

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE ALTO AMAZONAS

FACULTAD DE ZOOTECNIA, AGRONOMIA Y CIENCIAS BIOLOGICAS Y ACUICULTURA



ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

Características citomorfológicas de sangre de gamitana (*Colossoma macropomum*)
cultivo en estanques

TESIS

Para optar el título profesional de biólogo acuícola

PRESENTADO POR

Bach. Lizandro Guerra Rios

ASESOR

Mg. Magno Rosendo Reyes Bedriñana

Yurimaguas, 2022

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Mg. **Magno Rosendo Reyes Bedriñana** docente de la Facultad de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas y Acuicultura, programa de estudios de Acuicultura, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “**Características Citomorfológicas de sangre de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cultivado en Estanques**”, constituye la memoria que presenta el Bachiller **LIZANDRO GUERRA RIOS**, para aspirar al título de Profesional de **BIÓLOGO ACUICOLA**. Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, a los 20 días del mes de julio del año 2022.



Mg. Magno Rosendo Reyes Bedriñana

Asesor

CARACTERÍSTICAS CITOMORFOLÓGICAS DE SANGRE DE GAMITANA
(Colossoma macropomum) CULTIVADO EN ESTANQUES


TESIS

PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICOLA

JURADO CALIFICADOR



PhD. Enrique Arevalo Gardini
Presidente Jurado



Mg. William Celis Pinedo
Miembro del Jurado



MSc. Juvenal Napuchi Linares
Miembro del Jurado



Mg, Magno Rosendo Reyes Bedriñana
Asesor

Dedicatoria

En primer lugar, dedico al todo poderoso por darme la vida, salud y el espíritu de perseverancia para culminar mi carrera profesional y continuar luchando para lograr mis metas trazadas.

Dedico a mis seres queridos, en especial a mi madre que está en el cielo, ella era mi vida, mi soporte; quien fue la persona que me inculcó buenos valores morales para seguir adelante, lograr mis objetivos y toda mi familia en general por su apoyo, generosidad y comprensión.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por haberme dado salud y las fuerzas necesarias para culminar con éxito desde los inicios de pre grado hasta la culminación y sustentación de la tesis.

Agradezco a:

La Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas,
Facultad de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas y
Acuicultura; y al Jurado evaluador:

- PhD. Enrique Arévalo Gardini - Presidente
- MSc. Juvenal Napuchi Linares – Miembro
- Mg. William Celis Pinedo – Miembro.
- Mg. Magno Rosendo Reyes Bedriñana - Asesor.

A todos mis docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas por su apoyo incondicional que con sus enseñanzas y experiencias sirvieron para desarrollarme tanto en la formación académica profesional, así también en la realización y culminación de mi tesis.

Resumen

Para la determinación de las características morfológicas de las células sanguíneas de *Colossoma macropomum* cultivado en estanques, se utilizaron 20 ejemplares de 5 meses de edad, con 425g de peso y 25.1cm de largo, obtenidos de la piscigranja “Bonifaz”, ubicada en el caserío Centro Chambira, distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto. Las muestras de sangre se obtuvieron por punción de la vena caudal; la tinción Wright se usó para colorear los frotis sanguíneos, con ayuda de un microscopio a 10X y 100X se caracterizaron las células sanguíneas. Las características citomorfológicas de sangre de gamitana fueron: glóbulos rojos o eritrocitos se observaron maduros e inmaduros, los glóbulos blancos o leucocitos: neutrófilos o heterófilos segmentados y abastionados, eosinófilos, basófilos, linfocitos, monocitos y trombocitos o plaquetas. Se concluye que la gamitana presenta las características citomorfológicas sanguíneas similares reportados para otros teleósteos dulceacuícolas y marinos, lo que confirma que las células sanguíneas son semejantes independientemente a las especies.

Palabras clave: Eritrocitos, Leucocitos, Trombocitos.

Summary

For the determination of the morphological characteristics of the blood cells of *Colossoma macropomum* cultivated in ponds, 20 specimens of 6 months of age, with a weight of 425g and a length of 25.1cm, obtained from the "Bonifaz" fish farm, located in the hamlet, were used. Chambira Center, Yurimaguas District, Alto Amazonas Province, Loreto Region. Blood samples were obtained by puncture of the caudal vein; Wright's stain was used to color the blood smears, with the help of a microscope at 10X and 100X the blood cells were characterized. The cytomorphological characteristics of gamitana blood were: mature and immature red blood cells or erythrocytes, white blood cells or leukocytes: segmented and rod-shaped neutrophils or heterophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, monocytes and thrombocytes or platelets. It is concluded that the gamitana presents the similar blood cytomorphological characteristics reported for other freshwater and marine teleosts, confirming that blood cells are independently species-like.

Keywords: Erythrocytes, Leukocytes, Thrombocytes.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Summary	v
Índice de contenido	vi
Índice de figuras	viii
Introducción	1
Capítulo I: Problema	2
1.1 Planteamiento del problema y Formulación	2
1.1.1 Problema General.....	2
1.1.2 Problemas Específicos	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Justificación e Importancia.....	4
Capítulo II: Marco Teórico	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.2 Bases teóricas:	7
2.2.1 La gamitana.....	7
2.2.2 Las células sanguíneas de los peces	8
2.2.3 Características morfológicas de los glóbulos rojos o eritrocitos de los peces8	
2.2.4 Características morfológicas de los glóbulos blancos de los peces	8
2.2.5 Aporte y Análisis en función a las citas	9
2.2.6 Definición operacional de términos.....	10
Capítulo III: Marco Metodológico	11
3.1 Diseño del Estudio.....	11
3.2 Ámbito de la Investigación.....	11
3.3 Población	12
3.4 Muestra	12
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de Datos	12
3.6 Procedimientos y Técnicas	13
3.6.1 Obtención de la muestra	13
3.6.2 Procesamiento de muestra	14
3.7 Aspectos Éticos.....	17

3.8	Limitaciones	17
3.9	Materiales:	17
Capítulo IV: Resultados		18
4.1	Glóbulos rojos o eritrocitos	18
4.1.1	Características citomorfológicas de los glóbulos Rojos maduros.....	18
4.1.2	Características Citomorfológicas de los Glóbulos Rojos Inmaduros.....	18
4.2	Glóbulos Blancos o Leucocitos	19
4.2.1	Características citomorfológicas de los Neutrófilos o Heterófilos:	19
4.2.1.1	Segmentados:.....	19
4.2.1.2	Abastionados:	20
4.2.2	Características Citomorfológicas de los Eosinófilos.....	20
4.2.3	Características citomorfológicas de los Basófilos.....	21
4.2.4	Características citomorfológicas de los Linfocitos.	21
4.2.5	Características Citomorfológicas de los Monocitos	22
4.2.6	Características citomorfológicas de Trombocitos o Plaquetas.....	23
Capítulo V: Discusión		24
Conclusiones		27
Recomendaciones.....		28
Referencias Bibliográficas		29
Anexo N° 1 Ficha Técnica de recolección de datos.....		31
Anexo N°2 Tabla 1 Evaluación de las Características Citomorfológicas de la		32
Sangre de la Gamitana Cultivado en Estanques.....		32

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de Ubicación Caserío Centro Chambira	11
Figura 2 Gamitana de la piscigranja Bonifaz- Caserío Centro Chambira.....	12
Figura 3 Extracción de muestra de sangre de gamitana de la vena Caudal	13
Figura 4 Frotis Sanguíneos de gamitana	14
Figura 5 Técnica de Tinción Wright	15
Figura 6 Láminas coloreadas con Wright	15
Figura 7 Observation Microscópica	16
Figura 8 Glóbulos Rojos Maduros	18
Figura 9 Glóbulos Rojos Inmaduros.	19
Figura 10 Neutrófilos o Heterófilos Segmentados.....	19
Figura 11 Neutrófilos / Heterófilos Abastionados	20
Figura 12 Eosinófilos	20
Figura 13 Basófilos	21
Figura 14 Linfocitos.....	22
Figura 15 Monocitos	22
Figura 16 Trombocitos o Plaquetas	23

Introducción

Debido al desconocimiento y escasez de estudios de las características citomorfológicas de sangre de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivado en estanques, que tiene importancia productiva y económica, ponen en desventaja al piscicultor, por lo que es importante conocer las características morfológicas de las células sanguíneas que presenta esta especie, en búsqueda de mejorar el cultivo en estanques y obtener alimentos inocuos para el consumo humano.

La citomorfología sanguínea presentes en las diferentes etapas de vida en los peces, deben ser monitoreados en las evaluaciones hematológicas, ya que son de gran utilidad para la acuicultura. Las células sanguíneas forman parte del sistema inmunológico de los peces, para ello el análisis de sangre en peces constituye un procedimiento fácil, asequible y de bajo costo, nos brinda información para el pronóstico y diagnóstico de morbilidad.

En la actualidad el cultivo intensivo de gamitana es común, permitiendo la sensibilidad patógena, debido a las condiciones nutricionales y cambios ambientales, esto conlleva a las pérdidas en la producción debido al desconocimiento de las características citomorfológicas de la sangre, reflejándose en la mortalidad al no permitir el diagnóstico oportuno de las enfermedades, ya que la sangre es el punto de confluencia de las alteraciones producidas por factores ambientales, nutricionales e ictiopatologías. La importancia del estudio es determinar las características citomorfológicas de la sangre de gamitana cultivado en estanques, esta evaluación sanguínea indica el estado fisiológico, convirtiéndose en una herramienta fundamental en el monitoreo sanitario de la gamitana.

Los resultados obtenidos de las características citomorfológicas de la sangre de gamitana aparentemente sanos fueron: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos: neutrófilos o heterófilos (segmentados, bastonados), eosinófilos, basófilos, linfocitos, monocitos y trombocitos o plaquetas. (Ver anexo 1). Llegando a la conclusión que el *Colossoma macropomun* presenta las características citomorfológicas similares a otros teleósteos tanto marinos como dulceacuícolas. Esto servirá de guía en la evaluación hematológica asociada al monitoreo en la crianza de esta especie.

Capítulo I: Problema

1.1 Planteamiento del problema y Formulación

Hay muy poca información acerca de hematología en peces y esta se encuentra generalizada y ante el alto grado de intensidad de la producción de la gamitana cultivado en estanques en nuestro país, se han presentado pérdidas económicas para el acuicultor, debido a la aparición de enfermedades al no contar con métodos o técnicas que permitan un monitoreo permanente del estado fisiológico, nutricional y sanitario de los peces para ello es de importancia identificar las características citomorfológicas de la sangre de gamitana al ser el pez más cultivado en nuestra amazonia peruana, para contar con información referente a los tipos de células presentes en esta especie para la cual se utilizaron los ejemplares cultivados en estanques tipo presa de donde se obtuvieron muestras de sangre para la observación respectiva, de esta manera coadyuvar con el conocimiento profesional en la crianza de la gamitana.

1.1.1 Problema General

¿Cuáles son las características citomorfológicas de la sangre de gamitana cultivados en estanque?

1.1.2 Problemas Específicos

¿Cómo son las características citomorfológicas de los Glóbulos Rojos o Eritrocitos?

¿Cómo son las características citomorfológicas de los Leucocitos?

¿Cómo son las características citomorfológicas de los Trombocitos o Plaquetas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Identificar las características citomorfológicas de la sangre de gamitana cultivado en estanques.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir las características citomorfológicas de los Glóbulos Rojos o Eritrocitos.
- Describir las características citomorfológicas de los Leucocitos.
- Describir las características citomorfológicas de los Trombocitos o Plaquetas.

1.3 Justificación e Importancia

Debido al cultivo intensivo de la gamitana en nuestro Perú y por ende en nuestra región amazónica es importante desarrollar estudios que nos permitan controlar los niveles de productividad y evaluar las condiciones fisiológicas y sanitarios de los peces cultivado en estanques y así evitar pérdidas económicas debido a la aparición de diferentes enfermedades, una alternativa para el monitoreo sanitario lo constituye la identificación de las características morfológicas de las células sanguíneas mediante la técnica del frotis sanguíneo y la tinción Wright al permitir caracterizar a cada de una de las células sanguíneas de la gamitana, ya que en humanos y otros animales mamíferos se usa rutinariamente en la prevención y diagnóstico de patologías, Por esta razón es importante iidentificar y describir las características citomorfológicas de sangre de gamitana cultivado en estanques, porque aportará información de la sanidad acuícola, condición que permitirá evaluar tempranamente el estado sanitario , evitando pérdidas económicas en la producción de la gamitana , garantizando la calidad del producto para el consumo humano, para ello se debe incluir dentro las evaluaciones asociadas al monitoreo fisiológico y sanitario de la gamitana cultivado en estanques.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

Alaye y Morales, (2013), mencionan que los frotis sanguíneos de organismos juveniles de *Chirostoma estor estor* fueron teñidos con Wright, donde observaron: serie roja eritrocitos maduros e inmaduros, serie blanca los linfocitos, monocitos, eosinófilos, trombocitos evidenciándose la ausencia de neutrófilos, en cuanto a las características morfológicas de las células sanguíneas, encontraron alteraciones en la serie roja como hipocromia, anisocitosis, poiquilocitosis debido al estrés hipóxico y anemia, esto debido al tipo y forma de cultivo de tanques y tinas en un sistema de recirculación cerrado.

Alvarez et al., (2010) al pez catán (*Atractosteus spatula*), en México realizaron un estudio hematológico de las cuales los frotis de sangre de catán fueron fijados con metanol y coloreados con hemocolorante rápido (HYLCEL N°548), donde reportan las siguientes células: trombocitos, neutrófilos, basófilos, eosinófilos, linfocitos, monocitos, células plasmáticas, pro mielocitos, y mielocitos, lo que concuerdan con los reportados para otros peces.

Atencio et al., (2007), detallan que el pez Rubio *Salminus affinis* se encuentra distribuido en los ríos de Colombia y Ecuador, sus características de las células sanguíneas generan información fundamental para la piscicultura, donde utilizaron 10 ejemplares juveniles, capturados en el río Sinú. Los frotis sanguíneos fueron teñidos con Wright, llegando a tomar fotografías de cada tipo celular, para ello determinaron las siguientes características celulares sanguíneas: eritrocitos, trombocitos y los leucocitos. Los eritrocitos de forma ovoide, con núcleo central de igual apariencia, su citoplasma es acidófilo y ocupa la mayor parte de la célula; los trombocitos de formas redondas a fusiformes, citoplasma escaso poco visible y sin granulaciones; los linfocitos son células de tamaño y forma variables, el citoplasma es escaso sin gránulos, con un núcleo grande; los monocitos son la célula más grandes y esféricas, el núcleo de forma variable redonda a oval presenta una ligera invaginación de arriñonada, citoplasma de color basófilo con vacuolas; los basófilos tienen forma redonda, el citoplasma es basófilo debido a la presencia de gránulos oscuros que cubren el núcleo; Los neutrófilos de forma variable, su núcleo es excéntrico segmentado y bilobulado, de cromatina ligeramente compacta, el citoplasma es basófilo con gránulos redondos que se tiñeron poco; los eosinófilos de forma redondas y relativamente grandes, con núcleo excéntrico bilobulado, en su citoplasma presentaban gránulos alargados numerosos y eosinófilos.

Según Garay y Paredes, (2011), en las características hematológicas del paco (*Piaractus brachipomus*) cultivados en la selva alta de la piscigranja municipal de Aucayacu, su tamaño muestral que utilizaron fue de 30 pacos divididos en tres grupos etarios: alevinos juveniles y adultos, Las muestras de sangre de los alevinos y juveniles lo obtuvieron por incisión del pedúnculo caudal, y de los adultos por punción de la vena caudal. Para su estudio de las características hematológicas, las muestras sanguíneas lo colectaron en tubos con EDTA, donde encontraron: eritrocitos, leucocitos, linfocitos, Heterófilos, Eosinófilos y monocitos.

Hahn et al., (2011), que en la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), sus frotis sanguíneos fueron teñidos con Wright llegando a caracterizar ocho tipos células. Para los eritrocitos con núcleo céntrico de cromatina color púrpura oscuro y citoplasma acidófilo; los policromatocitos o eritrocitos inmaduros lo diferenciaban por el citoplasma más redondo y un núcleo con cromatina poco condensada; a los Neutrófilos los diferenciaban por presentar un gran citoplasma basófilo con escasos gránulos, su núcleo excéntrico irregular en algunos casos multilobulado de cromatina color púrpura oscuro; los trombocitos lo determinan como células alargadas y nucleadas; para los linfocitos como células pequeñas ovaladas con bordes irregulares de cromatina fuertemente condensada, a su citoplasma lo observaron de color azul oscuro; los monocitos y macrófagos son células grandes de citoplasma azul-grisáceo con núcleos de forma irregular de color púrpura oscuro mostrando pequeños gránulos; los eosinófilos son esféricos de tamaño variable, núcleo excéntrico con cromatina de color morado, el citoplasma de azul pálido con gránulos de color rosa claro; en los basófilos su citoplasma contiene gránulos basofílicos el núcleo se tiñe de color azul-rojizo claro. Donde llegan a la conclusión que sus resultados son semejantes reportados por otros autores.

Salazar-Lugo et al., (2012), observan en la morfología de los leucocitos de sangre del pez *Colossoma macropomun*. Seis tipos de leucocitos: (trombocitos, granulocitos tipo I y II, basófilos, Eosinófilos, linfocitos, monocitos y plasmocitos o células inmaduras). Llegando a mencionar que los linfocitos y trombocitos fueron negativos para las tinciones citoquímicas. Los granulocitos tipo I son células esféricas con núcleo excéntrico y citoplasma con finas granulaciones distribuidas homogéneamente, obtuvieron reacción positiva para mieloperoxidasa, Acido Periódico de Schiff (PAS) y negro amida; los granulocitos de tipo II los monocitos y basófilos son células grandes con núcleo compacto, excéntrico, con citoplasma de aspecto esponjoso y fueron positivas para (PAS), también observaron células inmaduras o plasmocitos, llegaron a concluir que la gamitana presenta similitudes en los tipos celulares descritos para otros teleósteos.

Silveira-Coffigny et al., (2005) para la determinación de las características morfológicas y citológicas de las células sanguíneas de la especie *Oreochromis aureus*. emplearon la técnica de May–Grünwald Giemsa, llegando a describir seis tipos celulares: a los eritrocitos, trombocitos, monocitos, neutrófilos y linfocitos maduros y jóvenes. Los eritrocitos son nucleados y elípticos, con núcleo central de color púrpura, el citoplasma acidófilo; los trombocitos son elípticos; los linfocitos maduros son células pequeñas tienen forma irregular poseen un núcleo redondeado de rojo violeta, su citoplasma azul; los monocitos tienen forma redondeada con núcleo rojo a violeta y excéntrico, su citoplasma de color gris humo, los neutrófilos tienen forma redondeada su núcleo denso de color rojo a violeta, el citoplasma es rosado grisáceo.

Véliz, (2013), especifica que para la Validación de la cuenta total de leucocitos en frotis sanguíneo como alternativa de campo en las especies de *salmo salar* sanos. Es importante realizar el análisis morfológico, luego los recuentos diferenciales de células, es allí donde lograron identificar y describir las características morfológicas de los eritrocitos, trombocitos y leucocitos: Heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos; utilizando el colorante Giemsa.

2.2 Bases teóricas:

2.2.1 La gamitana

De nombre científico *Colossoma macropomum* pertenece a la familia *Charicidae*, comúnmente se le conoce como gamitana en Perú, cachama en Venezuela y Ecuador, cachama negra en Colombia y tambaqui en Brasil. Es un pez carácido nativo de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, (Campos, 2015). Su cuerpo es comprimido de coloración negruzca en el dorso y verde amarillento en la parte ventral, presentando una mancha oscura entre la aleta anal y caudal, sus escamas son pequeñas y fuertemente adheridas a la piel que tienen forma de “V” en la parte ventral (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero(FONDEPES), 2014). Es una especie omnívora que alcanza su madurez sexual entre los tres a cuatro años de edad, pero en condiciones de cautiverio generalmente no llega a desovar. Esta especie se cultiva en las regiones de: Loreto, San Martín, Madre de Dios, Ucayali y Cusco (FONDEPES, 2013).

Las características fisiológicas externas de gamitana aparentemente sanos

En la cabeza: de ojos brillantes, branquias de color rojo y lamelas completas.

Su piel: es suave, no presentan descamación, hematomas, con presencia de mucus.

Las aletas: deben estar íntegras libre de hemorragias subcutáneas ni parásitos, al igual que el ano y las pupilas genitales como también no deben estar inflamados, (Balbuena, 2011).

2.2.2 Las células sanguíneas de los peces

La sangre es un tejido líquido fundamental para la vida de los peces, compuesta por diferentes tipos celulares sanguíneos como son: glóbulos rojos o eritrocitos, glóbulos blancos o leucocitos y las plaquetas o trombocitos. Farrell et al., 2011 citado por (Duque & Loaiza, 2017).

Este tejido se caracteriza por que la formación de este no ocurre “in situ”, si no en órganos diferentes, asegurando la hematopoyesis en su tiempo de vida del pez (Charpentier 1999, citado por (Alvis, 2004).

2.2.3 Características morfológicas de los glóbulos rojos o eritrocitos de los peces

Los glóbulos rojos de los peces son elípticos u ovals similares a los anfibios y reptiles, tienen núcleo, son grandes. Miden de 10 a 20µm de largo, 6 y 10µm de ancho. El tejido hematopoyético más importante en los peces es el timo, bazo y riñón, Farrell et al., 2011 citado en (Duque & Loaiza, 2017)

Los eritrocitos de los peces son ovoides, con núcleo ovalado, color violeta, citoplasma rosado, sin granulaciones (Noro & Wittwer, 2012).

2.2.4 Características morfológicas de los glóbulos blancos de los peces

Los Leucocitos son células del sistema inmune, defensa del organismo, es el más diverso en cuanto a morfología y funciones; los leucocitos de peces se clasifican, así como otros vertebrados en: linfocitos, monocitos, neutrófilos, eosinófilos y basófilos, Ellis, et al., 1997, citado en (Alvis, 2004)).

Los Neutrófilos o Heterófilos, célula con núcleo es excéntrico, de color violeta redondo, con finos granos y generalmente en forma de lóbulos, citoplasma redondo con una coloración celeste, con granulaciones y vacuolas. (Noro & Wittwer, 2012)

Eosinófilos, célula de núcleo excéntrico de color violeta y de forma lobulada, presenta el citoplasma de color celeste con gránulos de color naranja o rosado. (Noro & Wittwer, 2012).

Basófilos, son células escasas, su citoplasma contiene gránulos basofílicos el núcleo se tiñe de color azul-rojizo claro Hahn et al., (2011)

Linfocitos, son células esféricas con núcleo excéntrico grande de color violeta redondo con cromatina granulosa y condensada, citoplasma escaso rodeando el núcleo, azul oscuro sin gránulos (Noro & Wittwer, 2012).

Monocitos, son células de mayor tamaño con núcleo grande reniforme semi excéntrico de color azul grisáceo y cromatina laxa poco condensada, con citoplasma irregular de color gris pálido, presenta vacuolas (Noro & Wittwer, 2012)

Trombocitos o Plaquetas, tienen una forma alargada, su núcleo es central de color violeta, su citoplasma es reducido azurófilo pálido, sin gránulos, morfológicamente puede presentar 4 formas: forma oval, de huso, claveteado y fragmentado (Noro & Wittwer, 2012).

2.2.5 Aporte y Análisis en función a las citas

Son escasos los trabajos publicados en hematología de la gamitana y se encuentra generalizada lo que no permite contar con información concreta haciendo que la evaluación sanguínea se ve limitada, sin embargo, Minaya (2018) en su tesis denominado Evaluación del perfil Hematológico y Bioquímico en Gamitana en la Amazonia Peruana solo demostró porcentajes de células encontradas mas no la descripción morfológica; existen otras publicaciones como Salazar- Lugo et al. (2012), mencionan que la morfología y Citoquímica de Leucocitos del *Colossoma macropomun* en Venezuela, al igual que los resultados obtenidos en el presente trabajo existe una concordancia en cuanto a las características citomorfológicas sanguíneas de esta especie. El estudio realizado por Hahn-Von-Hessberg et al., (2011) en teleósteos dulceacuícolas referido a *Tilapia nilótica* en Colombia y Silveira-Coffigny et al., (2005), *Oreochromis aureus*, México, (Véliz, 2013), salmo salar en Chile, existen similitudes en la descripción morfológicas de las células sanguíneas.

Con este trabajo al tratarse de una investigación básica, no experimental, observacional, descriptiva cualitativo, el aporte es que sirva como base inicial y primordial en el recuento diferencial celular al saber reconocer a cada una de ellas al

momento de observar al microscopio y obtener resultados precisos y confiables, así de esta manera coadyuvar con el conocimiento profesional para el desarrollo técnico en el cultivo y sea utilizado en las evaluaciones hematológicas asociadas al monitoreo sanitario de esta especie.

2.2.6 Definición operacional de términos

Citomorfoloía

Es el estudio de la estructura y forma de las células sanguíneas que hacen de cada forma celular sean únicas, (RAE-ASALE, s.f.).

Glóbulos Rojos

Célula globosa y roja de la sangre

Componente importante de la sangre. Su función es transportar oxígeno y nutrientes a los tejidos. (RAE, ASALE, s.f.)

Célula

Unidad fundamental de los organismos vivos, capaz de reproducirse independiente y formada por un citoplasma rodeado por una membrana. (RAE, ASALE, s.f.)

Leucocitos

Célula blanca o incolora de la sangre y la linfa, que puede trasladarse a diversos lugares del cuerpo con funciones defensivas. (RAE, ASALE, s.f.)

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Diseño del Estudio

La investigación realizada fue de tipo observacional descriptivo cualitativo.

El trabajo se desarrolló de la siguiente manera:

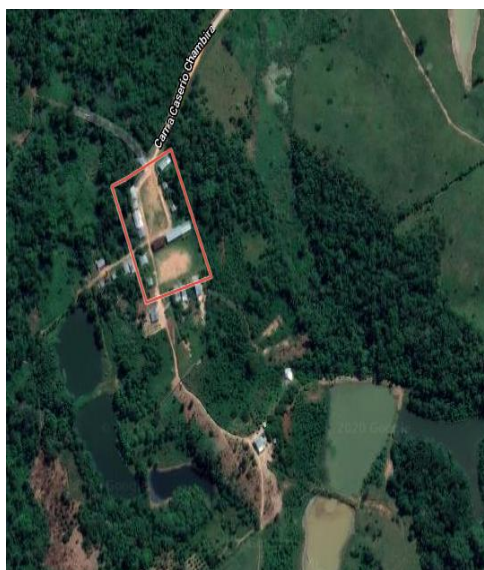


3.2 Ámbito de la Investigación

El ámbito de la investigación fue los estanques del fundo Bonifaz ubicado en el caserío Centro Chambira, por la carretera Yurimaguas - Munichis, entrando al margen izquierdo a 7 Km. En el Distrito de Yurimaguas, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto, (Figura 1).

Figura 1

Mapa de Ubicación Caserío Centro Chambira



Fuente: Google Maps

3.3 Población

El presente estudio estuvo conformado por una población de 2000 ejemplares de gamitana, tamaño comercial aproximadamente con una edad de 5 meses, procedentes del cultivo semi intensivo de la piscigranja Bonifaz.

3.4 Muestra

La muestra fue de 20 gamitanas que fueron obtenidas las muestras de sangre por punción de la vena caudal y procesadas para su observación microscópica, (Figura 2).

Figura 2

Gamitana de la piscigranja Bonifaz- Caserío Centro Chambira



3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de Datos

Se utilizó la ficha técnica de recolección de datos que fue elaborada por el mismo autor, donde se describió la observación microscópica (Anexo 1)

3.6 Procedimientos y Técnicas

3.6.1 Obtención de la muestra

Para esta investigación se utilizó un estanque 2100 m² cargados con 2000 ejemplares de gamitana cultivados durante 5 meses y utilizando un red de tipo cerco se obtuvieron una muestra de 20 ejemplares con un peso promedio 425 g y talla 25.1 cm. los mismos que se acondicionaron en 6 termos cooler con agua los cuales fueron trasladados a Laboratorio Referencial de la Red de Salud Alto Amazonas, realizando recambios de agua con la finalidad que lleguen vivos a laboratorio para la obtención de las muestras de sangre, la manipulación de la gamitana se realizó con ayuda de una toalla húmeda, se colocó la gamitana en la mesa de trabajo extrayéndolos sangre a los 20 ejemplares, para ello se secó con papel toalla para luego ubicar la vena caudal y con una jeringa descartable de 3ml, y aguja calibre 23Gx1", se realizó la punción por encima de la línea lateral cerca de la base del pedúnculo caudal, atravesando el musculo cerca de la columna vertebral, ubicando la vena caudal, se succionó 0.5ml de sangre, este procedimiento se realizó en un tiempo no mayor de 60 segundos (PATHOVET, 2018) para luego trasvasar la sangre extraída a un tubo de sistema al vacío (vacutest) de tapa color lila que contenía anticoagulante EDTA de 0.5 ml. Se homogenizó suavemente por 4 veces (Muñoz & Moròn, 2005) ver Figura 3.

Figura 3

Extracción de muestra de sangre de gamitana de la vena Caudal



3.6.2 Procesamiento de muestra

Para la ejecución del frotis sanguíneos se utilizó una jeringa tuberculina de 1cc, se aspiró la sangre recolectada colocando una gota pequeña de sangre en un extremo de la lámina porta objeto limpia de impurezas y con ayuda de otra lamina porta objeto con borde biselado se deslizo suavemente de izquierda a derecha en un ángulo de 45°, insinuando la gota de sangre por capilaridad a todo el largo del borde del porta objeto luego extenderla de derecha a izquierda arrastrándolo uniformemente, dejando secar en un lugar plano y libre de polvo a temperatura ambiente, (Agurto & Ramos, 2007), (ver Figuras 4).

Figura 4

Frotis Sanguíneos de gamitana



Para la tinción de los frotis sanguíneos de gamitana, primero se colocó en la varilla de coloración, procediendo a cubrir los frotis sanguíneos con unas gotas de colorante Wright, dejándolo en reposo durante 2 minutos, posteriormente se agregó el mismo número de gotas de agua tamponada de pH 6.8, se mezcló soplando suavemente (hasta formar una capa plateada), dejando reposar la mezcla por 10 minutos, se lavó con agua a chorro, dejando escurrir y secar a temperatura ambiente. La coloración se realizó según la Técnica de Coloración de Células y Tejidos (Técnica de tinción Wright), (Agurto & Ramos, 2007), (ver Figura 5).

Figura 5

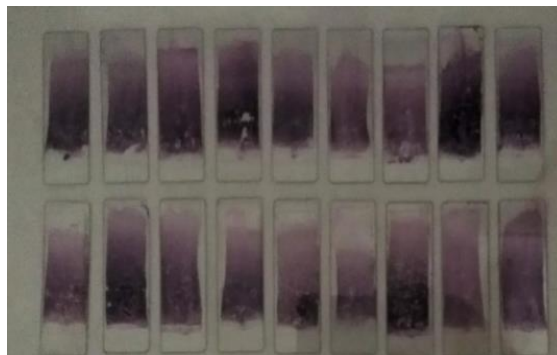
Técnica de Tinción Wright



Láminas de frotis sanguíneos coloreadas por tinción Wright, listas para la observación microscópica, (ver Figura 6).

Figura 6

Láminas coloreadas con Wright



Ya listas y coloreadas las muestras del frotis sanguíneo se procedió a la observación con el microscopio binocular marca Olympus, Modelo CX31RBSFA, se colocó la lámina en la platina del microscopio, para la ubicación de la muestra se utilizó el objetivo 10X, una vez estando en el sitio correcto de la muestra (células dispersas de forma homogénea), con un gotero se colocó una gota de aceite de inmersión en la lámina y así poder utilizar el objetivo de 100X, luego se procedió a la identificación y descripción de cada una de las células sanguíneas y sus características que los diferencian, todos los datos y observaciones se registró en la ficha técnica de recolección de datos; con una cámara fotográfica digital Marca Nikon de 16 megapíxel, se tomaron fotografías a todos los tipos celulares sanguíneos encontrados. Los elementos celulares se identificaron utilizando criterios de acuerdo a la Hematología de Salmónidos, (Noro & Wittwer, 2012), (ver Figura 7).

Figura 7

Observation Microscópica



3.7 Aspectos Éticos

Las muestras de sangre de gamitana se obtuvieron siguiendo los lineamientos del Comité Nacional de Ética para el Bienestar Animal y el código Sanitario para los animales Acuáticos (OIE, 2009) y el código de ética del biólogo artículo 12- 13 (Colegio de Biólogos del Perú (CBP), 1972)

3.8 Limitaciones

Los resultados citomorfológicas sanguíneas solo son válidos para la especie de gamitana criados en estanque.

3.9 Materiales:

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:
Microscopio Binocular marca Olympus CX31, aceite de inmersión, láminas porta objetos, jeringa descartable de 3ml, tubos al vacío con EDTA de 0.5 ml. Colorante Wright, agua tamponada, varilla de vidrio, alcohol 70°, papel toalla, Cámara fotográfica digital 16 megapíxeles marca Nikon modelo Coolpix, algodón, papel Graf, lapiceros, lápiz, ficha técnica de recolección de datos, Computadora e internet.

Capítulo IV: Resultados

Los resultados del presente estudio de la gamitana presentaron las siguientes características citomorfológicas sanguíneas:

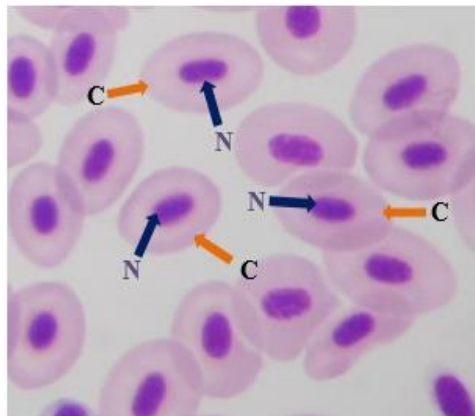
4.1 Glóbulos rojos o eritrocitos

4.1.1 Características citomorfológicas de los glóbulos Rojos maduros.

- Célula de forma elíptica oval.
- Núcleo central de color rojo purpura oscura a violeta de cromatina compacta
- Ciitoplasma abundante de color rosado a naranja (Ver figura 8).

Figura 8

Glóbulos Rojos Maduros



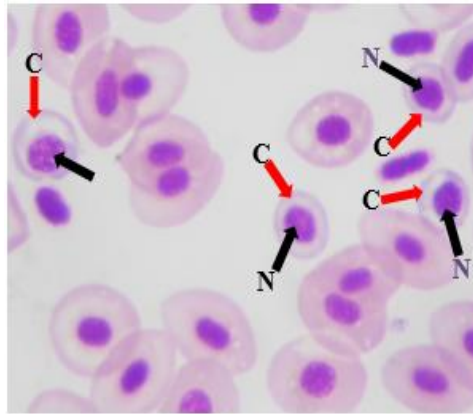
Nota: Núcleo (N) flecha color azul, citoplasma (C) flecha color anaranjado, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.1.2 Características Citomorfológicas de los Glóbulos Rojos Inmaduros.

- Células pequeñas de forma irregular.
- Núcleo grande de color rojo purpura oscuro a violeta, puede ser variable (central o excéntrico) con cromatina laxa
- Citoplasma escasos de color azul pálido grisáceo o rosa pálido (Ver figura 9).

Figura 9

Glóbulos Rojos Inmaduros.



Nota: Núcleo (N) flecha color negro, citoplasma (C) flecha color rojo, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2 Glóbulos Blancos o Leucocitos

Estas células leucocitarias se presentan de formas y características diferentes según su estadio de maduración de la célula.

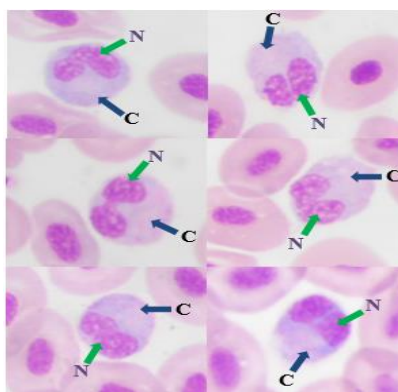
4.2.1 Características citomorfológicas de los Neutrófilos o Heterófilos:

4.2.1.1 Segmentados:

- Células de forma irregular.
- Núcleo bilobulado excéntrico de color violeta púrpura oscuro con cromatina de grumos gruesos unidos por filamentos delgados sin cromatina
- Citoplasma abundante de color azul pálido a rosa, ésto es por sus gránulos finos que presenta éstas células, (Ver figura10).

Figura 10

Neutrófilos o Heterófilos Segmentados



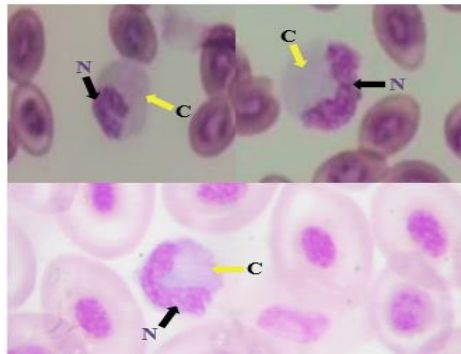
Nota: Núcleo (N) flecha color verde, citoplasma (C) flecha color azul, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2.1.2 Abastionados:

- Células inmaduros de forma irregular
- Núcleo excéntrico lobulado en forma de una “C” de color violeta purpura con cromatina de grumos gruesos condensada a intensamente condensada
- Citoplasma de color azul pálido a rosa con gránulos finos abundantes a escasos (Ver figura 11).

Figura 11

Neutrófilos / Heterófilos Abastionados



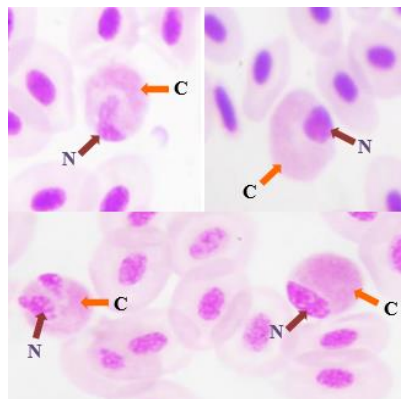
Nota: Núcleo (N) flecha color negro, citoplasma (C) flecha color amarillo, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2.2 Características Citomorfológicas de los Eosinófilos.

- Células de forma irregular.
- Núcleo lobulado o bilobulado excéntrico de color violeta purpura conectados por filamentos delgados sin cromatina con grumos gruesos
- Citoplasma puede presentar bordes irregulares; con abundantes gránulos gruesos de color anaranjado a rojo (Ver figura 12).

Figura 12

Eosinófilos



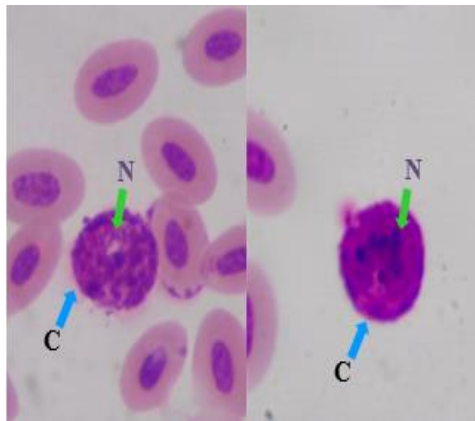
Nota: Núcleo (N) flecha color marrón, citoplasma (C) flecha color anaranjado, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2.3 Características citomorfológicas de los Basófilos.

- Células de forma irregular.
- Núcleo bilobulado de color violeta purpura conectado por filamentos delgados sin cromatina y con grumos gruesos
- Citoplasma de color lavanda o incoloro cubiertos por gránulos de color azul oscuro intenso de distribución irregular que pueden ocultar el núcleo, también puede desprenderse durante la tinción que da el aspecto de áreas vacías en el citoplasma (Ver figura 13).

Figura 13

Basófilos



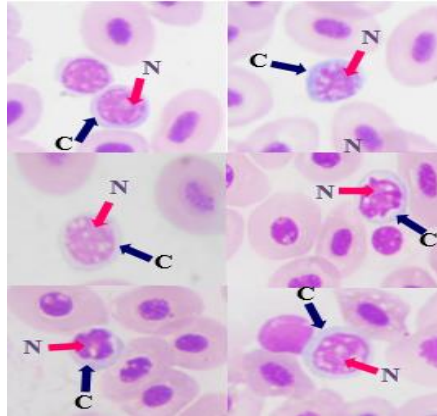
Nota: Núcleo (N) flecha verde, citoplasma (C) flecha color celeste de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2.4 Características citomorfológicas de los Linfocitos.

- Células pequeñas de forma irregular (redonda. Dentada, oval), en ocasiones se observan nucléolos
- Núcleo excéntrico de color violeta purpura con grumos gruesos oscuros con cromatina condensada a intensamente condensada.
- Citoplasma de color celeste cielo escaso, ha moderado, puede presentar vacuolas (Ver figura 14).

Figura 14

Linfocitos



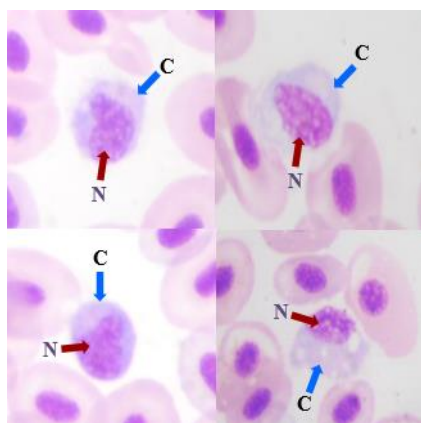
Nota: Núcleo (N) flecha color rojo, citoplasma (C) flecha color azul, de la sangre de *Collossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

4.2.5 Características Citomorfológicas de los Monocitos

- Células grandes de forma irregular
- Núcleo de color violeta púrpura excéntrico variable irregular, pueden ser redondos en herradura o en forma de riñón (reniforme) a menudo tiene pliegues que producen circunvoluciones similares a la del cerebro con cromatina laxa.
- Citoplasma de color gris azulado de borde irregular con vacuolas y pueden tener pseudópodos, con gránulos finos con frecuencia dan un aspecto de vidrio esmerilado.

Figura 15

Monocitos



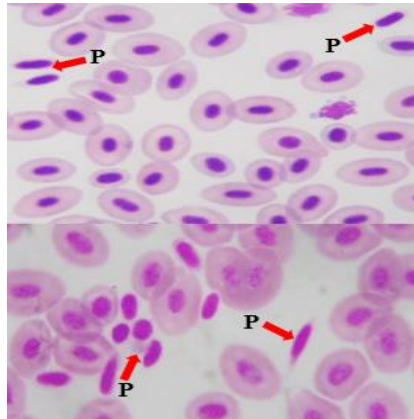
Nota: Núcleo (N) flecha color marrón, citoplasma (C) flecha color celeste, de la sangre de *Collossoma macropomun*, observación microscópica a 100X Coloración Wright.

4.2.6 Características citomorfológicas de Trombocitos o Plaquetas

- Célula de color violeta púrpura oscuro, de forma variable redondos a fusiformes, alargadas o en forma de huso; con elongaciones o filamentos a su alrededor.

Figura 16

Trombocitos o Plaquetas



Nota: Trombocitos o plaquetas = P, flecha color rojo, de la sangre de *Colossoma macropomun*, observación microscópica a 100X, Coloración Wright.

Capítulo V: Discusión

Para el *Colossoma macropomum* cultivados en estanque, los globulos rojos o eritrocitos presentaron las características citomorfológicas sanguíneas de formas maduras e inmaduras. Los Eritrocitos maduros son células elípticas oval con núcleo central de color rojo púrpura oscura a violeta de cromatina compacta y citoplasma abundante de color rosado a naranja y el eritrocito inmaduro o policromatocitos se diferencia por ser células pequeñas de forma irregular, presentan núcleo grande de color rojo púrpura oscuro a violeta de forma central o excéntrico con cromatina poco condensada y un citoplasma escaso de color azul pálido grisáceo o rosa pálido como lo describió Hahn et al., (2011) en la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), Silveira- Coffigny et al., (2005) *Oreochromis aureus*, como también son similares a otros teleosteos tanto marinos como dulceacuícolas (Véliz, 2013) *Salmo salar*, Atencio et al., (2007) (*Salminus affinis* - Charicidae), los resultados corresponde a peces aparentemente sanos lo que hace presumir que las células son similares independientemente a las especies. A diferencia de (Alaye, Rahy, N.; Morales, J. J., 2013) en juveniles de *Chirostoma estor estor*, encontraron alteraciones en la serie roja como hipocromia, anisocitosis, poiquilocitosis como respuesta al estrés hipoxico y anemia, mencionando que estas alteraciones fue debido al tipo y forma que fueron cultivados como en estanques y tinas de sistema de recirculación cerrado, este resultado corresponde a peces enfermos lo que en este trabajo realizado en gamitana cultivado en estanques no se encontraron estos tipos de alteraciones. Hahn et al., (2011) Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), los resultados de las características morfológicas los leucocitos se clasifican en: neutrofilos o heterofilos segmentados y abastionados, eosinofilos, basofilos, linfocitos y monocitos como tambien lo mencionan Silveira- Coffigny et al., (2005) *Oreochromis aureus*, (Véliz, 2013) *Salmo salar*, Atencio et al., (2007) *Salminus affinis* - Charicidae, Alvarez et al., (2010) al pez catán (*Atractosteus spatula*), (Garay & Paredes, 2011) paco (*Piaractus brachypomus*) a diferencia Salazar- Lugo et al., (2012) en la caracterización morfológica y citoquímica de la gamitana los clasifica a los leucocitos en 6 tipos: basófilos, eosinófilos, linfocitos, monocitos, trombocitos, granulocitos tipo I y II, y plasmocitos o células inmaduras son semejantes al presente trabajo del *Colossoma macropomun* criado en estanques excepto los plasmocitos que no encontré en esta investigación.

Se encontraron **neutrófilos / heterófilos** esto se presentan en dos formas según su estadio de maduración en segmentados y abastionados. El segmentado estas células se presentan de forma irregular, con núcleo excéntrico bilobulado de color violeta púrpura oscuro con cromatina de grumos gruesos unidos por filamentos delgados sin cromatina, citoplasma

abundante de color azul pálido a rosa, esto es por sus gránulos finos que presenta esta célula. Mientras los neutrófilos abastados son células inmaduras irregulares con núcleo lobulado excéntrico en forma de una “C” de color violeta purpura con cromatina de grumos gruesos condensada a intensamente condensada, citoplasma de color azul pálido a rosa con gránulos finos abundantes a escasos, como se encuentra descrito por Salazar- Lugo et al., (2012) aunque estos autores lo describen como granulocitos tipo I, que son los neutrófilos o heterófilos, así mismo existe otras investigaciones con similitud Hahn et al., (2011) *Tilapia nilótica* (*Oreochromis niloticus*), Silveira- Coffigny et al., (2005) *Oreochromis aureus*, (Véliz, 2013) *Salmo salar*, Atencio et al., (2007) *Salminus affinis* – Charicidae se encontraron en peces sanos, sin embargo en (Alaye, Rahy, N.; Morales, J. J., 2013) no se encontraron a los neutrófilos al parecer en peces enfermos estas células están ausentes. Los **eosinófilos** de la gamitana es una célula de forma irregular de núcleo excéntrico lobulado o bilobulado de color violeta purpura conectados por filamentos delgados sin cromatina con grumos gruesos, el citoplasma de bordes irregulares; con abundantes gránulos gruesos de color anaranjado a rojo, la descripción morfológica realizada coincide con Salazar- Lugo et al., (2012), Hahn et al., (2011) Silveira- Coffigny et al., (2005), (Véliz, 2013) a diferencia Atencio et al., (2007) *Salminus affinis*, mencionan que el citoplasma presentan gránulos alargados numerosos y eosinofílicos en controversia con la gamitana al presentar gránulos redondos o gruesos, se presenta en peces sanos en pocas cantidades. Los **Basófilos** de la gamitana son células de forma irregular de núcleo bilobulado de color violeta purpura conectado por filamentos delgados sin cromatina y con grumos gruesos de citoplasma de color lavanda o incoloro cubiertos por gránulos de color azul oscuro intenso de distribución irregular que pueden ocultar el núcleo, también puede desprenderse durante la tinción que da el aspecto de áreas vacías en el citoplasma, esta descripción corresponde a peces aparentemente sanos lo que confirma Hahn et al., (2011) *Tilapia nilótica* lo asocia a estados parasitarios y por otros autores como por Salazar- Lugo et al., (2012), Silveira-Coffigny et al., (2005), (Véliz, 2013) *Salmo salar*, a diferencia en Garay y Paredes, (2011), en las características hematológicas del paco, no encontraron a los basófilos, quizás pueden aparecer debido al estrés y falta de oxígeno.

Los **Linfocitos** de la gamitana se caracterizan por ser células pequeñas de forma irregular (redonda, dentada, oval), núcleo excéntrico de color violeta purpura con grumos gruesos oscuros con cromatina condensada a intensamente condensada, citoplasma de color celeste cielo escaso, ha moderado, pueden presentar vacuolas, Salazar- Lugo et al., (2012) describe de manera semejante a los linfocitos así también en otros teleósteos Silveira- Coffigny et al., (2005), (Véliz, 2013), Atencio et al., (2007), en contraposición a lo propuesto por Hahn et al.,

(2011) Tilapia nilótica que mencionan que el citoplasma de los linfocitos es de color azul oscuro, los resultados corresponde a peces aparentemente sanos. Los **Monocitos** de la gamitana son células grandes irregulares de núcleo excéntrico de color violeta púrpura, pueden ser redondos en herradura o en forma de riñón (reniforme) a menudo tiene pliegues que producen circunvoluciones similares a la del cerebro con cromatina laxa, citoplasma de color gris azulado de borde irregular con vacuolas y pueden tener seudópodos, con gránulos finos con frecuencia dan un aspecto de vidrio esmerilado, sin embargo Hahn et al., (2011) en la tilapia nilótica mencionan que los monocitos /macrófagos pertenecen al mismo grupo celular, se diferencian por su estadio de maduración , lo que no se evidencio al macrófago en este trabajo y que lo demás descrito pertenecen a los peces aparentemente sanos. Los **Trombocitos** o Plaquetas de la gamitana presentaron características similares descritos en otras especies dulceacuícolas Hahn et al., (2011) Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), Silveira- Coffigny et al., (2005) *Oreochromis aureus*, Salazar- Lugo et al., (2012) al mostrarse como células de color violeta púrpura oscuro, de forma variable redondos a fusiformes, alargadas o en forma de huso; con elongaciones o filamentos a su alrededor, como se describe en el presente trabajo lo que corresponde a células de peces aparentemente sanos.

Conclusiones

- Se concluye que en las muestras evaluadas se identificó con mayor frecuencia a los glóbulos rojos o eritrocitos, neutrófilos segmentados, linfocitos y trombocitos o plaquetas en relación a ello se observó con menor regularidad a los neutrófilos abastionados, eosinófilos, basófilos y monocitos y que las técnicas del frotis sanguíneo y la tinción Wright fueron óptimos al permitir identificar y describir a las células sanguíneas presente en esta especie (Ver Anexo N°2 Tabla 1).
- Que la gamitana presenta las características citomorfologicas sanguíneas similares a otros teleósteos tanto marinos como dulceacuícolas lo que confirma que las células son semejantes independientemente a las especies.
- Se concluye que los resultados obtenidos servirán para la realización de nuevas investigaciones en cuanto a la sanidad de la gamitana criados en cautiverio.

Recomendaciones

- Se recomienda, incluir la caracterización morfológica de las células sanguíneas como examen de rutina dentro del monitoreo y diagnóstico fisiológico en la sanidad de la gamitana criados en cautiverio, con el propósito de mejorar la producción y la calidad carnicola para el consumo humano.
- Usar como guía las características citomorfológicas de la sangre de gamitana en la evaluación hematológica asociada al monitoreo en la crianza de esta especie y como también en la realización de nuevas investigaciones.
- A la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (UNAAA), a la escuela profesional de acuicultura incluir dentro de su malla curricular el curso de hematología en animales acuícolas teórico/práctico en especial los peces.
- Realizar estudios comparativos por grupos etarios (alevinos, juveniles y adultos) de esta especie para ver si existe diferencias en las características citomorfológicas sanguíneas.
- Realizar investigaciones en otras especies de peces de importancia económica en nuestra región.

Referencias Bibliográficas

- Agurto, S., & Ramos, G. J. (2007). *Técnicas de Coloraciones de Células y Tejidos*. Imprenta Union.
- Alaye, Rahy, N.; Morales, J. J. (2013). Parametros hematologicos y células sanguíneas de organismos juveniles del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*)cultivados en Pátzcuar,. *redalyc.org*, 347.
- Alvarez, F. J., Montemayor, L., & Tamez, E. (2010). Hematología del Catan (*Astractosteus spatula*), Colectados en el noreste de México. *Alvarez Mendoza*, 1(1), 15.
- Alvis, G. A. (2004). La Hematología como Herramienta Indicadora de Salud de los peces. Director Nacional Acuicultura /galvis@sollosa.com.
- Atencio, V., Genes, F., Madariaga, D., & Pardo, S. (2007). Hematología y Química Sanguínea de juveniles de Rubio (*Salminus affinis* Peces: Characidae del río Sinú. (U. N. Colombia, Ed.) *Acta Biologica - Colombia*, 12 S(27), 14.
- Balbuena, E. D. (2011). *Manual Básico de Sanidad Piscícola*. Paraguay: FAO.
- Campos, L. E. (2015). *El Cultivo de gamitana en Latinoamérica*. (U. N. Peruana, Ed.) Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP.
- Colegio de Biólogos del Perú (CBP). (1972). *Código de Ética del Biólogo*. Retrieved 17 de julio de 2020, from www.cbperu.org.pe: <https://www.colbio.lima.org>
- Duque, O. J., & Loaiza, E. (2017). *Caracterización hematológica, morfológica y química del tejido sanguíneo, de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) mantenidas en un sistema biofloc y un sistema de recirculación de agua*. Caldas, Antioquia: Programa de Medicina Veterinaria.
- FONDEPES. (2013). *Manual de cultivo de gamitana en ambientes convencionales*. Lima-Perú: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES).
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero(FONDEPES). (2014). *Manual de cultivo de gamitana*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES).
- Garay, L., & Paredes, D. (2011). Caracterización Hematológica del Paco (*Piaractus brachypomus*, Characidae) en tres etapas de crecimiento(Alevinos,Juveniles y Adultos) bajo condiciones de cultivo en el distrito de Jose Crespo y Castillo. *Investigación y Amazonia*(ISSN 2223-8492), 19.
- Hahn-Von-Hessberg, Christine M.; Grajales, Alberto; Gutiérrez, Ana V. (2011). Parámetros Hematológicos de *Tilapia nilótica* (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757)con peso entre 250g y 350g.en el centro experimental Piscícola de la Universidad de Caldas. *Vet. Zootec.*, 61.
- Minaya, A. P. (2018). *Evaluación del perfil Hematológico y Bioquímico en Gamitana en la Amazonia Peruana*. Universidad Peruana Cayetano Heredia . Lima: Escuela de Post grado Victor Alzamora castro.
- Muñoz, M., & Morón, C. (2005). *Manual de Procedimientos de Laboratorio en Técnicas Básicas de Hematología*. Lima: Instituto Nacional de Salud (INS).
- Noro, M., & Wittwer, F. (2012). *Hematología de Salmonideos*. Imprenta Master Print Ltda.
- OIE. (2009). *Código Sanitario para los Animales Acuáticos*. (I. 978-92-9044-757-3, Ed.) Organización Mundial de Sanidad Animal.
- PATHOVET. (2018). *Manual de Patología clínica de Peces Salmónidos*. Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria .
- RAE, ASALE. (s.f.). *Diccionario de la Lengua española*. <https://dle.rae.es/gl%C3%B3bulo>.
- RAE, ASALE. (s.f.). *Diccionario de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/leucocito?m=form>.
- RAE, ASALE. (s.f.). *Diccionario de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/c%C3%A9lula>.

- RAE-ASALE. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. <https://dl.rae.es/citomorfo>.
- Salazar- Lugo, Raquel; Centeno, Luisa; Romero, Zuleika. (2012). Caracterización Morfológica y Citoquímica de Leucocitos del pez Dulce Acuicola *Colossoma macropomum* (CHARACIFORMES CHARACIDAE). *Redalyc.Org*, 55.
- Silveira- Coffigny, R., Cruz, R., Quintana, Y., Martínez, M., & Ascencio, F. (2005). Características morfológicas y citoquímicas de las células de la sangre de *Oreochromis aereus* S.Cichidae. *Revista electrónica de veterinaria REDVET*, 8.
- Véliz, G. S. (2013). *Validación de la cuenta total de leucocitos en frotis sanguíneo alternativa de campo al uso del hemocitómetro en especímenes de *Salmo salar* sanos*. Universidad de Chile. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias - Escuela de Ciencias Veterinarias.

Anexo N° 1 Ficha Técnica de recolección de datos

FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.
“CARACTERISTICAS CITOMORFOLÓGICAS DE SANGRE DE GAMITANA (*Colossoma macropomum*)
CULTIVADOS EN ESTANQUE”

Células Sanguíneas	Características citomorfológicas de sangre de gamitana
Glóbulos rojos o Eritrocitos	Glóbulo Rojo maduro: - Célula de forma elíptica oval - Núcleo central de color rojo púrpura oscura a violeta de cromatina compacta - Citoplasma abundante de color rosado a naranja
	Glóbulo Rojo - Célula pequeña de forma irregular - Núcleo grande de color rojo purpura oscuro a violeta, puede ser variable (central o excéntrico) con cromatina laxa - Citoplasma escaso de color azul pálido grisáceo o rosa pálido.
Glóbulos Blancos o Leucocitos	
Neutrófilos o Heterófilos	Neutrófilos o Heterófilos segmentados: - Célula de forma irregular - Núcleo bilobulado excéntrico de color violeta púrpura oscuro con cromatina de grumos gruesos unidos por filamentos delgados sin cromatina - Citoplasma abundante de color azul pálido a rosa, esto es por sus gránulos finos que presenta esta célula.
	Neutrófilos / Heterófilos Abastionados: - Célula inmadura de forma irregular - Núcleo excéntrico lobulado en forma de una “C” de color violeta purpura con cromatina de grumos gruesos condensada a intensamente condensada - Citoplasma de color azul pálido a rosa con gránulos finos abundantes a escasos.
Eosinófilos	- Célula de forma irregular - Núcleo lobulado o bilobulado excéntrico de color violeta purpura, conectados por filamentos delgados sin cromatina y con grumos gruesos - El Citoplasma puede presentar bordes irregulares, con abundantes gránulos gruesos de color anaranjado a rojo.
Basófilos	- Célula de forma irregular. - Núcleo bilobulado de color violeta purpura conectado por filamentos delgados sin cromatina y con grumos gruesos - Citoplasma de color lavanda o incoloro cubiertos por gránulos gruesos de color azul oscuro intenso de distribución irregular que pueden ocultar el núcleo, también puede desprenderse durante la tinción que da un aspecto de áreas vacías en el citoplasma.
Linfocitos	- Células pequeñas de forma irregular (redonda, dentada, oval), en ocasiones se observan nucléolos. - Núcleo excéntrico de color violeta purpura con grumos gruesos oscuros con cromatina condensada a intensamente condensada - Citoplasma de color celeste cielo, escaso ha moderado, puede presentar vacuolas.
Monocitos	- Células grandes de forma irregular. - Núcleo de color violeta purpura, excéntrico variable irregular, pueden ser redondos en herradura o en forma de riñón (reniforme); a menudo tiene pliegues que producen circunvoluciones similares a la del cerebro con cromatina laxa - Citoplasma de color gris azulado de borde irregular con vacuolas y pueden tener seudópodos, con gránulos finos con frecuencia dan un aspecto de vidrio esmerilado.
Trombocitos / Plaquetas	- De color violeta púrpura oscuro, de forma variable redondos a fusiformes, alargadas o en forma de huso con elongaciones o filamentos a su alrededor.

Validado por: Oscar Santa Cruz Sanchez
 Tecnólogo Médico en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica.

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LORETO
 HOSPITAL SANTA SEMA DE YURIMAGUAS

 T.M. OSCAR SANTA CRUZ SANCHEZ
 C.M.P. 10177
 JEFE DE LA UNIDAD DE PATOLOGIA CLINICA

Anexo N°2 Tabla 1 Evaluación de las Características Citomorfológicas de la Sangre de la Gamitana Cultivado en Estanques

Muestras Procesadas	Globulos rojos		Globulos blancos o Leucocitos						Trombocitos o plaquetas
	Maduros	Inmaduros	Neutrofilos		Linfocitos	Monocitos	Eosinofilos	Basofilos	
			Segmentado	Abastondos					
G- 1	X	X	X		X				X
G- 2	X	X	X		X				X
G- 3	X		X	X	X	X			X
G- 4	X		X		X				X
G- 5	X	X	X		X		X		X
G- 6	X	X	X	X	X	X			X
G- 7	X		X		X				X
G- 8	X	X	X		X				X
G- 9	X		X		X				X
G- 10	X	X	X	X	X	X	X		X
G- 11	X		X		X				X
G- 12	X		X		X				X
G- 13	X	X	X		X				X
G- 14	X		X	X	X	X	X		X
G- 15	X	X	X		X				X
G- 16	X		X	X	X	X			X
G- 17	X	X	X		X				X
G- 18	X		X	X	X	X	X		X
G- 19	X	X	X		X	X		X	X
G- 20	X	X	X		X				X
Total	20	11	20	6	20	7	4	1	20
%	100	55	100	30	100	35	20	5	100

Nota: El % es la presencia de los tipos de células sanguíneas observados en los frotis sanguíneos de la gamitana.