junto a los reportados por (TAVARES *et al.*, 2002) para *Rhamdia quelen*, (TAVARES *et al.*, 2002), encontrados en *Oreochromis niloticus*, (TAVARES y RUAS, 2006) encontrados en *Brycon Obignyanus*, (TAVARES *et al.*, 2008) encontrando en *Brycon amazonicus*.

Estos valores hematológicos pueden ser similares si se considera el tamaño de los peces tomados en cada estudio y las condiciones de medioambiente y el tipo de especies si es en caso de solamente peces

considerados omnívoros por sus hábitos alimenticios, o es el caso de especies predatoras que por su actividad viven en los cuerpos de agua como es el caso del *Salminus affinis* presenta valores hematológicos muy altos con respecto a las demás especie referenciadas en el Cuadro 6 del anexo.

GARCIA *et al.* (2007), en su publicación hace mención que valores menores de hematología se han encontrado en peces primitivos, peces que habitan ambientes lénticos, sedentarios y bentónicos; mientras que valores mayores se dan en especies marinas, pelágicas (Larson *et al.*, 1976; citado por GARCIA *et al.*, 2007), y activas (Tavares y Moraes, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007), anota también que peces predadores poseen mayor concentración de hemoglobina cuando se comparan con peces omnívoros o herbívoros.

En Colombia (Tavares *et al.*, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007) se reportó 34.3 % de hematocrito para *C. carpio*, y para *Piaractus mesopotamicus* de 31.9 %, (Tavares y Mataqueiro, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007), para valores de eritrocitos reportan $1.8 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$ en *Prochilodus magdalenae* (Borja y Días, 2007; citado por GARCIA, 2007), de la misma manera (TAVARES *et al.*, 2002) reportaron $1.7 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$ en *Oreochromis niloticus* estos últimos que provienen de crianza en estanques

2.4. Determinación del hematocrito

JARAMILLO y VALDEBENITO (2005), mencionan que este valor describe el porcentaje de células transportadoras de oxígeno con respecto al volumen total de la sangre. El hematocrito (Hc) se lee en porcentaje (%) de acuerdo con el método de micro-hematocrito en tubos capilares (Goldenfarb *et al.*, 1971; citado por TAVARES *et al.*, 1999), la lectura se hace en tabla de lectura de micro-escala para hematocrito.

2.5. Determinación de la concentración de hemoglobina

La hemoglobina (Hb) se expresa en gramos de hemoglobina por 100 mililitros de sangre (g/dL), se determina por la metodología de cianometahemoglobina y las muestras son leídas en Espectofotometro (Collier, 1944; citado por CENTENO *et al.*, 2007), la Hemoglobina es una proteína conjugada normalmente presente sólo en los eritrocitos. Esta constituida por cuatro grupos heme (porfirinas), unidos a una cadena polipeptídica. Los grupos heme son capaces de ligar reversiblemente oxígeno ó dióxido de carbono. La Hemoglobina transporta el oxígeno desde los pulmones a los diferentes tejidos corporales, donde es utilizado en el metabolismo energético, y retira de ellos el dióxido de carbono producido por dicho metabolismo.

La cuantificación de la Hemoglobina ya sea en sangre venosa, arterial o capilar, es de utilidad para el diagnóstico de variadas patologías que alteran su concentración, puesto que su concentración en la sangre es esencial para que el transporte de los gases sea adecuado.

2.6. Recuento total de eritrocitos

De acuerdo a la metodología establecida por Wintrobe (1934) citado por CENTENO *et al.* (2007), se expresa en células por mm^3 de sangre y se realiza con la ayuda de una cámara de Neubauer, el reactivo a utilizar va a depender de la especie o de otras consideraciones del laboratorio que lo realice, (Ellis *et al.*, 1981; citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), las células de los teleósteos son similares en tinción y estructura a los hematíes de los demás vertebrados, pero al igual que en aves, reptiles y anfibios presenta una forma elíptica con un núcleo central de cromatina condensada. (Wintrobe, 1934; citado por CENTENO *et al.*, 2007).

JARAMILLO y VALDEBENITO (2005), menciona que la cantidad de eritrocitos varían según la especie y su concentración esta afectada por el estrés y la temperatura, manifiesta también que los teleósteos presentan en promedio una concentración de 1.0 a $3.0 \times 10^6 \text{ cel/mm}^3$. Con los datos anteriores se calcula los índices hematimétricos de Volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).

2.7. Recuento total de leucocitos

De acuerdo con NOGA (2000), se expresa en $\text{cel} \times 10^3 / \mu\text{L}$, en disolución 1:200 de sangre con la solución Natt-Herrick, para luego observar en cámara de Neubauer a través del microscopio donde se sabe que de los tres grupos principales de células sanguíneas este es el más diverso en cuanto a morfología (Estoskopf, 1993; citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), este grupo puede constituir el 10 % de la población celular sanguínea, siendo los linfocitos los más abundantes (Brown, 1993; citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005). Estas células están involucradas en el sistema inmune pueden encontrarse en la sangre circulante o en los tejidos y en ocasiones pueden formar parte de los complejos celulares.

2.8. Recuento diferencial de glóbulos blancos

Se expresa en % de glóbulos blancos en sangre (Conroy y Conroy, 1987; citado por GARCIA *et al.*, 2007), y se hace en frotis coloreado con coloración Romanowky (wright), donde se podrán determinar diferentes tipos celulares neutrófilos, basófilos, monocitos, linfocitos y eosinófilos. Los linfocitos pueden ser de dos tipos pero en peces no está claro (JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), y tendrían funciones similares a la de los mamíferos (Fernández *et al.*, 2002; Citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005).

Los monocitos son aquellas células encargadas de fagocitar agentes agresivos material extraño y residuos tisulares (Fernández *et al.*, 2002; Citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), este autor también señala que en mamíferos se habla de monocitos como células diferenciadas y precursoras de macrófagos en los tejidos, en cambio en peces no está clara la denominación de estos leucocitos.

Estoskopf (1993), citado por JARAMILLO y VALDEBENITO (2005), señala que en peces la distinción morfológica entre linfocitos y monocitos no es clara en la mayoría de los casos, (JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), los granulocitos se caracterizan por presentar gránulos en su citoplasma y se dividen en neutrófilos, eosinófilos y basófilos, en peces teleósteos se han descrito los tres tipos celulares, pero no siempre están presentes todos ellos, los granulocitos y sus formás continua siendo confusa en peces. Los neutrófilos llamados también heterófilos (Ellis *et al.*, 1981; citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005), se caracterizan morfológicamente por tener un núcleo excéntrico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución y duración de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo específicamente en dos partes, la primera parte que consistió en la toma de las muestras del material biológico (*Piaractus brachypomus*), se realizó en la piscigranja de la Municipalidad Distrital de José Crespo y Castillo. La segunda parte de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, donde se analizaron las muestras recolectadas en la primera parte, ambas latitudes pertenecientes al cuadrante de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado entre la cordillera central y oriental del Perú a una altitud de 660 m.s.n.m; a 9°17'58'' de latitud sur y 76°01'07'' de longitud Oeste, constituye parte de la selva alta entre las cordilleras mencionadas. El clima que constituye el área de estudio es denominado bosque húmedo pre montano tropical, siendo la temperatura anual promedio de 24°C y una precipitación pluvial promedio anual de 3,179 mm, (UNAS, 2005).

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de enero y febrero del 2010, época de mayor precipitación en la zona.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo de investigación que se realizó fue de carácter descriptivo

3.3. Población y muestra

La población que se evaluó estuvo comprendida por ejemplares de paco (*Piaractus brachypomus, cuvier*) criados en estanques semi-naturales (crianza en cautiverio) de manera extensiva. Se tomaron 30 muestras de sangre de peces clínicamente sanos de 3 estadios de vida diferente.

3.4. Instalaciones

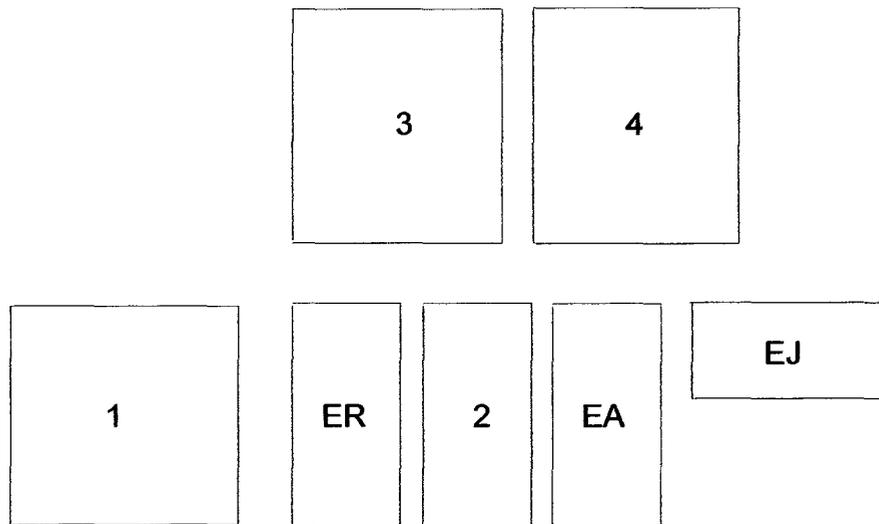
Las instalaciones que se utilizaron, fueron los estanques de la Municipalidad Distrital de José Crespo y Castillo que cuenta con siete hectáreas de espejo de agua aproximadamente, de los cuales cinco de estos estanques se encuentra a cargo del IIAP ubicado en la localidad de Aucayacu.

Se contó con un estanque de alevinos que fueron sembrados de acuerdo al estadio, siembra definitiva (1 pez/m²), un estanque de juveniles de los cuales son seleccionados los futuros reproductores y en resto van al

engorde, un estanque donde están los adultos que posteriormente pasaran a formar el plantel de reproductores, en total se contaron con tres estanques de 50 * 20 metros cada uno con una profundidad promedio de 150 cm. Los estanques tienen como fuente de agua una quebrada ubicada a 2,000 metros de distancia aproximadamente, y el llenado se realiza por gravedad. Para el desagüe se utiliza el sistema de codo móvil con tubos de PVC de 6 pulgadas.

Se utilizó también las instalaciones del laboratorio de parasitología de la Facultad de Zootecnia ubicado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en la ciudad de Tingo María, donde se realizó los análisis necesarios para la investigación, el mismo que cuenta con los materiales, equipos y reactivos necesarios con que se hizo los análisis.

A continuación se muestra el croquis de distribución de los estanques de donde se tomaron las respectivas muestras.



EA: estanque donde se encontraban los alevinos de paco

EJ: estanque en donde se encontraban los juveniles de paco

ER: estanque en donde se encontraban los adultos

1, 2, 3, 4: estanques contiguos que no fueron utilizados

3.5. Animales en estudio

Para la investigación se contó con 10 alevinos, 10 juveniles, y 10 adultos de paco (*Piaractus brachypomus, cuvier*) los cuales estuvieron en los estanques por separado de acuerdo al estadio de vida, sembrados a 1 pez por m² de espejo de agua, con pesos promedios de 9.35 g, 325.5 g y 2129 g

respectivamente. Los mismos que fueron capturados de los estanques y se les extrajo sangre con técnicas adecuadas de vacutecnia.

3.6. Alimentación de los peces

La alimentación que se utilizó fué alimento balanceado de acuerdo a las necesidades del estadio del pez, alimento para alevinos, alimento para juveniles o llamado crecimiento, y alimento para adultos o de mantenimiento.

El alimento para alevinos estuvo formulado con 28 % de proteína y 3200 Kcal de energía metabolizable (EM), el alimento para juveniles o crecimiento fué formulado con 25 % de proteína y 3,100 Kcal de EM y el alimento para los adultos se formuló con 21 % de proteína y 2,900 de EM, utilizando el software de formulación mixit-2 con la composición química de los insumos según NRC (1994), donde se utilizaron insumos tradicionales como maíz, torta de soya, harina de pescado, polvillo de arroz, el alimento fue ofrecido a manera de extruido.

3.7. Manejo de los animales al momento de la evaluación

Los alevinos, juveniles y adultos de paco (*Piaractus brachipomus*, Cuvier), fueron pesados con una balanza digital de 5,000 g de capacidad y un gramo g de sensibilidad, medidos usando un ictiómetro de 60 cm de longitud; al momento de realizar esta labor se tuvo mucho cuidado para no lastimar a los

animales y no generar estrés en ellos, para ello se tuvo precaución necesaria. Luego se les extrajo sangre de manera adecuada, como se describe posteriormente, en el caso de los adultos se hizo por punción de la vena caudal y para el caso de los alevinos y juveniles se intervino con corte del pedúnculo caudal, para este caso los alevinos y juveniles fueron sacrificados, ya que la manera de intervención permite extraer suficiente sangre.

3.8. Sanidad

Los estanques donde estuvieron los peces a evaluar fueron acondicionados adecuadamente para el cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*, cuvier), lo que nos da una idea de las buenas condiciones sanitarias de los estanques.

3.9. Metodología de estudio

3.9.1. Análisis del agua en los estanques de estudio

Para hacer el análisis del agua se utilizó un Kit de Análisis de Agua para Acuicultura modelo FT2 cuyos reactivos presentes fueron Solución Buffer Hardness 1, Hanver Hardness Solution Hardness 2, Tritran Reagent Hardness 3, mediante el cual se evaluó las condiciones biológicas y químicas del agua, y de esta manera se estableció los parámetros físicos y químicos del agua de los

estanques en mención. También se contó con equipos como un Oxímetro para la determinación del oxígeno disuelto y temperatura en los estanques y materiales como un disco de Secchi con el que se determinó la transparencia del agua de los mismos.

3.9.2. Captura y exploración de los peces

La captura se realizó mediante una red de arrastre de 40 x 3 m de 0.3 pulgadas de abertura de malla, una vez capturados los peces fueron llevados al laboratorio de reproducción de peces existente en la piscigranja donde fueron sometidos a la extracción de sangre según se describe posteriormente para cada estadio. La toma de muestra se realizó en horas de la mañana y de esta manera se evito el estrés en los peces que fueron tomados para la extracción de sangre, y no tengan problemás los que regresaron al estanque después de haber sido seleccionados.

La toma de muestras se hizo de cinco peces por día, con la finalidad de no perder muestras de sangre por el deterioro. El traslado al laboratorio de parasitología en Tingo María se hizo inmediatamente y así proseguir con los análisis respectivos.

3.9.2.1. Muestreo de peces adultos de paco

En los peces adultos las muestras de sangre, se extrajo a través de la vena caudal (vacutecnia), con una jeringa de tres ml impregnada con EDTA como anticoagulante, de donde se extrajo más de 2 ml de sangre que inmediatamente fué colocado en un tubo de prueba de 5 ml con tapa previamente esterilizado y que contenía EDTA como anticoagulante. las muestras fueron identificadas y colocadas en una caja de conservación térmica (caja de tecnopor), donde se mantuvo las muestras a una temperatura de 4 a 8 °C para ser trasladada inmediatamente hacia el laboratorio de parasitología de la UNAS. Inmediatamente con una gota de sangre directamente del pez se hizo un frotis sanguíneo.

3.9.2.2. Muestreo de alevinos y juveniles de paco

Después de haber sido capturados los alevinos y juveniles de paco fueron colocados en tinas con agua fría para facilitar la expulsión de sangre. En los alevinos y juveniles las muestras de sangre se tomaron por intervención del pedúnculo caudal, tomando la mayor cantidad posible (1-2 ml de sangre), colocados inmediatamente en tubos de prueba con tapa de 5 ml previamente esterilizado, con EDTA como anticoagulante.

Todas las muestras fueron identificadas y colocadas en una caja de conservación térmica (caja de tecnopor), y se mantuvo las muestras a una temperatura de 4 a 8 °C que inmediatamente se trasladó hacia el laboratorio de parasitología de la UNAS. Con la última gota o habiendo recolectado la cantidad suficiente de sangre se hizo un frotis sanguíneo.

3.10. Análisis de las muestras

Las muestras que previamente se tomaron en la piscigranja de la municipalidad de Aucayacu fueron analizadas en el laboratorio de parasitología de la UNAS, donde se determinó hematocrito (%), concentración de hemoglobina (g/dL) y recuento total de eritrocitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$), de donde se calculó Volumen corpuscular medio (VCM), Hemoglobina corpuscular media (HCM) y Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) (Wintrobe, 1934; citado por CENTENO *et al.*, 2007), a continuación las formulas.

$$\text{VCM} = \frac{\text{Hematocrito (\%)} \times 10}{\text{Rcto. Eritrocitos } (\times 10^6/\mu\text{L})}$$

$$\text{HCM} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)} \times 10}{\text{Rcto. Eritrocitos } (\times 10^6/\mu\text{L})}$$

$$\text{CMCH} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)} \times 100}{\text{Hematocrito (\%)}}$$

Adicionalmente se realizó el recuento total de leucocitos, y recuento diferencial de leucocitos donde se identificaron y contaron respectivamente los eosinófilos, heterófilos, linfocitos, monocitos.

3.10.1. Determinación de hematocrito

Para determinar hematocrito (Ht) se llenó tubos capilares de cada una de las muestras (alevinos, juveniles y reproductores), y luego se llevó a centrifuga para microhematocrito (centrifuga digital regulable para micro hematocrito marca "HERAEUS Biofuge haemo", a 11,000 RPM por 3 minutos de acuerdo con el método de micro hematocrito en tubos capilares (Goldenfarb *et al.*, 1971; citado por TAVARES *et al.*, 1999), luego la lectura se hizo en tabla de micro escala para microhematocrito.

3.10.2. Determinación de la concentración de hemoglobina

Para determinar la concentración de hemoglobina (Hb) se utilizó reactivo drabkin marca BALTEK. Que se fundamenta en la oxidación de la carboxihemoglobina y la oxihemoglobina por medio del ferricianuro de potasio y transforma los pigmentos en cianometahemoglobina lo cual es cuantificable mediante el colorímetro (Conroy, 1998; citado por JARAMILLO y VALDEBENITO, 2005).

Se calibro el espectrofotómetro UV marca BOECO de fabricación alemana, a una longitud de onda de 546 nm, luego se determinó la densidad óptica de un patrón artificial (hemoglobina estándar de 18 g de BALTEK), posteriormente se tomó 15 uL de sangre de las muestras al cual se le adicione 2.5 ml solución drabkin para ser colocados posteriormente en cubetas de lectura y agitados previamente, se colocó en el espectrofotómetro para hacer las respectivas lecturas, como determina la metodología de cianometahemoglobina (Collier, 1944; citado por CENTENO *et al.*, 2007), y utilizando la siguiente formula.

$$\frac{\text{Densidad óptica de la muestra} * \text{mg/dL del patrón}}{\text{Densidad óptica del patrón}} = \text{mg/dL}$$

3.10.3. Recuento total de eritrocitos (E)

Para el recuento total de eritrocitos (E), se utilizó reactivo de Gowen/Hayem, también se utilizó pipeta de thoma para glóbulos rojos y la observación se hizo en cámara de Neubauer de 0,0025 mm² marca OPTIC LABOR de fabricación alemana y mediante observaciones en microscopio óptico marca WESCO, con 40x de aumento de acuerdo a la metodología establecida (Wintrobe, 1934; citado por CENTENO *et al.*, 2007). Para esto lo primero que se hizo fué llenar con muestras de sangre en la pipeta de thoma hasta la marca de 0,5, para luego llenar con reactivo Gowen/Hayem hasta la marca de 101, esto nos da una dilución de 1:200, luego se agitó

horizontalmente y se dejó reposar por 3 minutos para luego desechar las dos primeras gotas y una pequeña gota colocar en la cámara de Neubauer, dejar reposar 3 minutos y hacer el conteo en los extremos y medio del retículo central de un lado de la cámara de recuento, posteriormente el número de eritrocitos se multiplicó por 10,000 y esto nos expresó en eritrocitos/uL.

3.10.4. Recuento total de leucocitos (L)

Para el Recuento total de leucocitos (L), se utilizó solución Natt-Herrick dilución 1:200 (NOGA, 2000), para este caso se utilizó pipeta de thoma para glóbulos blancos, la metodología de llenado de la pipeta fué de la misma forma que para eritrocitos. En el momento de la lectura en la cámara de Neubauer a través del microscopio óptico se hizo el conteo de los cuadros externos de la mencionada cámara de conteo a los leucocitos contados se les multiplicó por 50 y nos da en leucositos/uL.

3.10.5. Recuento diferencial de leucocitos

Para recuento diferencial de glóbulos blancos se hizo la tinción respectiva del frotis de las muestras tomadas con anterioridad, para la tinción se utilizó tipo Romanowky (wrigth) (Conroy y Conroy, 1987; citado por GARCIA *et al.*, 2007), y la coloración Giemsa. En primer lugar se coloreo con Wrigth y se

dejó por 30 segundos, luego se enjuagó y se sumergió en coloración Giemsa por un minuto luego se enjuagó y se colocó a estufa para fijar la coloración y hacer la lectura posteriormente en el microscopio óptico marca WESCO, donde se procedió a hacer la lectura de los campos en forma de zigzag empezando de la cola del frotiz terminando en la cabeza hasta contar 100 células blancas donde se identificó eosinófilos, heterófilos, linfocitos y monocitos a las que posteriormente se asignara un porcentaje determinado para cada tipo de célula.

3.11. Variables independientes

Etapa de crecimiento del paco (alevinos, juveniles y adultos).

3.12. Análisis estadístico

Los datos recogidos durante la investigación fueron, analizados mediante estadística descriptiva a través de promedios, porcentajes, desviación estándar, coeficiente de variación.

3.13. Variables dependientes

Constantes hematológicas de los peces a evaluar:

- Hematocrito (%)
- Concentración de hemoglobina (g/dL)
- Recuento total de eritrocitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$)
- Recuento total de leucocitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$)

Así como los índices hematimétricos:

- Volumen corpuscular medio (VCM)
- Hemoglobina corpuscular media (HCM)
- Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

El desarrollo de la metodología para encontrar las variables dependientes está descrito en el punto 3.10.

IV. RESULTADOS

4.1. Características hematológicas de los alevinos, juveniles y adultos de *Piaractus brachypomus*

Cuadro 1. Parámetros e índices eritrocitarios encontrados en los alevinos de paco (*Piaractus brachypomus*)

Variable	Media	SD*	Intervalo de confianza	CV*
Hematocrito %	22.9	2.514	22.9 ± 1.56	10.98
Hemoglobina g/dl	6.37	0.414	6.37 ± 0.26	6.496
Eritrocitos cel*10 ⁶ /mm ³	1.305	0.118	1.305 ± 0.07	9.061
Leucocitos cel*10 ³ /mm ³	1.635	0.232	1.635 ± 0.14	14.202
VCM fL**	177.83	34.018	177.83 ± 21.08	19.129
HCM pg**	49.21	5.954	49.21 ± 3.69	12.098
CHCM g/dL**	28.08	3.287	28.08 ± 2.04	11.706

* SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: hemoglobina corpuscular media; CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media; fL: fento litro; pg: picogramo.

En el Cuadro 1 y Figura 1, se observa las medias de los valores de hematocrito de 22.9 %, 6.37 g/dL de hemoglobina, eritrocitos de 1.305, 1.635 para leucocitos, la desviación estándar (SD) con valores absolutos pequeños (≤ 2.5), nos indica que su dispersión de los datos es pequeña, y su coeficiente de variación (CV) con tendencia a los valores bajos para hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos también podemos observar los valores de volumen corpuscular medio (VCM, 177.83), hemoglobina corpuscular media (HCM, 49.21) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM, 28.08), podemos observar el intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 2. Parámetros e índices eritrocitarios de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*)

variable	media	SD*	intervalo de confianza	CV*
hematocrito %	32.4	2.413	32.4 ± 1.50	7.44
hemoglobina g/dL	8.0	0.697	8 ± 0.43	8.716
eritrocitos cel*106/mm ³	1.65	0.141	1.65 ± 0.09	8.517
leucocitos cel*103/mm ³	1.95	0.298	1.95 ± 0.18	15.307
VCM fL**	197.32	21.412	197.32 ± 13.27	10.851
HCM pg**	48.82	5.455	48.82 ± 3.38	11.154
CHCM g/dL**	24.83	2.329	24.83 ± 1.44	9.381

* SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: hemoglobina corpuscular media; CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media; fL: fento litro; pg: picogramo

En el Cuadro 2 y Figura 1, se observa las medias de los valores de hematocrito de 32.4 %, 8.0 g/dL de hemoglobina, eritrocitos de 1.65, 1.95 para leucocitos, desviación estándar (SD) con valores absolutos pequeños (≤ 2.4), nos indica que su dispersión de los datos es pequeña y su coeficiente de variación (CV) con tendencia a los valores bajos para hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos, también podemos observar los valores de volumen corpuscular medio (VCM, 197.32), hemoglobina corpuscular media (HCM, 48.82) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM, 24.83), podemos observar el intervalo de confianza ($\alpha = 0,05$) que muestra los rangos de confianza de los datos.

Cuadro 3. Parámetros e índices eritrocitarios de adultos de paco (*Piaractus brachypomus*)

variable	media	SD*	intervalo de confianza	CV*
hematocrito %	35.2	2.098	35.2 ± 1.30	5.959
hemoglobina g/dL	10.1	0.424	10.1 ± 0.26	4.202
eritrocitos cel*106/mm ³	1.67	0.067	1.67 ± 0.04	4.004
leucocitos cel*103/mm ³	2.102	0.145	2.102 ± 0.09	6.889
VCM fL**	210.55	14.96	210.55 ± 9.27	7.108
HCM pg**	60.26	3.82	60.26 ± 2.37	6.35
CHCM g/dL**	28.75	2.84	28.75 ± 1.76	9.907

* SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: hemoglobina corpuscular media; CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media; fL: fento litro; pg: pico gramo.

En el Cuadro 3 y Figura 1, se observa las medias de los valores de hematocrito de 35.2 %, 10.1 g/dL de hemoglobina, eritrocitos de 1.67, 2.102 para leucocitos, desviación estándar (SD) con valores absolutos pequeños (≤ 2.1), nos indica que su dispersión de los datos es pequeña, y su coeficiente de variación (CV) con tendencia a los valores bajos para hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos, también podemos observar los valores de volumen corpuscular medio (VCM, 210.55), hemoglobina corpuscular media (HCM, 60.26) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM, 28.75), podemos observar el intervalo de confianza ($\alpha = 0,05$) que muestra los rangos de confianza de los datos.

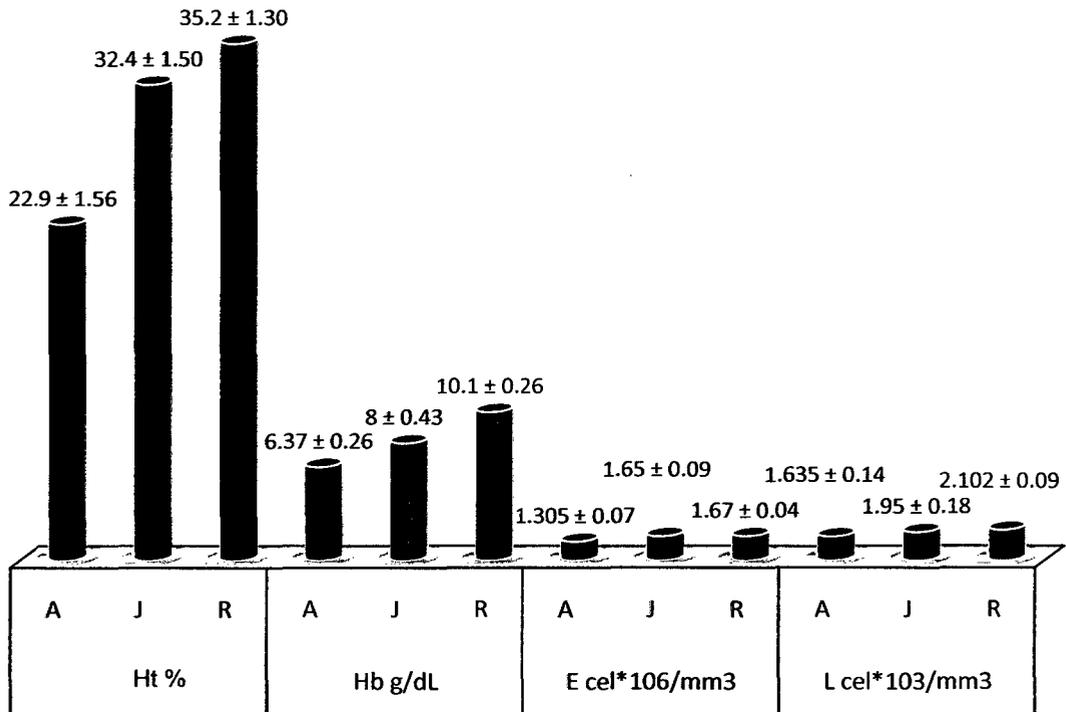


Figura 1. Valores hematológicos e intervalos de confianza de los alevinos (A), juveniles (J) y adultos (R) de *Piaractus brachypomus*.

Cuadro 4. Recuento diferencial de glóbulos blancos de *Piaractus brachypomus* en los tres estadios en estudio

Fase	Variable	Porcentaje (%)	SD*	CV*
Alevinos	Eosinófilo	3.6	0.84	23.42
	Heterófilo	10.8	2.44	22.59
	Linfocito	84.5	2.06	2.44
	Monocito	1.1	0.73	67.07
Juveniles	Eosinófilo	2.7	2.31	85.62
	Heterófilo	12.2	1.87	15.35
	Linfocito	84.1	2.42	2.88
	Monocito	1.1	0.73	67.07
Adultos	Eosinófilo	1.1	0.99	90.4
	Heterófilo	14.6	1.95	13.39
	Linfocito	83.3	1.71	2.04
	Monocito	1	0.81	81.64

* SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; fL: fento litro; pg: picogramo

En el Cuadro 4, se observa el porcentaje encontrado de cada tipo de glóbulos blancos en las muestras tomadas en los tres estadios de vida donde se observa que linfocitos se encuentran en mayor porcentaje (de 83.3 a 84.5 %), y los monocitos están identificados en menor cuantía (de 1 a 1.1 %). Para el caso de los linfocitos se mantienen casi constantes en los tres estadios estudiados, la variación se presenta tanto en los eosinófilos; 3.7 en los alevinos, 2.7 en los juveniles y 1.1 en los adultos; los heterófilos van en aumento de 10.8 en los alevinos a 14.6 en los adultos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Características hematológicas de los de los alevinos, juveniles y adultos de *Piaractus brachypomus*

Los parámetros hematológicos de los teleósteos dependen del medio en que viven, además de su conducta, esto provoca que cada especie tenga sus propios parámetros hematológicos y que presenten diferencias sanguíneas entre especies de diferentes medios (GARCÍA *et al.*, 2007), de viva, como ejemplares de agua dulce presentan valores hematológicos más bajos en comparación con peces de medios hipertónicos, esto se explica por la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en agua dulce (Conroy, 1983; citado por JARAMILLO y BALDEBENITO, 2005).

Debido a la amplia relación de los factores mencionados con los valores hematológicos, Los resultados obtenidos del *Piaractus brachypomus* mostrados el los Cuadros 1, 2, 3 y 4 fueron comparados con otros teleósteos especialmente con otros carácidos que comparten ambientes similares.

Teniendo en cuenta los análisis realizados a las muestras de sangre de los alevinos, juveniles y adultos donde se observa las medidas de

tendencia central y de dispersión, e intervalos de confianza estimado para los parámetros de hematocrito (%), hemoglobina (g/dL), eritrocitos ($\text{cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$), leucocitos ($\text{cel} \cdot 10^3/\text{mm}^3$), nos indican que a medida que el pez aumenta de tamaño tanto de alevinos a juveniles como de juveniles a adultos los valores de hematocrito aumentan en un 2.8 %, de la misma manera se registra para valores de hemoglobina donde el incremento es de 2.1 g/dL.

Este incremento se puede deber a lo reportado por HERNANDEZ *et al.* (2007), quien manifiesta que el consumo de oxígeno es inversamente proporcional al desarrollo corporal del pez, por lo tanto la concentración tanto de hematocrito y hemoglobina al aumentar el tamaño del pez se hace más eficiente en el uso de este gas de vital importancia. Esto se ve compensado por la capacidad de conseguir oxígeno en ambientes con menor cantidad y disponibilidad del mismo (ALVAREZ *et al.*, 2002).

De igual manera sucede con los incrementos en los valores de eritrocitos y leucocitos (CENTENO *et al.*, 2007), en estudios de *Colossoma macropomum* donde los incrementos para hematocrito fueron de 1.9 % y para hemoglobina de 0.6 g/dL, pero los datos de hematocrito (29,87) y hemoglobina (9,94) en los alevinos encontrados por el autor fueron superiores a los encontrados en este presente estudio, esto quizás se debería al estrés sufrido días antes ya que fueron manipulados en el estanque

VASQUEZ y MUNDARAIN (2005), en investigaciones realizadas con alevinos (3 a 5 g) del híbrido de pacotana (*P. brachypomus* x *C. macropomum*), encontraron una disminución de los valores hematológicos frente a una exposición con cadmio, manifiestan también que la disminución está asociado fisiológicamente, el mismo autor sostiene que el sistema hematopoyético de los peces es altamente sensible a los estresores ambientales y sabiendo que los peces mantienen una necesaria e íntima relación con el agua lo que los hace vulnerables a cambios en la calidad de la misma y que es un indicador de cambios en la calidad del agua. Se sabe también que a mayor temperatura las tasas de reacción química y bioquímica aumentan mientras que el umbral de respuesta biológica disminuye, (Eisler y Wapner, 1975; citado por VASQUEZ y MUNDARAIN, 2005).

En estudios realizados en *O. niloticus* (TAVARES *et al.*, 2002), se puede observar claramente los cambios en los valores sanguíneos, por saprolegniosis e ichtyotiriasis, es considerable en los valores de hematocrito (de 30.6 % a 24.9 %), hemoglobina (de 8.5 g/dL a 5.8 g/dL), eritrocitos (de $2.4 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$ a $1.4 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$), donde se puede observar que los valores hematológicos pueden ser alterados por agentes infestantes, (Tavares *et al.*, 2000; citado por TAVARES *et al.*, 2002), las enfermedades de modo general están relacionados a las alteraciones del hemograma en los animales y en el hombre.

Los valores encontrados en el presente estudio fueron similares a los realizados en Brasil por TAVARES *et al.* (2002), para hematocrito y hemoglobina de $26.5 \% \pm 5.3$ y $6.73 \text{ g/dL} \pm 1,15$ en *Rhamdia quelen*. También fueron similares los reportados por CENTENO *et al.* (2007), en *Colossoma macropomum* (31,76 % y 33.7 % respectivamente para juveniles y adultos).

En Colombia. (Tavares *et al.*, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007) se reportó 34.3 % de hematocrito para *C. carpio*, y para *Piaractus mesopotamicus* de 31.9 % de hematocrito (Tavares y Mataqueiro, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007); y fueron valores similares a los encontrados en el presente estudio, valores encontrados (TAVARES y RUAS, 2006) en juveniles (450 g) de *Brycon Obignyanus* de hematocrito y hemoglobina también fueron similares (37.2 % y 10.7 g/dL respectivamente).

GARCIA *et al.* (2007), manifiesta que valores menores se han registrado en peces primitivos, en peces que habitan ambientes lenticos, sedentarios y bentónicos; mientras que mayores reportes se dan en peces marinos, pelágicas (Larson *et al.*, 1976; citado por GARCIA *et al.*, 2007), activas (Tavares y Moraes, 2004; citado por GARCIA *et al.*, 2007).

Los valores encontrados por GARCIA *et al.* (2007), que fueron similares para hematocrito de 36.2 % y fueron inferiores al reporte de hemoglobina 12.2 g/dL en juveniles de *Salminus affinis*, esto se debería a la actividad de este pez ya que proviene de ambiente natural y es un pez

predador con mayor actividad natatoria poseen mayor concentración de hemoglobina cuando se comparan con peces omnívoros o herbívoros.

JARAMILLO y VALDEBENITO (2005), menciona que la cantidad de eritrocitos varían según la especie y su concentración está afectada por el estrés y la temperatura, manifiesta también que los teleósteos presentan en promedio una concentración de 1.0 a $3.0 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$. Los valores de eritrocitos encontrados en el presente estudio están dentro de los rangos mencionados por el autor.

TAVARES *et al.* (2008), en estudio a alevinos de *Brycon amazonicus* son relativamente inferiores ($1.27 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$), a los encontrados en el presente estudio y para leucocitos también encontró valores inferiores ($1.3 \text{ cel} \cdot 10^3/\text{mm}^3$); CENTENO *et al.* (2007), también reportó valores de eritrocitos y leucocitos inferiores tanto para juveniles y adultos ($1.19 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$, $1.86 \text{ cel} \cdot 10^3/\text{mm}^3$ y $1.11 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$, $2.53 \text{ cel} \cdot 10^3/\text{mm}^3$, respectivamente) en *Colossoma macropomum*, TAVARES y RUAS (2006) encontró valores de eritrocitos y leucocitos de $3.2 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$ y $2.3 \text{ cel} \cdot 10^3/\text{mm}^3$ respectivamente, estos valores de eritrocitos también fueron inferiores.

En *salminus affinis* ($6.1 \text{ cel} \cdot 10^6/\text{mm}^3$) de la cuenca del río Sinú en Colombia (GARCIA *et al.*, 2007), valores superiores de eritrocitos a los encontrados en el estudio, justifica los valores bajos a la conducta sedentaria de la especie y considero que los parámetros hematológicos son directamente

proporcionales a la actividad del pez; 1.8 cel $\cdot 10^6/\text{mm}^3$ de eritrocitos en *Prochilodus magdalenae* (Borja y Días, 2007; citado por GARCIA *et al.*, 2007), de la misma manera TAVARES *et al.* (2002) reportó 1.7 cel $\cdot 10^6/\text{mm}^3$ en *Oreochromis niloticus* estos últimos que provienen de estanques tiene valores similares a los reportados en este estudio, (GARCIA *et al.*, 2007), que además de tratarse de especies diferentes, estas variaciones pueden ser explicadas por diferencias en las condiciones ambientales, el origen (cautiverio versus natural) y los procedimientos a los que fueron sometidos.

La desviación estándar (SD) encontradas en los datos de los valores hematológicos tanto en los alevinos juveniles y adultos tienen valores absolutos mínimos que nos indica que la dispersión de los datos respecto a la media fué mínimo (REYES, 1995), la desviación estándar es un valor absoluto que en promedio se desvían los datos individuales de una población, y que la SD de poco valor absoluto indica que la dispersión de una población alrededor de la media es pequeña, es decir que la intensidad de carácter considerado en los individuos que forman la población difiere poco del promedio.

GOMES *et al.* (1984); citado por CENTENO *et al.* (2007), señala que el coeficiente de variación al ser un número abstracto, independiente de la unidad empleada por sus valores permite indicar el grado de confiabilidad del experimento y los clasifica en valor bajos cuando son menores de 10 %, esto no indica también que el coeficiente de variación (CV) obtenido en los alevinos son considerados bajos y por lo tanto de confiabilidad, para el caso de

leucocitos los encontramos en valores medios y que no afecta la confiabilidad de los mismos. Lo mismo podemos manifestar para los valores hematológicos de los juveniles y adultos que se encuentran en valores bajos y que estos a su vez son similares a los encontrados por CENTENO *et al.* (2007), valores bajos, en estudio en *Colossoma macropomum* en tres estadios y que ratifica la confiabilidad de los datos obtenidos en dicha investigación.

En el presente estudio podemos observar claramente que el tamaño de glóbulo rojo va en relativo aumento de alevinos a adultos (VCM), y por consecuencia aumenta la cantidad de hemoglobina por glóbulo rojo (HMC) ya que los glóbulos rojos presentan mayor superficie, y estos son similares para peces amazónicos, GARCIA *et al.* (2007), reporta en *Salminus affinis* VCM de 163.8 fL y que fué similar al encontrado para *P. mesopotamicus* 163.1 fL (Paiva *et al.*, 1999; citado por GARCIA *et al.*, 2007), con cierta diferencia para alevinos, juveniles y adultos.

GARCIA *et al.* (2007) también reporta en el mismo estudio un valor similar de HMC de 58.5 pg, TAVARES *et al.* (2002) reporta 28.9 g/dL de CHCM en *Rhamdia quelen*, valor similar de (GARCIA *et al.*, 2007), 35 g/dL en *Salminus affinis* y similar reportado para *Brycon hilari* de 33.9 g/dL (TAVARES *et al.*, 2003); citado por GARCIA *et al.*, 2007), (TAVARES *et al.*, 2002) reporta para *Rhamdia quelen*, un valor similar de 28.4 g/dL, valor relativamente inferior de (TAVARES *et al.*, 2008) 28.7 g/dL para *Brycon amazonicus*,

CENTENO *et al.* (2007), reporta un CHCM de 33.3 g/dL en *Colossoma macropomum* y que estos valores de CHCM también son similares a los encontrados en el presente estudio con variaciones pequeñas para cada estadio y que también coincide con los valores encontrados por FORESTI *et al* (1977); citado por TAVARES *et al* (2002) y que menciona que a pesar de tratarse de especies diferentes o de la misma especie colectada en ambientes diferentes los valores son similares y si las variaciones se dan en mayor cuantía se estaría viendo problemas de algún tipo de anemia.

En el recuento diferencial de glóbulos blancos de *Piaractus brachipomus* en los tres estadios estudiados encontramos que las células de mayor predominancia son los linfocitos con un porcentaje de 84 % sin mayores diferencias en los tres estadios y fueron superiores a los reportados por CORREA *et al.* (2009), quien reportó valores de 70.6 % para *Sorubim cuspicaudus*, en acarahuazu (*Astronotus ocellatus*), se encontraron valores de 87 % (FALCON y VARGAS, 2006; ARIAS *et al.*, 2003) y de 84 % para linfocitos en *Brycon siebenthalae*. Los heterófilos son el segundo grupo celular mayoritario en el estudio con 10 a 14 %, que son similares a los que se encontró en (CORREA *et al.*, 2009), *Sorubim cuspicaudus* de 14 %.

En los eosinófilos y heterófilos se observa una variación de alevinos hacia adultos que podría deberse al estadio de vida y la condición del medio de estos, ya que el tiempo de permanencia es mayor en el caso de los juveniles y adultos por lo tanto se presenta un envejecimiento del medio donde

estos viven, ya que los heterófilos aumentan cuando existe estrés provocado por agentes externos que alteran las condiciones, presentándose en el tiempo algunas alteraciones en la calidad de su medio que puede ser por sustancias contaminantes no cuantificables, acumulación de detritos, parásitos que se puede observar claramente en la investigación presentada por TAVARES *et al.* (2002) en *O. niloticus*, quien reporta cambios en el conteo diferencial de glóbulos blancos debido a la saprolegnia e ichtyotiriasis donde se reportan para monocitos valores normales de 7.5 % y después de ser infestados reportan valores de 16.3 %. Neutrófilos de 10 a 20 %. En el estudio aumentan progresivamente los heterófilos de alevinos a adultos. Mientras que los resultados de heterófilos (22% de CV) y monocitos (67% de CV) se podrían considerar heterogéneos.

El coeficiente de variación en eosinófilos para el estudio (80 a 90 %) se consideraría extremadamente variable. A esto se explica la presencia escasa de estas células en los ejemplares analizados y cuando se observa causa una elevación considerable del coeficiente de variación. Valores elevados del CV en los eosinófilos también fueron observados por Tavares y Mataqueiro (2004), citado por GARCIA *et al.* (2007); GARCIA *et al.* (2007), quienes señalaron que estos valores son habitualmente encontrados en peces y esta variabilidad puede atribuirse a que la presencia de las mismas está sujeta a variaciones interespecíficas de cada individuo (Tavares y Moraes, 2004), sin embargo los peces evaluados en el presente estudio provienen de condiciones de cultivo adecuadas por lo presentado en los análisis del agua y

por lo tanto sus valores están dentro de los rangos normales para peces amazónicos.

VI. CONCLUSIONES

Los valores encontrados de hematocrito hemoglobina, eritrocitos y leucocitos en alevinos de paco son 22.9 %, 6.37 g/dL, $1.305 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $1.635 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$ respectivamente.

Los valores encontrados de hematocrito hemoglobina, eritrocitos y leucocitos en juveniles de paco son 32.4 %, 8.0 g/dL, $1.65 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $1.95 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$ respectivamente.

Los valores encontrados de hematocrito hemoglobina, eritrocitos y leucocitos en adultos de paco son 35.2 %, 10.1 g/dL, $1.67 \cdot 10^6 \text{ cel/mm}^3$, $2.1 \cdot 10^3 \text{ cel/mm}^3$ respectivamente.

Los valores hematológicos son directamente proporcionales con el desarrollo corporal del pez.

Los glóbulos blancos de mayor predominancia son los linfocitos (84 %), seguido de los heterófilos (10 a 14 %)

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar los valores hematológicos encontrados en el presente estudio como parámetros predictivos de la condición fisiológica de alevinos, juveniles y adultos de paco en condiciones de cultivo en selva alta.

Realizar posteriores estudios de química sanguínea en el paco junto con el de otras especies que comparten el mismo medio de cultivo.

Hacer estudios hematológicos comparativos en diferentes especies de interés productivo (paco gamitana, paiche, tilapia, boquichico) de la zona.

VIII. ABSTRAC

In order to determine the hematologic values of Paco (*Piaractus brachipomus*) under a high forest growing; between the months of January and February 2010 were examined 30 specimens (fry, juvenile and adult) grown in the town of Aucayacu Fishfarm. Samples of fry and juveniles were taken by cutting the caudal peduncle, and adults by tail vein puncture, blood was placed in tubes with EDTA, was quantified hematocrit (Ht), hemoglobin (Hb), erythrocytes (E), total leukocyte count (L) and differential leukocyte count, was calculated volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and hemoglobin concentration. Data were analyzed with descriptive statistics. Found to fry, values of 22.9%, 6.37 g / dL, 106cel/mm³ 1,305 *, 1,635 * 103cel/mm³ for juveniles of 32.4%, 8.0 g / dL, 106cel/mm³ 1.65 *, 1.95 * 103cel/mm³ and adults 35.2%, 10.1 g / dL, 106cel/mm³ 1.67 *, 2.1 * 103cel/mm³ for Ht, Hb, E, L, respectively. The cells found was 83 and 84%, heterophils going from 10.8 to 14.6% of fingerlings and adults, respectively. Eosinophils and monocytes remained below 3.6 and 1.1% respectively. The values were similar to those of the gamitana and characins similar livelihood, and found these hematological values are directly proportional to fish body development and are within normal ranges of fish in the same area.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ANGELINI, R. y PETRERE. J. R. 1992. Simulação da produção do « paco » *Piaractus mesopotamicus* em viveiros de piscicultura. Bol Téc. CEPTA, 5 (ÚNICO):41-45. [En línea]: Documento (http://www.scribd.com/doc/16550572/10_Hidrobiologia2007, 23 de julio del 2009).
- ALVAREZ, M. HIDALGO, M. DOMESAIN, J. MORALES, A. GARCIA, G. Constantes eritrocitarias en peces de cultivo intensivo en agua dulce. Estudio comparado. Dpto. de Biología y Ecología de la Universidad de granada, España. 1 – 10 p. [en Linéa]: Documento (<http://www.redalyc.uamex.mx>. Revisado el 15 de julio del 2009).
- ARIAS, J. BENAVIDES, M. HERNADEZ, A. ESLAVA, P. 2003. Valoración hematológica y química sanguínea del Yamu *Brycon siebenthalae* en tres etapas de cultivo. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 1 – 9 p. [En línea]: Documento (<http://www.redalyc.uamex.mx>. revisado el 5 de julio de 2010).

- ARROYO, R. 1984. Curso de Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 160 p. [En línea]: Documento (http://www.regionucayali.gob.pe/ucayali_vende/index.php?view=article&catid=3%3Aacuicultura&id=17%3Aapaco&format=pdf&option=com_content&Itemid=16, 15 de julio del 2009)
- CENTENO, L. SILVA, R. BARRIOS, R. SALAZAR, R. MATULE, C. PEREZ, J. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. Zootecnia tropical. 237 – 243 p. [En línea]: (http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2504/pdf/centeno_l.pdf. Documento. 15 de julio del 2009)
- CORREA, J. GARRIDO, A. PRIETO, M. GARCIA, V. PARDO, S. 2009. Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. Universidad de de Córdoba. Zootecnia tropical. 393 – 405 p. [en línea]: (<http://www.riiaamazonia.org /PUBS/T15.pdf>. Documento. 5 de julio del 2010).
- DIAZ F. y R. LOPEZ. 1993. EL cultivo de la “Cachama blanca” (*Piaractus brachypomus*) y de la “cachama negra”(*Colossoma macropomum*). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. p: 207-219. Documento. [En línea]: (<http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/Amazonia/libros/4/texto01.htm> , 19 de julio del 2009).

- FALCON, W. VARGAS, R. 2006. Parámetros hematológicos del Acarahuazu (*Astronotus ocellatus*) (Agassiz, 1831) (Ciclidae: Perciformes). Laboratorio de ecofisiología animal. Universidad Federico Villarreal. Lima – Perú. 16 – 18 p. Documento. [En línea]: (<http://www.biologicistic.acarawuazu.html> revisado el 5 de julio del 2010).
- FISHBASE. 2004. *Piaractus brachypomus* – pirapitinga. [En línea]: NS-Contac, (<http://www.nscontact.com/>, Documento, 15 de agosto del 2009).
- GARCIA, V. GENES, F. MADARIAGA, D. PARDO, S. 2007. Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*salminus affinis* pisces: characidae) del río Sinú. Acta de biología colombiana vol. 12. Universidad Nacional de Colombia. 27 – 40 p. [En línea]: (<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v12s1/v12s1a3.pdf>, Documento, revisado el 1 de setiembre del 2009).
- GUERRA, F. 1996. Piscicultura Amazónica con Especies Nativas. Lima, Perú. Tratado de Cooperación Amazónica. 169 p.
- HERNANDEZ, P. HERNANDEZ, A. CORREDOR, M. CASALLAS, C. 2007. Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. Universidad de los Llanos. Revista Orinoquia. Villavicencio, Colombia. 49 – 55. [En línea]: (<http://www.redalyc.uaemex.mx>. Documento. Revisado el 5 de junio del 2010).

- IIAP. IRD. 2005. Biología de las poblaciones de peces de la amazonia y piscicultura. Coloquio internacional. Editado por Red de Investigación sobre Ictiofauna amazónica (RIIA). Iquitos, Perú. 251 p.
- IIAP. 2001. Cultivos de Peces Nativos una opción de Desarrollo Sostenido en el Área de Influencia del Parque Nacional Rio Abiseo. Editado por Ministerio de Pesquería. Tarapoto Perú. 141 p.
- JARAMILLO, N. VALDEBENITO, I. 2005. Estudio Hematológico Básico del puye (*Galaxias maculatus*) en estado pos larval y adulto. Facultad de Recursos Naturales y Escuela de Acuicultura. Universidad Católica de Temuco. México. 1 – 86 [En línea]: http://www.unne.edu.mx.cyt/2005/4_veterinaria/Vpdf/v_068.pdf
Documento. Revisado el 5 de junio del 2010.
- NOGA, E. 2000. Fish Disease, diagnosis and treatment. Iowa state university press. Iowa, Estados Unidos. 367 p.
- REYES, P. 1995. Bioestadística aplicada, Agronomía biología y química. Editorial Trillas. Ciudad de México. México. 212 p.
- SANZ, A. ALVAREZ, M. HIDALGO, M. DOMEZAIN, J. MORALES, A. GARCIA, G. 2007. Constantes eritrocitarias en peces de cultivo intensivo en agua dulce. Estudio comparado. Departamento de biología animal y ecología universidad de granada. Sierra nevada. Granada - España. 16 p.

- TAVARES, D. AFFONSO, E. OLIVEIRA, S. MARCON, J. EGAMI, M. 2008. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* spix and agassis, 1829 (Characidae: bryconinae) with others Bryconinae species. EMBRAPA, instituto nacional de pesquisa amazônica. Acta Amazônica. 799 - 806 p. Brasil. [En línea]. <http://www.scielo.br/scielo.php?lng=en> = "SciELO-Scientific Electronic Library Online". Documento. Revisado el 5 julio del 2010.
- TAVARES, D. MELO, J. MORAES, G. RUAS, F. 2002. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen*. Ciencia rural. 2- 16 p. Brasil. [en línea]: <http://www.scielo.br/scielo.php?lng=en> = "SciELO-Scientific Electronic Library Online". Documento .revisado el 5 julio del 2010.
- TAVARES, D. RUAS, F. 2006. Hematological parameters for de *brycon orbignyanus* valenciennes, 1850 (osteichthyes: caracidae) intensivel y bred. Universidad autónoma metropolitana – Iztapalapa. Hidrobiologica. 271 – 274 p. México. [En línea]: <http://www.redalyc.uaemex.mx>. Documento. Revisado el 5 de julio del 2010.
- TAVARES, D. RUAS, F. MARTINS, M. SANTANA, A. 2002. Hematological Changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Ciclidae) With Gill Ichthyophthiriasis and Saprolegniosis. Instituto de pesca Sao Paulo. Laboratorio de patología de organismos acuáticos. ARS Veterinaria. 1 – 9. Brasil. [En línea]: <http://www.redalyc.uaemex.mx>. Documento. Revisado el 5 julio del 2010.

TAVARES, D. SCORVO, F. CAMPOS, E. MORAES, F. 1999. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Parámetros eritroleucométricos, trombométricos e glicemia do matrinxã (*brycon cephalus* günther, 1869) (osteichthyes: characidae). ARS Veterinaria. 149 -153 p. Brasil. [En línea]: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v12s1/v12s1a3.pdf>. Documento. Revisado en 25 de junio de 2010.

UNAS. 2005. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados

VASQUEZ, R. MUNDARAIN, I. 2005. Ensayo de toxicidad aguda CL-50 96h con acetato de cadmio y parámetros hematológicos de en el híbrido cultivado *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Departamento de biología, Cerro Colorado. Zootecnia tropical. Venezuela. 247 – 257 p. [en línea]: (http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2303/arti/vasquez_r.htm). Documento. Revisado el 25 de junio del 2010.

ANEXO

Cuadro 5. Constantes hematológicas de la Gamitana (*Colossoma macropomum*)

FASE	VARIABLE	MEDIA	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
alevines	Hematocrito %	29,87	3,46	11,59
	Hemoglobina g/dL	9,94	1,15	11,61
juveniles	Hematocrito %	31,76	2,87	9,94
	Hemoglobina g/dL	10,57	0,94	8,94
	Eritrocitos x10 ⁶ /uL	1,19	0,34	28,74
	Leucocito x10 ⁶ /uL	1,86	1,06	56,99
	VCM	288,17	82,20	28,52
	HCM	95,17	27,48	28,87
	CHCM	33,30	8,13	24,12
reproductores	Hematocrito %	33,70	8,13	24,12
	Hemoglobina g/dL	11,17	2,62	23,51
	Eritrocitos x10 ⁶ /uL	1,110,	0,48	43,73
	Leucocito x10 ⁶ /uL	2,53	2,05	80,97
	VCM	390,82	229,10	58,62
	HCM	122,46	64,82	52,93
	CHCM	33,32	0,06	0,18

Fuente: CENTENO *et al* 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela

Cuadro 6. Valores hematológicos encontrados por diferentes investigadores en amazonia de América Latina

AUTOR	ESPECIE	Parámetros	Valores Medios
GARCIA	<i>Salminus affinis</i> (117.5 g)	hematocrito	36.2 ± 2.3
		hemoglobina	12.5 ± 1,2
		eritrocitos	2.2 ± 0.4
		leucocitos	6.1 ± 1.1
TAVARES 2002	<i>Rhamdia quelen</i> (45 g)	hematocrito	26.5 ± 5.3
		hemoglobina	6.73 ± 1.3
		eritrocitos	1.95 ± 0.4
		leucocitos	-
TAVARES 2002	<i>O. niloticus</i> (157 g)	hematocrito	30.6 ± 5
		hemoglobina	8.5 ± 1.9
		eritrocitos	2.1 ± 1.4
		leucocitos	1.9 ± 0.8
TAVARES y R 2006	<i>Brycon Obignyanus</i> (466 g)	hematocrito	40.2 ± 3.1
		hemoglobina	10.7 ± 1.7
		eritrocitos	3.2 ± 0.9
		leucocitos	2.3 ± 1.2
TAVARES 2008	<i>Brycon amazonicus</i> (ns)	hematocrito	28 ± 3.3
		hemoglobina	6.6 ± 0.6
		eritrocitos	1.27 ± 0.19
		leucocitos	1.3 ± 0.7

Fuente: estudios hematológicos, GARCIA *et al* (2007) en estudio de *Salminus affinis*, TAVARES *et al* (2002) para *Rhamdia quelen*, TAVARES *et al* (2002), encontrados en *Oreochromis niloticus*, TAVARES y RUAS (2006) encontrados en *Brycon Obignyanus*, TAVARES *et al* (2008) encontrando en *Brycon amazonicus*,

Cuadro 7. Comparación de valores hematológicos en *Oreochromis niloticus* de peces sanos y infestados con saprolecnia e ichtyotiriasis

PARÁMETROS	Condición del Pez	
	<i>sano (n=20)</i>	<i>infestado n=20</i>
peso (g)	157	242
talla (cm)	16.6	18.8
hematocrito %	30.6	24.9
hemoglobina g/dL	8.5	5.8
eritrocitos cel*106/mm ³	2.4	1.4
VCM fL	133.7	196.6
CHCM g/dL	28.9	23.4
trombocitos %	59.8	53.6
linfocitos %	21.7	9.4
neutrofilos %	10.7	20.5
minocitos %	7.5	16.3

Fuente: TAVARES *et al.* (2002). Hematological Changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) With Gill Ichthyophthiriasis and Saprolegniosis, Colombia

Cuadro 8. Valores hematológicos e índices hematológicos encontrados en los alevinos de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	HEMATOCRITO %	HEMOGLOBINA g/dL	RTGR* cel*106/mm ³	RTGB* cel*103/mm ³	VCM	HCM	CHCM
A1	21	6.5	1.2	1.8	175	54.166666	30.952380
A2	21	6.8	1.25	1.2	168	54.4	32.380952
A3	21	6.7	1.5	1.35	140	44.666666	31.904761
A4	28	6.8	1.1	1.65	254.54545	61.818181	24.285714
A5	25	6.5	1.34	1.7	186.56716	48.507462	26
A6	22	6.5	1.41	1.5	156.02836	46.099290	29.545454
A7	22	6.5	1.39	2	158.27338	46.762589	29.545454
A8	21	5.7	1.33	1.8	157.89473	42.857142	27.142857
A9	26	5.9	1.2	1.65	216.66666	49.166666	22.692307
A10	22	5.8	1.33	1.7	165.41353	43.609022	26.363636
TOTAL	229	63.7	13.05	16.35	1778.3893	492.05369	280.81351
PROMEDIO	22.9	6.37	1.305	1.635	177.83	49.21	28.08
SD	2.514	0.414	0.118	0.232	34.018	5.954	3.287
CV	10.980	6.496	9.061	14.202	19.129	12.098	11.706

* RTGR: Recuento total de glóbulos rojos; RTGB: Recuento total de glóbulos blancos

** VCM: Volumen Corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular media; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

Cuadro 9. Valores hematológicos e índices hematológicos encontrados en los juveniles de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	HEMATOCRITO	HEMOGLOBINA	RTGR* cel*106/mm3	RTGB* cel*103/mm3	VCM**	HCM**	CHCM**
J1	32	8.5	1.67	1.93	191.61	50.89820	26.562
J2	30	6.8	1.56	2.4	192.30	43.58974	22.6666
J3	32	8.8	1.74	1.65	183.9	50.57471	27.5
J4	36	7.6	1.48	1.68	243.24	51.35135	21.111
J5	36	8.9	1.76	2.1	204.54	50.56818	24.722
J6	30	8.3	1.49	2.5	201.34	55.70469	27.666
J7	35	7.7	1.75	1.7	200	44	22
J8	32	8.5	1.59	1.9	201.25	53.4591	26.56
J9	30	7.2	1.92	1.86	156.25	37.5	24
J10	31	7.9	1.56	1.755	198.71	50.64102	25.48
TOTAL	324	80.2	16.52	19.475	1973.1	488.2870	248.27
PROMEDIO	32.4	8	1.65	1.95	197.	48.82	24.830
SD	2.413	0.697	0.141	0.298	21.41	5.455	2.329
CV	7.447	8.716	8.517	15.307	10.85	11.174	9.381

* RTGR: Recuento total de glóbulos rojos; RTGB: Recuento total de glóbulos blancos

** VCM: Volumen Corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular media; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

Cuadro 10. Valores hematológicos e índices hematológicos encontrados en los adultos de *Piaractus brachyomus*

MUESTRA	HEMATOCRITO	HEMOGLOBINA	RTGR* cel*106/mm3	RTGB* cel*103/mm3	VCM**	HCM**	CHCM**
R1	37	9.6	1.75	2.2	211.4286	54.85714	25.94595
R2	32	10.5	1.59	1.95	201.2579	66.03774	32.8125
R3	37	9.7	1.76	2.31	210.2273	55.11364	26.21622
R4	38	9.7	1.55	2.1	245.1613	62.58065	25.52632
R5	34	10.3	1.65	1.96	206.0606	62.42424	30.29412
R6	35	10.1	1.67	1.98	209.5808	60.47904	28.85714
R7	37	9.7	1.7	2.225	217.6471	57.05882	26.21622
R8	35	9.8	1.68	2.3	208.3333	58.33333	28
R9	35	10.7	1.66	2.01	210.8434	64.45783	30.57143
R10	32	10.6	1.73	1.98	184.9711	61.27168	33.125
TOTAL	352	100.7	16.74	21.015	2105.511	602.6141	287.5649
PROMEDIO	35.2	10.1	1.67	2.102	210.55	60.26	28.75
SD	2.098	0.424	0.067	0.145	14.96627	3.82652	2.848293
CV	5.959	4.202	4.004	6.889	7.108	6.350	9.907

* RTGR: Recuento total de glóbulos rojos; RTGB: Recuento total de glóbulos blancos

** VCM: Volumen Corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular media; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

Cuadro 11. Datos biométricos de los alevinos de *Piaractus brachypomus*

Muestra	PESO (g)	TALLA (cm)
A1	8	8.5
A2	9	8.8
A3	9.5	9.5
A4	10.1	9.5
A5	9.5	9.4
A6	9.2	9
A7	10.2	9.5
A8	9.7	9.5
A9	9.2	9.3
A10	9.1	9.5
TOTAL	93.5	92.5
PROMEDIO	9.35	9.25
SD	0.624	0.360
CV	6.674	3.890

Cuadro 12. Datos biométricos de los juveniles de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	PESO (g)	TALLA (cm)
J1	326.2	25
J2	280.8	24
J3	375	26
J4	420.3	25.5
J5	303	23
J6	304.1	24.5
J7	361.8	25
J8	304	23
J9	278	23
J10	322.3	24.5
TOTAL	3275.5	243.5
PROMEDIO	325.5	24.3
SD	45.221	1.081
CV	13.893	4.450

Cuadro 13. Datos biométricos de los adultos de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	PESO (g)	TALLA (cm)
R1	2350	42
R2	2100	41
R3	1900	39
R4	2400	44
R5	2300	41.5
R6	2200	42
R7	1950	40
R8	2150	41.5
R9	1990	39.5
R10	1950	41.5
TOTAL	21290	412
PROMEDIO	2129	41.2
SD	180.64	1.44
CV	8.48	3.49

Cuadro 14. Recuento diferencial de glóbulos blancos en alevinos de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	EOSINOFILO	HETEROFILO	linfocito	MONOCITO
A1	4	6	88	2
A2	4	14	81	1
A3	3	11	84	2
A4	5	12	82	1
A5	4	8	86	2
A6	3	11	86	0
A7	2	13	84	1
A8	4	12	84	0
A9	4	9	86	1
A10	3	12	84	1
Porcentajes (%)	3.6	10.8	84.5	1.1
SD	0.843274043	2.440400696	2.068278941	0.737864787
CV	23.42427896	22.59630274	2.447667386	67.07861703

Cuadro 15. Recuento diferencial de glóbulos blancos en juveniles de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	EOSINOFILO	HETEROFILO	LINFOCITO	MONOCITO
J1	2	16	81	1
J2	1	12	85	2
J3	3	13	85	0
J4	9	11	79	1
J5	2	12	85	1
J6	2	9	87	2
J7	3	11	86	0
J8	1	12	85	2
J9	2	12	85	1
J10	2	14	83	1
Porcentajes (%)	2.7	12.2	84.1	1.1
SD	2.31180545	1.87379591	2.424412873	0.737864787
CV	85.6224241	15.35898287	2.882773927	67.07861703

Cuadro 16. Recuento diferencial de glóbulos blancos en adultos de *Piaractus brachypomus*

MUESTRA	EOSINOFILO	HETEROFILO	LINFOCITO	MONOCITO
R1	1	17	82	0
R2	1	14	85	0
R3	2	13	84	1
R4	0	16	82	2
R5	1	17	81	1
R6	0	14	84	2
R7	3	12	84	1
R8	1	13	86	0
R9	0	17	81	2
R10	2	13	84	1
Porcentajes (%)	1.1	14.6	83.3	1
SD	0.994428926	1.95505044	1.70293863	0.8164961
CV	90.40262964	13.39075644	2.0443441	81.649658

Cuadro 17. Muestreo de la temperatura y el oxígeno a diferentes horas del día en los estanques de alevinos, juveniles y adultos de *Piaractus brachyomus*

estanque 1	oxígeno			temperatura		
	horas			horas		
muestras	6	12	18	6	12	18
1	4.5	6.4	7.5	27.5	31.7	32
2	3.9	6.6	6.9	26.8	30.1	31.7
3	4.1	5.9	7.3	27.3	29.7	32.6
4	4.7	6.8	7.3	27.4	32	31.5
5	4.1	6.7	7.1	28.1	30.5	30.9
6	3.7	6.4	7.4	26.5	29.6	32.2
7	4	6.6	6.9	27.7	30.8	32.1
8	3.9	6.1	7.2	26.9	30.8	31.7
9	4	6.5	7.3	28.3	31.4	32.1
10	4.2	6.2	7.1	27.6	29.9	30.6
promedio	4.1	6.4	7.2	27.4	30.7	31.7
estanque 2						
muestras	6	12	18	6	12	18
1	3	6.5	6.9	27.6	29.8	32.5
2	2.7	6	7.2	27.2	31	32
3	3.1	5.9	7.2	26.9	30.1	31.8
4	2.8	6	6.7	27.5	29.8	31.4
5	2.9	5.9	6.5	27.1	29.9	32.6
6	3	6.3	6.9	28	30.6	32.2
7	2.9	6.4	7	26.6	30.5	32.4
8	3.2	6.1	7.1	27.2	30.3	31.9
9	2.6	6.1	6.7	27.3	30	31.8
10	2.9	6.2	6.8	27.1	29.9	32.6
promedio	2.9	6.1	6.9	27.3	30.1	32.1
estanque 3						
muestras	6	12	18	6	12	18
1	2.9	4.6	5.7	27.3	30.1	31.4
2	3.1	4.3	5.6	27.3	31	31.6
3	3.3	4.6	5.5	27.6	29.8	30.2
4	2.9	4.7	5.4	26.9	29.9	31.7
5	3.1	4.5	5.5	27.5	30.6	31.6
6	3	4.4	5.4	27.2	29.9	31.6
7	3.1	4.4	5.4	26.8	30.6	32
8	3	4.5	5.3	28.1	30.5	31.2
9	2.9	4.7	5.6	27.2	30.3	31.7
10	2.8	4.6	5.7	27.1	30.3	30.6
promedio	3	4.5	5.5	27.3	30.3	31.3

Cuadro 18. Parámetros químicos del agua tomada a diferentes horas en la piscigranja municipal de Aucayacu

<i>Parámetros</i>	<i>EA</i>	<i>EJ</i>	<i>ER</i>
pH	7.5	7.5	7.7
CO 2 (mg/l)	9.7	8.9	8.1
Dureza total (mg/l)	106	105	97
Alcalinidad (mg/l)	89	79	72.7
Acidez (mg/l)	29	21	27.7
Amoniaco (mg/l)	0.2	0.1	0.2
Nitrito (mg/l)	0	0	0