



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

“PERFIL HEMATOLÓGICO Y CONDICIÓN
DE SALUD DE LAS ESPECIES PAICHE
(*Arapaima gigas*), PACO (*Piaractus
brachypomus*) Y GAMITANA (*Colossoma
macropomum*) CULTIVADAS EN LA REGIÓN
UCAYALI-PERÚ, 2023”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
EN SANIDAD ACUÍCOLA

OSCAR ANTOLIN CASTILLO MAMANI

LIMA - PERÚ

2023

ASESOR

Dr. Mg. MV. Marcos Enrique Serrano Martínez

JURADO DE TESIS

MG. CLARISA ELIZABETH HINOSTROZA MEZA

PRESIDENTE

DR. LUIS LLANCO ALBORNOZ

VOCAL

DR. MANUEL ALEXANDER AMARISTA SEVILLA

SECRETARIO

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida.

A mis padres Abner y Beatris a quienes amo mucho, por su apoyo incondicional para así lograr mis objetivos y metas a quienes estaré eternamente agradecido.

A Rolando, Gresy, Rider, Moisés, Petrona y toda mi familia por haber contribuido en mi desarrollo personal y profesional.

A Oscar y Rosita los pequeños de la casa.

A Francisca, papa Oscar y papa Antolin, quienes me protegen y guían siempre.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Programa de Maestría en Sanidad Acuícola patrocinado por FONDECYT – CONCYTEC, de igual manera a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por haberme otorgado todas las facilidades para culminar esta etapa profesional.

Al Dr. Marcos Enrique Serrano Martínez, por su invaluable apoyo y compartirme sus conocimientos, que fueron de suma importancia para el desarrollo de la presente tesis.

A todos los docentes que contribuyeron en esta etapa de mi formación profesional, a mis compañeros de maestría, al personal administrativo y todas las personas que tuve la dicha de conocer durante el desarrollo de la maestría.

A la Mg. Clariza Hinostroza, Dr. Luis Llanco y al Dr. Manuel Amarista por sus revisiones y sugerencias que han enriquecido la presente tesis.

Al Blgo. Erick Alcides Castillo Quezada de NATURA ANALÍTICA S.A.C; al Ing. Marco Ramírez Altamirano de SERVAGRO S.R.L; a la Ing. Cindy Tapullima Nicoliche de FUDECRAAP (Fundación para el Desarrollo y la Conservación de los Recursos Acuícolas en la Amazonia Peruana) por el interés y apoyo brindado para el desarrollo de la presente tesis.

Al Laboratorio clínico NATURA ANALÍTICA S.A.C. de la ciudad de Pucallpa, por brindarme sus instalaciones y facilidades para la ejecución de la tesis.

Al MV. Sócrates Fernández Rodríguez, jefe de área de sanidad animal-SENASA, UCAYALI por su recomendación y a la Ing. Gresy Nemias Acho por su apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La realización de la presente tesis para optar el grado de Maestro en Sanidad Acuícola ha sido posible gracias al apoyo financiero brindado por el Programa de Maestría en Sanidad Acuícola de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, subvencionado por FONDECYT del CONCYTEC, Convenio de Gestión N° 230-2015-FONDECYT-DE- CUARTA PROMOCION.

PERFIL HEMATOLÓGICO Y CONDICIÓN DE SALUD DE LAS ESPECIES PAICHE (*Arapaima gigas*), PACO (*Piaractus brachypomus*) Y GAMITANA (*Colossoma macropomum*) CULTIVADAS EN LA REGIÓN UCAYALI-PERÚ, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

upcommons.upc.edu

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia

Trabajo del estudiante

1%

6

www.researchgate.net

Fuente de Internet

1%

7

vsip.info

Fuente de Internet

1%

sedici.unlp.edu.ar

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Antecedentes de la investigación.....	4
3.2 Índices usados para medir la condición de salud en los peces	9
3.3. Perfil hematológico: factores que influyen sobre su variación	12
3.4 Características generales de las especies amazónicas	14
3.5 Parámetros hematológicos	30
3.6 Índice de condición o factor de fulton (K)	34
IV. JUSTIFICACIÓN.....	38
V. OBJETIVOS.....	39
5.1. Objetivo general	39
5.2. Objetivos específicos	39
VI. METODOLOGÍA:.....	40
6.1. Lugar de Estudio.....	40
6.2. Tipo de Estudio	40
6.3. Población Objetivo.....	41
6.4. Criterios de inclusión y exclusión	41

6.5.	Tamaño de muestra	41
6.6.	Recolección y procesamiento de muestras o datos	42
6.7.	Toma de muestras	43
6.8.	Procesamiento de muestra.....	44
6.9.	Operación de variables	47
6.10.	Análisis estadístico	48
6.11.	Consideraciones éticas	48
VII.	RESULTADOS:	49
7.1.	Valores hematológicos de la especie paiche	51
7.2.	Valores hematológicos de la especie paco	52
7.3.	Valores hematológicos de la especie gamitana	54
7.4.	Estado de salud de los peces.....	55
VIII.	DISCUSIÓN:	57
IX.	CONCLUSIONES.....	80
X.	RECOMENDACIONES.....	82
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
XII.	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables.	47
Tabla 2. Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paiche (<i>Arapaima gigas</i>).	51
Tabla 3. Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	52
Tabla 4. Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>).	54
Tabla 5. Factor de condición de Fulton (K) de las especies paiche, paco y gamitana	55

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Ilustración de la vista lateral del paiche (<i>Arapaima gigas</i>).	14
Figura 2.	Ilustración del ciclo de vida del <i>Arapaima gigas</i>	19
Figura 3	Vejiga especializada del <i>Arapaima gigas</i>	20
Figura 4.	Ilustración de la vista lateral del paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).	21
Figura 5.	Ilustración de la vista lateral de la gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>).	26
Figura 6.	Toma de muestra sanguíneas de la vena caudal de las especies paiche, paco y gamitana	44
Figura 7.	Comparación de los valores hematológicos entre las especies: paiche (<i>Arapaima gigas</i>), paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) y gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>)	58
Figura 8.	Comparación de los resultados obtenidos en la especie paiche (<i>Arapaima gigas</i>) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos	62
Figura 9.	Comparación de los resultados obtenidos en la especie paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos	67
Figura 10.	Comparación de los resultados obtenidos en la especie gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos	71
Figura 11.	Índice de condición o Factor de Fulton (K) de las especies: paiche (<i>Arapaima gigas</i>), paco (<i>Piaractus brachypomus</i>) y gamitana (<i>Colossoma macropomum</i>).	75

Abreviaturas

Hto	Hematocrito
Hb	Hemoglobina
RGR	Recuento de Glóbulos Rojos
RGB	Recuento de Glóbulos Blancos
Neu	Neutrófilos
Lin	Linfocitos
Mo	Monocitos
Eos	Eosinófilos
VCM	Volumen corpuscular medio
HCM	Hemoglobina corpuscular media
CHCM	Concentración de hemoglobina corpuscular media
K	Factor de Fulton
fL	Fentolitro
dL	Decilitro
μL	Microlitro
pH	Potencial de hidrógeno

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las características del perfil hematológico y el estado de condición de salud de las especies paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali-Perú. La investigación se realizó en peces de etapa juvenil provenientes de dos sistemas de producción semi-intensiva con estado de salud aparentemente sanos, se colectaron un total de 90 muestras sanguíneas, 30 de cada especie, además de la toma de datos biométricos. El análisis hematológico consistió en la medición del hematocrito con el método de Microhematocrito, el recuento leucocitario y eritrocitario con la cámara de Neubauer, la hemoglobina con el método de Cianometohemoglobina, el diferencial leucocitario mediante frotis con tinción de Wright, los índices hematimétricos y el factor de condición de salud mediante cálculos matemáticos. Los resultados obtenidos en la presente investigación sirven como referencia para posteriores trabajos debido que el perfil hematológico es de suma importancia para conocer el estado de salud, fisiológico e inmunológico de los peces. En cuanto al estado de salud o factor de condición de Fulton (K) que relaciona el peso con la longitud total de los peces, se obtuvieron como resultados las siguientes: para *Arapaima gigas* fue de 0,85; *Piaractus brachypomus* 1,64 y *Colossoma macropomum* 1,62 indicando que los peces se encuentran en un buen estado de salud, a excepción del *Arapaima gigas*.

Palabras clave: Hematología, *Arapaima gigas*, *Piaractus brachypomus*, *Colossoma macropomum*, Fulton, Sanidad Acuícola.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the characteristics of the hematological profile and health status of paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) and gamitana (*Colossoma macropomum*) species farmed in the Ucayali-Peru region. The research was carried out on juvenile fish from two semi-intensive production systems with apparently healthy health status. A total of 90 blood samples were collected, 30 from each species, in addition to the collection of biometric data. The hematological analysis consisted of the measurement of hematocrit with the Microhematocrit method, leukocyte and erythrocyte count with the Neubauer chamber, hemoglobin with the Cyanomethemoglobin method, leukocyte differential by smear with Wright stain, hematometric indexes and the health condition factor by mathematical calculations. The results obtained in the present investigation serve as a reference for future works because the hematological profile is of utmost importance to know the health, physiological and immunological status of the fish. Regarding Fulton's health status or condition factor (K), which relates the weight with the total length of the fish, the following results were obtained: for *Arapaima gigas* it was 0.85; *Piaractus brachypomus* 1.64 and *Colossoma macropomum* 1.62, indicating that the fish are in a good state of health, with the exception of *Arapaima gigas*.

Keywords: Hematology, *Arapaima gigas*, *Piaractus brachypomus*, *Colossoma macropomum*, Fulton, Aquaculture health.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios recientes a nivel mundial han permitido mejorar sin lugar a duda los conocimientos sobre el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, así como la conciencia para gestionarlos de manera sostenible (FAO, 2020), lo que ha impulsado a la acuicultura a seguir creciendo para satisfacer la demanda de alimentos (Jones *et al.*, 2020) y así poder garantizar la seguridad alimentaria.

En el Perú, la acuicultura es una actividad de suma importancia para su desarrollo, siendo considerada como fuente de nutrición, ingresos y trabajo, principalmente en la Amazonia, en la cual se cultivan diversas especies de peces, siendo las principales: la gamitana (*Colossoma macropomum*), el paco (*Piaractus brachypomus*), boquichico (*Prochilodus nigricans*), sábalo cola roja (*Brycon cephalus*) y el paiche (*Arapaima gigas*) (García *et al.*, 2018). Según reportes estadísticos del Ministerio de la Producción, la cosecha proveniente de la piscicultura amazónica se incrementó considerablemente de 700 TM a 1500 TM en los últimos años, siendo el paco (*Piaractus brachypomus*) el que más producción ha tenido, con 825 TM anuales (PRODUCE, 2015).

En cuanto a la región Ucayali, la acuicultura es considerada como una actividad económica de suma importancia y se visualiza como un importante motor de desarrollo para el país, contribuyendo con el desarrollo local, generando empleos e ingresos, además contribuye con la generación de alimentos de alto valor nutricional para la población (RNIA, 2021); de acuerdo al último reporte del anuario estadístico de pesca y acuicultura 2021, la región Ucayali obtuvo una cosecha total de 262,23 TM, siendo las especies principales: el paiche con 46,16 TM, paco 184,24 TM y gamitana 13,97

TM respectivamente (PRODUCE, 2021).

Por otra parte, la cuenca del Amazonas alberga la mayor diversidad de peces del mundo, estimándose aproximadamente 2.411 especies de peces (Reis *et al.*, 2016); una de las especies importantes es el paiche (*Arapaima gigas*), posee un gran tamaño llegando a medir hasta 3 m de longitud y 250 kg de peso, gracias a estas características y su rápida adaptación tiene un elevado potencial para la piscicultura Peruana (Ramírez *et al.*, 2018) y es considerado como una de las especies que sustentará la acuicultura amazónica de exportación en los siguientes años, además cuenta con excelentes características zootécnicas, buena calidad y rendimiento de carne, rápido crecimiento (27-41 g/día y alcanza 10-15 kg/año), rústico y se adapta al manejo (Chu Koo *et al.*, 2017). El paco (*Piaractus brachipomus*) es otra especie de importancia, oriunda de la cuenca de los ríos Orinoco y Amazonas (González, 2001), presenta un alto potencial productivo y comercial, es resistente al manejo y su carne es de excelente calidad, siendo el paco una importante alternativa para garantizar la seguridad alimentaria (Mesa-Granda y Botero- Aguirre, 2007). La gamitana (*Colossoma macropomum*), también una especie importante, siendo el carácido más grande de la Amazonía (Campos, 2015), se encuentra distribuida en América del Sur con abundancia en la cuenca del Amazonas y Orinoco (Salazar *et al.*, 2011), además es una especie con alto valor comercial en la acuicultura amazónica, siendo el mayor productor el país de Brasil y se le considera resistente al manejo y enfermedades (Tomalá *et al.*, 2014).

En cuanto a disciplina que estudia la sangre de los peces, tanto a las células que la componen, su morfología, bioquímica y fisiología es la ictiohematología (Valenzuela *et al.*, 2003), siendo de mucha utilidad e importancia como herramienta para evaluar la

condición fisiológica de los peces (Ranzani-Paiva *et al.*, 2013) según las condiciones en que se encuentren, entre ellas: estrés, enfermedades y desnutrición, que pueden afectar los valores hematológicos (Tavares y Moraes, 2004). Por otro lado, dentro de los principales indicadores de salud de los peces se encuentra el factor de condición de Fulton (K), que relaciona el peso con la longitud total de los peces (Leyton *et al.*, 2015), como indicadores del "bienestar o salud" general de la población que se estudia, ya que pueden alertar a los productores, sobre la presentación de enfermedades u alteración de factores fisiológicos, antes que ocurra una alta mortalidad (Jones *et al.*, 1999).

Sin embargo, actualmente, existen vacíos de información sobre estudios de perfil hematológico y condición de salud de las especies: paiche, paco y gamitana en la región de Ucayali, este problema conlleva al desconocimiento del grado de bienestar de los peces en producción, por ende, no permite realizar planes de manejo y monitoreo a los sistemas de crianza. En tal sentido el interés que hubo por realizar la presente investigación sobre el estudio hematológico y condición de salud de las especies mencionadas, radica en conocer los posibles valores normales en condiciones de cautiverio en selva baja, además de evaluar la dinámica de la relación entre longitud-peso de las tres especies mediante el factor de Fulton (K), para así comprender el estado de bienestar de los peces en el sistema de producción que se encuentran, sirviendo así como un referente para que sea utilizado en el diagnóstico de posibles alteraciones en la salud de los peces y su medio. Basándose a lo antes expuesto, el presente estudio tuvo como objetivo, determinar las características del perfil hematológico y el estado de condición de salud de las especies paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante los últimos años se ha buscado introducir a las especies amazónicas como una alternativa productiva, siendo cultivados en su mayoría de forma semi-intensiva, sin embargo, muchas veces el estado de condición de salud de los peces se ve afectadas por patógenos y factores ambientales en los sistemas de crianza, causando diversas enfermedades y muerte, asimismo ocasionando pérdidas económicas significativas para los productores.

En la actualidad los estudios hematológicos en peces amazónicos son escasos, especialmente en la región Ucayali, siendo la hematología una herramienta útil e importante para llevar un mejor control sanitario, por otra parte, debido al costo que tiene y poco personal capacitado no llega a realizarse en los centros de producción, limitándose a su uso.

Por tanto, la sanidad acuícola amazónica está en desarrollo y para tener éxito en los sistemas de producción debe ir de la mano un buen manejo sanitario mediante el uso de herramientas que nos ayuden en la prevención y diagnóstico de enfermedades como es la hematología, además de la estimación de la condición de salud de los peces. Por ello, la presente investigación de estudio hematológico y condición de salud de tres especies de importancia comercial realizada en la región Ucayali, busca generar información y así contribuir al fortalecimiento del conocimiento hematológico y bienestar de las principales especies amazónicas cultivadas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

3.1.1. Paiche

Tavares *et al.*, (2007), evaluaron los parámetros hematológicos y bioquímicos en juveniles de paiche, donde estudiaron un total de 20 ejemplares de la localidad brasileña de Manaus, con peso promedio de 793,4 g, la colecta sanguínea fue tomada de la vena caudal con jeringas heparinizadas (5.000 UI); obteniendo como resultado valores promedios como: hematocrito 34,4 %, hemoglobina 10,4 g/dL, recuento de glóbulos rojos $4,123 \times 10^6/\mu\text{L}$, VCM 83,3 fL, CHCM 30,2 g/dL, diferencial leucocitario: linfocitos 80,2 %, monocitos 5,3 %, neutrófilos 14,3 % y eosinófilos 0,2 %, siendo esto uno de los primeros reportes hematológicos sobre la especie paiche.

Drumond *et al.*, (2010), estudiaron las características bioquímicas y hematológicas en alevines y juveniles de paiche de un cultivo semi-intensivo de la Amazonia brasilera, donde evaluaron un total de 9 ejemplares en etapa juvenil con peso y talla promedio de 2350,0 g y 64,2 cm, las muestras de sangre de cada pez fueron colectadas de la vena caudal con jeringas de 3 ml conteniendo EDTA al 10 %, los resultados obtenidos para juveniles fueron: conteo de eritrocitos $1,508 \times 10^6/\mu\text{L}$, hemoglobina 8,2 g/dL, hematocrito 28,6 %, VCM 189,5, CHCM 29,2 g/dL, diferencial leucocitario: linfocitos 55,6 %, monocitos 4,6 %, neutrófilos 34,2 % y eosinófilos 5,7 %; demostrando que algunos parámetros hematológicos son influenciadas por la edad del pez.

Serrano y cols., (2013), evaluaron los parámetros hematológicos en la especie paiche *Arapaima gigas*, donde utilizaron un total 120 muestras sanguíneas provenientes de

Maynas, Loreto, Perú. Las colectas sanguíneas se clasificaron por grupos etarios: 10-30; 31-180; 181-365 y >365 días respectivamente. Según los resultados del estudio, evidenció que los valores para eritrocitos y hemoglobina se incrementan con la edad.

Martorell *et al.*, (2014), estudiaron la morfometría externa de ejemplares muertos de *Arapaima gigas* durante el viaje de dos lotes de alevines desde un criadero extensivo de la Amazonía peruana hasta la ciudad de Valencia, España, donde evaluaron los datos biométricos de un total de treinta y siete ejemplares. El cálculo de condición o factor de Fulton (K) para alevines de 3,92 - 31,3 g, fue de 0,64, el cual estuvo uniforme en todo el rango estudiado, demostrando que el crecimiento de las diferentes partes estudiadas de la morfología externa de los alevines de paiche no fue en ningún caso isométrico con respecto a la longitud total (LT).

Paredes *et al.*, (2018), estudiaron las características hematológicas y bioquímicas en juveniles de paiche en condiciones de selva alta, el estudio tuvo como objetivo principal determinar si existen cambios en los perfiles hematológicos y bioquímicos en paiches migrados de selva baja (origen) a selva alta (destino); los peces fueron criados desde la edad de 1 mes hasta los 2 años para el estudio, colectaron un total de 40 muestras sanguíneas de juveniles de paiche, obteniendo como resultados: para hematocrito y hemoglobina valores de un 27,1 % y 10,5 g/dL, respectivamente.

Ligña *et al.*, (2018), investigaron valores hematológicos en juveniles de paiche criados en la Amazonia ecuatoriana. Los ejemplares tenían un peso y talla promedio de 10 kg y 97 cm de longitud, aparentemente sanos, donde se colectaron un total de 57 muestras sanguíneas que fueron procesadas mediante métodos manuales en el laboratorio, teniendo como resultados: promedios para hematocrito de un 30 %; hemoglobina 10

g/dL, eritrocitos $1,97 \times 10^6/\mu\text{l}$, VCM 162,1 fL, CHCM 33,1 g/dL, trombocitos $199,4 \times 10^3/\mu\text{l}$; conteo de leucocitos $10,558 \times 10^3/\mu\text{l}$; diferencial leucocitario: neutrófilos 49,5 %, linfocitos 27,32 %, monocitos 17,58 %, eosinófilos 3,38 % y basófilos 2,2 %.

3.1.2. Paco

Tavares *et al.*, (2004), estudiaron los parámetros sanguíneos y biométricos en juveniles de pacu *Piaractus mesopotamicus*, criados en el centro de acuicultura de la Universidad Estatal Paulista (CAUNESP), en el Estado de São Paulo, Brasil, un total de 48 ejemplares de pacu fueron evaluados, con un peso corporal entre 108 y 324,2 g, lo cual fueron anestesiados previamente con benzocaína (1 g/15 L) y la extracción sanguínea fue por punción de la vena caudal con una jeringa conteniendo EDTA al 10 %, los resultados para parámetros hematológicos fueron: promedios de hematocrito 31,90 %, hemoglobina 8,90 g/dL, conteo total de eritrocitos $2,964 \times 10^6/\mu\text{L}$, VCM de 125 fL, CHCM de 28,9 g/dL, diferencial leucocitario: neutrófilos 10,9 %, linfocitos 54,1 %, monocitos 10,3 %, eosinófilos 6,7 % y basófilos 0,3 %.

Garay (2011), estudió las constantes hematológicas del pacu *Piaractus brachypomus* en tres estados de crecimiento (alevín, juvenil y adulto), bajo condiciones de cultivo en selva alta, donde examinó 10 ejemplares de pacu en etapa juvenil cultivados en la localidad de Aucayacu, región Huánuco; la colecta sanguínea se realizó por corte del pedúnculo caudal, colocando las muestras en tubos con EDTA, obteniendo como resultados: promedios de hematocrito 32,4 %, hemoglobina 8,0 g/dL, recuento total de eritrocitos $1,65 \times 10^6/\text{cel}/\text{mm}^3$, conteo total de leucocitos $1,95 \times 10^3 \text{ cel}/\text{mm}^3$, respectivamente.

Cuadros (2018), describió el estado de salud en la especie paco *Piaractus brachypomus* mediante el factor de condición de Fulton (K), en su estudio titulado “Caracterización ultraestructural del parásito *Rondonia rondoni* y evaluación de lesiones a nivel intestinal asociadas a la presencia en paco (*Piaractus brachypomus*) procedentes de la localidad de Iquitos”, donde evaluó el estado de salud de un total de 35 ejemplares proveniente del río Amazonas, obteniendo como resultados, valor de K con una amplitud de 1,49 hasta los 2,20; concluyendo que los peces se encontraron con buena salud.

Reátegui *et al.*, (2018), evaluaron el efecto de la densidad de siembra sobre el desempeño productivo y valores hematológicos en juveniles de paco *Piaractus brachypomus* cultivados en jaulas flotantes en la laguna de Yarinacocha, región Ucayali, el estudio estuvo constituido por 540 ejemplares, donde fueron criados en densidades de 20, 40 y 60 ejemplares por tratamiento, la colecta tomada para el estudio fue de 54 peces y lo realizaron por punción del péndulo caudal, usando una jeringa previamente heparinizada, para después ser puestas en tubos de 3 ml con EDTA. Los resultados fueron: para T1, T2 y T3: promedios de hematocrito 24,67; 26 y un 24,56 %; hemoglobina 9,33; 9,32 y 9,28 g/dL, conteo total de eritrocitos 2,65; 2,75 y 2,62 $\times 10^6/\text{mm}^3$, conteo total de leucocitos 1422,22; 1508,11 y 1521 $\times 10^3/\text{mm}^3$, respectivamente.

Rodrigues (2018), estudió las características hematológicas en la especie paco *Piaractus brachypomus* cultivados en la localidad de Río Branco, Estado de Acre, Brasil; el tamaño muestral estudiado fue de 90 pacos juveniles distribuidos en 3 estanques, 30 en cada estanque, para la colecta de sangre, usaron como anestésico eugenol, en proporción de 1-1,5 ml por litro, obteniendo como resultados: para los

tratamientos A, B y C: promedios de hematocrito 36,34; 38,92 y un 42,47 %, hemoglobina 12,03; 12,94 y 14,12 g/dL, conteo total de eritrocitos 2,46; 1,79 y 3,13 x 10⁶/mm³, conteo total de leucocitos 12,7; 27,2 y 49,1 x10³/mm³, VCM de 168,8; 237,9 y 146,7 fL, CHCM de 33,11; 33,24 y 33,25 g/dL; diferencial leucocitario: neutrófilos 22,8; 21,1 y 45,7 %, linfocitos 13,4; 27 y 48,7 %, monocitos 44,7; 19 y 26,9 %, eosinófilos 34,2; 28 y 28 %, respectivamente.

3.1.3. Gamitana

Tavares *et al.*, (1998), estudiaron las características hematológicas de la especie gamitana *Colossoma macropomum* en un sistema de crianza intensiva, donde evaluaron un total de 30 ejemplares con pesos de 500 a 700 g y longitud de 25,0 a 30,2 cm; de 1 año de edad, no usaron anestésico, la colecta sanguínea fue de la vena caudal con jeringas conteniendo EDTA al 10 % como anticoagulante; obteniendo como resultados: promedios de hematocrito 41,6 %; hemoglobina 11,3 g/dL, conteo total de eritrocitos 2,83 x10⁶/uL, VCM de 150 fL, HCM 41,4 pg, CHCM de 27,7 g/dL, respectivamente.

Centeno (2007), estudió las características hematológicas de la especie gamitana *Colossoma macropomum* en tres etapas de crecimiento (alevín, juvenil y reproductor) en el estado Delta Amacuro, Venezuela, donde evaluaron un total de 30 ejemplares en etapa juvenil, colectando la muestra sanguínea de la vena caudal con jeringas de 3 ml conteniendo heparina sódica como anticoagulante, mostrando así los siguientes resultados: promedios de hematocrito 31,76 %, hemoglobina 10,57 g/dL, conteo total

de eritrocitos $1,19 \times 10^6/\mu\text{L}$, conteo total de leucocitos $1,86 \times 10^4/\text{mm}^3$, VCM de 288,17 fL, HCM 95,17 pg, CHCM de 33,3 g/dL, respectivamente.

Minaya (2018), evaluó los parámetros hematológicos y bioquímicos en la especie gamitana *Colossoma macropomum*, para ello analizó 30 muestras sanguíneas colectadas de un centro de producción Iquitos, Loreto, Perú, donde se obtuvo que los valores hematológicos demuestran una confiabilidad moderada con coeficiente de variación entre un 10 % y un 20 %.

Grande *et al.*, (2023), realizaron un estudio experimental sobre el crecimiento corporal, la composición proximal del músculo y los parámetros hematológicos de juveniles de *Colossoma macropomum* alimentados con una dieta exclusivamente vegetal en comparación con una dieta con bajo contenido de harina de pescado, donde evaluaron un total de 1200 peces y como parte su estudio reportaron valores de factor de condición de Fulton (K) de 1,91; concluyendo que los resultados fueron similares en los peces que consumieron las dos dietas del estudio.

3.2 Índices usados para medir la condición de salud en los peces

En el ámbito de la acuicultura y la piscicultura, es importante contar con indicadores y parámetros que nos permitan evaluar la condición de salud de los peces y asegurar su bienestar. Estos indicadores nos ofrecen información valiosa sobre el estado general de los peces, su calidad de vida y su capacidad para resistir enfermedades.

Es importante considerar que cada especie puede tener diferentes valores de referencia y que estos índices deben ser utilizados en conjunto con otros parámetros y observaciones clínicas para obtener una evaluación completa y precisa de la salud de

los peces. La utilización de estos indicadores nos permite tomar medidas preventivas y de control para garantizar el bienestar de los peces y asegurar la producción sostenible en la acuicultura.

Uno de los índices más utilizados es el índice de condición somática (ICS). Este índice nos permite evaluar el grado de acumulación de reservas energéticas en el organismo de los peces. Para calcular este índice, se toma en cuenta el peso y la longitud del pez, así como el peso de los órganos vitales. Un ICS alto indica que el pez se encuentra en buen estado de salud y tiene un buen rendimiento energético.

Otro índice importante es el índice hepatosomático (IHS). Este índice se utiliza para evaluar el estado de salud del hígado de los peces. Se calcula dividiendo el peso del hígado entre el peso total del pez. Un IHS alto puede indicar la presencia de enfermedades hepáticas o un aumento en la acumulación de grasa en este órgano (López, 2012).

El índice esplénico (IES) es utilizado para medir la condición del bazo de los peces. Se calcula dividiendo el peso del bazo entre el peso total del pez. Un IES bajo puede indicar problemas de salud o un estado de estrés en el pez.

También se utiliza el índice gonadosomático (IGS) para evaluar la condición reproductiva de los peces. Se calcula dividiendo el peso de los órganos reproductores entre el peso total del pez. Un IGS alto puede indicar la presencia de puesta de huevos inminente y un estado saludable de la reproducción (López, 2012).

El índice de leucocitos (IL) se utiliza para evaluar la respuesta inmunitaria de los peces. Se cuenta el número de leucocitos en una muestra de sangre y se compara con los

valores de referencia. Un IL alto indica una respuesta inmunológica activa, mientras que un IL bajo puede indicar un sistema inmunológico debilitado.

Por otro lado, los índices de condición (IC) más usados expresan una relación matemática entre variables morfométricas, siendo las longitudes junto con el peso las más utilizadas. En la práctica este tipo de índices son muy utilizados (Guardiola *et al.*, 2019). Siendo los IC de Fulton (isométrico) y Ricker (alométrico) los más comunes.

En el caso de Fulton (K) y el índice Ricker tienen como raíz una ecuación potencial de la forma $y=a*x^b$ (Ricker, 1975), mientras que Fulton asume un crecimiento isométrico donde el coeficiente de alometría es igual a 3 (Froese, 2006).

El índice alométrico, se recomienda cuando las proporciones de crecimiento de los tres ejes no son iguales, lo que se contempla en el factor de alometría que toma valores significativamente diferentes de tres.

Finalmente, para que sean útiles, los métodos deben: (i) caracterizar los rasgos funcionales de organismos o poblaciones, (ii) abarcar el rango de variabilidad en el proceso examinado, (iii) ser representativos de la población y (iv) medirse fácilmente en condiciones de campo (Shulman y Love 1999). Si bien los métodos fisiológico-bioquímicos generalmente han sido más informativos, requieren más esfuerzo y no son prácticos para muestreos de campo y muestras de gran tamaño. Se han propuesto numerosos métodos para relacionar la salud fisiológica (estado de bienestar, condición) de los peces basándose en características fisiológico-morfológicas, con la premisa de que cuanto más pesados o más gordos es mejor (Wuenschel *et al.*, 2019).

3.3. Perfil hematológico: factores que influyen sobre su variación

Comprender los diversos factores que influyen en las variaciones hematológicas en los peces es crucial para los esfuerzos de conservación y gestión productiva. Dado que los peces viven en contacto muy cercano con sus posibles factores de impacto, un factor clave que influye en la variación hematológica en los peces es el medio ambiente (Wahli, 2002), los peces que viven en aguas contaminadas suelen presentar perfiles hematológicos anormales. Esto puede incluir alteraciones en el recuento de glóbulos rojos y blancos, los niveles de hemoglobina y el recuento diferencial de leucocitos. Los contaminantes ambientales, como los metales pesados, los pesticidas y los desechos industriales, pueden dañar el sistema inmunológico de los peces y provocar anomalías hematológicas como también estrés crónico que llega a producir una leucopenia, acompañada de linfopenia y monocitopenia (Ellis, 1989).

La temperatura del agua también juega un papel importante en los perfiles hematológicos de los peces (Grant, 2015). Los peces que viven en aguas más frías tienden a tener niveles más altos de hemoglobina, ya que esto permite un mejor transporte de oxígeno en condiciones de baja temperatura. Por el contrario, los peces que habitan en aguas más cálidas pueden tener niveles más bajos de hemoglobina debido al aumento de las tasas metabólicas y las demandas de oxígeno.

De esta forma, la concentración de oxígeno tiene un efecto directo sobre la eritropoyesis porque la hipoxia, como respuesta aguda, produce la liberación de eritrocitos a través de la contracción esplénica, lo que resulta en un aumento de eritrocitos inmaduros circulantes (Valenzuela *et al.*, 2002).

En la misma línea, los factores dietéticos también influyen en los perfiles hematológicos de los peces. La dieta de un pez afecta su estado nutricional, lo que, a su vez, afecta la composición de la sangre. Por ejemplo, las dietas deficientes en hierro pueden provocar anemia en los peces, caracterizada por niveles bajos de hemoglobina y disminución del recuento de glóbulos rojos. Por el contrario, las dietas ricas en nutrientes esenciales, como vitaminas y minerales, pueden mejorar el perfil hematológico de los peces, promoviendo una mejor salud general.

Además, las especies de peces y la variación genética individual pueden afectar sus perfiles hematológicos. Las diferentes especies pueden tener diferencias inherentes en la composición de su sangre, como variaciones en los tipos y tamaños de glóbulos rojos o blancos. Las variaciones genéticas dentro de una especie también pueden influir en los parámetros hematológicos, lo que da lugar a diferencias individuales en los recuentos de células sanguíneas y otras características hematológicas.

Además, los cambios producidos por patógenos y contaminantes se reflejan en cierto grado de inmunosupresión y cambios en las características hematológicas del organismo, como el hematocrito, la concentración de hemoglobina, el recuento de leucocitos, que pueden usarse como indicadores de contaminación (Wahli, 2002), además como indicador fisiológico de disfunción orgánica, debido al estrés (Wedemeyer *et al.*, 1990).

Por ende, comprender los factores que influyen en la variación hematológica en los peces es vital para evaluar su salud y bienestar. El seguimiento de los perfiles hematológicos de los peces puede servir como un sistema de alerta temprana para detectar factores estresantes ambientales, brotes de enfermedades y otros problemas de

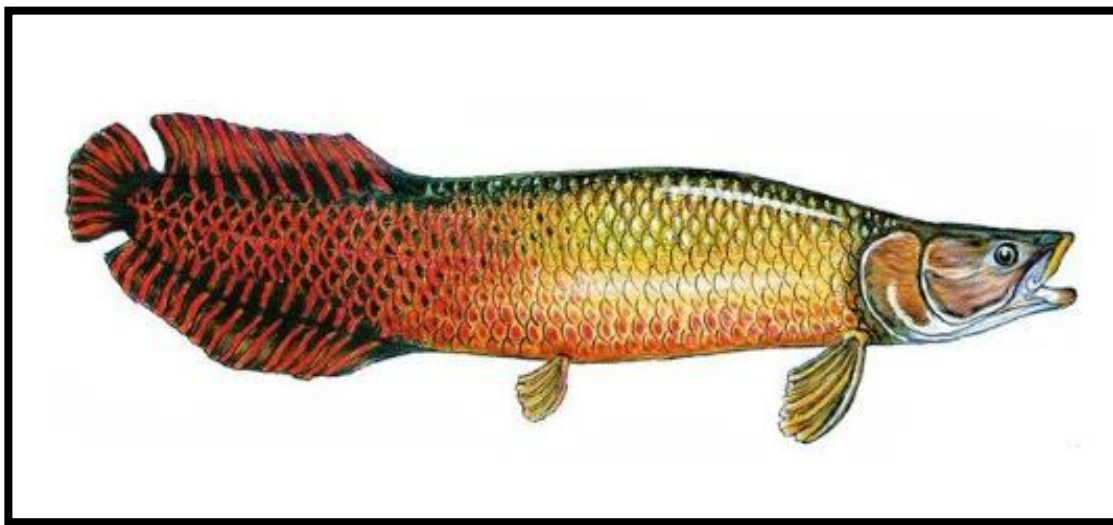
salud. Este conocimiento puede ayudar a guiar los esfuerzos de conservación, la gestión pesquera y las prácticas de acuicultura para garantizar la preservación y el uso sostenible de las poblaciones de peces. Por lo tanto, investigar los perfiles hematológicos de los peces es esencial para comprender su salud y estado fisiológico. Factores como la contaminación ambiental, la temperatura del agua, la dieta, las especies y la variación genética pueden influir significativamente en las variaciones en los parámetros hematológicos de los peces. Al estudiar estos factores, podemos proteger y gestionar mejor las poblaciones de peces, contribuyendo a la conservación general de los ecosistemas acuáticos.

3.4 Características generales de las especies amazónicas

3.4.1 Paiche

Figura 1

Ilustración de la vista lateral del paiche (Arapaima gigas).



Fuente: pescagerais.com.br disponible en <https://blog.pescagerais.com.br/peixe-pirarucu/>

La ubicación taxonómica del paiche presenta la siguiente estructura:

Súper orden:	Osteoglossomorpha
Orden:	Clupeiformes (Osteoglossiformes)
Superfamilia:	Osteoglossidae (Arapaimidae)
Familia:	Arapaimidae
Gen. Esp.	<i>Arapaima gigas</i> (Cuvier)
Nombre común:	Paiche, Pirarucu citado por (Campos, 2001)

El paiche *Arapaima gigas* es uno de los peces vivos más grandes del Amazonas. Alcanza una longitud de unos 3 metros y llega a pesar más de 200 kg (Da Costa *et al.*, 2020). Esta especie existe desde el período cretáceo (65 a 136 millones de años) y se cree que ha descendido de los primitivos peces óseos (Ligña *et al.*, 2018). Su distribución se da en las cuencas de los ríos Amazonas, Araguaia-Tocantins y Esequibo, ubicadas en parte de Brasil, Ecuador, Guyana y Perú. Además, la especie ha sido introducida en varios sistemas de agua no autóctonos (Castello & Stewart, 2010). En Perú y Bolivia, al *Arapaima gigas* se le conoce como paiche, mientras que en Brasil se le suele llamar pirarucú debido a su color rojizo; en Guyana se le llama “arapaima”, probablemente por su nombre original “warapaima” (Campos, 2001).

Morfología

El paiche se caracteriza por tener la cabeza pequeña con relación al tamaño de su cuerpo, que es un 10 % aproximadamente, asimismo posee 58 placas óseas y cada una

presenta de 6 a 8 poros, por donde secreta una mucosidad blanquecina llamada por los lugareños amazónicos como leche del paiche, la cual sirven a sus crías como fuente de alimento. Además, tiene un cuerpo alargado, redondo y elipsoidal cubierto de escamas cicloideas grandes y gruesas (Rebaza *et al.*, 1999).

El color del paiche es negro cuando están en estado larval y de alevinos, y castaño claro, del octavo al noveno mes de edad (Chaupe, 2015), además presenta una coloración ceniza oscura bordeada con escamas amarillas que pueden volverse rojizas; tiene aletas pequeñas orientadas hacia la parte posterior y posee una lengua ósea con dientes filiformes (Campos, 2001). En estado juvenil la diferenciación sexual no es posible debido a su morfología externa. Las diferencias de color y tamaño solamente se ven cuando se hace adulto, siendo los laterales y el área de la cola del macho de color rojo intenso, mientras que la hembra de color más claro. En términos de tamaño, las hembras son ligeramente más robustas que los machos. Las aletas pectorales, al igual que las aletas pélvicas, tienen bordes distales redondeados; la región de la cola está notablemente comprimida, incluyendo el tercio posterior del cuerpo, en el que se insertan las aletas dorsal y anal, que convergen hacia la aleta caudal, pero no están conectadas (Alcántara *et al.*, 2006).

Hábitat

El paiche vive naturalmente en aguas situadas lateralmente cerca de ríos, lagunas y meandros antiguos, donde el agua tiene un pH ligeramente ácido y es rica en materia orgánica en suspensión, resultante de la descomposición de la vegetación ribereña y acuática (Alcántara *et al.*, 2006), estos peces además tienen cierta predilección por

concurrir las orillas donde se encuentra abundante vegetación acuática, entre ellas gramíneas como *Echinochloa polyastachia* y *Paspalum repetís*, además pueden tolerar bajas concentraciones de oxígeno y elevadas de amoníaco (Campos, 2001).

Hábitos alimenticios

El paiche presenta un hábito alimenticio carnívoro alimentándose especialmente de peces pequeños relacionados con la proporción de su tamaño, puede llegar a alcanzar los 10 kg de peso al primer año de edad (Rebaza *et al.*, 1999).

El paiche se alimenta principalmente de pequeñas carachamas (Loricáridos) y captura a sus presas mediante una poderosa succión con su boca, generalmente acompañada con un chasquido y un coletazo (Alcántara *et al.*, 2006).

Como la mayoría de los peces de agua dulce, el paiche procura alimentarse al atardecer o amanecer. Cuando el día es caluroso buscará sombra bajo las plantas acuáticas para evitar la fuerte luz solar, permanecerá inmóvil bajo el agua (De Cooperación Amazónica, 1999).

Reproducción

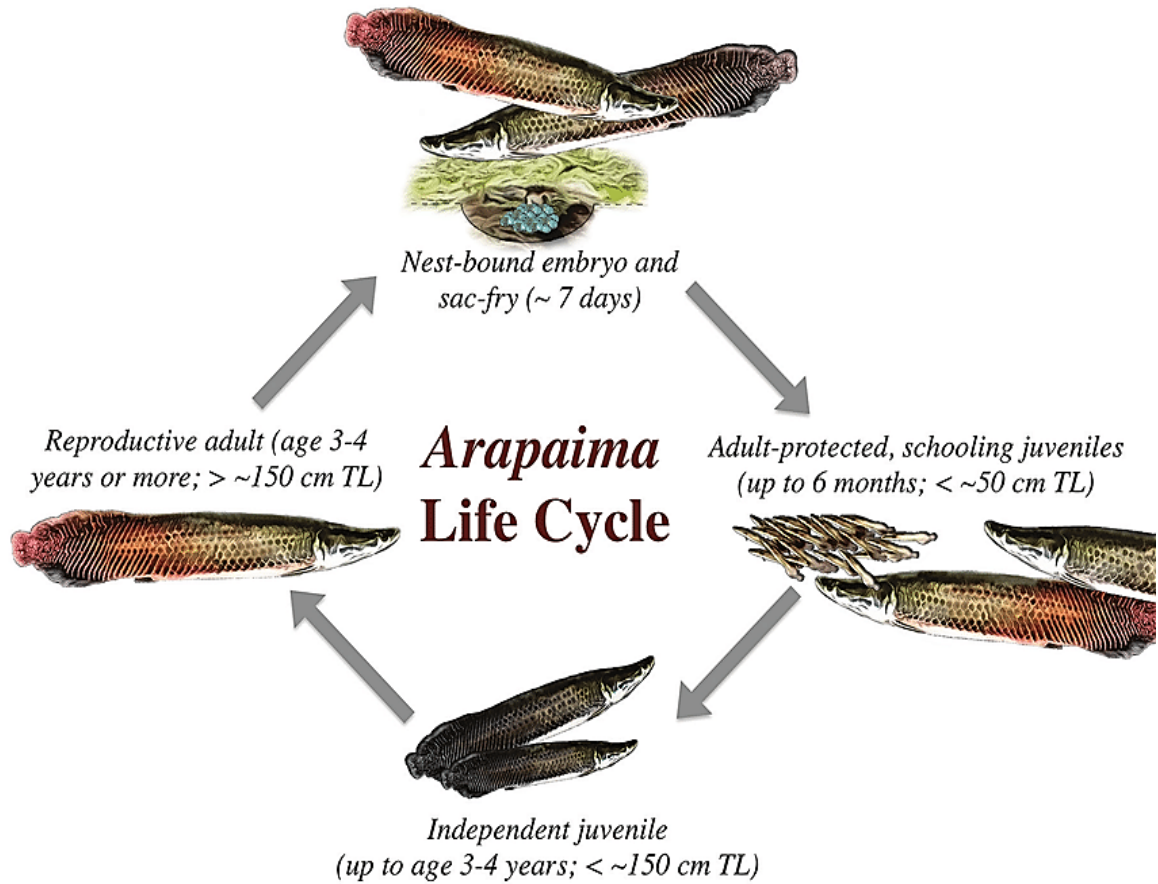
El paiche macho y hembra tienen una sola gónada desarrollada, ubicada en el lado izquierdo. En cuanto al testículo es de forma alargada y casi cilíndrico. El ovario en desarrollo tiene forma de hoja y es de gran tamaño cuando madura, presenta numerosos pliegues transversales en la que se desarrollan los óvulos que pueden verse a simple vista y son de color rojo, blanco y verde (Alcántara *et al.*, 2006).

El paiche es heterosexual, pero no tiene dimorfismo sexual y la fecundación lo realiza de forma externa, tiene una gran capacidad de adaptarse en ambientes artificiales, donde puede reproducirse naturalmente sin problemas (Rebaza *et al.*, 1999). Comienza su madurez sexual cuando presenta un peso aproximado de 40 - 45 kg y una talla entre 1,60 a 1,85 m y puede llegar a desovar varias veces durante todo el año (Del Águila, 2010), con mayor intensidad entre los meses de septiembre y diciembre, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias, haciendo sus nidos en la zona litoral a menos de un metro de profundidad, preferiblemente en zonas de suelo sólido, sin vegetación y sin fango. Una vez que los huevos son puestos y fertilizados en el nido, la pareja cuida los huevos durante el desarrollo embrionario (Alcántara *et al.*, 2006).

Después que las crías salen de los huevos y comienzan a moverse a través de las aguas, la seguridad a partir de este momento depende del cuidado de sus padres, las crías siempre se mueven adheridas alrededor de la cabeza y dorso del macho, que se vuelve color oscuro en su totalidad, como medio de camuflaje; las larvas no se separan nunca del padre y emergen a la superficie a los 5 a 6 días post-eclosión (9 a 11 días post-fertilización), esta singular dependencia continúa hasta que los paiches juveniles comienzan a alejarse, para incursionar nuevos territorios, hasta que finalmente se separan de sus progenitores y con esto, el ciclo finaliza y los paiches adultos pueden empezar de nuevo a reproducirse (Chu Koo, 2017).

Figura 2

Ilustración del ciclo de vida del Arapaima gigas.



Fuente: Gurdak *et al.*, (2019)

Fisiología del Paiche

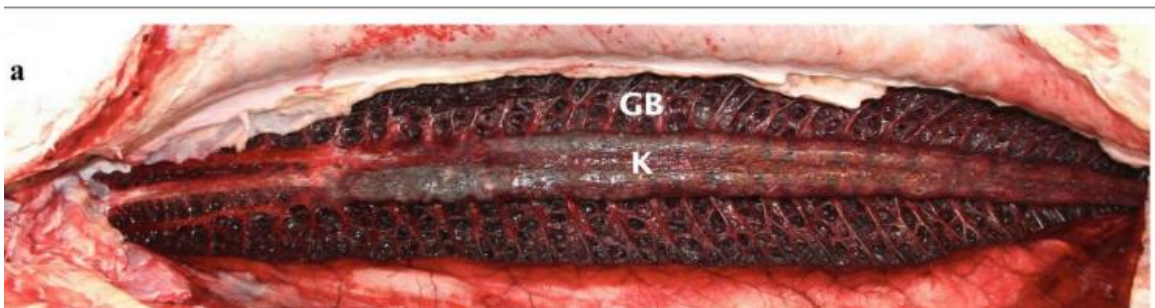
Sistema respiratorio

Los paiches presentan branquias relativamente pequeñas en comparación con el tamaño de su cuerpo, por lo tanto, para respirar debe salir a la superficie para captar aire atmosférico utilizando para ello una vejiga especializada adherida a su columna, que se comunica directamente con el esófago a través de una válvula que el pez controla

a voluntad (Alcántara *et al.*, 2006), esta vejiga especializada también llamada pulmón o pseudo-pulmón, capta aproximadamente el 80% de oxígeno directamente del aire, presentan trabéculas similares a los pulmones y funciona como un órgano respiratorio importante, dotado de vasos sanguíneos que permiten el intercambio de gases entre la sangre y el aire que circula por los capilares, como un pulmón real. La vejiga del paiche es muy grande, ocupa toda la región dorsal de la cavidad abdominal, se conecta con la parte posterior de la faringe, saliendo frente a la glotis (Hurtado, 1997).

Figura 3

Vejiga especializada del *Arapaima gigas*



Fuente: Scadeng *et al.*, (2020)

Sistema circulatorio

Esta especie tiene un metabolismo cardíaco específico que utiliza la grasa como combustible principal cuando el suministro de oxígeno es abundante, pero también puede cambiar a fermentación de glucógeno cuando el contenido de oxígeno es limitante.

El corazón de paiche está compuesto por seis componentes anatómicos dispuestos en

una serie: seno venoso, aurícula, segmento auriculoventricular, ventrículo, cono arterioso y bulbo arterioso (Buzete *et al.*, 2019).

Sistema digestivo

La boca es superior, grande y oblicua, con muchos dientes relativamente pequeños, aproximadamente iguales entre sí. La lengua está bien desarrollada y se distingue por un hueso interno plano y ligeramente arqueado llamado hueso hioides, que mide entre 10 y 20 centímetros de largo y está recubierto por numerosos conos de esmalte, pequeños pero fuertes. Hay dos placas óseas laterales en la boca que funcionan como dientes reales y pueden detener a la presa y matarla antes de tragarla. Presenta un tracto digestivo corto como todos los peces carnívoros (Rebaza *et al.*, 1999).

3.4.2 Paco

Figura 4

Ilustración de la vista lateral del paco (Piaractus brachyipomus).



Fuente: Grupo Bioinfo-IIAP disponible en <http://amazonia.iiap.org.pe/especies/ver/239>

La ubicación taxonómica del paco, presenta la siguiente estructura:

Clase: Actinopterygii

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Género: *Pyaractus*

Especie: *Pyaractus Brachypomus* (Cuvier, 1818)

Nombre común: Paco, cachama blanca, morocoto, pirapitanga

El paco *Piaractus brachypomus* es originaria de la cuenca de los ríos Amazonas y Orinoco (Chaverra *et al.*, 2017). Es considerada una especie importante para la acuicultura en varios países, como Colombia, Brasil, Perú, Venezuela y América Central (Kumar *et al.*, 2018), esta especie presenta una apariencia similar al *Colossoma macropomum*, pero de menor tamaño, pudiendo llegar a crecer hasta 80 cm de longitud y alcanzar 20 kg de peso, es un pez de escamas (Pessoa *et al.*, 2015) y es considerado como el tercer pez de mayor tamaño de la región amazónica después del paiche y la gamitana, tiene un crecimiento más lento que la gamitana (Yoshioka, 2014). El paco tiene buenas características productivas como crecimiento rápido, rusticidad, resistente a elevadas temperaturas del agua, resistente a bajos niveles de oxígeno disuelto, al manejo y a enfermedades (Chagas *et al.*, 2005) siendo estas buenas condiciones para desarrollar su cultivo. El paco debido al éxito reproductivo que se obtienen en cautiverio, a su adaptabilidad para consumir alimento balanceado, se le considera como un pez nativo con alto potencial productivo y comercial, ideal para su crianza en

Latinoamérica (Peñuela *et al.*, 2007).

Morfología

Su cuerpo es alto y comprimido lateralmente, su cabeza es de tamaño mediano con opérculos alargados. Presenta un premaxilar fuerte con dos series de dientes tricúspides modificados, la serie interna consta de cuatro dientes molariformes, donde el anterior se encuentra detrás de los dos primeros de la serie externa. La mayoría de las escamas son cicloideas (Salas *et al.*, 2009).

El paco adulto se caracteriza por ser de color grisáceo con aspecto brillante azulado en la región dorsal y flancos, la región abdominal es de color blanquecino con partes de color anaranjado, el paco juvenil es de color más claro que el adulto, con un rojo intenso bien marcado en el abdomen, aleta anal y caudal. Poseen pocas branquiespinas por ello presentan una baja capacidad de filtración (González, 2001).

Habitad

Esta especie tiene la misma distribución geográfica de la gamitana, con la que comparte hábitat y nicho ecológico (Guerra *et al.*, 2000). Estudios realizados en Brasil y Perú registran a esta especie en aguas blancas y claras. En época de creciente se les halla colonizando las áreas de inundación de los principales ríos y cochas amazónicas (Salas *et al.*, 2009).

Hábito alimenticio

El paco posee un hábito alimenticio omnívoro, en el ambiente natural alimentándose

de frutas, semillas, hojas y pequeños crustáceos (Lima, 2014). En condiciones naturales, las larvas y alevinos se alimentan de la abundante producción natural que se da en las áreas recién inundadas debido a la temporada de lluvias; posteriormente los peces en etapa juvenil habitan los afluentes de los ríos y en etapa adulta los grandes ríos, la cual hacen la migración masiva para la reproducción (González, 2001).

Reproducción

El paco tiene un comportamiento reproductivo similar a la gamitana, se da inicio durante la temporada de lluvias que es durante los meses de octubre a diciembre, la cual ocasionan que los ríos incrementen sus niveles de agua. En ambientes controlados para inducir al desove se utilizan productos hormonales para la reproducción, la hembra puede llegar a producir hasta 100,000 óvulos por cada kilo de peso vivo (Guerra *et al.*, 2000). En su medio natural, el paco hembra realiza el desove únicamente una vez al año, en la época de lluvias. Las áreas inundadas son aprovechadas por las larvas y alevinos para su desarrollo, gracias a la gran productividad que en estas se encuentra. Los juveniles se encuentran en las corrientes secundarias y, posteriormente, los adultos de 4 a 5 años migran masivamente para realizar la reproducción (González, 2001).

Fisiología del Paco

Sistema respiratorio

Respiran por branquias, capturando el oxígeno disuelto en el agua. Las branquias consisten en estructuras filiformes que contienen muchos capilares cuyas superficies permiten el intercambio de gases. La manera en que respiran, es capturando el agua por

la boca y la expulsan por las branquias, reteniendo así el oxígeno y liberando dióxido de carbono (EducaMadrid, 2011).

La estructura de las branquias es compleja. A partir de los arcos branquiales (estructuras curvas que pasan a través de las hendiduras branquiales a ambos lados de la cabeza), se desarrollan dos filas de filamentos branquiales, dispuestos entre ellos formando una V. De estos filamentos surgen un conjunto de pliegues llamados laminillas secundarias, perpendicular al filamento (Arenas, 2015).

El sistema respiratorio del paco es el más vulnerable en los sistemas de producción intensiva (García *et al.*, 2001).

Sistema circulatorio

Los peces tienen un sistema circulatorio cerrado con sangre contenida enteramente en los vasos sanguíneos. La sangre se bombea desde el corazón a las branquias (superficies de intercambio de gases) y luego al cuerpo y de regreso al corazón, por lo que la sangre solo fluye a través del corazón una vez por ciclo por todo el cuerpo. La sangre pierde presión a medida que pasa a través de las branquias y sale de ellas, fluyendo a baja presión por todo el cuerpo antes de regresar al corazón (BIOINNOVA, 2016).

El sistema circulatorio es cerrado y simple, con un solo circuito: la sangre fluye desde el corazón a las branquias, de allí al resto del cuerpo, y de regreso al corazón. El corazón tiene una aurícula y un ventrículo (EducaMadrid, 2011).

Sistema digestivo

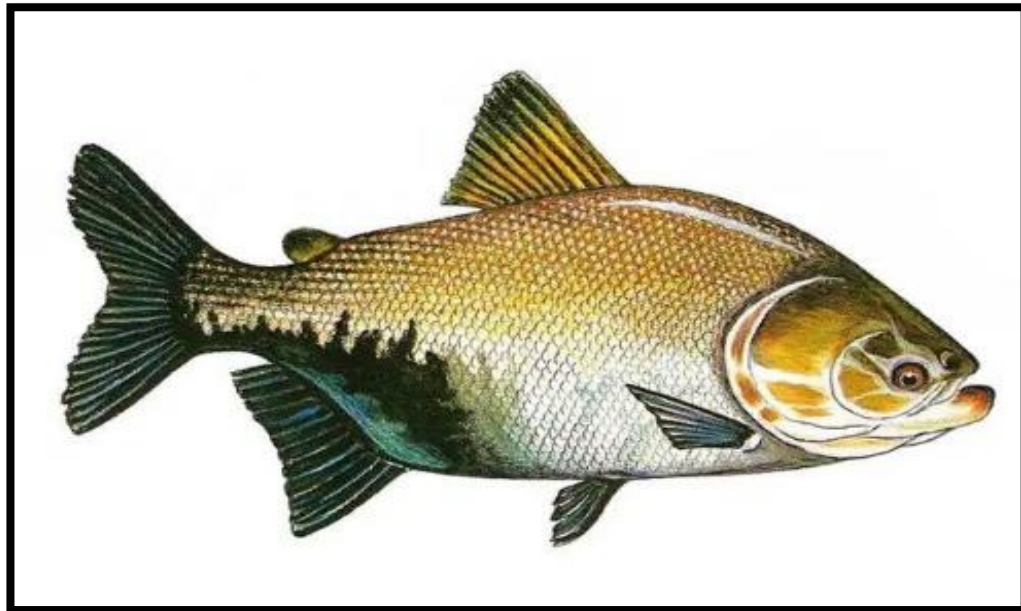
Anatómicamente, el tracto digestivo se puede dividir en parte anterior y posterior: la

primera corresponde a la cavidad bucal y faringe, así como a las estructuras de inserción que utilizan los peces para obtener alimento. La parte posterior contiene el esófago, el estómago, los intestinos y el ciego pilórico, que llevan a cabo el proceso de digestión de los alimentos y absorción de nutrientes. El paco tiene la boca en posición terminal, era de tamaño relativamente pequeño y su principal característica distintiva son sus dientes muy fuertes, capaces de triturar y los duros componentes vegetales de su dieta (Landines *et al.*, 2011).

3.4.3 Gamitana

Figura 5

Ilustración de la vista lateral de la gamitana (Colossoma macropomum).



Fuente: pescagerais.com.br disponible en <https://blog.pescagerais.com.br/peixes-das-aguas-brasileiras/>

La ubicación taxonómica de la gamitana, presenta la siguiente estructura:

Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Characidae
Subfamilia:	Serrasalminae
Género:	Colossoma
Especie:	<i>Colossoma macropomum</i>
Nombre común:	Cachama negra y gamitana (FAO, 2010)

La gamitana es un pez de escama de gran tamaño, siendo solamente superado por el paiche, se encuentra ampliamente distribuida en América del Sur, puede llegar a medir 1 metro de longitud y pesar hasta 28,5 kg, se le conoce con muchos nombres como: “cachama” en Colombia, “cachama negra” en Venezuela, “tambaqui” en Brasil, y “gamitana” en Perú (FONDEPES, 2014). Presenta características como: resistente a la manipulación, rápido crecimiento, tolera aguas con baja calidad, las regiones donde mayormente se cultiva esta especie en el Perú son: Loreto, Ucayali, Madre de Dios, San Martín y Huánuco (Campos, 2015).

Morfología

La gamitana se caracteriza por tener forma ovalada, su cuerpo es comprimido lateralmente, en la etapa adulta presenta una coloración amarillenta a un verde olivo en su región dorsal y manchas oscuras en la región ventral (Saint-Paul, 1986). En etapa

juvenil la gamitana es más clara, con partes de color naranja en el abdomen (González, 2001) y presenta una mancha en forma de “ojo” en la línea lateral, que llega a desaparecer con el tiempo. En la cavidad bucal y branquial presenta laminillas muy finas, la cual le permiten la filtración de microorganismos en suspensión (Woynarovich y Woynarovich, 1998). A diferencia del *Piaractus brachypomus* la gamitana presenta el hueso opercular y la cabeza más ancha con 84 a 107 branquiespinas que le es útil para la actividad filtradora.

Habitad

En su entorno natural, la gamitana pasa mayor parte del tiempo en cuerpos de aguas negras, silenciosas o lenticas, con pH ácido, cubiertas de vegetación. Sin embargo, también se presenta en ambientes con aguas blancas y claras, como la parte media y alta del río Huallaga (Guerra *et al.*, 2000).

Habito Alimenticio

La gamitana es omnívora y puede comer diversos alimentos, según la disponibilidad de estos durante todo el año, cuando el bosque se encuentra inundado, ofrece a la gamitana una amplia variedad como semillas, plantas, frutas, nueces, peces pequeños, caracoles, entre muchos otros alimentos naturales, la gamitana puede triturar fácilmente sus alimentos con los dientes molariformes que poseen. Además, posee una gran capacidad para filtrar el zooplancton presente en el agua, que es un alimento importante durante los períodos de reflujos en los ríos amazónicos, cuando los peces se ven obligados a concentrarse en los cauces de los ríos (Kubitza, 2004).

Reproducción

La gamitana es sexualmente madura a la edad de 3 a 4 años, llegando a reproducirse juntamente con la crecienta de los ríos durante los meses de octubre a diciembre en la temporada de lluvias. No se reproduce por si sola en ambientes controlados, siendo necesaria una inducción hormonal para realizar la reproducción in vitro (FONDEPES, 2014). En el ambiente natural la reproducción se da en aguas corrientes a causa de la crecienta del río. Los huevos fertilizados y larvas son llevadas por la corriente del río hasta por 15 días, luego de los cuales los alevines migran a las aguas marginales, donde completan las etapas de juvenil y pre-adulto (FAO, 2010).

Fisiología de la Gamitana

Sistema respiratorio

La gamitana es de respiración branquial obligada, puede vivir incluso cuando las concentraciones de oxígeno son inferiores a 0,5 mg/L. En diversos experimentos, se observó que los peces de esta familia eran capaces de utilizar el oxígeno del agua superficial para respirar y poder sobrevivir en hábitats pobres en oxígeno. Este rasgo, conocido como respiración superficial acuática (ASR), requiere una mayor actividad locomotora y adaptaciones para crear una extensión dérmica en la mandíbula que aparentemente cumple una función hidrodinámica para explotar la capa superficial (Saint-Paul, 1984).

Sistema circulatorio

Al igual que el paco posee un sistema circulatorio cerrado y simple, que se trata de un solo circuito: la sangre va del corazón a las branquias y desde ahí al resto del organismo y después vuelve al corazón. El corazón tiene una sola aurícula y un solo ventrículo (EducaMadrid, 2011).

Sistema digestivo

Esta especie tiene un estómago bien definido, alargado y bastante elástico, seguido de sacos pilóricos, que son de 43 a 75, que ayudan en la digestión de los alimentos (Goulding y Carvalho, 1982). El intestino es relativamente largo en relación con el cuerpo del animal, aproximadamente de 2 a 2,5 veces la longitud del cuerpo (Rotta, 2003). De esta manera, el tracto gastrointestinal de la gamitana se puede dividir morfológicamente en cinco partes: esófago, estómago, saco pilórico e intestino proximal y distal; mostrándose las diferencias entre ellos en enzimas digestivas como amilasa, maltasa, proteasa ácida, proteasa pancreática, proteasas; la digestión se concentra principalmente en el saco pilórico y el intestino proximal, con las actividades enzimáticas de amilasa, maltasa, tripsina y quimotripsina (Correa *et al.*, 2007).

3.5 Parámetros hematológicos

La hematología es una ciencia biológica que estudia la composición, estructura y función de la sangre (Océano, 1991). También considerada como herramienta válida muy útil en la determinación del estado de salud y el equilibrio metabólico en los peces, tanto de vida silvestre como de producción (De Pedro *et al.*, 2004).

La sangre es un tejido compuesto por una matriz líquida, el plasma, en la que se suspenden células (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas) y proteínas, glucosa, iones minerales, hormonas y dióxido de carbono en solución. El volumen de sangre del animal oscila entre el 6% y el 10% del peso corporal. A través de la circulación, la sangre entra en contacto con todos los órganos del cuerpo, por lo que valorarla permite determinar cambios en los diferentes tejidos (Rozas *et al.*, 2015).

3.5.1 Recuento Leucocitario

Los leucocitos, también conocidos como glóbulos blancos, son células que actúan en la defensa del organismo y se encuentra circulando en la sangre de manera constante, todos los tipos de leucocitos tienen origen en las células madre mieloides, siendo estas: los neutrófilos, monocitos, linfocitos y células dendríticas (Tizard, 2009), entre ellas tenemos:

Neutrófilos (Neu): Se encuentran en sangre circulante y tejidos inflamados (Campbell, 1988), su principal función es la actividad fagocítica (O'Neill, 2003). Es el leucocito de mayor importancia, es granulocito polimorfonuclear, mide aproximadamente su diámetro de 10 a 12 μm . Tienen un tiempo de vida corto llegando a morir en pocos días y debido a eso son renovados de manera constante. En cuadros infecciosos los neutrófilos se incrementan considerablemente hasta 10 veces, esto debido a que se liberan directamente de la médula ósea (Tizard, 2009).

Linfocitos (Lin): Se encuentran de forma circulante en sangre y linfa, llegando a

congregarse en los órganos linfoides como el bazo, nódulos linfáticos y timo (Roberts, 1989). Presentan receptores de antígeno que le permiten reconocer y actuar ante la presencia de antígenos. Son responsable de la producción de anticuerpos y de la respuesta inmune mediada por células del organismo (Tizard, 2009).

Monocitos o macrófagos (Mo): Son células fagocíticas, son capaces de ingerir y digerir agentes extraños, inertes y también restos de procesos degenerativos (MacArthur y Fletcher, 1985), se denominan monocitos circulando en sangre y macrófagos a los monocitos que maduran y se adhieren a los tejidos. Los monocitos se unen a las células del endotelio vascular de forma similar a los neutrófilos. Los macrófagos se mueven más despacio, tiene capacidad antimicrobiana y tienen la habilidad de estimular las respuestas inmunitarias adquiridas. Los macrófagos son los responsables de la recuperación tisular (Tizard, 2009).

Eosinófilos (Eos): Son células polimorfonucleares, participan en la respuesta inmune ante infecciones, son un poco más grande que los neutrófilos y presentan gránulos citoplasmáticos que se tiñen intensamente con eosina (Tizard, 2009). Los valores eosinofílicos varían mucho en los leucocitos, esto es debido a que los eosinófilos están influenciados por la presencia de parásitos en el organismo (Tizard, 2009).

Basófilos (Bas): Son células granulocíticas menos numerosas, se denominan así porque sus gránulos citoplasmáticos se tiñen fácilmente con colorantes básicos, especialmente la hematoxilina. Representan apenas el 0.5 % del total de leucocitos en

sangre, los basófilos pueden ingresar a los tejidos, esto influenciada por ciertas quimioquinas producidas por los linfocitos T. Los gránulos de los basófilos presentan moléculas vasoactivas muy similares a las que poseen los mastocitos (Tizard, 2009).

3.5.2 Recuento de Glóbulos Rojos

Los eritrocitos, también conocidos como glóbulos rojos, son células sanguíneas predominantes, una de las funciones más importantes de los eritrocitos es llevar oxígeno a los tejidos y transportar el dióxido de carbono hacia los pulmones para su eliminación (Rozas *et al.*, 2015), constituyen gran parte de los elementos que se encuentra en la sangre y debido a ello es el color rojo característico (Arauz *et al.*, 2020).

3.5.3 Hematocrito (Hto):

Mide la cantidad de sangre compuesta por los glóbulos rojos, se lee por el método de microhematocrito con el uso de tubos capilares (Tavares *et al.*, 1999).

3.5.4 Hemoglobina (Hb):

Es un pigmento rojo que contiene hierro y se encarga de transportar oxígeno y dióxido carbónico (Arauz *et al.*, 2020). La hemoglobina transporta el oxígeno desde los pulmones a varios tejidos del cuerpo, donde se utiliza en el metabolismo energético y retira el dióxido de carbono producido por dicho metabolismo (Centeno *et al.*, 2007).

3.5.5 Índices Hematimétricos:

Volumen corpuscular medio (VCM): Es el volumen medio de un glóbulo rojo aislado,

expresado en micrómetros cúbicos (Arauz *et al.*, 2020).

Hemoglobina corpuscular media (HCM): Mide el contenido medio de hemoglobina de un glóbulo rojo aislado expresado en picogramo (pg) (Arauz *et al.*, 2020).

Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM): Es el porcentaje de hemoglobina en 100 ml de glóbulos rojos (Arauz *et al.*, 2020).

3.6 Índice de condición o factor de fulton (K)

El factor de condición de Fulton (K) es la herramienta estándar para estudiar el bienestar de las especies de peces (Ragheb, 2023), en biología pesquera, el peso relativo a la longitud se denomina “condición” y se describe mediante el "Factor de condición”, donde se ve afectado por la interacción de factores bióticos y abióticos en diferentes épocas del año, la cantidad de alimento ingerido, la condición del desove, etc. (Dioses, 1983).

Para la interpretación de este factor se aplica un coeficiente de escala para acercar el factor a 1 (Nash *et al.*, 2006), se deben considerar los siguientes factores: Si $K = 1$, significa que el individuo se encuentra en condiciones óptimas de crecimiento y está clasificado como pez normal; cuando $K > 1$, significa que la condición de peso del individuo es buena, implica que hay abundante alimento en el ecosistema que habita; si $K < 1$, significa que el individuo posee una baja condición, lo que significa que no cuenta con suficiente alimento disponible y posiblemente pueda verse afectado por factores externos que afectan en su alimentación y comportamiento (Ordóñez, 2021).

El índice o factor de condición de Fulton (K), es utilizado para determinar el grado de bienestar o robustez, es similar al índice de masa corporal en humanos, debido a que permite que relacionar el peso con la longitud total de los peces (Leyton *et al.*, 2015), se determina el valor de K, mediante la siguiente formula:

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

Donde:

W = Peso del pez en gramos.

L = Longitud del pez en centímetros.

Este factor o condición de Fulton (K) se basa en la relación de longitud/peso, conforme a la ley del cubo, donde expresa un crecimiento isométrico de los individuos (Leyton *et al.*, 2015).

3.7 Consideraciones físico-químicas del agua de peces de cultivo

Temperatura

La temperatura del agua juega un papel muy importante en la biología de los organismos acuáticos (principalmente peces), teniendo influencia en su desarrollo, ya que son poiquiloterms (Franco, 2007).

La temperatura adecuada para el cultivo de gamitana, paco y paiche es de 27 a 30 °C, excepcionalmente estos peces pueden soportar temperaturas de hasta 36 °C, pero solamente por poco tiempo. En caso de exposición prolongada y por encima de 36 °C, puede producir mortalidad. Estanques con una profundidad inferior a 60 cm, suelen calentarse rápidamente, especialmente cuando se acerca la estación seca (Kohler *et al.*, 2007).

Potencial de hidrógeno (pH)

El pH mide la concentración de iones de hidrógeno y sirve para indicar la capacidad de reacción ácida o básica del agua. El pH del agua natural es fuertemente influenciado por la concentración del dióxido de carbono que actúa como una sustancia ácida (De Cooperación Amazónica, 1999). El pH debe estar comprendido entre 6.5 - 8.5, pero el pH óptimo es de 7.0 para que haya buena producción de plancton. Es un factor que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua de cultivo de los peces (Kohler *et al.*, 2007).

Oxígeno disuelto

Entre los gases disueltos en el agua, el oxígeno es el más importante porque es necesario para la respiración de los peces y otros organismos aeróbicos (Franco, 2007).

El oxígeno es uno de los factores más importantes en la regulación de la calidad del agua en los estanques de peces. Su solubilidad cambia con los cambios en la temperatura del agua. La solubilidad del oxígeno varía entre 8 y 7 miligramos por litro (mg/l) en el rango de temperatura de 25 a 35 °C. Sin embargo, la concentración normal de oxígeno

en el agua es inferior a la su solubilidad. Cuando la concentración es igual a la solubilidad, se dice que el agua está saturada de oxígeno (De Cooperación Amazónica, 1999).

Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno amoniacal en el agua se encuentra en la forma no iónica de amoníaco (NH_3) o en la forma iónica de amonio (NH_4^+). En su forma no iónica es tóxico y los peces únicamente pueden tolerar pequeñas cantidades que varían con el tiempo de exposición (0,6 a 2,0 mg/L). Sin embargo, en su forma ionizada no es tóxico a menos que esté presente en altas concentraciones. El pH y la temperatura interactúan con el nitrógeno amoniacal y modulan de alguna manera la presencia de uno u otro ion (De Cooperación Amazónica, 1999).

IV. JUSTIFICACIÓN

La Hematología como herramienta es considerada muy importante porque se emplea con éxito en el campo de la Medicina Veterinaria, con mayor frecuencia en especies menores (caninos y felinos) y de producción (bovina, porcina, aves, etc.), pero en la producción acuícola, especialmente en peces amazónicos es aún muy poco utilizada, sobre todo en la región Ucayali y gran parte de la Amazonia Peruana, esto debido a que todavía se encuentra en desarrollo a comparación de otras actividades de producción animal y desconocimiento de la importancia de esta herramienta en los centros de cultivo. De otra parte, saber el estado de condición de salud de los peces brinda información sobre un buen o mal desempeño productivo.

Por consiguiente, para tener éxito en un cultivo acuícola es muy importante la sanidad como uno de los factores significativos para alcanzar una buena producción y aprovechamiento de la misma, mediante un estudio sanguíneo de rutina a los peces de producción se obtendría información necesaria del estado de salud en que se encuentran y así previniendo enfermedades o mejorando el cultivo.

Por lo tanto, la presente investigación se justifica plenamente, ya que está orientada a obtener datos acerca de las características hematológicas y estado de condición de salud, para así contribuir en el conocimiento de la hematología y bienestar de las principales especies amazónicas cultivadas en la región Ucayali bajo condiciones de selva baja.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

- Determinar el perfil hematológico y condición de salud de las especies paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali, Perú.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar las características del perfil hematológico de la especie paiche (*Arapaima gigas*) cultivadas en la región Ucayali, Perú.
- Determinar las características del perfil hematológico de la especie paco (*Piaractus brachypomus*) cultivadas en la región Ucayali, Perú.
- Determinar las características del perfil hematológico de la especie gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali, Perú.
- Calcular el factor de condición de Fulton (K) de las especies paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali, Perú.

VI. METODOLOGÍA:

6.1. Lugar de Estudio

Las muestras fueron colectadas in situ de dos centros de cultivo de especies amazónicas formales y establecidas en la región Ucayali durante los meses de enero y febrero del 2023. A través de las cuales fueron procesadas en el laboratorio clínico NATURA ANALÍTICA S.A.C., que se encuentra ubicado en la Av. Sáenz Peña 505, ciudad de Pucallpa - Ucayali, donde se realizaron los análisis hematológicos, geográficamente se encuentra ubicado en selva amazónica oriental del Perú.

Por otra parte, los resultados obtenidos fueron analizados en el Laboratorio de Parasitología Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Según el sistema Holdrige, Ucayali se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de bosque amazónico pertenece al ecosistema de “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”. Las condiciones climáticas promedio para la zona de Pucallpa son: temperatura máxima anual de 36,5 °C, la temperatura promedio anual es de 26,9 °C, la temperatura mínima anual es de 17,4 °C y la precipitación promedio anual es de 1773 mm.

6.2. Tipo de Estudio

El presente estudio es de tipo observacional descriptivo.

6.3. Población Objetivo

Estuvo constituido por peces amazónicos de las especies paiche, paco y gamitana cultivadas en la región Ucayali-Perú.

6.4. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Fueron incluidos los peces en etapa juvenil con peso y talla promedio de las especies: paiche, paco y gamitana de centros de cultivo de la región Ucayali, con estados de salud aparentemente sanos, alimentados de acuerdo con el requerimiento nutricional para cada especie, con alimento balanceado comercial para la etapa en que se encuentra.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos los peces que no muestran un aparente buen estado de salud; los peces de edad temprana, alevino, reproductores y adulta, peces con peso y talla insuficiente o que recientemente hayan recibido algún tipo de tratamiento para curación o alguna manipulación previa con otros fines. Los peces provenientes de ambiente natural no aplicaron para el estudio.

6.5. Tamaño de muestra

Se realizó un muestreo intencional o de conveniencia, donde se seleccionó directa e intencionalmente a los individuos, teniendo como referencia estudios similares y a la accesibilidad para la toma de muestras. Por lo tanto, el tamaño muestral que se trabajó

en el estudio estuvo constituido por un total de 90 individuos de las especies paiche, paco y gamitana, siendo 30 individuos de cada especie, todos en etapa juvenil, para el caso del paco y gamitana fueron considerados individuos de 5 meses a 12 meses, teniendo en consideración que para las especies paco y gamitana la etapa de larva es considerado de 0 a 30 días, alevinos de 1 a 2 meses, prejuvenil de 2 a 5 meses, juvenil de 5 a 1 año y de 1 año a más son considerados adultos (Núñez, 2008). Mientras que para el caso del paiche fueron considerados individuos en etapa juvenil desde los 3 a 4 meses de edad o un tamaño hasta los 3 o 4 años de edad, cuando alcanza la madurez sexual o etapa de reproductiva (Gurdak, 2019).

6.6. Recolección y procesamiento de muestras o datos

En primer lugar, las muestras sanguíneas fueron colectadas durante las primeras horas del día, donde se procedió a juntar los peces con una red de pesca hacia un lado de la poza, manteniéndolos en el agua y sacando uno por uno con mucho cuidado evitando el sufrimiento y dolor innecesario, para el caso del paco y gamitana, para un mejor manejo de los peces, una mejor coleta y toma de datos los peces fueron transportados al laboratorio de reproducción del centro acuícola y puestos en una poza de 3 m largo x 2 m de ancho x 1 m de alto, luego fueron puestos de 5 en 5 en un balde de 20 litros de capacidad conteniendo la solución anestésica de metasulfonato de tricafina (MS-222) a dosis de 100 mg/L (Hinostroza y Serrano, 2013), por consiguiente, antes de la toma de datos y muestras se verificó que los peces se encuentren bajo los efectos del anestésico, para ello es importante considerar que los peces presenten una marcada pérdida de la conciencia y falta de respuesta motora, esto llega a suceder cuando un

pez deja de nadar y no responde al estímulo mecánico (Hinostroza y Serrano, 2013). En este sentido se procedió al manejo de los peces, para ello se utilizó un paño húmedo para cubrir los ojos y tener una mejor sujeción evitando lastimar al pez, por consiguiente, se tomaron los datos biométricos de peso y talla, por último, se realizó la colecta sanguínea de los peces. En cuanto a la especie paiche por ser una especie rústica y acostumbrada al manejo, no se hizo el uso de anestésicos, la captura fue similar al del paco y gamitana, la toma de datos y la colecta sanguínea se hizo en el dique de la poza evitando una manipulación excesiva.

6.7. Toma de muestras

Para colecta sanguínea se tomó de la vena caudal teniendo como referencia anatómica la columna vertebral, en su base a nivel caudal se introdujo una aguja en ángulo de 45° sobre la línea media ventral, se atraviesa la musculatura hasta llegar a la columna vertebral donde se ubica la vena caudal. Este proceso se realizó lo más pronto posible para evitar algún tipo de estrés y dolor innecesario. Para tal fin se utilizaron jeringas hipodérmicas de 3 ml con aguja 21g x 1 1/2” embebidas EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), como anticoagulante, la misma que fueron transferidas a microtubos de colecta de sangre con EDTA al 10 %, previamente rotuladas para la identificación de cada individuo, enseguida las muestras fueron colocadas en una caja de conservación térmica con gel packs, tratando de mantener una temperatura de 4 °C a 8 °C para ser transportadas con una duración máxima de cuatro horas para su análisis inmediato en el laboratorio clínico NATURA ANALÍTICA S.A.C. de la ciudad de Pucallpa.

Figura 6

Toma de muestras sanguíneas de la vena caudal de las especies paiche, paco y gamitana.



6.8. Procesamiento de muestra

Primeramente, se procedió a medir el porcentaje de hematocrito (Ht), mediante el método de Microhematocrito (Goldenfarb, 1971), para lo cual se utilizaron capilares (marca Marienfeld) heparinizados para absorber la muestra sanguínea de los microtubos, luego se selló los capilares con plastilina y cera; enseguida se procedió a colocar los capilares previamente rotulados en la centrífuga (marca Premiere, modelo XC-3012) a 10 000 rpm y se centrifugó durante ocho minutos, una vez cumplido con el tiempo se realizó la lectura utilizando una cartilla de contaje para microhematocrito (marca Critocaps).

En segundo lugar, se procedió con la medición de la concentración de hemoglobina (Hb), mediante la técnica de cianometahemoglobina, para lo cual se colocó el reactivo de Drabkin (de C y R laboratorios S.A.C.) la cantidad de 2500 μ l en tubos de ensayo, previamente rotulados, para luego ser adicionado la cantidad 15 μ l de muestra sanguínea con una micropipeta, se homogeneizó el reactivo con la muestra sanguínea y se vertió a la cubeta para espectrofotómetro, acto seguido se colocó la cubeta en el espectrofotómetro (marca UNICO, modelo 1205) calibrado a una absorbancia de 540 nm y se realizó la lectura.

El siguiente proceso que se realizó fue el conteo del número total de eritrocitos y leucocitos mediante el uso de la cámara de Neubauer, utilizando como diluyente la solución de Natt & Herrick (Natt & Herrick, 1952) en una proporción de 1 en 200 para el conteo de eritrocitos y una proporción de 5 en 200 para el conteo total de leucocitos y acto seguido se procedió a colocar una alícuota en la cámara de Neubauer para el conteo en el microscopio (marca BOECO, modelo BM-120), para determinar el total de eritrocitos se utilizó la siguiente fórmula matemática: Recuento de eritrocitos = el total de células de los 5 cuadrantes x 10 000 y para el total del número de leucocitos fue de: Recuento de leucocitos = el total de las células de los 4 cuadrantes x 50.

Finalmente, se procedió con realización de los frotis sanguíneos para el conteo del diferencial leucocitario para ello se usaron láminas portaobjetos nuevos, previamente rotuladas con aproximadamente una gota de sangre y se dejó secar a temperatura ambiente por 10 minutos, una vez secas las láminas se procedió con la tinción, el colorante usado fue de Wright para microscopía (del laboratorio Central Drug House, código 034080) donde se cubrió las láminas con aproximadamente 20 gotas hasta

cubrir toda la lámina y dejó reposar por 3 minutos, tiempo cumplido se procedió a cubrir la lámina y homogeneizar con agua dejando reposar por 5 minutos, pasado el tiempo se escurrió el exceso y se lavó con agua del grifo, finalmente se puso a secar.

Una vez obtenido los primeros datos como el porcentaje de hematocrito, la concentración de hemoglobina y el conteo total de eritrocitos, se pudo calcular los índices hematimétricos como el volumen corpuscular medio (VCM) expresado en femtolitros (fl), la hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración media de hemoglobina corpuscular (CHCM) cuantificada en g/dL en la base de datos de MS-Excel usando las siguientes fórmulas validadas por Wintrobe (1934):

$$\text{VCM} = \text{Ht} \times 10 / (\text{RBC} \times 10^6)$$

$$\text{HCM} = \text{Hb} \times 10 / (\text{RBC} \times 10^6)$$

$$\text{CHCM} = \text{Hb} \times 100 / \text{Ht}$$

Donde:

Ht: Hematocrito;

Hb: Hemoglobina

RBC: Recuento de eritrocitos

6.9. Operación de variables

La siguiente tabla número 1 muestra las operacionalizaciones de las variables con la que se procesaron las muestras, tanto para la obtención de datos hematológicos como para obtención del valor de K.

Tabla 1.

Operacionalización de las variables.

Concepto	Definición operacional	Variable	Clasificación de las variables (Escala de medición)	Tipo de variable	Unidad de medida
Características hematológicas	Son elementos celulares de la sangre, sirve como herramienta para identificar rápidamente alguna alteración fisiológica.	Hemoglobina (Hb)	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	g/dL
		Hematocrito (Ht)	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	%
		Recuento de eritrocitos	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	$\times 10^6/\text{ul}$
		Recuento de leucocitos	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	$\times 10^3/\text{ul}$
Índices hematimétricos	Son parámetros que expresan diferentes características de los eritrocitos.	Diferencial leucocitario	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	%
		VCM*	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	f L
		HCM*	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	p g
Datos biométricos	Información sobre la medición de los seres vivos	CHCM*	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	g/dL
		Peso	Cuantitativa continua(De razón)	Independiente	g
		Talla	Cuantitativa continua	Independiente	cm

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

6.10. Análisis estadístico

Se presentan mediante tablas, para ello se utilizó una base de datos en MS-Excel 2016 para los análisis descriptivos de medidas de tendencia central y dispersión (promedio, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación) así como también los datos de las mediciones biométricas de todos los peces evaluados separados por especies.

Para el análisis estadístico sobre diferencias significativas entre los resultados obtenidos, se utilizó un software estadístico “Real Statistics”, que se instaló como complemento en el MS-Excel 2016.

6.11. Consideraciones éticas

El presente trabajo fue previamente evaluado y aprobado por el Comité Institucional de Ética para el uso de Animales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, con código de registro 204656.

VII. RESULTADOS:

Durante los meses de enero y febrero del 2023, se realizó el presente estudio, donde se obtuvieron los valores hematológicos y el estado de condición de salud de un total de 90 individuos (30 de la especie paiche, 30 de paco y 30 de gamitana) de dos centros de cultivo de especies amazónicas con sistemas semi-intensivos, durante sus proceso productivo fueron alimentados con una dieta a base de alimento balanceado indicado para la etapa en que se encontraban, la dieta empleada en la especie paiche al momento de la investigación, consistió en un alimento comercial extruido (Aquatech), cuya composición nutricional contenía: 40 % de proteína (MIN.), 10 % grasa (MIN.), 3,5 % fibra (MAX.), 1,2 % calcio (MIN.), 0,8 % fósforo (MIN.), 12 % ceniza (MAX), 12 % Humedad (MAX.) y 3,300 ED (Mcal/Kg) MIN. Con tamaño de partícula de 30 x 15 mm, rico en vitaminas, minerales y un adecuado balance de nutrientes acorde a la etapa de cultivo del pez, que aseguran una óptima nutrición de la especie.

Asimismo, la dieta empleada para las especies paco y gamitana durante la investigación, consistió en un alimento balanceado extruido-flotante especialmente para peces amazónicos, con base de insumos de la región Ucayali, de la marca comercial Aquafлот, cuya composición nutricional contenía: con 25 % de proteína (MIN.), 4,4 % grasa (MIN.), 8 % fibra (MAX.), 10 % ceniza (MAX), 12 % Humedad (MAX.), con tamaño de partícula de 6 mm, este alimento brinda el aporte nutricional necesario para cubrir las exigencias productivas.

En tal sentido, los resultados obtenidos son importantes, porque pueden ayudar a comprender la salud dentro de un centro de producción de estas especies amazónicas, ya que proporcionan un punto de referencia para futuros estudios y contribuyen al conocimiento científico sobre las características hematológicas de *Arapaima gigas*, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*; por otro lado, cabe indicar que las condiciones fisicoquímicas del agua, como se muestran en anexos, son los parámetros obtenidos de donde se obtuvieron los peces para la colecta sanguínea, siendo así que los factores como: temperatura, oxígeno disuelto, pH y nitrógeno amoniacal se encontraron dentro de los rangos apropiados para el cultivo de especies amazónicas y considerados normales para peces tropicales.

Por otro lado, en cuanto a los valores obtenidos en la presente investigación, según Tavares Días *et. al* (2004), da a conocer que las variaciones interespecíficas pueden deberse a influenciadas por ciertos factores como: la estacionalidad, la reproducción, los hábitos alimentarios, las necesidades metabólicas de cada especie y las condiciones ecofisiológicas. También nos indica, que la presentación de altos valores del coeficiente de variación (CV %) de las características hematológicas, sugieren que la dispersión de los datos con relación al promedio fue alta, como se puede observar en las tablas 2, 3 y 4 del presente estudio. Además, las pruebas estadísticas aplicadas sirvieron para determinar la existencia de diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los valores obtenidos de las tres especies estudiadas.

7.1. Valores hematológicos de la especie paiche

Tabla 2

Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paiche (Arapaima gigas)

Parámetros	Mínimo	Máximo	Promedio	DE*	CV*
Hematocrito %	21	34	29.2	2.91	9.95
Hemoglobina (g/dL)	6.8	9.28	8.46	0.57	6.77
Eritrocitos (x10 ⁶ /uL)	1.29	2.28	1.67	0.23	13.52
Leucocitos (x10 ³ /uL)	8.85	17.1	12.99	2.74	2 1.06
VCM (fL)**	118.64	241.13	177.42	28.17	15.88
HCM (pg)**	38.03	66.64	51.44	7.24	14.07
CHCM (g/dL)**	25.47	34.33	29.15	2.15	7.39
Diferencial					
Abastionados (%)	0	2	0.23	0.57	243.57
Segmentados (%)	40	74	58.87	9.66	16.40
Linfocitos (%)	26	59	40.73	9.51	23.28
Monocitos (%)	0	2	0.17	0.46	276.68
Eosinófilos (%)	0	1	0.1	0.31	305.13

Nota: * DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular medio;
CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media

Los valores obtenidos sobre los parámetros hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paiche (*Arapaima gigas*) (tabla 2), resalta datos

muy variables o heterogéneos de los leucocitos: neutrófilos abastoados, monocitos y eosinófilos. Por otra parte, el leucocito predominante fue el neutrófilo segmentado.

7.2. Valores hematológicos de la especie paco

Tabla 3

Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paco (Piaractus brachypomus)

Parámetros	Mínimo	Máximo	Promedio	DS*	CV*
Hematocrito %	23	33	28.13	3.01	10.71
Hemoglobina (g/dL)	5.7	7.98	6.96	0.54	7.81
Eritrocitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	1.26	2.23	1.67	0.25	14.90
Leucocitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	8.5	13.5	10.88	1.27	11.67
VCM (fL)**	119.72	244.09	172.02	30.68	17.84
HCM (pg)**	31.90	55.56	42.47	6.13	14.44
CHCM (g/dL)**	21.93	30.63	24.91	2.26	9.07
Diferencial					
Abastoados (%)	0	2	0.07	0.37	547.72
Segmentados (%)	21	75	59.83	12.56	21
Linfocitos (%)	23	71	38.23	12.05	31.52
Monocitos (%)	0	8	0.80	2.07	259.31
Eosinófilos (%)	0	4	1.07	1.34	125.38

Nota: * DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular medio;

CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media.

Los valores obtenidos sobre los parámetros hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie paco (*Piaractus brachypomus*) (tabla 3), resalta datos poco variables u homogéneos sobre los valores hematológicos e índices hematimétricos. Por otra parte, el leucocito predominante fue el neutrófilo segmentado, seguido por los linfocitos.

7.3. Valores hematológicos de la especie gamitana

Tabla 4

Valores hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie gamitana (Colossoma macropomum)

Parámetros	Mínimo	Máximo	Promedio	DS*	CV*
Hematocrito %	27	36	30.43	2.22	7.31
Hemoglobina (g/dL)	7.3	11.9	9.4	1.46	15.49
Eritrocitos (x10 ⁶ /uL)	0.72	1.60	1.21	0.21	17.66
Leucocitos (x10 ³ /uL)	9	19	13.25	2.23	16.81
VCM (fL)**	192.31	388.86	259.27	43.14	16.64
HCM (pg)**	51.28	128.26	80.24	19.15	23.81
CHCM (g/dL)**	21.67	40.69	30.95	4.7	15.17
Diferencial					
Abastoados (%)	0	4	1.97	1.03	52.54
Segmentados (%)	20	62	33.50	8.88	26.5
Linfocitos (%)	36	79	61.23	10.52	17.19
Monocitos (%)	0	7	0.83	1.78	213.93
Eosinófilos (%)	0	7	2.47	2.32	93.87

Nota: * DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación.

** VCM: volumen corpuscular medio; HCM: Hemoglobina corpuscular medio; CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular media.

En cuanto a los valores obtenidos sobre los parámetros hematológicos, índices hematimétricos y diferencial leucocitario de la especie gamitana (*Colossoma*

macropomum) (tabla 4), resalta datos poco variables u homogéneos sobre los valores hematológicos e índices hematimétricos. Por otra parte, el leucocito predominante fue el linfocito, seguido por los neutrófilos segmentados.

7.4. Estado de salud de los peces

Tabla 5

Índice de condición o Factor de Fulton (K) y datos biométricos de las especies: paiche (Arapaima gigas), paco (Piaractus brachypomus) y gamitana (Colossoma macropomum)

Especie	Peso medio (g)	Rango (min-max)	Longitud media(cm)	Rango (min.-máx.)	(K)*	Amplitud (K)
Paiche	36143,33	29700,00-44300,00	162,10	148-172	0,85	0,77-0,97
Paco	228	185-260	24,15	22-28	1,64	1,18-2,07
Gamitana	270,83	235-330	25,63	23-28	1,62	1,32-2,08

Nota: 30 individuos de cada especie

* Índice de condición o Factor de Fulton (K)

La tabla 5, muestra los valores obtenidos de los datos biométricos, estado de salud de las especies amazónicas estudiadas mediante el índice de condición o factor de Fulton (K), obteniendo como resultado para la especie paiche (*Arapaima gigas*) un factor de condición $K = 0,85$, siendo este valor el más pequeño entre las especies estudiadas, a pesar de que se encontraban en aparente buen estado de salud, con este resultado nos indica que esta especie no cuenta con buena salud, a pesar de ser la especie con peso y

talla promedio alto de 36143,33 gramos y 162,1 centímetros siendo valores normales por ser una especie de gran tamaño, el peso y talla son valores fundamentales para calcular el factor Fulton (K) y puede decirnos mucho sobre el crecimiento y el estado de salud de los peces, pero también es una señal de que necesitan condiciones óptimas para prosperar y así obtener valiosa información sobre el estado general de salud.

Por otro lado, los valores que se reportan en la presente investigación, muestran cierta relación con los valores registrados en Perú y Brasil, y Ecuador, siendo Brasil donde se desarrollaron las primeras investigaciones hematológicas en peces nativos amazónicos.

VIII. DISCUSIÓN:

El estudio de los perfiles hematológicos de los peces ha ganado significativa atención en los últimos años. La composición de la sangre de un pez proporciona información valiosa sobre su salud general y su estado fisiológico. Estas características dependen del medio en que viven, además de su conducta, esto provoca que cada especie tenga sus propias características hematológicas y que presenten diferencias sanguíneas entre sí. Teniendo en cuenta esto, la hematología es una herramienta importante que ayuda en el diagnóstico de las enfermedades y evidencian situaciones de estrés (Centeno *et al.*, 2007), ya que nos brinda un panorama amplio sobre el estado de salud en que se encuentran los peces y es importante hacer una comparación con otros estudios.

Los peces pueden presentar cambios en sus características hematológicas, después de la captura, alterando la concentración y el tamaño de sus glóbulos rojos y hemoglobina (Salazar *et al.*, 2011), así también se ve influenciada según las condiciones donde se vienen cultivando y a la exposición a cambios ambientales, que generan estrés en los organismos (Kandeepan, 2014).

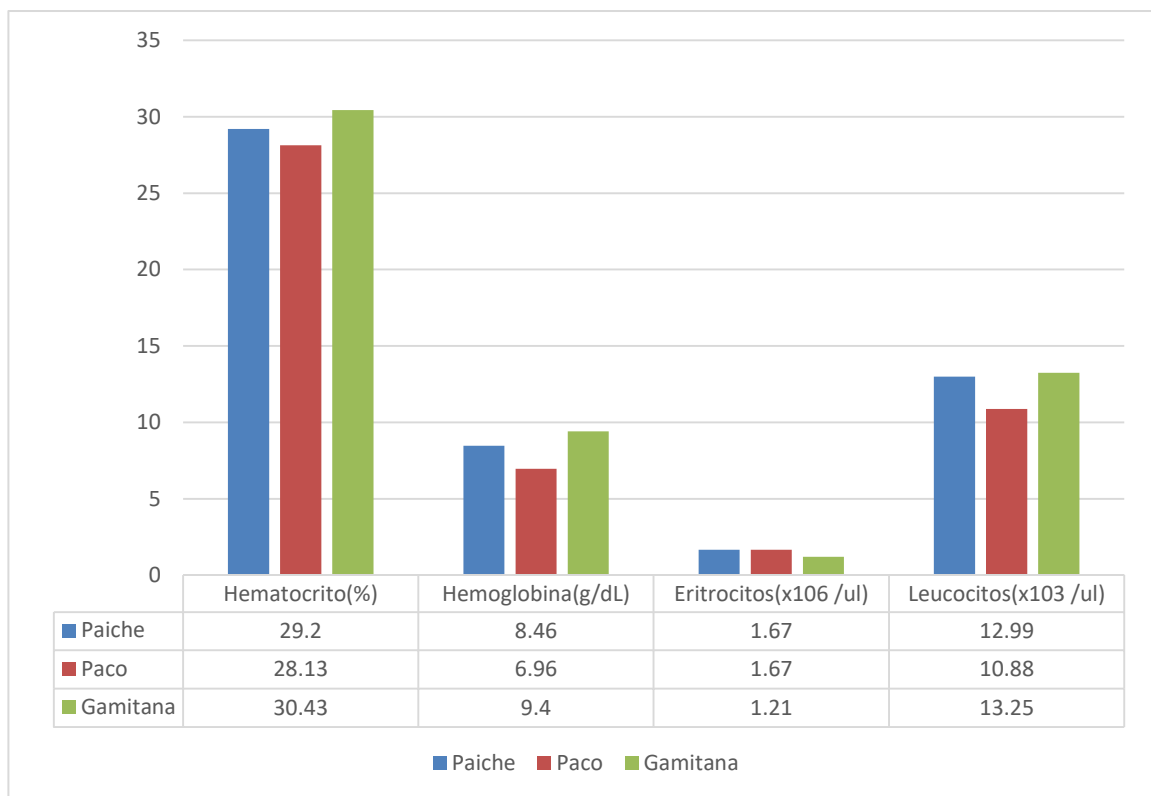
Además, la evaluación de los parámetros sanguíneos permite una detección rápida del estrés que el ambiente de cultivo puede imponer a los peces (Tavares-Dias *et al.* 2007). Igualmente, esta información puede ser utilizada por la inspección veterinaria para evaluar y controlar el estado fisiológico de los peces, estandarizando las condiciones ideales para el cultivo de cada especie (Svetina *et al.*, 2002). Especialmente cuando se trata de especies importancia comercial, porque estos análisis son indicadores válidos

para cualquier trastorno fisiológico que pueda afectar la salud del animal (Chu koo *et al.*, 2009).

CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS ENTRE LAS ESPECIES PAICHE, PACO Y GAMITANA

Figura 7

Comparación de los valores hematológicos entre las especies: paiche (Arapaima gigas), paco (Piaractus brachypomus) y gamitana (Colossoma macropomum)



En la figura 7 se puede observar los valores hematológicos obtenidos y como varían sus promedios entre las especies estudiadas, la especie *Colossoma macropomum* es la

que presento mayores valores en sus características hematológicas, solo siendo el conteo total de eritrocitos de menor cantidad.

Sin duda, los valores obtenidos en la especie *Arapaima gigas*, revela características interesantes, el recuento de glóbulos rojos es relativamente alto, lo que indica la eficiente capacidad de transporte de oxígeno de la especie. Además, la concentración de hemoglobina también es abundante, lo que enfatiza aún más su capacidad para transportar oxígeno de manera eficiente. Se cree que estas características son adaptaciones a su hábitat, donde los niveles de oxígeno disuelto pueden variar significativamente.

Por otro lado, las características hematológicas del paco difieren ligeramente de las del *Arapaima gigas*. Aunque el recuento de glóbulos rojos de *Piaractus brachypomus* es similar al de paiche, su concentración de hemoglobina es comparativamente menor. Esto sugiere una diferencia potencial en la capacidad de transporte de oxígeno entre las dos especies. Además, *Piaractus brachypomus* muestra un mayor recuento de glóbulos blancos, lo que indica una respuesta inmune mejorada.

Por último, las características hematológicas del *Colossoma macropomum*, comúnmente revela características intrigantes. El recuento de glóbulos rojos en *Colossoma macropomum* es relativamente menor en comparación con las dos especies anteriores. Sin embargo, la concentración de hemoglobina sigue siendo similar a la de *Piaractus brachypomus*. Esto sugiere una diferencia potencial en cómo se transporta el oxígeno en *Colossoma macropomum*. Además, el recuento diferencial de glóbulos blancos demuestra que esta especie posee un sistema inmunológico innato capaz de defenderse contra diversos patógenos.

Hematocrito

La especie *Arapaima gigas* obtuvo un promedio de un 29,2 %, mientras que *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* obtuvieron valores promedio de un 28,13 % y un 30,43 % respectivamente. Existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las especies paco y gamitana, lo contrario de los valores obtenidos para el paiche que no muestra diferencias significativas con las especies paco y gamitana, Estos valores son indicativos del volumen de glóbulos rojos presentes en la sangre, lo que sugiere una mejor capacidad de oxigenación en *Colossoma macropomum* en comparación con las otras dos especies.

Hemoglobina

La concentración de hemoglobina en la sangre también fue evaluada, revelando que *Arapaima gigas* tenía un promedio de 8,46 gramos por decilitro, mientras que *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* mostraron valores promedio de 6,96 y 9,4 gramos por decilitro. Existiendo así diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las tres especies. Esto sugiere una mayor capacidad de transporte de oxígeno en *Colossoma macropomum*.

Conteo de glóbulos rojos

En cuanto al conteo total de eritrocitos, la especie paiche y paco obtuvieron como valor promedio de $1,67 \times 10^6/\mu\text{L}$, no existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre estas especies, a diferencia de la especie gamitana que obtuvo $1,21 \times 10^6/\mu\text{L}$, que muestra diferencias significativas ($p > 0.05$) con las especies paco y paiche.

Conteo de glóbulos blancos

En términos de conteo de glóbulos blancos, los tres peces presentaron valores diferentes, con un promedio de 12 990 células por microlitro de sangre para *Arapaima gigas*, para *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* promedios de 10 880 y 13 250 células por microlitro de sangre respectivamente. Existiendo así diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las especies paiche y gamitana. Esto indica un sistema inmunológico saludable en las tres especies.

Índices hematimétricos

En cuanto a los valores obtenidos del Volumen corpuscular medio (VCM), la especie *Colossoma macropomum* es la que obtuvo el mayor promedio con 259,27 femtolitros, esto indica que la especie que presenta mayor tamaño promedio en cuanto a los glóbulos rojos diferencia de *Arapaima gigas* y *Piaractus brachypomus* que se asemejan sus valores, no existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$).

En cuanto a la Hemoglobina corpuscular media (HCM) la especie que obtuvo el promedio más pequeño fue *Piaractus brachypomus* con promedio de 42,47 picogramos, existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto sus valores entre las tres especies.

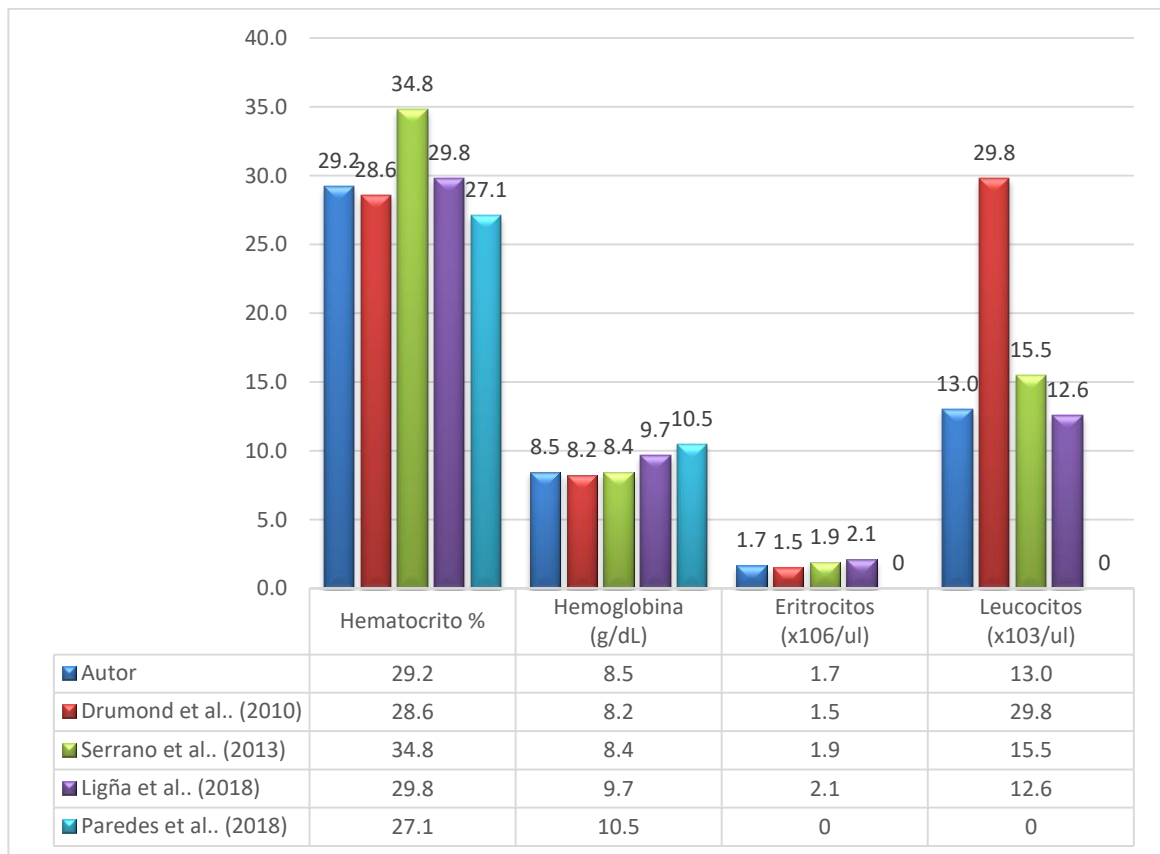
Los valores obtenidos de la Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), las especies *Arapaima gigas* y *Colossoma macropomum* tuvieron valores semejantes de 24,91 gramos por decilitro y 30,95 gramos por decilitro, no existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) en dichas especies respectivamente que se presentan en las tablas 2, 3 y 4.

CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS POR ESPECIE

Paiche

Figura 8

Comparación de los resultados obtenidos en la especie paiche (Arapaima gigas) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos



Según Tavares *et al.*, (2007) hace énfasis en que existe una necesidad urgente de la disposición de una base de datos normales fiables para las especies de importancia económica, estableciendo valores hematológicos para el paiche, los cuales pueden ser

utilizados como datos interpretativos, obtenidos de esta especie mantenida en condiciones ambientales similares. Recomendando así que se deberían realizarse otros estudios para conocer los valores hematológicos de esta especie en otras modalidades diferentes de cultivo y en ambiente natural.

Es importante indicar que esta especie, a diferencia del paco y la gamitana es capaz de tolerar niveles más bajos de oxígeno disuelto en el agua, la cual no son perjudiciales para la crianza de esta especie, especialmente para paiches juveniles, porque durante su desarrollo comienzan a respirar aire, debido a un cambio en su vejiga natatoria (Brauner *et al.*, 2004) por una vejiga especializada que le permite captar el oxígeno directo del aire.

Hematocrito

De acuerdo a los resultados en la presente investigación, el hematocrito promedio obtenido para la especie *Arapaima gigas* “Paiche” fue de un 29,2 %, este valor es semejante a lo reportado por Drumond *et al.*, (2010) y Ligna *et al.*, (2018), donde reportaron valores de un 28,6 % y un 30 % de hematocrito respectivamente; a diferencia de Paredes *et al.*, (2018) quien registro valores de hematocrito de un 27,1 % por debajo de reportes antes mencionados, observándose una ligera diferencia a pesar de ser similares sistemas de crianza. Mientras que Tavares *et al.*, (2007) reporto un valor promedio de un 34,4 % siendo este el valor más alto reportado, en cuanto al estudio de Serrano *et al.*, (2013) (figura 8) en la región Loreto, mostró valores de un 34,8 % de hematocrito en paiches juveniles de 181-365 días de edad siendo semejante a lo reportado por Tavares *et al.*, (2007). Todo indica que los valores menores de

hematocrito en el presente trabajo contrastado con los de Serrano *et al.*, (2013) y Tavares *et al.*, (2007), se deba probablemente factor de mayor densidad de crianza, por lo tanto, existe una mayor competencia por el alimento. En condiciones normales, el hematocrito en los peces se incrementa gradualmente con la edad debido a un mayor desarrollo de los órganos hematopoyéticos como es el riñón y el bazo (Genten, 2009).

Hemoglobina

El promedio de hemoglobina reportado en la presente investigación para la especie *Arapaima gigas* fue de 8,5 gramos por decilitro, siendo semejante a lo reportado por Drumond *et al.*, (2010) (figura 8) con 8,2 gramos por decilitro de hemoglobina y a lo reportado por Serrano *et al.*, (2013) con valores de 8,42 gramos por decilitro, demostrando que la hemoglobina se incrementa con la edad; estos tres reportes se encuentran por debajo de lo reportado por Ligña *et al.*, (2018) y Paredes *et al.*, (2018) que fueron de 10 gramos por decilitro y 10,5 gramos por decilitro respectivamente, siendo similar también a lo reportado por Tavares *et al.*, (2007), con valor de hemoglobina de 10,4 gramos por decilitro, siendo así que estas variaciones reportadas en el estudio este influenciada por la densidad de crianza y el régimen alimenticio.

Conteo del total de eritrocitos

En cuanto al valor obtenido del conteo total de eritrocitos, la especie *Arapaima gigas* fue de $1,67 \times 10^6$ células por microlitro, mostrando semejanzas con respecto a lo reportado por Drumond *et al.*, (2010) (figura 8) que fue $1,5 \times 10^6$ células por microlitro, siendo estos valores diferentes a los reportados por Ligña *et al.*, (2018) y Serrano *et al.*,

(2013), con $1,97 \times 10^6$ y $1,92 \times 10^6$ células por microlitro respectivamente, siendo esto posible por el estudio de Serrano *et al.*, (2013) donde menciona que los valores para eritrocitos se incrementan con la edad. Tavares *et al.*, (2007) reportó $4,1 \times 10^6$ células por microlitro, siendo este valor el mayor de los reportes, además describe que las diferencias de valores eritrocitarios pueden ser causadas por un proceso de hipoxia, la cual puede ocurrir en los peces cuando requieren de un proceso de adaptación fisiológico, aumentando así el número de sus eritrocitos, por ende, mejora el intercambio gaseoso y el transporte del oxígeno.

Conteo total de leucocitos

Para la especie *Arapaima gigas* se reportó promedio de $12,99 \times 10^3$ células por microlitro, siendo semejante con lo reportado por Drumond *et al.*, (2010) con $12,5 \times 10^3$ células por microlitro, en cuanto a Ligña *et al.*, (2018) el conteo total de leucocitos fue de $10,55 \times 10^3$ células por microlitro, mientras que Serrano *et al.*, (2013) y Tavares *et al.*, (2007), reportaron valores semejantes de $15,46$ y $15,8 \times 10^3$ células por microlitro (figura 8), siendo estos dos últimos valores altos reportados, coincidiendo así que el número de glóbulos blancos varía ampliamente entre los teleósteos, esto debido al sexo, la estación, condiciones ambientales e incluso verse influenciada por la metodología de conteo (Tavares-Dias y Moraes 2004).

Índices hematimétricos

En cuanto a los valores obtenidos de los índices hematimétricos en la especie *Arapaima gigas*, como Volumen corpuscular medio (VCM) 177,42 fL, Hemoglobina corpuscular media (HCM) 51,44 pg y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)

29,15 g/dL, guardando cierta relación con los estudios realizados por Drumond *et al.*, (2010), encontrando valores del VCM 189,5 fL y CHCM 29,2 g/dL; sin embargo, los resultados obtenidos por Tavares *et al.*, (2007), muestran un VCM de 83,30 fL relativamente bajo, pero el CHCM de 30,20 g/dL guardando similitud con el valor reportado en la presente investigación, igualmente existen valores similares con los estudios realizados por Serrano *et al.*, (2013) VCM 177,10 fL, CHCM 25,78 g/dL y Ligña *et. al* (2018), VCM 162,10 fL, CHCM 33,10 g/dL, dichas similitudes fundamentalmente se deben a que las investigaciones fueron realizadas por peces juveniles, por las condiciones de crianza y factores ambientales.

Diferencial leucocitario

En lo que se refiere a los leucocitos, también conocidos como glóbulos blancos, son células que actúan en la de defensa del organismo, se encuentra circulando en la sangre de manera constante, siendo estas: los neutrófilos, monocitos, linfocitos y células dendríticas (Tizard, 2009). El diferencial leucocitario para la especie *Arapaima gigas* fue: abastoados 0,23 %, neutrófilos 58,87 %, linfocitos 40,73 % y eosinófilos 0,1 %. Los valores obtenidos difieren con los reportados por Ligña *et al.*, (2018) en su trabajo de investigación, determinaron los valores hematológicos de paiches juveniles en condiciones de cautiverio en la Amazonia ecuatoriana, el diferencial leucocitario fueron neutrófilos 49,34 %, linfocitos 27,32 % monocitos 17,6 % eosinófilos 3,53 % y basófilos 2,1 %.

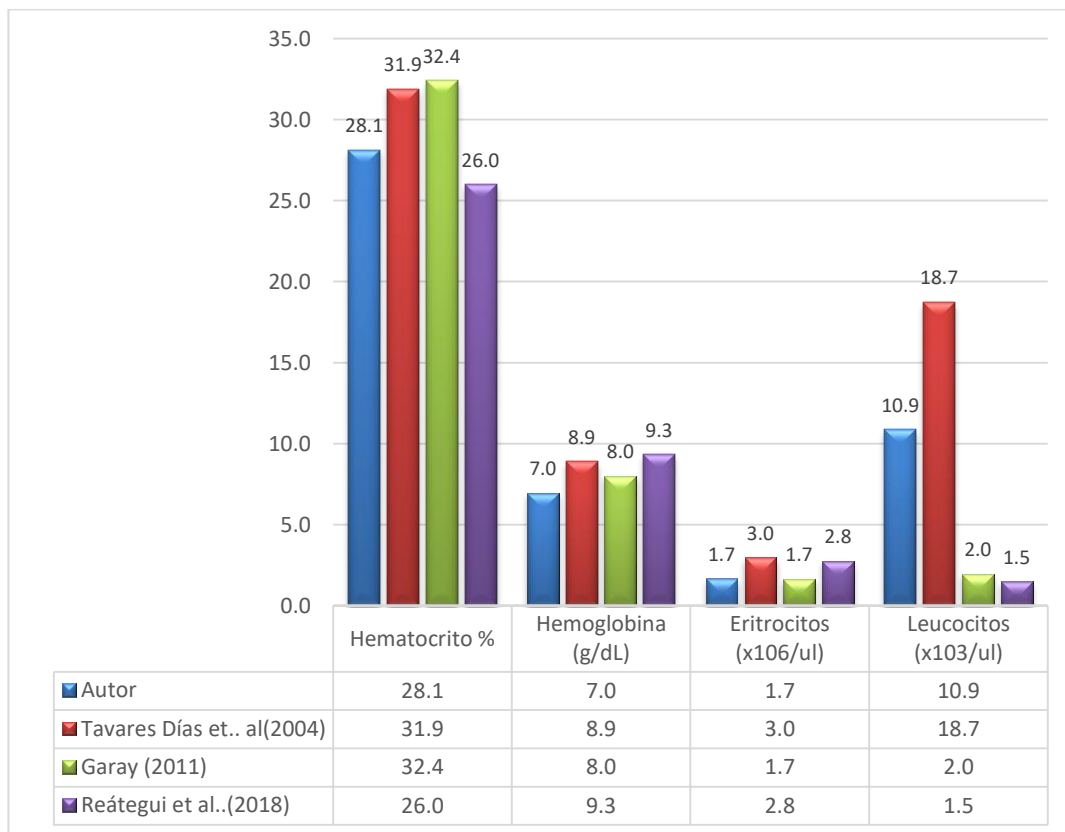
Tavares *et al.*, (2007) reporto en su estudio como el leucocito de mayor abundancia en su estudio fue el linfocito con valor de 80,2 % con una desviación estándar de ± 9 , a

diferencia que en el presente estudio el leucocito predominante fueron el neutrófilo segmentado con un 58,87 % y una desviación estándar de $\pm 9,66$. En cuanto al leucocito de menor cantidad fueron los eosinófilos, coincidiendo con Tavares *et al.*, (2007), donde indica que rara vez se observan.

Paco

FIGURA 9

Comparación de los resultados obtenidos en la especie paco (Piaractus brachypomus) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos



Hematocrito

De acuerdo a los resultados en la presente investigación, el hematocrito promedio obtenido para la especie *Piaractus brachypomus* “Paco” fue de un 28,13 % (figura 9), mientras que Reátegui *et al.*, (2018), evaluaron el efecto de la densidad de siembra sobre el desempeño productivo y los valores hematológicos en juveniles de paco cultivados en jaulas flotantes registrando un 26 % de hematocrito, por otro lado, estudios realizados por Tavares Días *et. al* (2004) y Garay (2011), reportaron hematocritos de 31,90 % y un 32,40 % respectivamente, siendo el reporte de Reátegui *et al.*, (2018) el más bajo posiblemente por el de sistema de crianza de los peces en estudio.

Hemoglobina

El promedio de hemoglobina reportado en la presente investigación para la especie *Piaractus brachypomus* fue de 6,96 gramos por decilitro (figura 9), siendo este el reporte obtenido más bajo a comparación con lo reportado por Reátegui *et al.*, (2018) de 9,3 gramos por decilitro, por otro lado, estudios realizados por Tavares *et al.*, (2004) y Garay (2011), guardan similitud en cuanto a la hemoglobina con valores de 8,90 y 8,0 gramos por decilitro, respectivamente.

Conteo del total de eritrocitos

En cuanto al valor obtenido del conteo total de eritrocitos, la especie *Piaractus brachypomus* fue de 1.67×10^6 células por microlitro, la cual muestra semejanzas con lo reportado por Garay (2011) que fue de $1,65 \times 10^6$ células por microlitro (figura 9),

estos reportes muestran diferencias con lo reportado por Reátegui *et al.*, (2018) y Tavares *et al.*, (2004) que obtuvieron reportes similares de 2.62 y $2,96 \times 10^6$ células por microlitro.

Conteo total de leucocitos

Los leucocitos son responsables de la producción de anticuerpos y de la respuesta inmune mediada por células del organismo (Tizard, 2009), pueden ser utilizados como índices fisiológicos de la etapa juvenil de los peces y determinar diversos cuadros patológicos y situaciones de estrés.

Para la especie *Piaractus brachypomus* el presente estudio reportó promedio de $10,88 \times 10^3$ células por microlitro, cuyo resultado mostró diferencias a lo reportado por Rodrigues (2018) (figura 9), quien evaluó las características hematológicas en la especie paco *Piaractus brachypomus* cultivados en la ciudad de Río Branco, Estado de Acre, Brasil en estado juvenil de 3 estanques, el conteo de leucocitos fue un valor de $12,7 \times 10^3$ células por microlitro.

Índices hematimétricos

En cuanto a los valores de los índices hematimétricos para la especie *Piaractus brachypomus* calculados partir de parámetros como la hemoglobina, glóbulos rojos y hematocrito, se obtuvo el Volumen corpuscular medio (VCM) $172,02$ fL, Hemoglobina corpuscular media (HCM) $42,47$ pg y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) $24,91$ g/dL, estos valores difieren con los resultados de investigaciones anteriores como de Rodrigues (2018), reportando valores del VCM $168,8$ fL y CHCM

33,1 g/dL, seguidamente por Tavares *et al.*, (2004), quienes evaluaron los parámetros hematológicos, bioquímicos y biométricas en juveniles de *Piaractus mesopotamicus*, mantenidos en el Centro de Acuicultura de la Universidad Estatal Paulista (CAUNESP), del Estado de São Paulo, Brasil, obteniendo valores par VCM de 125 fl; CHCM de 28,9 g/dL, reportando así la presente investigación que los índices hematimétricos son superiores a los reportados por los anteriores autores, básicamente por las diferentes tasas de alimentación, condiciones ambientales y tipo de cultivo.

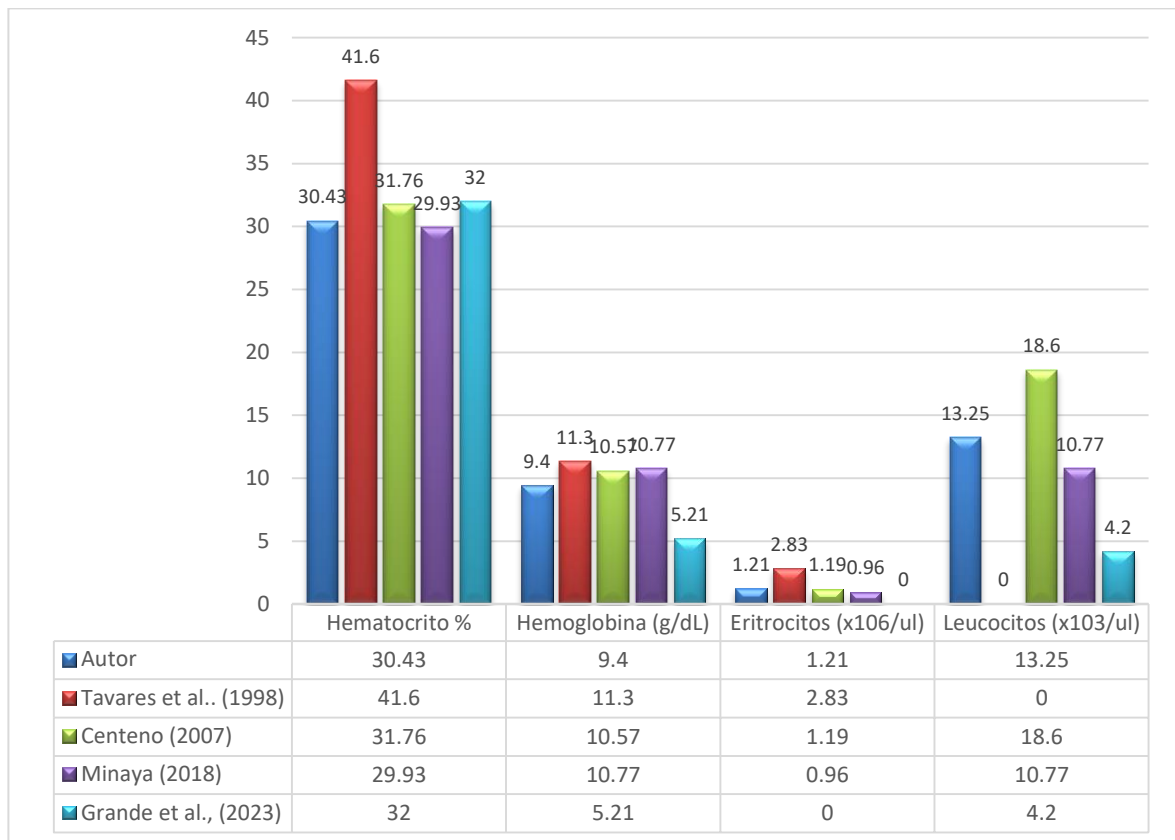
Diferencial leucocitario

El diferencial leucocitario para la especie *Piaractus brachypomus* fueron: abastados 0,07 %, neutrófilos 59,83 %, linfocitos 38,23 %, Monocitos 0,80% y eosinófilos 1,07%, difiriendo con los estudios anteriores por Rodríguez (2018) y Tavares *et al.*, (2004), esta diferencia se debe a que fueron influenciados por la densidad, calidad de agua, tipo de alimentación de los peces en un sistema semi intensivo.

Gamitana

Figura 10

*Comparación de los resultados obtenidos en la especie gamitana (*Colossoma macropomum*) con otros autores sobre el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos*



Hematocrito

El hematocrito promedio obtenido para la especie *Colossoma macropomum* “Gamitana” fue de un 30,43 %, este valor es semejante a lo reportado por Centeno (2007) y Minaya (2018) (figura 10), donde obtuvieron valores de un 31,76 % y un

29,93 % de hematocrito respectivamente; a diferencia de lo reportado por Tavares *et al.*, (1998), quien registro un hematocrito de un 41,6 %, siendo esta un valor elevado a lo reportado en la presente investigación, esto posiblemente debido al sistema de crianza intensiva y tipo de alimentación.

Hemoglobina

El promedio de hemoglobina reportado para la especie *Colossoma macropomum* fue de 9,4 gramos por decilitro, siendo menor a lo reportado por Centeno (2007) y Minaya (2018) con reportes de 10,57 y 10,77 gramos por decilitro, respectivamente, mientras que Tavares *et al.*, (1998) obtuvo un mayor reporte de 11,3 gramos por decilitro (figura 10).

Conteo del total de eritrocitos

El conteo total de eritrocitos de la especie *Colossoma macropomum* fue de $1,21 \times 10^6$ células por microlitro, siendo semejante con lo reportado por Centeno (2007) con $1,19 \times 10^6$ células por microlitro. Por otra parte, Minaya (2018), obtuvo valores de $0,96 \times 10^6$ células por microlitro, siendo esto menor a los reportes mencionados, a diferencia de Tavares *et al.*, (1998) quien obtuvo como resultado en su estudio hematológico valores de $2,83 \times 10^6$ células por microlitro, siendo mayor a los reportes antes mencionados (figura 10).

Conteo total de leucocitos

Para la especie *Colossoma macropomum* se reportó promedio de $13,25 \times 10^3$ células por microlitro, siendo semejante con lo reportado por Minaya (2018) $13,77 \times 10^3$ células por microlitro (figura 10), esto posiblemente a que presentan similares condiciones de crianza.

Diferencial leucocitario

El diferencial leucocitario para la especie *Colossoma macropomum* reportados en la presente investigación fueron: abastoados 1,97 %, neutrófilos 33,50 %, linfocitos 61,23 %, monocitos 0,80 % y eosinófilos 2,47 %, difiriendo con los estudios anteriores por Minaya (2018) donde reporto los promedios del diferencial leucocitario: neutrófilos 58,53 %, abastoados 1.3 %, segmentados 55,5 %, linfocitos 35,77 %, monocitos 0,33 % y eosinófilos 3,33 %.

Índices hematimétricos

En cuanto a los valores de los índices hematimétricos en la especie *Colossoma macropomum* se obtuvo los siguientes resultados: Volumen corpuscular medio (VCM) 259,27 fl, Hemoglobina corpuscular media (HCM) 80,24 pg y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) 30,95 g/dL, cuyos resultados obtenidos son superiores a lo reportado por Tavares, *et al.*, (1998), esto debido a que el volumen corpuscular medio de una especie a otra varía, incluso en la misma especie puede variar, debido al manejo, estado nutricional, actividad, estado fisiológico del pez y etapa gonadal (Alaye & Morales, 2013), sin embargo, existen reportes superiores como

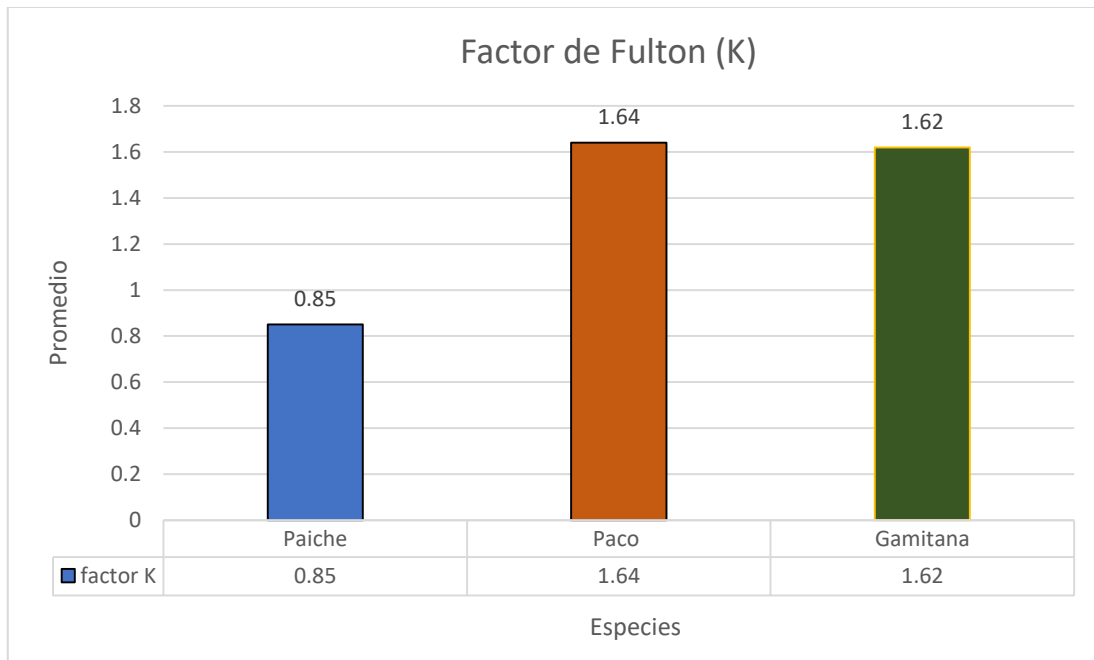
de Minaya (2018), que difieren con los resultados presentados en el trabajo de investigación, reportando valores del VCM 316,17 fL, HCM 112,95 y CHCM 36,18 g/dl, no obstante existen valores similares reportados por Centeno (2007), obteniendo el VCM de 288,17 fL; HCM 95,17 pg y CHCM de 33,35 g/dL.

Siendo importantes estos valores hematológicos reportados en las especies paiche, paco y gamitana cultivadas bajo condiciones de selva baja, porque este será de utilidad para futuras investigaciones sobre las características hematológicas en estas especies de peces amazónicos, para comprender mejor su fisiología y adaptaciones, es esencial para su conservación y manejo adecuado en el futuro.

ESTADO DE SALUD DE LOS PECES

Figura 11

*Índice de condición o Factor de Fulton (K) de las especies: paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*)*



La figura 11 ilustra el factor de Fulton (K) obtenido a partir de las medidas de longitud y peso de las tres especies estudiadas, las especies *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* obtuvieron como resultado factor K semejantes siendo 1,64 y 1,62 respectivamente, la cual indican que estas especies se encuentran con buena condición de salud por tener valores k por encima de la unidad.

Para determinar el estado de salud de las especies estudiadas fue esencial medir el peso y la longitud de los peces. Por otro lado, el factor de condición de Fulton (K) permite

obtener información sobre estrategias de crecimiento, estado nutricional y reproducción y analizar cómo las condiciones ambientales en los ecosistemas acuáticos afectan a las poblaciones de peces (Cifuentes *et al.*, 2012).

Un factor Fulton (K) más alto indica un mayor crecimiento y desarrollo saludable, mientras que un factor bajo puede sugerir problemas de salud o un ambiente no adecuado. Es esencial monitorear el factor Fulton (K) en los centros de producción para saber si los peces estén creciendo apropiadamente y disfrutando de una buena calidad de vida.

Asimismo, estos índices han sido utilizados por los piscicultores como indicadores del "bienestar o salud" general de la población objeto de estudio, ya que pueden alertar a los productores sobre la aparición de enfermedades u otros factores fisiológicos antes de que se produzca una alta mortalidad (Jones *et al.*, 1999). De una manera práctica para saber el estado de condición de los peces, si cuentan con buena salud o están siendo bien alimentados, el valor de factor K será cercano a 1: $K=1$, porque cuando aplicamos esta fórmula y K es menor que 1, nos quiere decir que a los peces no les va bien, o hay un problema en el sistema de producción o alguna una enfermedad en la zona. En cambio, si el factor K es mayor que 1, los peces gozan de buena salud.

De otra parte, entre los indicadores biológicos de los ecosistemas acuáticos, los peces suelen considerarse como los organismos más adecuados, porque ocupan altos niveles tróficos y son susceptibles a factores de estrés ambiental, por ello es importante comprender el estado nutricional de las poblaciones de peces que habitan en ecosistemas degradados mediante el factor Fulton (K) para comprender los cambios en una población bajo estrés (Leyton *et al.*, 2015).

Además, saber el estado de condición de salud de los peces dentro de un sistema de producción, puede ser utilizada en la planificación durante la fase de diseño de nuevas piscifactorías, así como para organizar y llevar a cabo diversas operaciones de gestión tales como la clasificación y distribución de los peces, la descarga de nuevos lotes, fecha de pesca y también para el cálculo de las raciones diarias de alimentación.

Paiche

En cuanto al estado de salud o factor de condición de Fulton (K) relaciona el peso con la longitud total de los peces (Leyton *et al.*, 2015), en la presente investigación los resultados obtenidos fueron los siguientes: para *Arapaima gigas* fue de $K = 0.85$, en rangos de pesos de 29700,00 – 44300,00 g, longitud de 148 – 172 cm. respectivamente. Schimidt *et al.*, (1999) menciona que los peces que presentan un factor de condición igual o mayor a 1 gozan buen estado de salud. De acuerdo con los resultados obtenidos, se reportó un valor superior al encontrado por Martorell *et al.*, (2014), reportando 0,68, indicando que el índice de condición significa cuan gordo están los peces para una longitud dada; por tanto, no existe relación lineal entre el índice de condición, este índice está condicionado por el peso animal.

Paco

En *Piaractus brachipomus* el factor de Fulton (K) fue de 1,62, con una amplitud de 1,18 – 2,07, con un rango de peso de 185 – 260 g y longitud de 22 – 28 cm. respectivamente. En la investigación realizada por Cuadros (2018), reporta el factor de condición de Fulton $K = 2,1$ con una amplitud de 1,49 hasta los 2,20, siendo valores

mayores a lo reportado en la presente investigación, pero en ambos casos el valor obtenido de K es indicativo de buena salud.

Gamitana

En cuanto a *Colossoma macropomum* el factor de condición de Fulton (K) reportado fue de $K = 1,61$, con rangos de peso de 235 – 330 g y longitud de 23 – 28 cm. respectivamente, siendo el valor de K menor al de Felipa *et al.*, (2016) que reporto el factor de condición de Fulton (K) equivalente a 2,0 como indicativo de buena salud.

Algunos de los factores que pueden afectar el factor Fulton (K) incluyen la alimentación, la genética, el estrés y los parámetros del agua. Por lo tanto, la crianza de estas especies amazónicas puede ser un desafío, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Sin embargo, comprender cómo el factor Fulton (K) influye en su crecimiento podría abrir nuevas oportunidades para optimizar los métodos de crianza y aumentar la productividad acuícola de manera sostenible.

Limitaciones:

Actualmente, no existen muchas referencias disponibles sobre la estimación de condición de salud mediante el factor de Fulton (K), especialmente en peces amazónicos estudiados, lo que limita realizar comparaciones, siendo este factor de condición importante para estimar el bienestar de una población de peces tanto en ambientes naturales como de producción.

La falta de equipos hematológicos modernos automatizados para peces que permitan obtención rápida de valores hematológicos es una limitante para una rápida obtención

de resultados, en especial si son muchas, de igual manera equipos de microscopia modernos que permitan ver más a detalle las células sanguíneas que permita tomar mediciones y fotografías de alta calidad.

El no llevar un control sobre datos de siembra, hace que se limite a obtener una información exacta sobre el tiempo de vida de los peces cultivado, de igual manera el cálculo de raciones para alimentar.

IX. CONCLUSIONES

- Las características hematológicas de *Arapaima gigas*, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* brindan información fascinante sobre sus adaptaciones fisiológicas y su salud en general. Estas especies de peces exhiben perfiles hematológicos específicos, lo que enfatiza su capacidad para prosperar en sus respectivos hábitats. Una mayor investigación sobre sus características hematológicas puede contribuir significativamente a nuestra comprensión de estas especies y ayudar en los esfuerzos de conservación.
- El estudio logró determinar las características hematológicas e índices hematimétricos de las especies *Arapaima gigas*, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum* cultivadas en la región Ucayali, encontrando diferencias significativas entre las especies.
- Se logró determinar el estado de salud mediante el índice de condición o Factor de Fulton (K) de las especies: paiche (*Arapaima gigas*), paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivadas en la región Ucayali, Perú indicando que los peces se encuentran en un buen estado de salud, a excepción del paiche, ya que a través del cálculo podemos obtener información valiosa sobre su crecimiento y desarrollo.
- Mantener un factor Fulton (K) alto es crucial para asegurar un crecimiento saludable y garantizar que estén disfrutando de una buena calidad de vida, esto

implica prestar atención a diferentes factores, como la alimentación adecuada, la genética, el control del estrés y los parámetros del agua.

X. RECOMENDACIONES

- En cuanto a las posibles áreas de investigación futura, sería interesante investigar la relación entre las características hematológicas y el entorno ambiental en el que estas especies se encuentran. También se podría explorar cómo las variables fisiológicas, como la temperatura y la calidad del agua, afectan las características sanguíneas de estos peces. Además, sería valioso investigar las respuestas inmunológicas específicas de estas especies a diversas enfermedades y estrés.
- Se recomienda realizar más estudios sobre condición de Fulton (K) en la especie *Arapaima gigas* para validar si el índice de condición de Fulton (K) es viable su uso en dicha especie.
- Finalmente, se recomienda efectuar estudios similares de estado de salud mediante el factor de Fulton (K) con fines de obtener información actual sobre el impacto ambiental del hombre sobre el bienestar de la población de especies amazónicas de las principales cochas y ríos.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaye-Rahy, N., & Morales-Palacios, J. J. (2013). Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán, México. *Hidrobiológica*, 23(3), 340-347.
- Alcántara Bocanegra, F., Wust, W. H., Tello Martín, S., & Del Castillo Torres, D. (2006). Paiche el gigante del Amazonas. The gigant of the Amazon.
- Arauz, M. S., Scodellaro, C. F., & Pintos, M. E. (2020). Atlas de hematología veterinaria. Libros de Cátedra.
- Arenas, M. (2015). ¿CÓMO RESPIRAN LOS PECES?. All you need is Biology. <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/09/09/respiracion-peces/>.
- BIOINNOVA, G. d. (2016). *BIOINNOVA*. Obtenido de <https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/el-intercambio-gaseoso-en-peces/>.
- Brauner, C. J., Matey, V., Wilson, J. M., Bernier, N. J., & Val, A. L. (2004). Transition in organ function during the evolution of air-breathing; insights from Arapaima gigas, an obligate air-breathing teleost from the Amazon. *Journal of Experimental Biology*, 207(9), 1433-1438.
- Campbell, T. W. (1988). Fish cytology and hematology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 18(2), 349-364.

- Campos Baca, L. (2001). Historia biológica del paiche o pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía, Iquitos-Perú.
- Campos Baca, L. (2015). El cultivo de la gamitana en Latinoamérica.
- Castello, L., & Stewart, D. J. (2010). Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(1), 49-56.
- Centeno, L., Silva-Acuña, R., Barrios, R., Salazar Lugo, R., Matute, C., & L Pérez, J. (2007). Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia tropical*, 25(4), 237-243.
- Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortíz, N., Piedra, P., & Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*, 76, 86-100.
- Cuadros Cuya, R. M. (2018). Caracterización ultraestructural del parásito *Rondonia rondoni* y evaluación de lesiones a nivel intestinal asociadas a la presencia en paco (*Piaractus brachypomus*) procedentes de la localidad de Iquitos.
- Chagas, E. C., Gomes, L. D. C., Martins Júnior, H., Roubach, R., & Lourenço, J. N. D. P. (2005). Desempenho do tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40(8), 833-835.
- Chaupe, N. S. (2015). *CARACTERIZACIÓN HISTOPALOGICA DE LESIONES EN ALEVINES DE PAICHE (Arapaima gigas) EN UNA PISCIGRANJA DE LA*

REGIÓN UCAYALI-PERÚ (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS).

- Chaverra Garcés, S. C., García González, J. J., & Pardo Carrasco, S. C. (2017). Efectos del Biofloc sobre los parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, *12*(3), 170-180.
- Chu Koo, F., Fernández Méndez, C., Rebaza Alfaro, C., Darías, M., García Dávila, C., García Vásquez, A., & Arévalo Llerena, L. (2017). El cultivo del paiche: biología, procesos productivos, tecnologías y estadísticas.
- Corrêa, C. F., de Aguiar, L. H., Lundstedt, L. M., & Moraes, G. (2007). Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *147*(4), 857-862.
- Cuvier, G. (1818). *Sur les poissons du sous-genre Mylètes*.
- Da Costa Doria, C. R., dos Santos Catâneo, D. T. B., Torrente-Vilara, G., & Vitule, J. R. S. (2020). Is there a future for artisanal fishing in the Amazon? The case of *Arapaima gigas*. *Management of Biological Invasions*, *11*(1), 1.
- De Cooperación Amazónica, T. (1999). Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas* Cuvier).
- De Pedro, N., Guijarro, A., López-Patiño, M. A., Martínez-Álvarez, R. M., Alonso-Bedate, M., & Delgado, M. J. (2004). Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (Tinca tinca): ritmos diarios y estacionales. *Comunicación Científica CIVA*, *2004*, 173-190.

- Del Águila, J. (2010). Programa de Manejo Pesquero en la Cocha San Jacinto ORMARENA “Los Tigres Negros” – Comunidad de San Jacinto. Programa de Cooperación Hispano Peruano - Proyecto Araucaria XXI. Ministerio del Ambiente. Iquitos – Perú. 64 p
- Dioses Romero, T. (1983). Influencia del fenómeno el Niño 1982-83 en peso total individual de los peces pelágicos: Sardina, jurel y Caballa.
- Drumond, G. V. F., Caixeiro, A. P. D. A., Tavares-Dias, M., Marcon, J. L., & Affonso, E. G. (2010). Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (*Arapaimidae*) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. *Acta Amazonica*, 40(3), 591-595.
- EducaMadrid. (2011). Animalandia. Obtenido de <https://animalandia.educa.madrid.org/fichataxonmica.php?id=2659&nivel=Superclase&nombre=Peces>.
- Felipa, G., Blas, W., & Alcántara, F. (2016). Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de Gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) criados en estanques artificiales. *Folia amazónica*, 25(1), 17-24.
- Food and Agriculture Organization. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. *La sostenibilidad en acción*.
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES. 2014. Manual de la Gamitana.
- Flores-Nava, A., & Brown, A. (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo*. FAO.

- Franco-Rojas, H. H. (2007). Cría y producción de pirarucú en cautiverio. *Experiencias en el Piedemonte Caqueteño. Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá-Colombia). 50p.*
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, 22(4), 241-253.
- Garay Vera, L. T. (2011). Constantes hematológicas 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, N. V., Iregui, C., Rey, A. L., & Donado, P. (2001). Sistematización y caracterización de las lesiones branquiales de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de cultivo clínicamente sana: algunas interacciones hospedador-patógenoambiente. *AquaTIC: revista electrónica de acuicultura*, (15), 7.
- García Dávila, C., Sánchez Riveiro, H., Flores Silva, M. A., Mejía de Loayza, E., Angulo Chávez, C., Castro Ruiz, D., & Núñez, J. (2018). Peces de consumo de la Amazonía peruana.
- Genten, F. (2009). Atlas of Fish Histology Science Publishers. *Enfield, New Hampshire, USA.*
- Goldenfarb, P. B., Bowyer, F. P., Hall, E., & Brosious, E. (1971). Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, 56(1), 35-39.

- González, R. (2001). El cultivo de cachama (pp. 329–345). *Fundamentos de acuicultura continental Bogotá, DC: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA, Bogotá, Colombia, 469p.*
- Goulding, M., & Carvalho, M. L. (1982). Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia, 1*, 107-133.
- Grande Fernández, B. C., Amaringo Cortegano, C. A., Villanueva Chávez, C. A., Uribe Gonçalves, L., Bezada Quintana, S. G., Carcelén Cáceres, F. D., & López Guerra, S. (2023). Crecimiento corporal, composición proximal del músculo y parámetros hematológicos de juveniles de *Colossoma macropomum* alimentados con una dieta exclusivamente vegetal en comparación con una dieta con bajo contenido de harina de pescado. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 34*(2).
- Grant, K. R. (2015). Fish hematology and associated disorders. *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice, 18*(1), 83-103.
- Guardiola, F., García de Souza, J. R., Sorisetti, M., Baigún, C. R. M., Barrio, D. A., Colautti, D. C., & Solimano, P. J. (2019). Evaluación de nuevas metodologías para el cálculo de la condición en peces orientadas al pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). In *X Congreso de Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos (Azul, 20 al 22 de noviembre de 2019)*.
- Guerra Flores, H., Alcántara Bocanegra, F., Rebaza Alfaro, M., Rebaza Alfaro, C., Deza Taboada, S., Tello Martín, S. & Tello Martín, G. (2000). Cultivo y

procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la Amazonía Peruana.

Gurdak, D. J., Arantes, C. C., Castello, L., Stewart, D. J., & Watson, L. C. (2019). Evidence of recoveries from tropical floodplain fisheries: Three examples of management gains for South American giant arapaima. *From catastrophe to recovery: Stories of fish management success*. Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Hinostroza, E., & Serrano-Martínez, E. (2013). Efecto anestésico del metasulfonato de triclaína en paiches (*Arapaima gigas*) juveniles. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(4), 451-458.

Holdridge, L. R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. IICA. *San José, Costa Rica*.

Hurtado, A. (1997). Aspectos del Arapaima gigas en el sistema de Várzea en el municipio de Puerto Nariño, Amazonas. *Trabajo de grado, Departamento de Biología. Universidad del Valle, 84p. Santiago de Cali-Colombia*.

Ellis, A. E. (1989). *The immunology of teleosts. Fish pathology*, 2, 135-152.

Jones, R. E., Petrell, R. J., & Pauly, D. (1999). Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural engineering*, 20(4), 261-276.

Jones, S. W., Karpol, A., Friedman, S., Maru, B. T., & Tracy, B. P. (2020). Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 189-197.

- Kandeepan, C. (2014). Effect of Stress on haematological parameters of air breathing loach *Lepidocephalus thermalis* (Cuv&Val). *International Journal of Current Research and Academic Review*, 2(8), 309-322.
- Kohler, C., Kohler, S., Camargo, W., Campos, B., Alcántara, F., Del Águila, M., ... & Silva, M. (2007). Cartilla de acuicultura en la Amazonía. *Iquitos, Perú*, Recuperado Marzo, 12, 2018.
- Kubitza, F. (2004). Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da Aquicultura*, 14(82), 27-39.
- Kumar, A., Pradhan, P. K., Das, P. C., Srivastava, S. M., Lal, K. K., & Jena, J. K. (2018). Growth performance and compatibility of pacu, *Piaractus brachypomus* with Indian major carps in polyculture system. *Aquaculture*, 490, 236-239.
- Landines, M, Rodríguez L. Rodríguez D. (2011). Estrategias de alimentación para Cachama y Yamu a partir de prácticas de restricción alimenticia. Bogotá – Colombia. Produmedios. 47pg.
- Leyton, S. A., Muñoz, E., Gordillo, M., Sánchez, G. C., Muñoz, L. A., & Soto, A. (2015). Estimation of Fulton's condition factor (k) and the length-weight relationship of three fish species present in a sector subjected to environmental stress factors in high Cauca River basin. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 27, 24-31.
- Ligña-Navarrete, L., Burgos-Morán, R., Gallo-Díaz, M. S., Cruz-Medina, L., Jácome-Santamaría, A., & Pérez-Albuja, M. (2018). Hematologic profile of juvenile

- Arapaima gigas* maintained in captivity conditions in the Ecuadorian Amazon. *REDVET*, 19(6).
- Lima, M. C. D. C. (2014). Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* e do híbrido tambatinga.
- MacArthur, J. I., & Fletcher, T. C. (1985). Phagocytosis in Fish. En: Fish Immunology. MJ Manning y MF Tatner.
- Martorell, J. C., Belvis, B. D. C., Orozco, R. B., & González, G. M. (2014). Morfometría externa de alevines de *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) (Pisces, Osteichthyes, Osteoglossidae). *Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation.*, (6), 39-45.
- Mesa-Granda, M. N., & Botero-Aguirre, M. C. (2007). La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(1), 79-86.
- Minaya Ibáñez, A. P. (2018). Evaluación del perfil hematológico y bioquímico de la gamitana *Colossoma macropomum* de la Amazonía peruana.
- Nash, R. D., Valencia, A. H., & Geffen, A. J. (2006). The origin of Fulton's condition factor setting the record straight. *Fisheries*, 31(5), 236-238.
- Natt, M. P., & Herrick, C. A. (1952). A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poultry Science*, 31(4), 735-738.
- Núñez, M.; (2008). "Experimento con especies amazónicas comerciales" tercer convenio nacional de oportunidades de negocio en la acuicultura. Convenio IRD/IIAP. Lima, Perú.

- O'Neill, J. G. (1985). An in vitro study of polymorphonuclear phagocytosis and the effect of temperature. In *Fish immunology* (pp. 47-55). Academic Press.
- Ordóñez, J. R. (2021). *Estudio de la biología reproductiva del robalo blanco (Centropomus undecimalis)* (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021).
- Paredes, D., Alvarez, C., & Valencia, T. (2018). Caracterización hematológica y bioquímica de juveniles de *Arapaima gigas* "Paiches" bajo condiciones de cultivo en selva alta. *RevIA*, 3(2).
- Peñuela-Hernández, Z., Hernández-Arevalo, G., Matus, J. C., & Cruz-Casallas, P. E. (2007). Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. *Orinoquia*, 11(1), 49-55.
- Pessoa, N., Galvão, J., De Souza Filho, F., De Sousa, M., & Sampaio, C. (2015). Cooling of pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) embryos stored at -10°C. *Zygote*, 23(3), 453-459.
- PRODUCE. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola.
- PRODUCE. (2021). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola.
- Océano, U. (1991). Diccionario enciclopédico ilustrado. *España: OCÉANO*.
- Ragheb, E. (2023). Length-weight relationship and well-being factors of 33 fish species caught by gillnets from the Egyptian Mediterranean waters off Alexandria. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*.
- Ramírez, C., Coronado, J., Silva, A., & Romero, J. (2018). Cetobacterium is a major component of the microbiome of giant Amazonian fish (*Arapaima gigas*) in Ecuador. *Animals*, 8(11), 189.

- Ranzani-Paiva, M. J. T. R., de Pádua, S. B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. I. (2013). *Métodos para análise hematológica em peixes*. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.
- Reátegui Acosta, C. R., Oliva Paredes, R., Villegas Panduro, P. P., & Vargas Flores, J. I. (2018). *Effect of the density of planting on productive performance and hematological parameter in juvenile Piaractus Brachypomus "PACO" GROWN IN FLOATING CAGES IN THE LAGOON YARINACOCHA*.
- Rebaza, A. M., Alcántara, B. F., & Valdivieso, G. M. (1999). Manual de Piscicultura del paiche *Arapaima gigas*. *Tratado de cooperación Amazónica. Secretaria Pro Tempore. (TCA)–IIAP–FAO. Caracas-Venezuela*.
- Red Nacional de Información Acuícola (RNIA). (2021). ACUICULTURA MUESTRA CONSTANTE CRECIMIENTO DE PARTICIPACIÓN EN EL PBI PESQUERO Y ACUÍCOLA. Ministerio de la Producción. <https://rnia.produce.gob.pe/acuicultura-muestra-constante-crecimiento-de-participacion-en-el-pbi-pesquero-y-acuicola/>
- Reis, R. E., Albert, J. S., Di Dario, F., Mincarone, M. M., Petry, P., & Rocha, L. A. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of fish Biology*, 89(1), 12-47.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Board Can. Bull.*, 191, 1-382.
- Roberts, R.J. (1989) The immunology of Teleosts. En: *Fish Pathology*. Baillière Tindall. London. pp: 135-150.

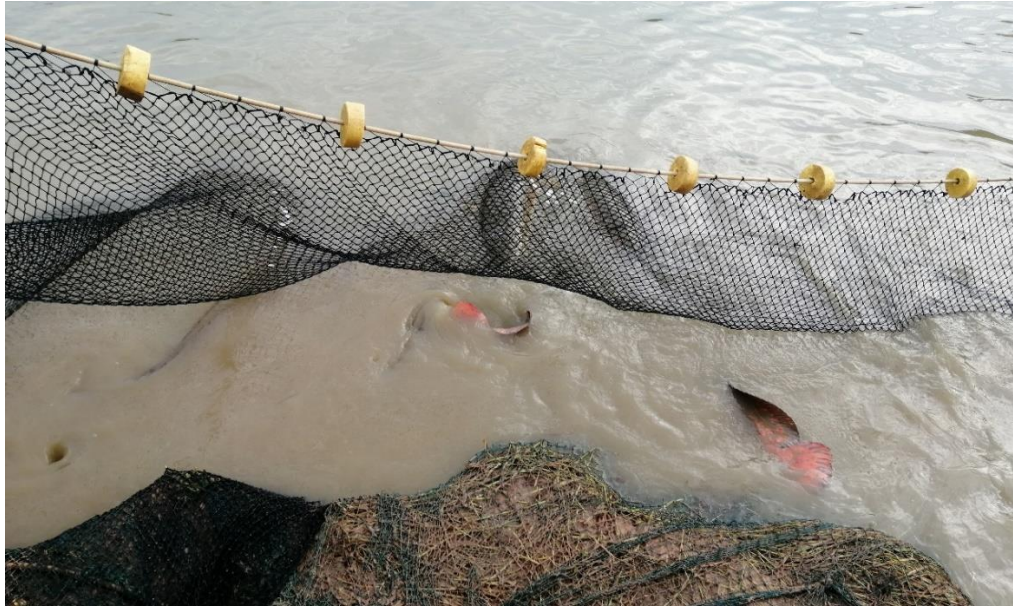
- Rodrigues, A. L. G. (2018). *Caracterização Hematológica Da Pirapitinga Piaractus brachypomus (Cuvier, 1818) em Condições de Cultivo* (Doctoral dissertation, Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre, 46).
- ROTTA, M. A. (2003). Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura.
- Rozas M, Walker R, Müller A, Bittencourt P. (2015). Manual de patología clínica de peces salmónidos. *Determinación de parámetros hematológicos, inmunológicos y mecanismos involucrados en las respuestas del hospedero a infecciones prevalentes y co- infecciones.*
- Saint-Paul, U. (1984). Ecological and physiological investigations of *Colossoma macropomum*, a new species for fish culture in Amazonia. *Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult*, 5(3), 501-518.
- Saint-Paul, U. (1986). Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, 54(3), 205-240.
- Salas, A., Barriga, M., & Albrecht-Ruiz, M. (2009). Información nutricional sobre algunos peces comerciales de la Amazonía Peruana.
- Salazar Lugo, R. S., Blanco, Y., Centeno, L., & Lemus, M. (2011). Variaciones en los parámetros hematológicos y en la respuesta inmune inespecífica de la cachama negra *Colossoma macropomum* expuesta a cadmio. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 23(1), 28-35.

- Serrano, E., Leguía, G., Quispe, M., & Casas, G. (2013). Valores hematológicos del paiche *Arapaima gigas* de la Amazonía peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(2), 248-251.
- Scadeng, M., McKenzie, C., He, W., Bartsch, H., Dubowitz, D. J., Stec, D., & St. Leger, J. (2020). Morphology of the Amazonian teleost genus *Arapaima* using advanced 3D imaging. *Frontiers in Physiology*, 11, 260.
- Schmidt, H., Bernet, D., Wahli, T., Meier, W., & Burkhardt-Holm, P. (1999). Active biomonitoring with brown trout and rainbow trout in diluted sewage plant effluents. *Journal of Fish Biology*, 54(3), 585-596.
- Shulman, G. E., & Love, R. M. (1999). *The biochemical ecology of marine fishes*. Academic Press.
- Svetina, A., Matašin, Ž., Tofant, A., & et al. (2002). Haematology and some blood chemical parameters of young carp till the age of three years. *Acta Veterinaria Hungarica*, 50(4), 459-467.
- Tavares-Dias, M., Sandrim, E. F. S., & Campos-Filho, E. D. (1999). Características hematológicas do tambaqui *Collossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) em sistema de monocultivo intensivo: II. Leucócitos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 175-184.
- Tavares-Dias, M., & Sandrim, E. F. S. (1998). Características hematológicas de teleósteos brasileiros. I. Série vermelha e dosagens de cortisol e glicose do plasma sanguíneo de espécimes de *Collossoma macropomum* em condições de cultivo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 20, 157-160.

- Tavares-Dias, M., & Moraes, F. R. (2004). Hematologia de o peixes teleósteos Ribeirão Preto. *São Paulo*, 144.
- Tavares-Dias, M., & Mataqueiro, M. I. (2004). Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, 26(2), 157-62.
- Tavares-Dias, M., Barcellos, J. F. M., Marcon, J. L., Menezes, G. C., Ono, E. A., & Affonso, E. G. (2007). Hematological and biochemical parameters for the *pirarucu Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture. *Electronic Journal of Ichthyology*, 2, 61-68.
- Tizard, I. R. (2009). *Introducción a la inmunología veterinaria*. Elsevier Health Sciences.
- Tomalá, D., Chavarría, J., & Escobar, B. E. (2014). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno de *Colossoma macropomum* en relación al peso corporal y temperatura del agua. *Latin american journal of aquatic research*, 42(5), 971-979.
- Valenzuela, A., Alveal, K., & Tarifeño, E. (2002). Respuestas hematológicas de truchas (*oncorhynchus mykiss walbaum* 1792) a estrés hipoxico agudo: serie roja. *Gayana (Concepción)*, 66(2), 255-261.
- Valenzuela, A., Oyarzún, C., & Silva, V. (2003). Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): la serie blanca. *Gayana (Concepción)*, 67(1), 130-137.

- Wahli, T. (2002). Approaches to investigate environmental impacts on fish health. *BULLETIN-EUROPEAN ASSOCIATION OF FISH PATHOLOGISTS*, 22(2), 126-132.
- Wedemeyer, G. A. (1990). Stress and acclimation. *Methods for fish biology*, 415-488.
- Woynarovich, A., & Woynarovich, E. (1998). Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Una guía detallada para la reproducción de alevinos de gamitana, paco y caraña. *FONDEPES. Taller. Lima-Perú*.
- Wuenschel, M. J., McElroy, W. D., Oliveira, K., & McBride, R. S. (2019). Measuring fish condition: an evaluation of new and old metrics for three species with contrasting life histories. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 76(6), 886-903.
- Yoshioka, E. T. O. (2014). Cuidados essenciais no manejo alimentar de peixes redondos cultivados no Estado do Amapá.

XII. ANEXOS



CAPTURA DE PAICHE



CAPTURA DE GAMITANA



TOMA DE DATOS BIOMÉTRICOS



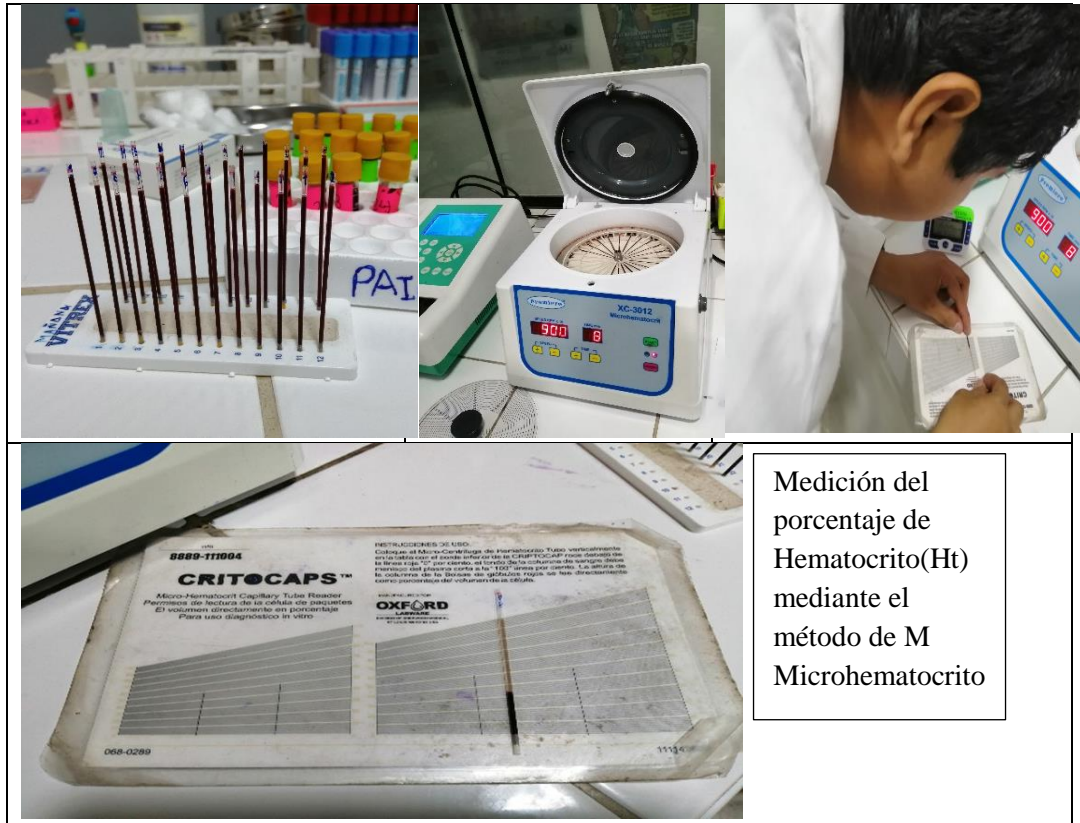
EJEMPLAR DE GAMITANA



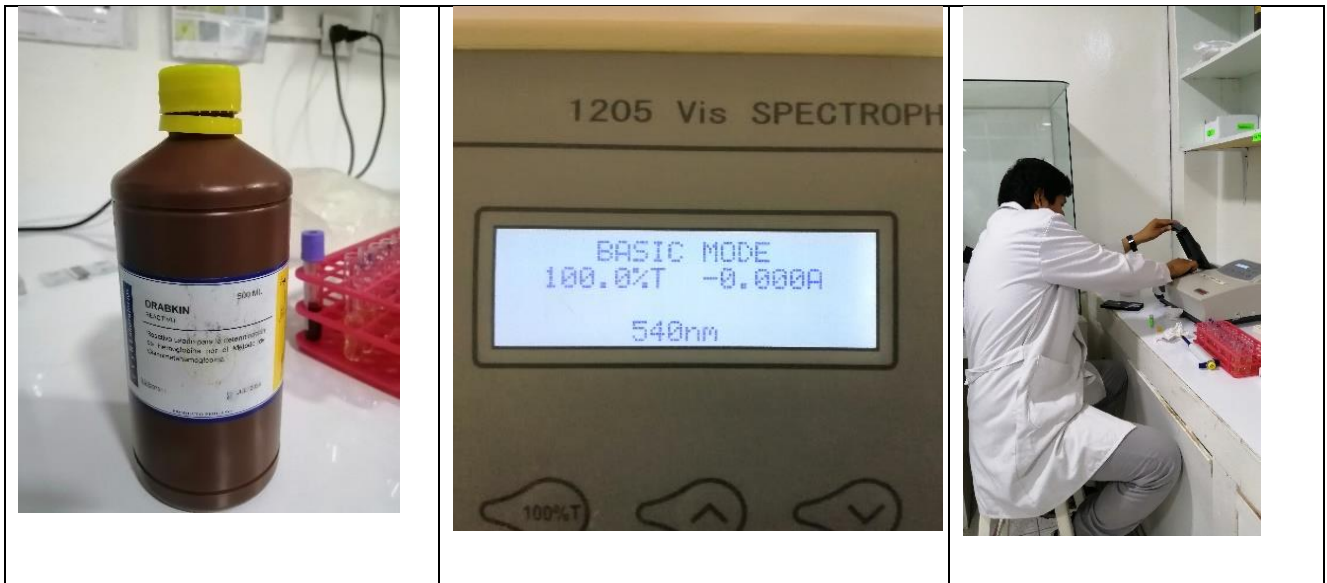
EJEMPLAR DE PAICHE



EJEMPLAR DE PACO



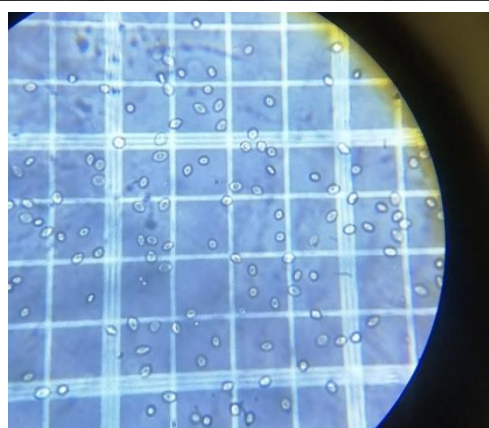
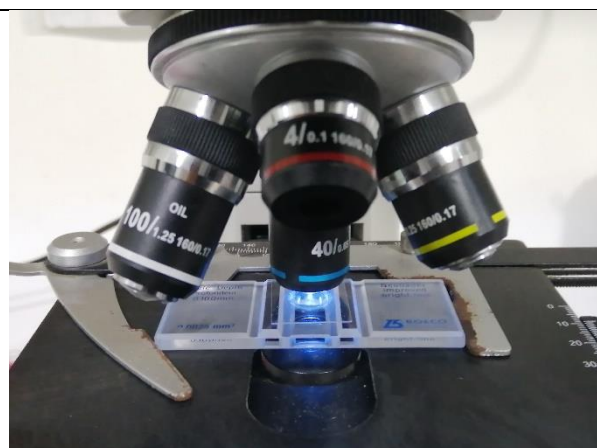
Medición del porcentaje de Hematocrito(Ht) mediante el método de M Microhematocrito



Medición de la concentración de hemoglobina (Hb), mediante la técnica de Cianometahemoglobina



Preparacion y observacion de los frotis sanguineos y conteo del diferencial leucocitario



CONTEO TOTAL DEL NÚMERO TOTAL DE ERITROCITOS Y LEUCOCITOS MEDIANTE EL USO DE LA CÁMARA DE NEUBAUER

DATOS BIOMETRICOS (PESO Y TALLA)

ESPECIE		PAICHE	
Numero	peso (g)	talla (cm)	K
1	33500	158	0,8493
2	34100	160	0,8325
3	38000	165	0,8459
4	34100	162	0,8021
5	31000	150	0,9185
6	35600	165	0,7925
7	34500	163	0,7966
8	32600	152	0,9283
9	29700	148	0,9162
10	34700	158	0,8797
11	36400	166	0,7958
12	37900	170	0,7714
13	36900	165	0,8214
14	30900	150	0,9156
15	39800	170	0,8101
16	35000	160	0,8545
17	39100	168	0,8246
18	40700	170	0,8284
19	35700	162	0,8397
20	38000	165	0,8459
21	32800	155	0,8808
22	36400	165	0,8103
23	34500	160	0,8423
24	39000	168	0,8225
25	39900	168	0,8415
26	39800	160	0,9717
27	41200	172	0,8097
28	34700	160	0,8472
29	33500	158	0,8493
30	44300	170	0,9017

Promedio	36143,33	162,10	0,85
----------	----------	--------	------

Mínimo	29700,00	148	0,77
Máximo	44300,00	172	0,97

ESPECIE		PACO	
Numero	Peso (g)	Talla (cm)	K
1	195	22	1,83
2	230	25	1,47
3	240	26	1,37
4	220	24	1,59
5	260	28	1,18
6	220	24	1,59
7	230	25	1,47
8	260	27	1,32
9	235	23	1,93
10	240	26	1,37
11	235	25	1,50
12	205	24	1,48
13	235	25	1,50
14	250	26,5	1,34
15	220	23	1,81
16	250	27	1,27
17	190	22	1,78
18	240	23	1,97
19	260	25	1,66
20	230	23	1,89
21	200	22	1,88
22	230	24	1,66
23	255	25	1,63
24	220	23	1,81
25	250	25	1,60
26	185	22	1,74
27	185	22	1,74
28	220	23	1,81
29	220	22	2,07
30	230	23	1,89

Promedio	228,00	24,15	1,64
----------	--------	-------	------

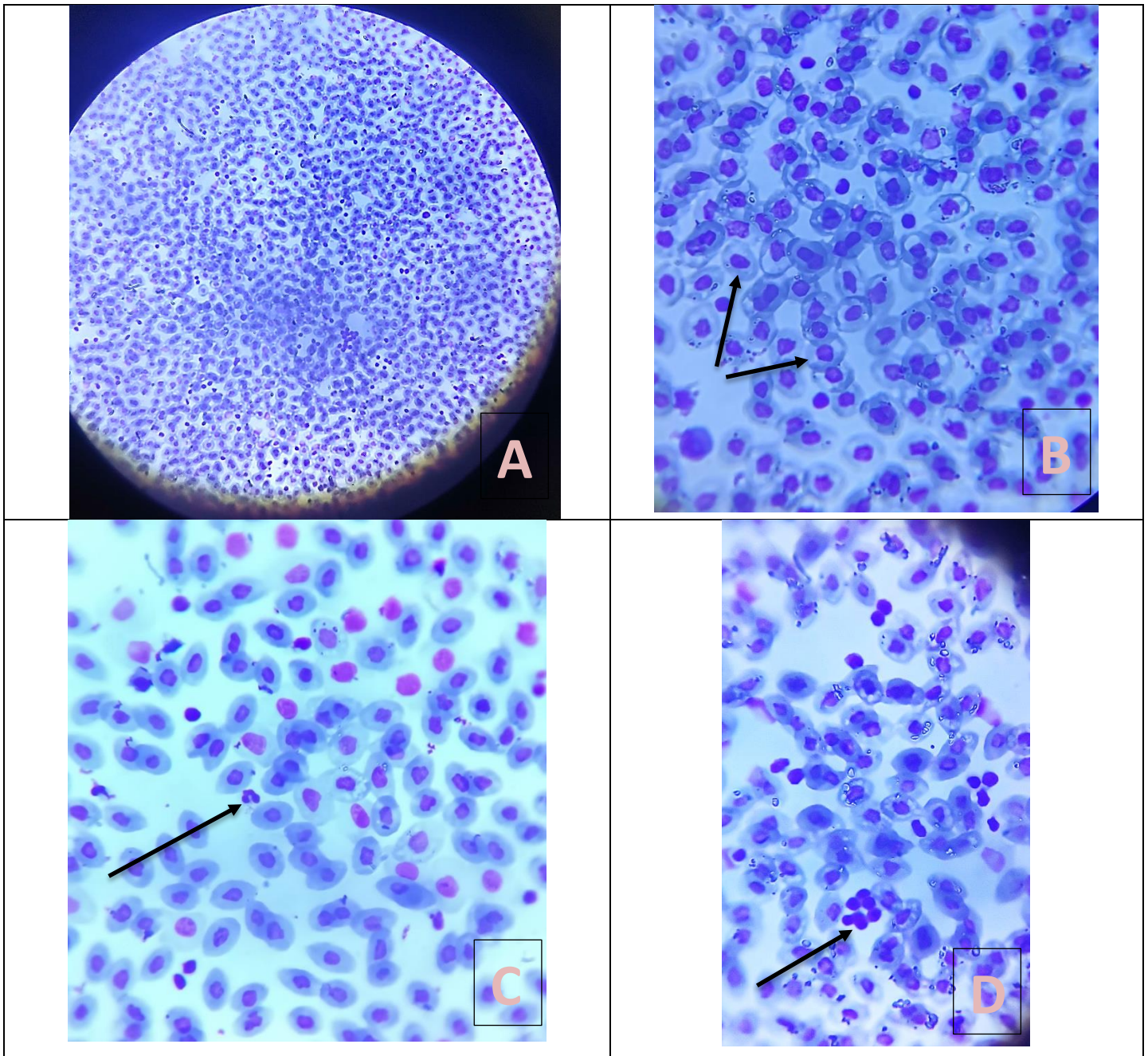
Mínimo	185	22	1,18
Máximo	260	28	2,07

ESPECIE		GAMITANA	
Numero	Peso (g)	Talla (cm)	K
1	240	23	1,97
2	280	25,5	1,69
3	330	26,5	1,77
4	290	26,5	1,56
5	275	26	1,56
6	240	23	1,97
7	270	23,5	2,08
8	280	27	1,42
9	280	27	1,42
10	250	24,5	1,70
11	260	25	1,66
12	240	23,5	1,85
13	260	25	1,66
14	240	26	1,37
15	285	27	1,45
16	240	24	1,74
17	320	27,5	1,54
18	240	24	1,74
19	240	24,5	1,63
20	290	27	1,47
21	320	27,5	1,54
22	330	28	1,50
23	320	26,5	1,72
24	300	27	1,52
25	245	25	1,57
26	265	25,5	1,60
27	240	24,5	1,63
28	260	27	1,32
29	235	25	1,50
30	260	27	1,32

Promedio	270,83	25,63	1,62
----------	--------	-------	------

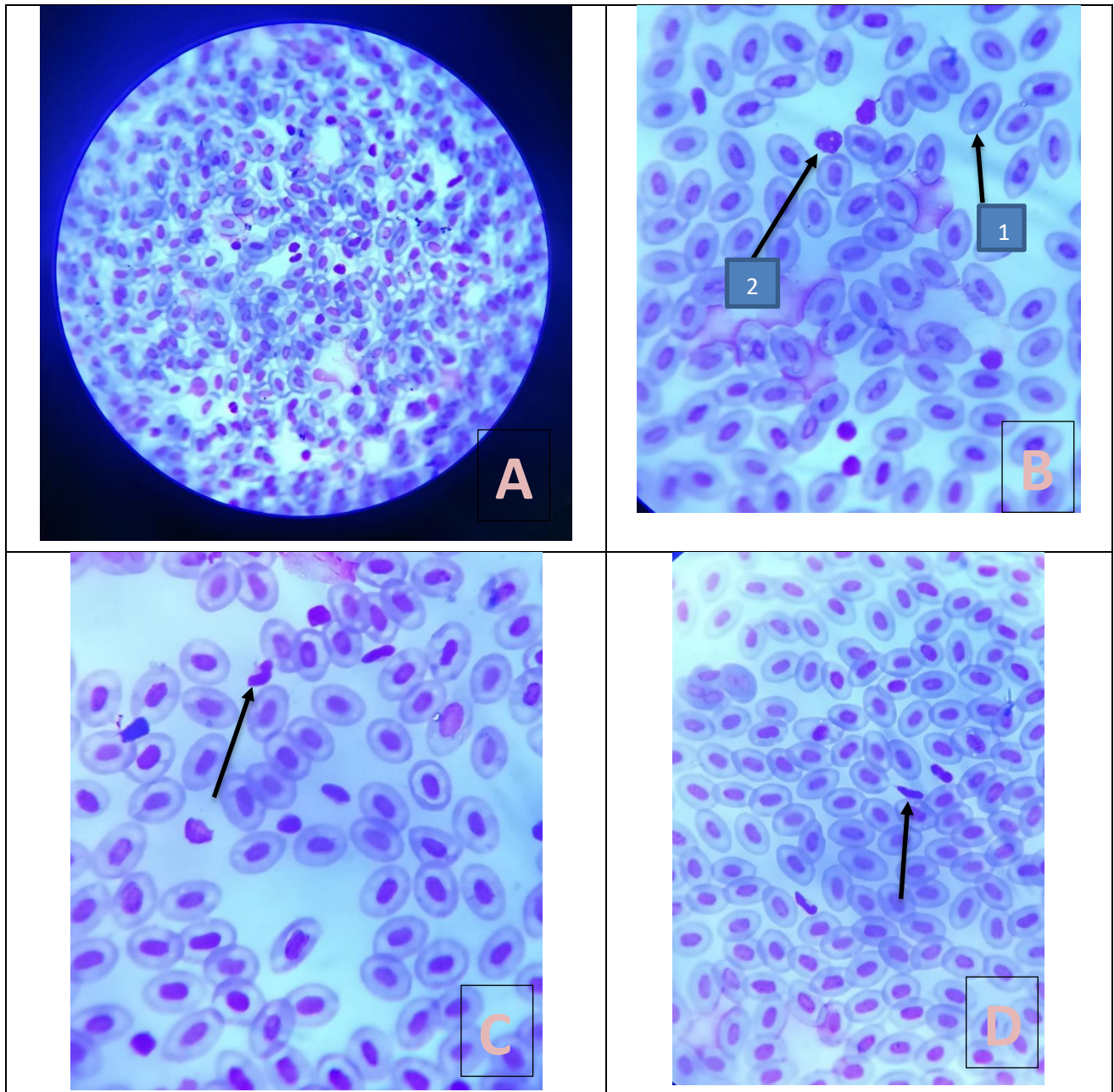
Mínimo	235	23	1,32
Máximo	330	28	2,08

CELULAS SANGUINEAS DE LA ESPECIE PAICHE (*Arapaima gigas*)



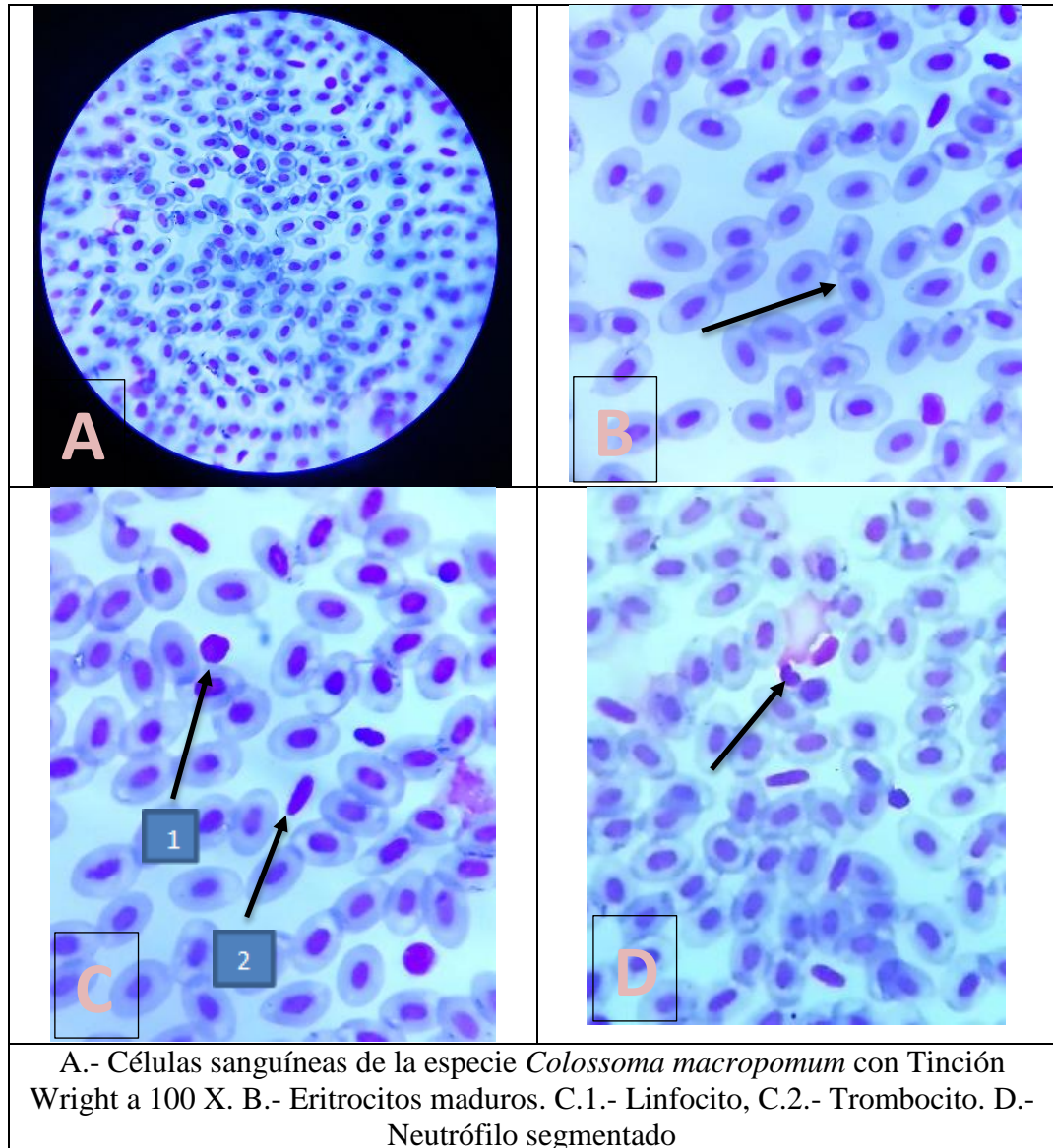
A.- Células sanguíneas de la especie *Arapaima gigas* con Tinción Wright a 100 X. B.- Eritrocitos maduros. C.- Neutrofilo segmentado D.- Linfocitos de diferentes edades.

CELULAS SANGUINEAS DE LA ESPECIE PACO (*Piaractus brachypomus*)



A.- Células sanguíneas de la especie *Piaractus brachypomus* con Tinción Wright a 100 X. B. 1. Eritrocitos maduros y B.2.-linfocito. C.- Neutrófilo segmentado D.- Trombocitos.

CELULAS SANGUINEAS DE LA ESPECIE GAMITANA (*Colossoma macropomum*)



EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

Tabla 6

Parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetros	Unidad	Naturaleza	Método	Paiche	Paco	Gamitana
Temperatura	°C	Física	Termómetro	26	26,7	27,46
pH	---	Química	Potenciométrico	7	6,8	6,9
Oxígeno disuelto	mg/L	Química	Potenciométrico	3.9	3.5	4
Dureza	mg/L	Química	Titrimétrico	11	10	12
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Química	Titrimétrico	1.43	4	2.4

PRUEBA ESTADISTICA ANOVA Y TUKEY DE LOS PARAMETROS HEMATOLOGICOS DE LAS ESPECIES PACIHE, PACO Y GAMITANA

a. HEMATOCRITO

ANOVA: Single Factor								
DESCRIPTION						Alpha	0.05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
PAICHE	30	253.94	8.46466667	0.32763264	9.50134667	0.17451807	8.11779311	8.81154023
PACO	30	208.86	6.962	0.29539586	8.56648	0.17451807	6.61512644	7.30887356
GAMITANA	30	281.92	9.39733333	2.11806161	61.4237867	0.17451807	9.05045977	9.74420689
ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	90.5872267	2	45.2936133	49.5718252	4.2726E-15	0.53261903	1.28545485	0.51908601
Within Groups	79.4916133	87	0.9136967					
Total	170.07884	89	1.9109982					

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	29.2	30	244.8							
PACO	28.1333333	30	263.466667							
GAMITANA	30.4333333	30	143.366667							
		90	651.633333	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	1.06666667	0.49966783	2.13475152	-0.6181788	2.75151214	0.291483	1.68484547	0.38975052	NDS
PAICHE	GAMITANA	1.23333333	0.49966783	2.46830644	-0.4515121	2.91817881	0.19436345	1.68484547	0.45064904	NDS
PACO	GAMITANA	2.3	0.49966783	4.60305796	0.61515453	3.98484547	0.00456474	1.68484547	0.84039956	DS

b. HEMOGLOBINA

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION					Alpha	0.05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	253.94	8.46466667	0.32763264	9.50134667	0.17451807	8.11779311	8.81154023	
PACO	30	208.86	6.962	0.29539586	8.56648	0.17451807	6.61512644	7.30887356	
GAMITANA	30	281.92	9.39733333	2.11806161	61.4237867	0.17451807	9.05045977	9.74420689	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	90.5872267	2	45.2936133	49.5718252	4.2726E-15	0.53261903	1.28545485	0.51908601	
Within Group	79.4916133	87	0.9136967						
Total	170.07884	89	1.9109982						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	8.46466667	30	9.50134667							
PACO	6.962	30	8.56648							
GAMITANA	9.39733333	30	61.4237867							
		90	79.4916133	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	1.50266667	0.17451807	8.61037865	0.91420377	2.09112956	8.9716E-08	0.5884629	1.57203287	DS
PAICHE	GAMITANA	0.93266667	0.17451807	5.34424123	0.34420377	1.52112956	0.00083361	0.5884629	0.97572049	DS
PACO	GAMITANA	2.43533333	0.17451807	13.9546199	1.84687044	3.02379623	4.1744E-14	0.5884629	2.54775336	DS

c. ERITROCITOS

ANOVA: Single Factor								
DESCRIPTION						Alpha	0.05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
PAICHE	30	50.18	1.67266667	0.05106161	1.48078667	0.04191891	1.58934828	1.75598505
PACO	30	50.06	1.66866667	0.06179816	1.79214667	0.04191891	1.58534828	1.75198505
GAMITANA	30	36.16	1.20533333	0.04528782	1.31334667	0.04191891	1.12201495	1.28865172
ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Gro	4.33094222	2	2.16547111	41.0781694	2.745E-13	0.48568289	1.1701591	0.47107466
Within Group	4.58628	87	0.05271586					
Total	8.91722222	89	0.10019351					

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	1.67266667	30	1.48078667							
PACO	1.66866667	30	1.79214667							
GAMITANA	1.20533333	30	1.31334667							
		90	4.58628	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	0.004	0.04191891	0.09542232	-0.1373477	0.14534769	0.9974932	0.14134769	0.01742165	NDS
PAICHE	GAMITANA	0.46733333	0.04191891	11.1485075	0.32598564	0.60868102	2.5652E-11	0.14134769	2.03542968	DS
PACO	GAMITANA	0.46333333	0.04191891	11.0530852	0.32198564	0.60468102	3.5128E-11	0.14134769	2.01800803	DS

d. LEUCOCITOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	389.7	12.99	7.48489655	217.062	0.39531241	12.2042738	13.7757262	
PACO	30	326.4	10.88	1.61337931	46.788	0.39531241	10.0942738	11.6657262	
GAMITANA	30	397.6	13.2533333	4.9661954	144.019667	0.39531241	12.4676071	14.0390596	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	101.541556	2	50.7707778	10.8295812	6.3125E-05	0.19933121	0.60082114	0.17927515	
Within Group	407.869667	87	4.68815709						
Total	509.411222	89	5.7237216						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05		
group	mean	n	ss	df	q-crit				
PAICHE	12.99	30	217.062						
PACO	10.88	30	46.788						
GAMITANA	13.2533333	30	144.019667						
		90	407.869667	87	3.37193103				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
PAICHE	PACO	2.11	0.39531241	5.3375506	0.77703381	3.44296619	0.00084716	1.33296619	0.97449895 DS
PAICHE	GAMITANA	0.26333333	0.39531241	0.66613981	-1.0696329	1.59629952	0.88506507	1.33296619	0.12161993 NDS
PACO	GAMITANA	2.37333333	0.39531241	6.0036904	1.04036714	3.70629952	0.00015987	1.33296619	1.09611889 DS

e. VCM

ANOVA: Single Factor								
DESCRIPTION						Alpha	0.05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
PAICHE	30	5322.55	177.418333	793.447207	23009.969	6.32088022	164.854899	189.981767
PACO	30	5160.73	172.024333	941.397108	27300.5161	6.32088022	159.460899	184.587767
GAMITANA	30	7778.15	259.271667	1860.9731	53968.2198	6.32088022	246.708233	271.835101
ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Gro	143411.606	2	71705.8029	59.8243415	4.5339E-17	0.57899562	1.41214189	0.56657563
Within Group	104278.705	87	1198.6058					
Total	247690.311	89	2783.0372					

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	177.418333	30	23009.969							
PACO	172.024333	30	27300.5161							
GAMITANA	259.271667	30	53968.2198							
		90	104278.705	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	5.394	6.32088022	0.85336216	-15.919572	26.7075722	0.81862542	21.3135722	0.1558019	NDS
PAICHE	GAMITANA	81.8533333	6.32088022	12.9496732	60.5397611	103.166906	1.0381E-13	21.3135722	2.36427604	DS
PACO	GAMITANA	87.2473333	6.32088022	13.8030354	65.9337611	108.560906	4.3299E-14	21.3135722	2.52007795	DS

f. HCM

ANOVA: Single Factor								
DESCRIPTION						Alpha	0.05	
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
PAICHE	30	1543.3	51.4433333	52.3232299	1517.37367	2.25186927	46.9674993	55.9191673
PACO	30	1274.1	42.47	37.6180345	1090.923	2.25186927	37.994166	46.945834
GAMITANA	30	2413.2	80.44	366.441103	10626.792	2.25186927	75.964166	84.915834
ANOVA								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Gro	23630.4829	2	11815.2414	77.666726	4.4372E-20	0.64099055	1.60900307	0.63013717
Within Group	13235.0887	87	152.127456					
Total	36865.5716	89	414.219905					

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05		
group	mean	n	ss	df	q-crit				
PAICHE	51.4433333	30	1517.37367						
PACO	42.47	30	1090.923						
GAMITANA	80.44	30	10626.792						
		90	13235.0887	87	3.37193103				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
PAICHE	PACO	8.97333333	2.25186927	3.9848376	1.38018546	16.5664812	0.01633181	7.59314787	0.72752848 DS
PAICHE	GAMITANA	28.9966667	2.25186927	12.8767096	21.4035188	36.5898145	1.2146E-13	7.59314787	2.35095478 DS
PACO	GAMITANA	37.97	2.25186927	16.8615472	30.3768521	45.5631479	3.9413E-14	7.59314787	3.07848326 DS

g. CHCM

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION					Alpha	0.05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	874.44	29.148	4.6395269	134.54628	0.5942351	27.9668934	30.3291066	
PACO	30	747.25	24.9083333	5.10046264	147.913417	0.5942351	23.7272267	26.0894399	
GAMITANA	30	928.52	30.9506667	22.0403926	639.171387	0.5942351	29.7695601	32.1317733	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	577.341727	2	288.670863	27.2499111	6.4745E-10	0.38515824	0.95306368	0.36842026	
Within Group	921.631083	87	10.5934607						
Total	1498.97281	89	16.8423911						

TUKEY HSD/KRAMER							alpha	0.05		
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	29.148	30	134.54628							
PACO	24.9083333	30	147.913417							
GAMITANA	30.9506667	30	639.171387							
		90	921.631083	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	4.23966667	0.5942351	7.1346621	2.23594688	6.24338645	7.3005E-06	2.00371979	1.30260512 DS	
PAICHE	GAMITANA	1.80266667	0.5942351	3.03359168	-0.2010531	3.80638645	0.08677888	2.00371979	0.55385553 NDS	
PACO	GAMITANA	6.04233333	0.5942351	10.1682538	4.03861355	8.04605312	6.3567E-10	2.00371979	1.85646066 DS	

h. ABASTONADOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	7	0.23333333	0.32298851	9.36666667	0.13013403	-0.0253221	0.49198881	
PACO	30	2	0.06666667	0.13333333	3.86666667	0.13013403	-0.1919888	0.32532214	
GAMITANA	30	59	1.96666667	1.06781609	30.96666667	0.13013403	1.70801119	2.22532214	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Groups	66.4222222	2	33.2111111	65.3702866	4.6636E-18	0.60044194	1.47614686	0.5885537	
Within Groups	44.2	87	0.50804598						
Total	110.622222	89	1.24294632						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	0.23333333	30	9.36666667							
PACO	0.06666667	30	3.86666667							
GAMITANA	1.96666667	30	30.96666667							
		90	44.2	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	0.16666667	0.13013403	1.28073084	-0.2721363	0.60546964	0.63823186	0.43880298	0.23382839	NDS
PAICHE	GAMITANA	1.73333333	0.13013403	13.3196008	1.29453036	2.17213631	5.8287E-14	0.43880298	2.43181527	DS
PACO	GAMITANA	1.9	0.13013403	14.6003316	1.46119702	2.33880298	3.9635E-14	0.43880298	2.66564366	DS

i. SEGMENTADOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
<i>Group</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>SS</i>	<i>Std Err</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	
PAICHE	30	1766	58.8666667	93.2229885	2703.46667	1.9145674	55.0612566	62.6720767	
PACO	30	1795	59.8333333	157.867816	4578.16667	1.9145674	56.0279233	63.6387434	
GAMITANA	30	1005	33.5	78.8103448	2285.5	1.9145674	29.69459	37.30541	
ANOVA									
<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>Eta-sq</i>	<i>RMSSE</i>	<i>Omega Sq</i>	
Between Gro	13378.4667	2	6689.23333	60.8294334	2.9757E-17	0.58305151	1.42395498	0.57073125	
Within Group	9567.13333	87	109.96705						
Total	22945.6	89	257.81573						

TUKEY HSD/KRAMER									
						alpha	0.05		
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>				
PAICHE	58.8666667	30	2703.46667						
PACO	59.8333333	30	4578.16667						
GAMITANA	33.5	30	2285.5						
		90	9567.13333	87	3.37193103				
Q TEST									
<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
PAICHE	PACO	0.96666667	1.9145674	0.50490083	-5.4891226	7.4224559	0.93220946	6.45578923	0.09218186 NDS
PAICHE	GAMITANA	25.3666667	1.9145674	13.2492942	18.9108774	31.8224559	6.3172E-14	6.45578923	2.41897909 DS
PACO	GAMITANA	26.3333333	1.9145674	13.754195	19.8775441	32.7891226	4.3743E-14	6.45578923	2.51116095 DS

j. LINFOCITOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	1220	40.6666667	89.4022989	2592.66667	1.95890735	36.7731262	44.5602071	
PACO	30	1147	38.2333333	145.21954	4211.36667	1.95890735	34.3397929	42.1268738	
GAMITANA	30	1837	61.2333333	110.736782	3211.36667	1.95890735	57.3397929	65.1268738	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	9579.08889	2	4789.54444	41.604965	2.0953E-13	0.48886648	1.17763839	0.47432956	
Within Group	10015.4	87	115.11954						
Total	19594.4889	89	220.162797						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05				
group	mean	n	ss	df	q-crit						
PAICHE	40.6666667	30	2592.66667								
PACO	38.2333333	30	4211.36667								
GAMITANA	61.2333333	30	3211.36667								
		90	10015.4	87	3.37193103						
Q TEST											
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d		
PAICHE	PACO	2.43333333	1.95890735	1.24218909	-4.1719672	9.03863382	0.65533781	6.60530049	0.22679166	NDS	
PAICHE	GAMITANA	20.5666667	1.95890735	10.4990502	13.9613662	27.1719672	2.164E-10	6.60530049	1.91685555	DS	
PACO	GAMITANA	23	1.95890735	11.7412393	16.3946995	29.6053005	3.6373E-12	6.60530049	2.14364721	DS	

k. MONOCITOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	5	0.16666667	0.21264368	6.16666667	0.29238963	-0.4144894	0.74782273	
PACO	30	24	0.8	4.30344828	124.8	0.29238963	0.21884394	1.38115606	
GAMITANA	30	25	0.83333333	3.17816092	92.1666667	0.29238963	0.25217727	1.41448939	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	8.46666667	2	4.23333333	1.65058261	0.19789124	0.03655728	0.23456219	0.01425135	
Within Group	223.133333	87	2.56475096						
Total	231.6	89	2.60224719						

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0.05						
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	0.16666667	30	6.16666667							
PACO	0.8	30	124.8							
GAMITANA	0.83333333	30	92.1666667							
		90	223.133333	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	0.63333333	0.29238963	2.16605946	-0.3525844	1.61925102	0.28125048	0.98591768	0.39546654	NDS
PAICHE	GAMITANA	0.66666667	0.29238963	2.28006258	-0.319251	1.65258435	0.24593374	0.98591768	0.41628057	NDS
PACO	GAMITANA	0.03333333	0.29238963	0.11400313	-0.9525844	1.01925102	0.99642388	0.98591768	0.02081403	NDS

I. EOSINOFILOS

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION						Alpha	0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	3	0.1	0.09310345	2.7	0.28367683	-0.4638384	0.66383841	
PACO	30	32	1.06666667	1.78850575	51.8666667	0.28367683	0.50282826	1.63050507	
GAMITANA	30	74	2.46666667	5.36091954	155.466667	0.28367683	1.90282826	3.03050507	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gr	84.9555556	2	42.4777778	17.5951436	3.8282E-07	0.28799578	0.76583601	0.26942292	
Within Group	210.033333	87	2.41417625						
Total	294.988889	89	3.3144819						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05		
group	mean	n	ss	df	q-crit				
PAICHE	0.1	30	2.7						
PACO	1.06666667	30	51.8666667						
GAMITANA	2.46666667	30	155.466667						
		90	210.033333	87	3.37193103				
Q TEST									
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
PAICHE	PACO	0.96666667	0.28367683	3.40763354	0.01012797	1.92320536	0.04706	0.95653869	0.62214592 DS
PAICHE	GAMITANA	2.36666667	0.28367683	8.34282695	1.41012797	3.32320536	2.0424E-07	0.95653869	1.52318484 DS
PACO	GAMITANA	1.4	0.28367683	4.93519341	0.44346131	2.35653869	0.00217769	0.95653869	0.90103892 DS

PRUEBA ESTADISTICA ANOVA Y TUKEY DEL FACTOR DE CONDICION FULTON (K) DE LAS ESPECIES PACIHE, PACO Y GAMITANA

ANOVA: Single Factor									
DESCRIPTION					Alpha	0.05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
PAICHE	30	25.45	0.84833333	0.00226954	0.06581667	0.03171938	0.78528764	0.91137903	
PACO	30	49.15	1.63833333	0.05309023	1.53961667	0.03171938	1.57528764	1.70137903	
GAMITANA	30	48.47	1.61566667	0.03519092	1.02053667	0.03171938	1.55262097	1.67871236	
ANOVA									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Gro	12.1341422	2	6.06707111	201.005795	2.4194E-33	0.82209011	2.58847313	0.81633087	
Within Group	2.62597	87	0.03018356						
Total	14.7601122	89	0.16584396						

TUKEY HSD/KRAMER						alpha	0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit					
PAICHE	0.84833333	30	0.06581667							
PACO	1.63833333	30	1.53961667							
GAMITANA	1.61566667	30	1.02053667							
		90	2.62597	87	3.37193103					
Q TEST										
group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	
PAICHE	PACO	0.79	0.03171938	24.9059129	0.68304445	0.89695555	3.9302E-14	0.10695555	4.54717677	DS
PAICHE	GAMITANA	0.76733333	0.03171938	24.1913129	0.66037779	0.87428888	3.9302E-14	0.10695555	4.41670925	DS
PACO	GAMITANA	0.02266667	0.03171938	0.71460003	-0.0842889	0.12962221	0.86895433	0.10695555	0.13046752	NDS

CUARTILES

PAICHE	
Q1	0.81
Q2	0.84
Q3	0.87

PACO	
Q1	1.47
Q2	1.65
Q3	1.81

GAMITANA	
Q1	1.50
Q2	1.58
Q3	1.71

PERCENTILES

PAICHE	
P10	0.80
P20	0.81
P50	0.84
P90	0.92

PACO	
P10	1.34
P20	1.45
P50	1.65
P90	1.89

GAMITANA	
P10	1.42
P20	1.47
P50	1.58