UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

PREVALENCIA DE HEMOPARÁSITOS EN TORTUGAS *Chelonoidis denticulata* Y *Chelonoidis carbonaria* BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN SAN MARTÍN

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: SALUD ANIMAL

Presentada por:

GRETHELL MABEL LÓPEZ DEL AGUILA

Asesor:

Ph.D. PEDRO LUIS ORTIZ OBLITAS

Cajamarca, Perú

2024

Universidad Nacional de Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"

Escuela de Posgrado

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
   Grethell Mabel López Del Aguila
   DNI: 46314192
   Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Salud Animal

2. Asesor: Ph.D. Pedro Luis Ortiz Oblitas

3. Grado académico o título profesional
   □ Bachiller □ Título profesional □ Segunda especialidad
   X Maestro □ Doctor

4. Tipo de Investigación:
   X Tesis □ Trabajo de investigación □ Trabajo de suficiencia profesional
   □ Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:
   Prevalencia de hemoparásitos en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* bajo condiciones de cautiverio en San Martín.

6. Fecha de evaluación: **23 /05/2025**

7. Software antiplagio: X TURNITIN □ URKUND (OURIGINAL) *(*)*

8. Porcentaje de Informe de Similitud: **18%**

9. Código Documento: 3117:461674451

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
    X APROBADO □ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **23/05/2025**

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

Ph.D. Pedro Luis Ortiz Oblitas
DNI: 26618404

*En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
GRETHELL MABEL LÓPEZ DEL AGUILA
Todos los derechos reservados

Universidad Nacional de Cajamarca

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DECONSEJO DIRECTIVO N° 088-2018-SUNEDU/CI

Escuela de Posgrado

CAJAMARCA – PERU

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas, del día 19 de Mayo de dos mil veinticinco, reunidos en el **Auditorio de la Escuela de Posgrado** de la **Universidad Nacional de Cajamarca**, el Jurado Evaluador presidido por el ***DR. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES, DR. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO, DR. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA,*** y en calidad de Asesor el ***PH. D. PEDRO LUIS ORTIZ OBLITAS.*** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada **"PREVALENCIA DE HEMOPARÁSITOS EN TORTUGAS *Chelonoidis denticulata Y Chelonoidis carbonaria* BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN SAN MARTIN",** presentada por la bachiller en Medicina Veterinaria **GRETHELL MABEL LÓPEZ DEL AGUILA.**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó aprobar con la calificación de Diecisiete (17) Excelente la mencionada Tesis; en tal virtud, la bachiller en Medicina Veterinaria, **GRETHELL MABEL LÓPEZ DEL AGUILA,** se encuentra apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS VETERINARIAS**, con mención en **SALUD ANIMAL.**

Siendo las 12:48 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

Ph. D. Pedro Luis Ortiz Oblitas
Asesor

Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
Jurado Evaluador

Dr. Gilberto Fernández Idrogo
Jurado Evaluador

Dr. Juan de Dios Rojas Moncada
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mi querida madre María del Carmen, en el cielo; por animarme a iniciar el camino en la investigación y apoyar mis deseos de superación como profesional y persona.

A mis padres Jorge y Lily, por su paciencia, compañía y apoyo incondicional en cada etapa de esta investigación.

A Leslie, Pierina y demás familiares, por apoyarme en la realización de muchas actividades que me permitieron dedicar mi tiempo a los estudios de posgrado y la ejecución de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación se realizó gracias al apoyo de profesionales e Instituciones que colaboraron de diversas formas para hacer que este estudio llegue a concretarse:

- Al Dr. Pedro Luis Ortiz Oblitas, por su asesoramiento continuo, disciplina y amplio conocimiento en el mundo de la investigación.
- A la Asociación "El Manantial de Frauenfeld" por su compromiso con la conservación de flora y fauna silvestres y su apoyo en la financiación del presente estudio.
- Al Consultorio Veterinario Gaia, por financiar y brindar sus instalaciones y equipos para el manejo y procesamiento de las muestras.
- Al Dr. Alfonso Marzal Reynols del departamento de Zoología de la Universidad de Extremadura, España; por apoyar en la elección de la metodología y brindar el entrenamiento en microscopía en hemoparásitos de aves y reptiles.
- A Dr. C. Carlos Daniel Vecco Giove de Estudios Amazónicos, por su guía constante y ser parte fundamental del desarrollo de actividades académicas y de investigación.
- Al Ing. Rubén Paitán Santillán, por su asesoramiento en temas legales y trámites en uso de muestras provenientes de fauna silvestre y animales en cautiverio, los cuales han permitido realizar las actividades programadas.
- Al equipo de Centro Urku, por facilitar las herramientas y espacios para la toma de muestras en los especímenes.
- Al Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), por autorizar la investigación y el uso de las muestras procedentes de los individuos en cautiverio.

CONTENIDO

CAPÍTULO I 1

CAPÍTULO II 3

2.1. Antecedentes 3

2.1.1. Antecedentes Internacionales 3

2.1.2. Antecedentes Nacionales 5

2.2. Bases teóricas 5

2.2.1. Tortugas Terrestres 5

2.2.2. Características fisiológicas y anatómicas distintivas en tortugas 6

2.2.3. Enfermedades comunes descritas en tortugas 8

2.2.4. Hematología y Bioquímica Sanguínea 14

CAPÍTULO III 16

3.1. Hipótesis 16

3.2. Tipo, nivel y diseño de la investigación 16

3.2.1. Tipo de investigación 16

3.2.2. Nivel de investigación 16

3.2.3. Diseño de la investigación 16

3.3. Ámbito espacial y temporal 16

3.3.1. Ámbito espacial 16

3.3.2. Ámbito temporal 17

3.4. Población, muestra y unidad de análisis 17

3.5. Materiales 17

3.6. Diseño metodológico 18

CAPÍTULO V 27

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 28

ANEXOS 33

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIGURAS:

Figura 1: Características morfológicas de los estadios de *Plasmodium* spp. en células sanguíneas de aves usadas para identificación (Valkiunas and Iezhova, 2018)..... 11

Figura 2: Representación esquemática del ciclo de vida de *Hepatozoon affluomaloti* (Van As et al., 2015)……..... 13

TABLAS:

Tabla 1: Prevalencia de hemoparásitos en especies de *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* ……... 22

GRÁFICOS:

Gráfico 1: Respuesta del hematocrito en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria*……..…….. 24

Gráfico 2: Relación entre hematocrito y prevalencia de hemoparásitos en muestras de tortugas *Chelonoidis* spp…….. 26

ANEXOS

1. Autorización para investigación en fauna silvestre y animales en cautiverio……. 33
2. Ficha de campo para toma de muestra en tortugas del género *Chelonoidis*…… 34
3. Resultados obtenidos en tortugas *Chelonoidis denticulata*, en cautiverio, San Martín…….. 35
4. Resultados obtenidos en tortugas *Chelonoidis carbonaria*, en cautiverio, San Martin. …… 36
5. Valor de hematocrito (media) relacionado al sexo, especie y presencia de hemoparásitos en tortugas del género *Chelonoidis*…… 37
6. Hallazgos en frotis sanguíneo de tortugas en cautiverio, tinción panóptica rápida……. 37

ABREVIACIONES

SERFOR: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

DEMA: Declaración de Manejo

MALEPRO 3 y 2: Linaje género Hepatozoon

GLOSARIO

Quelonios: Grupo de reptiles caracterizados por contar con un caparazón que protege el cuerpo.

Centro de cría: Instalación destinada a la cría de especímenes de fauna silvestre fuera de su hábitat natural.

Apéndice II de CITES: Especies que no están necesariamente amenazadas de peligro de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.

Especie Vulnerable UICN: Se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

Microgametocito: Etapa del ciclo de vida de protozoarios, considerados célula reproductiva masculina

Macrogametocito: Célula femenina reproductiva de protozoarios.

RESUMEN

Las tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* son las especies albergadas con mayor frecuencia en centros de rescate de San Martín para su recuperación y conservación. La presente investigación tuvo como objetivos determinar la prevalencia de hemoparásitos en tortugas de las especies Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria bajo condiciones de cautiverio en la región de San Martín, así como analizar la relación entre la especie, el sexo y el valor de hematocrito con la presencia de hemoparásitos. Para ello, se obtuvieron muestras sanguíneas de 45 tortugas del género Chelonoidis (25 Ch. denticulata y 20 Ch. carbonaria) alojadas en el Centro de Rescate y Rehabilitación Urku, ubicado en Tarapoto. La colecta de muestras se realizó mediante punción de la vena coccígea dorsal de cada individuo, utilizando microtubos con heparina de litio. Posteriormente, se efectuaron frotis sanguíneos, los cuales fueron teñidos con panóptico rápido para la detección microscópica de hemoparásitos a 100 aumentos. Además, se determinó el valor de hematocrito de cada muestra mediante centrifugación de capilares para microhematocrito. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software R. Los resultados indicaron una prevalencia de hemoparásitos del 44% (11/25) en Chelonoidis denticulata y del 50% (10/20) en Chelonoidis carbonaria. No se encontró relación significativa entre la especie y la presencia de hemoparásitos. Asimismo, el sexo y el valor de hematocrito no mostraron asociación estadística con la presencia de hemoparásitos.

Palabras Clave: hemoparásitos, Apicomplexa, tortugas, *Chelonodis denticulata*, *Chelonoidis carbonaria*, cautiverio

ABSTRACT

The Chelonoidis denticulata and Chelonoidis carbonaria turtles are the species most frequently housed in rescue centers in San Martín for their recovery and conservation. The present investigation aimed to determine the prevalence of hemoparasites in Chelonoidis denticulata and Chelonoidis carbonaria turtles under captive conditions in the San Martín region, as well as to analyze the relationship between species, sex, and hematocrit value with the presence of hemoparasites. To this end, blood samples were obtained from 45 Chelonoidis turtles (25 Ch. denticulata and 20 Ch. carbonaria) housed at the Urku Rescue and Rehabilitation Center, located in Tarapoto. Samples were collected by puncturing the dorsal coccygeal vein of each individual, using lithium heparin-containing microtubes. Subsequently, blood smears were taken and stained with rapid panopticon for microscopic detection of hemoparasites at 100x magnification. In addition, the hematocrit value of each sample was determined by capillary centrifugation for microhematocrit. Statistical analysis was carried out using R software. The results indicated a prevalence of hemoparasites of 44% (11/25) in Chelonoidis denticulata and 50% (10/20) in Chelonoidis carbonaria. No significant relationship was found between the species and the presence of hemoparasites. Likewise, sex and hematocrit value showed no statistical association with the presence of hemoparasites.

Keywords : Blood parasites, Apicomplexa, tortoises, *Chelonodis denticulata*, *Chelonoidis carbonaria*, captivity

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Chelonoidis denticulata y *Chelonoidis carbonaria* son las tortugas de tierra más grandes de Latinoamérica, ambas clasificadas en el apéndice II de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023). y *Chelonoidis denticulata* como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2025). Además, estas especies han sido identificadas como las más rescatadas del tráfico de fauna silvestre y como las más introducidas en centros de cría de San Martin para su recuperación y conservación (Vecco et al., 2018).

Se han reportado diversos problemas sanitarios en tortugas en cautiverio, principalmente las parasitosis, dentro de las cuales, los hemoparásitos son uno de los grupos menos estudiados; sin embargo, podrían afectar la inmunidad y causar lesiones debido a la obstrucción de capilares, como resultado del aumento de la carga parasitaria, lo que puede originar trombosis y necrosis tisular (Lockley et al., 2020). Los veterinarios y personal de campo en Perú no cuentan con datos de prevalencia de hemoparásitos en quelonios, lo que dificulta la toma de decisiones y la implementación de protocolos para el control sanitario y manejo de instalaciones. Esto es fundamental para evitar posibles infecciones entre los animales nuevos, los residentes y aquellos que están próximos a ser liberados.

Los hemoparásitos comúnmente encontrados en reptiles son del género *Plasmodium, Haemoproteous, Haemogregarina, Hepatozoon y Trypanosoma* (Sirois, 2016). Muestras tomadas de tortugas captivas en Grecia revelaron la presencia de *Hemolivia mauritanica* en el 78 % de individuos (Široký et al., 2004). En Belgrado, 100%

de las tortugas que fueron muestreadas presentaron *Haemogregarina* spp, además, de sintomatología clínica (Özvegy et al., 2015). Tortugas *Otilia borneensis* en República Checa mostraron asociación de signos clínicos (letargia, ulceraciones y lesiones de plastrón) con la presencia de hemoparásitos (Knotkova et al., 2005). En Brasil se obtuvo 66% de prevalencia de *Haemogregarina* en *Podocnemis expansa* (Picelli et al., 2015). Asimismo, en Iquitos se realizó un estudio en individuos *Chelonoidis denticulata* en donde se determinó una prevalencia de 74.5 % (Batalla et al., 2015). No existen estudios de prevalencia de hemoparásitos en reptiles en San Martín, por lo que, la presente investigación tuvo como objetivos los siguientes:

1.1 Objetivos

Objetivo general

Determinar la prevalencia de hemoparásitos en tortugas Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria mantenidas en cautiverio en la región de San Martín, y analizar la influencia del sexo y del valor del hematocrito sobre la presencia de hemoparásitos.

Objetivos específicos

Determinar la presencia de hemopárasitos y su relacióncon la especie de tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* mantenidas cautiverio en el centro Urku.

Determinar la relación de las variables sexo y hematocrito con la presencia de hemoparásitos en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* mantenidas cautiverio en el centro Urku.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Los parásitos y las enfermedades infecciosas tienen un gran impacto en el mundo natural, tienen innumerables efectos en la vida de los hospederos, incluso en la estructura de los ecosistemas (Schmid-Hempel, 2021).

Los parásitos que infectan la sangre de los reptiles son variados en términos de género y especie, y presentan diferencias morfológicas significativas en comparación con aquellos que afectan a los mamíferos (Telford, 2009). Los hemoparásitos del phylum Apicomplexa han sido frecuentemente descritos en reptiles terrestres y acuáticos en el mundo (Gutiérrez-Liberato et al., 2021; Martínez- Silvestre y Soler, 2008; Telford, 2009).

Muestras tomadas de tortugas captivas en Grecia revelaron la presencia de *Hemolivia mauritanica* en el 78 % de individuos (Široký et al., 2004). Mientras que en Belgrado (Serbia) 100% de las tortugas muestreadas presentaron este protozoario además de sintomatología clínica (Özvegy et al., 2015). En Brasil se obtuvo el 66% de prevalencia de hemoparásitos del género *Haemogregarina* spp en tortugas *Podocnemis expansa* (Picelli et al., 2015), en este estudio no se encontró correlación entre la condición corporal y el nivel de parasitemia.

En España, de un total de 140 tortugas semi-acuáticas *Mauremys Leprosa*, se detectó 46.4 % de individuos infectados con *Hepatozoon spp*, (Marzal et al., 2017). Mediante técnicas moleculares se encontraron dos linajes del género *Hepatozoon* (*Hepatozoon* MALEPRO 2 y MALEPRO 3). Los valores de hematocrito de los animales infectados con ambos linajes presentaron valores más bajos que los de las tortugas infectadas por un solo linaje.

Tortugas *Otilia borneensis* en República Checa mostraron asociación de signos clínicos (letargia, ulceraciones y lesiones de plastrón) y presencia de hemoparásitos, relacionándose directamente con anemia, hemoglobina baja, basofilia y eosinofilia (Knotkova et al., 2005). Los individuos fueron expuestos a terapia de soporte hasta restablecer valores y se observó disminución del nivel de parasitemia en sangre.

Estudios más recientes en Texas (USA) encontraron presencia de hemoparásitos en tortugas de la familia Geomydidae (66%), Emydidae (26 %) y Kinosternidae (23%), los individuos fueron categorizados en: silvestres captivos, silvestres capturados y nacidos en cautiverio (Nordmeyer et al., 2020). Los individuos silvestres mostraron mayores niveles de parasitemia.

En Brasil (Mendonça et al., 2023),muestras provenientes de 73 tortugas *Chelonoidis carbonaria* fueron analizadas con microscopía, técnicas moleculares, valores hematológicos y bioquímicos. Los individuos provenían de: 1) comercio rural para alimentación, 2) zoológico urbano y 3) centro de rescate animal. El 34, 2 % de las tortugas fueron positivas a *Sauroplasma* spp., dos animales provenientes del zoológico

fueron positivas a *Ehrlichia* spp. evidenciándose cambios hematológicos y bioquímicos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En Iquitos (Perú) se realizó un estudio en 47 tortugas *Chelonoidis denticulata* de venta en el mercado de Belén, determinándose una prevalencia de 74.5 % de parásitos del género *Haemogregarina*, mediante frotis sanguíneo con tinción Giemsa. No se evidenció relación entre las variables peso, sexo y hematocrito (Batalla et al., 2015).

Otro estudio importante para detectar presencia de hemoparásitos en reptiles fue realizado en Tumbes, describiendo prevalencia de *Hepatozoon* spp. (16%) y *Haemoagregina* spp. (50%) en ejemplares de cocodrilo americano mantenidos en cautiverio (Enriquez et al., 2014).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Tortugas Terrestres

Tortugas de tierra *Chelonoidis denticulata*.

Es la tortuga terrestre continental más grande de América del Sur, alcanza un tamaño de hasta 82 cm y llega a pesar hasta 60 kg. Tiene un caparazón particular, poco contrastante, de color café, con una mancha central café amarillenta sobre los escudos vertebrales y costales. La mayoría de las escamas del dorso de la cabeza de las patas son de color amarillo o naranja pálido (Rueda-Almonacid et al., 2007).

Las especies de tortugas *Chelonoidis denticulata* son exclusivas de América del Sur, se distribuyen en toda la cuenca amazónica de los países andinos, así como del suroriente de Venezuela hasta el sur de Brasil y al este de la cordillera oriental de Colombia (Rueda-Almonacid et al., 2007). Las tortugas *Chelonoidis denticulata* son clasificadas como vulnerables por la IUCN (2025) y catalogadas en el Apéndice II de las CITES (2023).

Tortugas de tierra *Chelonoidis carbonaria*

Son tortugas medianas que pueden crecer hasta 45 cm y pesar 8 kg con caparazón negro o café oscuro y han desarrollado una mancha central amarilla o naranja-rojiza con dimorfismo sexual cuando alcanzan los 15-18 cm. Los machos son más grandes que las hembras con plastrón cóncavo y concha aplanada y escudos anales engrosados (Rueda-Almonacid et al., 2007).

La *Chelonoidis carbonaria* prefiere las áreas libres a los bosques, en periferia de pastos, sabanas, caños y bosques secos, desde el oeste de Panamá hasta el noroeste de Argentina (Ernest y Leuteritz, 1999); además, las tortugas *Ch. carbonaria* son catalogadas en el Apéndice II de las CITES (2023).

2.2.2. Características fisiológicas y anatómicas distintivas en tortugas

Las tortugas son animales poiquilotermos y su actividad metabólica está vinculada a la temperatura ambiental, es decir su

metabolismo y nivel de actividad pueden cambiar según las condiciones térmicas del entorno (Sirois, 2016).

Una de las características distintivas de las tortugas es la presencia de la ranfoteca como revestimiento córneo de la cavidad oral, la ubicación del estómago es transversal ocupando gran parte del celoma (Doneley et al., 2018). Adicionalmente, las válvulas cardial y pilórica son muy notables y los conductos biliar y pancreático se dirigen hacia el píloro (Jepson, 2011). El intestino grueso es más largo y se presenta envuelto en su recorrido y termina en la cloaca, donde también lo hace el sistema urinario y reproductor (Sirois, 2016).

Las narinas externas, vestíbulo nasal y narinas internas forman las vías respiratorias altas (Doneley et al., 2018). Los anillos cartilaginosos completos de la tráquea desembocan a los pulmones contiguo al espaldar (se incluyen en la parte posterior sacos aéreos que cumplen la función de reservorios extras de aire) y no tienen reflejo tusígeno ni diafragma evidente sino una delgada membrana conectiva que divide parcialmente el área pulmonar del de las demás vísceras del celoma(Tracchia, 2018).

La fisiología del cerebro y la médula de los reptiles ha sido poco estudiada, el cerebro está dividido por una flexura en cerebro anterior y posterior con diferentes unidades estructurales y funcionales; las terminaciones nerviosas libres y encapsuladas tienen receptores térmicos, táctiles y del dolor (Tracchia, 2018). Con respecto al aparato cardiovascular, el corazón se divide en tres cámaras: dos aurículas y un ventrículo de tal manera que la sangre se direcciona mayormente hacia los

centros de más baja presión ya sea sistémica o pulmonar (Doneley et al., 2018; Tracchia, 2018).

Los riñones son metanéfricos y no tienen asas de Henle ni pelvis renal, debido a esto, hay menor número de glomérulos y mayor número de túbulos contorneados (Jepson, 2011). El contenido de la vejiga urinaria es rico en uratos de sodio, potasio y amonio; cuando hay exceso de carga hídrica la vejiga se vacía automáticamente gracias a la propiedad iso-osmótica de la misma (Tracchia, 2018).

El tejido tegumentario está **c**onformado por escamas vistosas y epidermis mínimamente escamosa, tienen glándulas mentonianas, cloacales y paracloacales con contenido normalmente de feromonas utilizadas para reconocimiento social y sexual (Sirois, 2016).

2.2.3. Enfermedades comunes descritas en tortugas

Enfermedades nutricionales y metabólicas

La regulación térmica y el correcto aporte nutricional son los principales retos en el mantenimiento de tortugas en cautiverio, debido a que suelen presentar deficiencias significativas que influyen directamente en su salud (Albert y Bayón, 2008), por esas características especiales, el manejo de raciones es fundamental para evitar problemas sanitarios.

|Con respecto al metabolismo y nutrición, se han descrito diversas enfermedades en tortugas en cautiverio: enfermedad ósea metabólica, piramidismo, anorexia post hibernación, hipovitaminosis A, hipervitaminosis A, hipovitaminosis B1, enfermedad de almacenamiento de hierro, bocio, urocistolitiasis, gota, calcinosis metastática, lipidosis

hepática (Albert y Bayón, 2008; Jepson, 2011; Sirois, 2016). El bienestar a largo plazo de las tortugas está relacionado íntimamente con su entorno, la regulación de la temperatura y correcta nutrición (Jepson, 2011).

Enfermedades infecciosas

Las tortugas son susceptibles a una gran cantidad de virus, bacterias y hongos (Sirois, 2016), en muchos casos son asintomáticos (Doneley et al., 2018)., pero pueden desarrollar: salmonelosis, abscesos cutáneos, dermatitis, enfermedad ulcerativa del caparazón, estomatitis infecciosa, neumonía, queratoconjuntivitis, otitis, rinitis (Jepson, 2011; Martínez-Silvestre y Soler, 2008; Mitchell y Tully, 2016).

Enfermedades parasitarias

La presencia de parásitos internos y externos es muy común en reptiles en cautiverio y vida libre asociándose a diversos signos clínicos como anorexia, diarrea, letargia, constipación, pérdida de peso hasta la muerte (Doneley et al., 2018; Montesinos, 2008). Los parásitos externos principales de las tortugas son los ácaros y garrapatas, algunos helmintos se alojan en el tejido subcutáneo alterando la estructura de la piel (filarias o pleurocéstodos), en heridas externas u orificios naturales se pueden desarrollar miasis (Martínez- Silvestre y Soler, 2008).

Parásitos gastrointestinales son comúnmente diagnosticados en tortugas en cautiverio (Hedley et al., 2013). Todas las tortugas de tierra son hospederas de por lo menos un tipo de parásito intestinal, los más frecuentes son los nemátodos de la familia Ascarididae y Enterobiidae (Martínez-Silvestre y Soler, 2008).

Parásitos en sangre

El filo Apicomplexa es un extenso compilado de protistas endógenos, sus órdenes con relevancia en afectación a células sanguíneas son: Haemosporida, Adelorina, Piroplasmida. También es de relevancia el orden Trypanosomatida pero este se encuentra dentro del filo Euglenozoa (Valkiunas, 2004). Los hemoparásitos más comunes encontrados en reptiles son del género *Plasmodium, Haemoproteus, Haemogregarina, Hemolivia, Hepatozoon* y *Trypanosoma* (Sirois, 2016; Telford, 2009; Thrall et al., 2012).

Plasmodium y *Haemoproteus* son parásitos intraeritrocíticos con ciclos de vida indirectos que usan como vectores a insectos y su impacto en mamíferos sugiere que también podrían causar efectos en reptiles (Divers y Stahl, 2019). Los estadios de plasmodios en reptiles no tienen diferencias significativas en la estructura o secuencia de desarrollo con las especies de plasmodios en aves y mamíferos (Telford, 2009; Valkiunas, 2004).

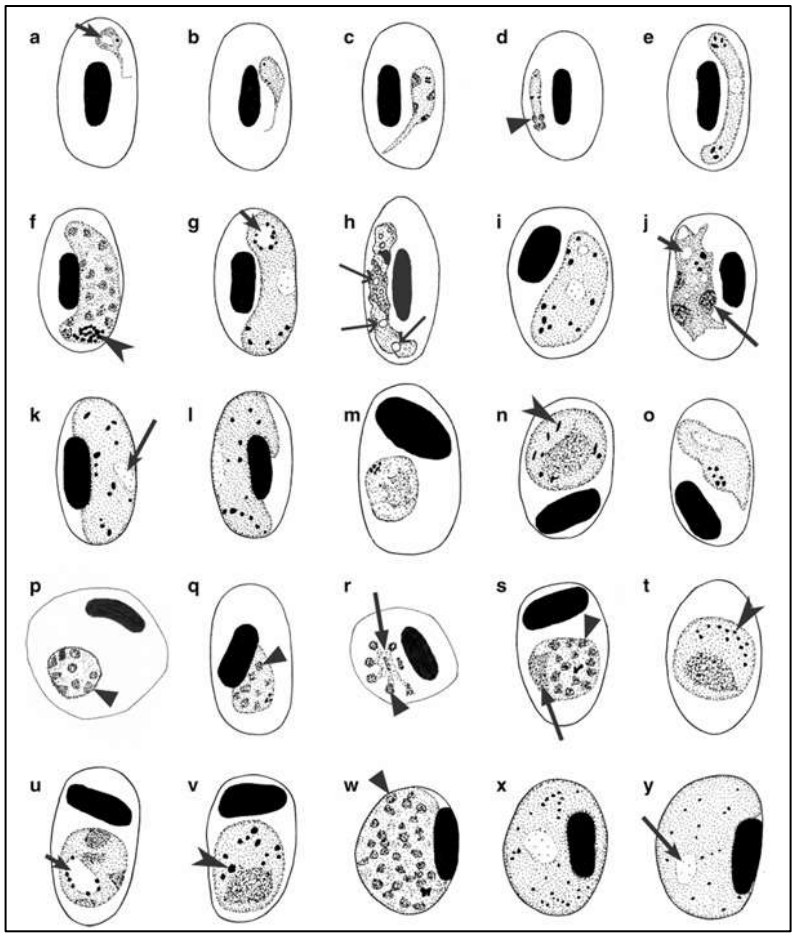


Figura 1 : Características morfológicas de los estadios de *Plasmodium* spp. en células sanguíneas de aves usadas para identificación (Valkiunas and Iezhova, 2018). Trofozoito joven (a) gametocito (b), merontes creciendo en eritrocitos (c, d, j,u), merontes eritrocíticos maduros (f,p-s, w), y gametocitos maduros (e,g-i,k-o,t,v,x,y). Se observa la posición terminal del núcleo del meronte (d), forma de gametocito alargado (e), agregación de pigmento granulado en el borde de gametocito (f), pigmento alargado en forma de varilla (n), vacuolas grandes (g,j,u) glóbulos refractantes dentro de gametocito (h), ubicación oblicua de los gametocitos dentro de eritrocitos (i,o), merontes en eritrocitos estrictamente nucleófilos (q), citoplasma residual en merontes eritrocíticos (r,s), eritrocitos infectados, de forma redondeada (p, w-y).

En reptiles se encontró evidencia de más de 60 especies pertenecientes al género *Plasmodium*, los cuales, morfológicamente se asemejan a los que infectan a las aves (Thrall et al., 2012; Valkiunas, 2004). Los gránulos de hemozoína diferencian a los gametocitos de *Plasmodium* spp. de la *Hemogregarina* spp. así como la esquizogonia en células sanguíneas además se ha reportado que las infecciones por *Plasmodium* pueden provocar anemia hemolítica grave (Thrall et al., 2012).

Haemoproteus spp. ha sido reportado en tortugas, los gametocitos con pigmento refractario (hemozoína) se encuentran en muestras de sangre periférica (Thrall et al., 2012). El tamaño promedio de los macrogametocitos de *Haemoproteus geochelonis* es de 6.6 × 5.4 µm (valor estimado en 33 ejemplares) y de los microgametocitos es 6.0 × 5.3 µm (estimado de 37 ejemplares) (Telford, 2009).

Se han descrito claves morfológicas para la identificación de familias de hemoparásitos (aves) dentro del orden Haemosporida. Los hallazgos para familia Plasmodiidae y Haemoproteidae se caracterizan por la presencia de hemozoína en los estadios sanguíneos, pero el desarrollo de la merogonia dentro de las células sanguíneas solo se da en Haemoprotidae. En las familias Garniidae y Leucocytozoidae la hemozoína está ausente en los estadios sanguíneos (Valkiunas and Iezhova, 2018)

Los protozoarios del suborden Adeleorina (*Hepatozoon*, *Hemolivia*, *Haemogregarina*), son coccidios intracelulares, con ciclos de vida indirectos y pueden ser trasmitidos por insectos hematófagos, garrapatas

de la familia Ixodidae y Argasidae y sanguijuelas de las familias Hirudinidae, Haemopidae y Erpobdellidae (Divers y Stahl, 2019). Aproximadamente 80 especies de *Trypanosoma* spp. han sido descritas en reptiles y 11 en quelonios (Telford, 2009). Tienen un solo flagelo y causan muchas enfermedades de gran importancia en humanos, tienen ciclo de vida indirecto y utilizan insectos como hospederos intermediarios (Divers y Stahl, 2019).

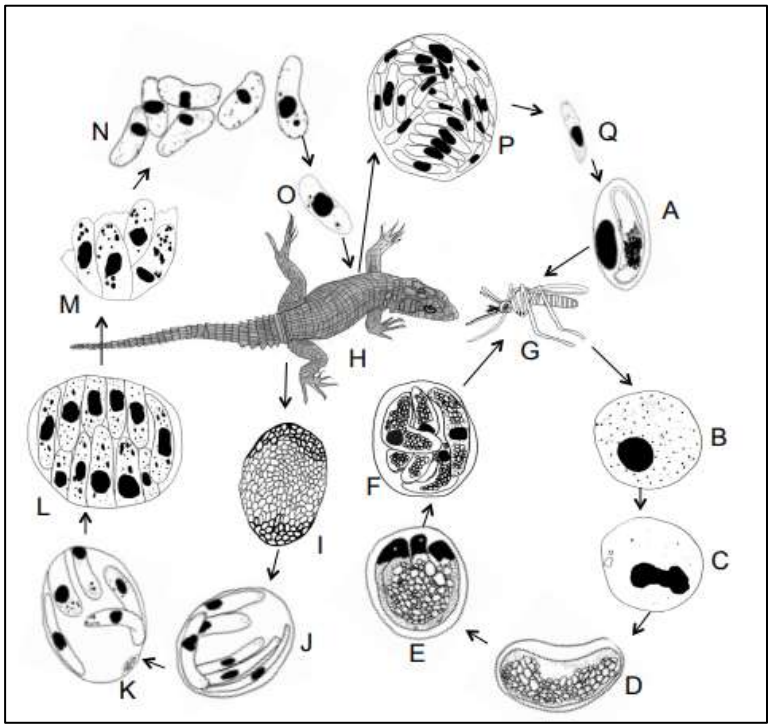


Figura 2: Representación esquemática del ciclo de vida de *Hepatozoon affluomaloti* (Van As et al., 2015) **A**: gamontes maduros en sangre periférica de reptil son tomados por el mosquito hembra *Culex* spp; **B**, **C**: ooquistes uninucleados y binucleados desarrollados 3 días después de la ingestión. **D, E**: esporoquistes con esporozoítos en desarrollo. **F**: esporozoitos alojados en el espacio gastrointestinal. **G**: Mosquito hembra con esporoquistes maduros (**A**) ingeridos por el reptil (**H**). **I** – **L**: merontes jóvenes en el tejido hepático del Reptil se desarrollan hasta convertirse en macromerontes maduros con macromerozoítos. **M**: La ruptura de macromerontes y liberación de macromerozoitos. **N**: macromerozoitos reinfectan el hígado (**O**); **P**: micromerontes maduros liberan micromerozoítos (**Q**) que infectan los eritrocitos.

2.2.4. Hematología y Bioquímica Sanguínea

Al igual que otras especies, el examen físico de los quelonios debe garantizar la obtención de información adecuada (Montesinos, 2008). En ese sentido, el examen médico es el más grande reto para el clínico veterinario, la determinación de los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos se usan como una herramienta eficiente para evaluar el estado de salud de los reptiles (Doneley et al., 2018; Mendonça et al., 2023).

Sin embargo, aunque existe una base de resultados amplia, hay una falta de investigación sistematizada y ordenada diseñada para clarificar el significado de los cambios encontrados en la hematología y la analítica bioquímica de las tortugas (Carpenter, 2013; Martínez-Silvestre et al., 2013).

El seno del plexo braquial, la vena coccígea y la vena yugular son los principales lugares para la extracción de sangre en una tortuga(Sirois, 2016; Thrall et al., 2012).

El volumen de sangre estimado en reptiles varía del 5 al 8% del peso corporal (Sirois, 2016)., una muestra pequeña representa el 0.5 % del peso corporal y se recomienda para muestras hematológicas, como mínimo 0,3 ml de sangre (Thrall et al., 2012).

Hematocrito

El valor del hematocrito es expresado en porcentaje, se define como la fracción sólida que corresponde a los eritrocitos dentro de una

muestra de sangre sin coagular (Thrall et al., 2012). El anticoagulante recomendado en reptiles es Heparina litio, pues reduce la hemólisis (Tracchia, 2018). Los valores de referencia normales descritos en *Chelonoidis* spp. 28 % (IC: 18-47%) (Carpenter, 2013) Los reptiles jóvenes podrían presentar mayor porcentaje de glóbulos rojos (Tracchia, 2018). En reptiles el hematocrito es un parámetro esencial que brinda información importante sobre el estado de la salud, deshidratación, capacidad y transporte de oxígeno y podría verse alterado por factores ambientales (Thrall et al., 2012).

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

La prevalencia de hemoparásitos en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* bajo condiciones de cautiverio es mayor al 75 %.

3.2. Tipo, nivel y diseño de la investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Investigación básica.

3.2.2. Nivel de investigación

La investigación es de nivel descriptivo.

3.2.3. Diseño de la investigación

La investigación es básica, no experimental, de corte transversal.

3.3. Ámbito espacial y temporal

3.3.1. Ámbito espacial

|La investigación se realizó en el Centro Urku (Zoocriadero, creado con Resolución Administrativa Nº012-2006-INRENA-IFFS-ATFFS-SM), el cual se encuentra ubicado en el departamento y provincia de San Martin y distrito de Tarapoto, la zona cuenta con las siguientes características ecológicas (SENAMHI, 2022):

- Cuenca: Huallaga Central – Bajo Mayo – Cumbaza – Shilcayo.
- Altitud: 415 m (387 – 423).

- Clima: semicálido con baja concentración térmica en verano; ligero a moderadamente húmedo sin déficit hídrico durante todo el año.
- Temperatura media anual: 25,3
- Precipitación anual: 1408 mm

3.3.2. Ámbito temporal

La investigación se realizó entre los años 2022 y 2024.

3.4. Población, muestra y unidad de análisis

3.4.1 Población

Todos los Individuos *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria.*

3.4.2 Muestra

25 tortugas de las especies *Chelonoidis denticulata* y 20 de *Chelonoidis carbonaria* del centro Urku-San Martín albergadas desde noviembre de 2022 hasta septiembre de 2023.

3.4.2 Unidad de análisis

Muestra de sangre de cada individuo *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria*.

3.5. Materiales

3.5.1 Material biológico

El estudio se realizó en toda la población de tortugas albergadas en el Centro Urku-Tarapoto (45 individuos) de los cuales 25 fueron *Chelonoidis denticulata* y 20 *Chelonoidis carbonaria.*

3.5.2 Material de campo

- Cámara fotográfica Nikon COOLPIX B700
- Jeringas y agujas 22 y 24G
- Materiales de Bioseguridad
- Materiales de escritorio

3.5.3 Material de Laboratorio

- Microscopio trinocular Revolution III
- Centrífuga Boeco®
- Kit tinción panóptico rápido
- Microtubos Vacutainer® Heparina de Litio
- Láminas porta y cubre objetos
- Micropipetas de plástico
- Rejilla porta láminas
- Instrumentos de bioseguridad

3.6. Diseño metodológico

3.6.1 Identificación y selección de los animales

Las tortugas incluidas en el estudio se encontraron identificadas por el centro de rescate con señales y agujeros en el caparazón. Se realizó el llenado de fichas indicando el sexo y especie.

3.6.2 Toma de muestra

Se desinfectó la zona ventral de la cola de la tortuga, insertando una aguja 22-23 G en la vena coccígea dorsal. Se aplicó presión en la línea media de la vértebra hasta que la sangre empiece a fluir en la jeringa (Thrall et al.,

2012). (Thrall et al., 2012). Se recolectó 0,3 ml de sangre en un microtubo con heparina/litio y se homogenizó para que la sangre se mezcle con el anticoagulante, se realizó desinfección y presión del área para la hemostasia. Los microtubos fueron rotulados y almacenados a 4°Cpara su transporte hasta la ciudad de Moyobamba (Thrall et al., 2012) para su transporte hasta la ciudad de Moyobamba (Thrall et al., 2012) para su transporte hasta la ciudad de Moyobamba (Thrall et al., 2012).

3.6.3 Procesamiento de las muestras

El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio del Consultorio Veterinario Gaia en la provincia de Moyobamba.

3.6.4 Técnica de frotis por extendido fino con Tinción Panóptica rápida (técnica de inmersiones basada en May Grünwald-Giemsa y tinción tipo Romanowsky)

El extendido se realizó colocando una gota de sangre (con micropipeta) en uno de los extremos de la lámina portaobjetos, se extendió la gota con otra lámina de manera perpendicular hasta el otro extremo de la lámina principal, dejando secar por 2 horas.

Las placas fueron sumergidas 5 veces, durante un segundo, por inmersión en el siguiente orden: Primero en metanol, fijador para tinción rápida (Panóptico nº 1) luego en solución de colorante xanteno, para tinción rápida (Panóptico N° 2) y finalmente con solución acuosa derivada de tiazina, para tinción rápida (Panóptico N° 3). Se enjuagó la placa con chorro suave de agua destilada.

Finalmente se observaron las placas al microscopio usando el objetivo de 40X y 100X (inmersión). La identificación de estructuras se realizó de

acuerdo con lo descrito en el Atlas a color de Hemoparásitos en Reptiles (Telford, 2009), Hematología Veterinaria (Thrall et al., 2012) y Parásitos Maláricos en aves y otros haemosporidios (Valkiunas, 2004). Toda muestra en la que se evidenció por lo menos un estadio de hemoparásitos fue designada como positiva (Telford, 2009).

3.6.5 Valor del hematocrito

Se utilizó la técnica del microhematocrito, acercando un capilar al microtubo para la entrada por capilaridad de la sangre, luego se tapó un extremo con plastilina. El capilar fue colocado en la centrífuga a 10 000 rpm durante 5 minutos, para luego realizar la medición del hematocrito:

- L1: longitud (mm) de la fracción formada por glóbulos rojos
- L2: la longitud total de la sangre en el capilar.

Y finalmente la aplicación de la fórmula: (L1/L2) *100.

3.6.6 Prevalencia

Para obtener el valor de prevalencia (P) de hemoparásitos se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{número de individuos positivos a hemoparásitos}}{\text{total de individuos}}\ x\ 100$$

Intervalo de Confianza:

$$\text{IC} = \text{p} \pm \text{Z}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Donde:

p: proporción de casos positivos

n: número total de tortugas en grupo

Z: valor de distribución normal para nivel de confianza (1.96)

3.6.7 Relación estadística entre variables sexo y hematocrito entre la presencia de hemoparásitos.

El análisis estadístico se realizó con el Software R -R Core versión. Para la relación entre el sexo y hematocrito se utilizaron las pruebas Shapiro Wilk y Barletti; y para el análisis del efecto de la prevalencia en el hematocrito, las pruebas Kruskal-Wallis y Bartlett´s.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prevalencia de hemoparásitos en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria*

La prevalencia de hemoparásitos en el Centro Urku- San Martín fue de 44% Para *Chelonoidis denticulata* y 50% para *Chelonoidis carbonaria*. En la tabla 1, se observa que la prevalencia para Ch. denticulata no supera al 74.5 %, es decir, es menor al antecedente nacional, en donde Batalla et al. (2015) en Iquitos describe que la prevalencia de hemoparásitos en tortugas Ch. denticulata es superior al 74.5 %. Sin embargo, la prevalencia de hemoparásitos en *Ch. carbonaria* descrita en este estudio (50%) no supera al descrito por Mendonça et al. (2023) en Brasil (34.2%) para la misma especie de tortugas.

Tabla 1: Prevalencia de hemoparásitos en especies de *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria*

Especie de tortuga	Cantidad Individuos	Negativas	Positivas	Prevalencia (%)	IC
Ch. denticulata	25	14	11	44	24.51-63.49
Ch. carbonaria	20	10	10	50	28.06-71.94

**IC: Intervalo de confianza del 95%*

La diferencia entre los porcentajes de prevalencia de *Chelonoidis denticulata* de este estudio (44%) con los realizados por Batalla et al. (2015) (75%), podría estar relacionada a diversos factores, principalmente la

localización del estudio, la procedencia de los animales, contaminación del agua, alimentación, clima, estado sanitario, tipo de vegetación entre otros (Enriquez et al., 2014). Por ejemplo, las tortugas del centro Urku muestreadas para este estudio, cuentan con manejo especial: limpieza de recinto, calidad de agua, alimentación formulada según requerimiento especial de los individuos; a comparación de los animales que fueron muestreados en el estudio realizado en Iquitos por Batalla et al. (2015), los cuales, por provenir del mercado de Belén (según lo descrito en la metodología), no cuentan con datos de manejo sanitario de cada individuo y su procedencia.

4.2 Relación de las variables sexo y hematocrito con la presencia de hemoparásitos

El sexo de las tortugas no estuvo relacionado con el valor de hematocrito ($t = -0,3458$, g.l. = 43, $p = 0,7312$) (Gráfico 1.B). Los datos cumplieron con los supuestos de Normalidad (Shapiro-Wilk, p: 0,06384) y Homocedasticidad (Bartlett, p: 0,6626) (Gráfico 1. A). No obstante, el comportamiento de los sexos dentro de cada especie fue disímil (Gráfico 1.C) sin poderse realizar un análisis conjunto, debido a la heterogeneidad de las varianzas entre especies (Bartlett, p: 0,0040). Cabe destacar que los valores de hematocrito se invirtieron entre uno y otro sexo (Gráfico 1.D), sin alcanzar diferencias estadísticas dentro de *Ch. denticulata* (Kruskal - Wallis Bartlett's $K^2 = 1.2762$, g.l.= 1, $p = 0,2586$), ni de *Ch. carbonaria* ($t = 1,4816$, g.l. = 18, $p = 0,1557$).

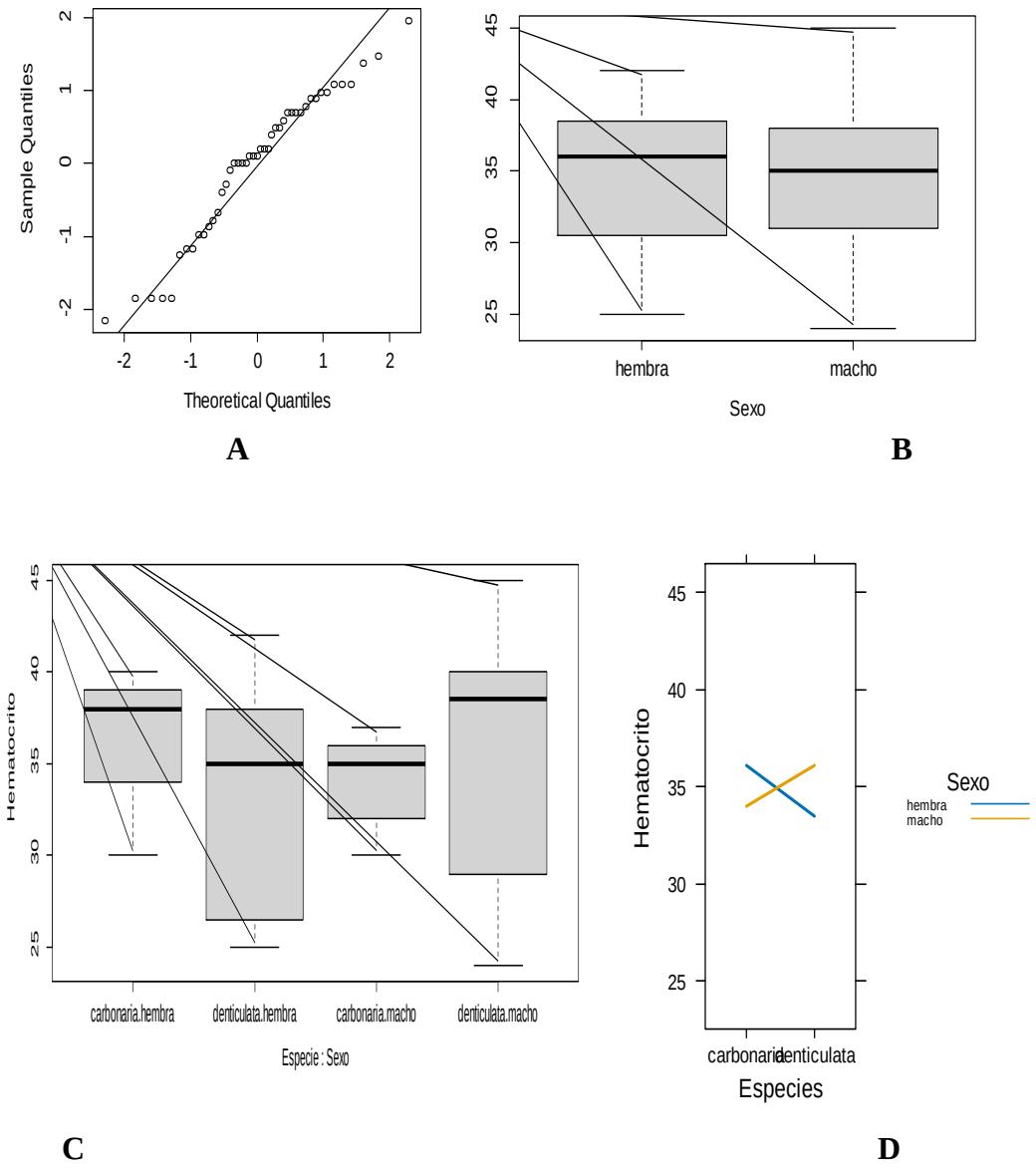
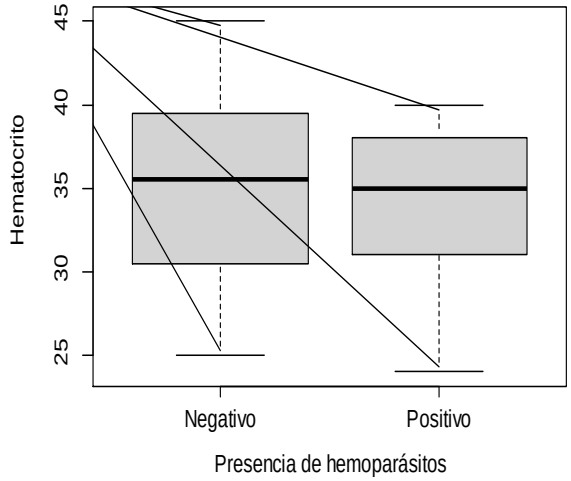


Gráfico 1: Respuesta del hematocrito en tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonari*a.

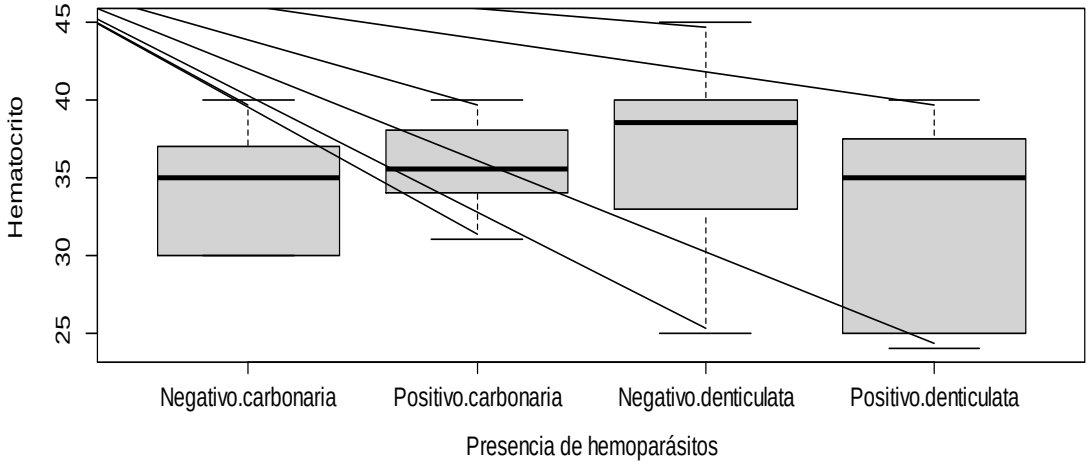
A) Distribución de los resultados del hematocrito por sexos, donde se demuestra la normalidad de los datos. B) Comparación entre sexos de ambas especies de tortuga. C) Comportamiento del hematocrito por sexo dentro de cada especie. D) Gráfico que muestra cómo se invierten los valores de hematocrito entre una y otra especie.

No se registró evidencia alguna de efectos de la prevalencia de hemoparásitos sobre los valores de hematocrito (Gráfico 2.A). (Kruskal - Wallis Bartlett's K^2 = 1.2277, g.l.= 1, p = 0.2679); tampoco hubo diferencias estadísticas entre la frecuencia de positivos-negativos entre especies (Gráfico 2.B) (X^2 = 0,010045, g.l. = 1, p = 0,9202).

Batalla et al (2015),no encontró relación entre la presencia de hemoparásitos y el valor de hematocrito. Sin embargo, existen reportes de tortugas muestreadas en el zoológico de Belgrado, en los que se observaron cambios en los valores de hematocrito y conteo de glóbulos rojos, además de presentar sintomatología clínica (Özvegy et al., 2015). Hasta donde se conoce, no existen trabajos previos que determinen el motivo de las variaciones en conteo de glóbulos rojos y el valor del hematocrito en reptiles.



A



B

Gráfico 2: Relación entre hematocrito y prevalencia de hemoparásitos en muestras de tortugas *Chelonoidis* spp. en cautiverio. A) efecto de prevalencia de hemoparásitos sobre los valores de hematocrito. B) Frecuencia de animales positivos a hemoparásitos y especies de tortugas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. La prevalencia de hemoparásitos en tortugas mantenidas en cautiverio en el departamento de San Martín en *Chelonoidis denticulata* fue 44 % y en *Chelonoidis carbonaria* de 50%. No se encontró relación entre la presencia de hemoparásitos y la especie de tortugas estudias.

2. No se evidenció relación entre la presencia de hemoparásitos y el sexo y hematocrito en las tortugas *Chelonoidis denticulata* y *Chelonoidis carbonaria* en cautiverio del departamento de San Martín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albert, A., Bayón, A., 2008. Enfermedades nutricionales y metabólicas en quelonios. Revista Consulta de Difusión Veterinaria 149, 47–55.

Batalla, L., Casas, E., Julca, R., Sánchez, N., Angelats, R., Rojas, G., Cárdenas, J., 2015. Presence of blood parasites in the yellow-footed tortoise (*Chelonoidis denticulata*) (Linnaeus, 1766) sold at the Belen market, Iquitos, Peru. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 26, 489–496. https://doi.org/10.15381/rivep.v26i3.11168

Carpenter, J., 2013. Exotic Animal Formulary, Fourth Edition. ed. Elsevier Saunders, Manhattan, Kansas. 488 p

CITES, 2023. Checklist of CITES Species. https://checklist.cites.org/

Divers, S., Stahl, S., 2019. Mader's Reptile and amphibian medicine and surgery, Third Edition. ed. Elsevier. 488 p

Doneley, B., Johnson, R., Monks, D., Carmel, B., 2018. Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice, Primera Edición. ed. Editorial Office, Oxford. 528 p.

Enriquez, C., Elías, R., Montes, D., Saldarriaga, F., 2014. Presencia de hemoparásitos de los géneros *Hepatozoon* y *Haemogregina* en ejemplares de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) mantenidos en cautiverio en Tumbes, Perú. Zoológica 1:43-49

Ernest, C.H., Leuteritz, T.E.J., 1999. Catalogue of American Amphibians and Reptiles. *Geochelone carbonaria* (Spix) REPTILIA: TESTUDINES: TESTUDINIDAE. pp. 690.1-690.7.

Gutierrez-Liberato, G., Lotta-Arévalo, I., González, L., Vargas-Ramírez, M., Rodríguez-Fandiño, O., Cepeda, A., Ortiz-Moreno, M., Matta, N., 2021. The genetic and morphological diversity of Haemogregarina infecting turtles in Colombia: Are mitochondrial markers useful as barcodes for these parasites? Infection, Genetics and Evolution 1: 95. https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.105040

Hedley, J., Eatwell, K., Shaw, D.J., 2013. Gastrointestinal parasitic burdens in UK tortoises: A survey of tortoise owners and potential risk factors. Veterinary Record 173, 525. https://doi.org/10.1136/vr.101794

IUCN, 2025. Red List of threatened species. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T9008A12949796.en

Jepson, L., 2011. Medicina de animales exóticos, Edicion en español. ed. Elsevier España, S. L., Barcelona, España. 592 p.

Knotkova, Z., Mazanek, S., Hovorka, M., Sloboda, M., Knotek, Z., 2005. Haematology and plasma chemistry of Bornean River turtles suffering from shell necrosis and haemogregarine parasites. Vet Med (Praha) 50, 421–426. https://doi.org/10.17221/5643-VETMED

Lockley, E., Fouda, L., Correia, S., Taxonera, A., Nash, L.N., Fairweather, K., Reischig, T., Durão, J., Dinis, H., Roque, S.M., Lomba, J.P., dos Passos, L., Cameron, S., Stiebens, V., Eizaguirre, C., 2020. Long-term survey of sea turtles (*Caretta caretta*) reveals correlations between parasite infection, feeding ecology, reproductive success and population dynamics. Sci Rep 10. https://doi.org/10.1038/s41598-020-75498-4

Martínez-Silvestre, A., Lavin, S., Cuenca, R., 2013. La Bioquímica sanguínea en clínica de reptiles. Revista Consulta de Difusión Veterinaria 200, 31–40.

Martínez-Silvestre, A., Soler, J., 2008. Enfermedades infecciosas y parasitarias en tortugas. Consulta de Difusión Veterinaria 150, 43–54.

Marzal, A., Ibáñez, A., González-Blázquez, M., López, P., Martín, J., 2017. Prevalence and genetic diversity of blood parasite mixed infections in Spanish terrapins, *Mauremys leprosa*. Parasitology 144, 1449–1457. https://doi.org/10.1017/S0031182017000889

Mendonça, M.A., Fonseca, M.S., Piedade, G.C., Rodamilans, G.M., Marques, F.S., Ayres, M.C.C., Viana, L.A., Meira-Santos, P.O., Meyer, R., Portela, R.D., 2023. Detection of Hemopathogens in *Chelonoidis carbonaria*: Microscopic, Molecular, Hematological, and Clinical Biochemistry Aspects. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 23, 520–527. https://doi.org/10.1089/vbz.2023.0019

Mitchell, M., Tully, T., 2016. Current Therapy in Exotic Pet Practice. Elsevier Inc. L. Angeles. USA. 240 p.

Montesinos, A., 2008. Anamnesis, examen físico y pruebas complementarias en quelonios. Revista Consulta de Difusión Veterinaria 148, 51–68.

Nordmeyer, S., Henry, G., Guerra, T., Rodriguez, D., Forstner, M., Hahn, D., 2020. Identification of Blood Parasites in Individuals from Six Families of Freshwater Turtles. Chelonian Conservation and Biology 19, 85–94. https://doi.org/10.2744/CCB-1411.1

Özvegy, J., Marinković, D., Vučićević, M., Gajić, B., Stevanović, J., Krnjaić, D., Aleksić-Kovačević, S., 2015. Cytological and molecular identification of

Haemogregarina stepanowi in blood samples of the european pond turtle (*Emys orbicularis*) from quarantine at Belgrade Zoo. Acta Vet Brno 65, 443–453. https://doi.org/10.1515/acve-2015-0037

Picelli, A., De Carvalho, A., Viana, L., Malvasio, A., 2015. Prevalence and parasitemia of *Haemogregarina* spp. In *Podocnemis expansa* (testudines: Podocnemididae) from the Brazilian Amazon. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria 24, 191–197. https://doi.org/10.1590/S1984-29612015033

Rueda-Almonacid, J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mast, R.B., Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., De La Ossa -Velásquez, J.J., Rueda, J.N., Mittermeier, C.G., Nash, S., Landazábal, C., Rada, A., 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Panamericana, Formas e Impresos, Bogotá-Colombia. 537 p.

Schmid-Hempel, P., 2021. Evolutionary Parasitology-The integrated Study of infections, Inmunology, Ecology and Genetics. Oxford University Press. 576 p.

SENAMHI, 2023. Servicio Nacional de Meterorología e Hidrología del Perú http://www.senamhi.gob.pe/

Sirois, M., 2016. Laboratory Animal and Exotic Pet Medicine, Segunda edición. ed. Elsevier, Missouri. 576 p.

Široký, P., Kamler, M., Modrý, D., 2004. Long-term occurrence of *Hemolivia* . *mauritanica* (Apicomplexa: Adeleina: Haemogregarinidae) in captive *Testudo marginata* (Reptilia: Testudinidae): Evidence for cyclic merogony? Journal of Parasitology 90, 1391–1393. https://doi.org/10.1645/GE-3306

Telford, S., 2009. Hemoparasites of the reptilia -Color Atlas and text. Taylor and Francis Gruop, New York-United States of America. 376 p.

Thrall, M.A., Weiser, G., Allison, R., Campell Terry, 2012. Veterinary Hematology and Clinical Chemistry, Second Edition. ed. John Wiley and Sons, Inc, Oxford-United Kingdom. 784 p.

Tracchia, A.C., 2018. Medicina en quelonios y otros reptiles. Ediciones Fundación Azara, Buenos Aires- Argentina. 506 p.

Valkiunas, G., 2004. Avian Malaria parasites and other Haemosporidia, First Edition. ed. CRC Press. 946 p. https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9780203643792

Valkiunas, G., Iezhova, T.A., 2018. Keys to the avian Malaria parasites. Malar J 17:212 https://doi.org/10.1186/s12936-018-2359-5

Van As, J., Davies, A.J., Smit, N.J., 2015. Life cycle of *Hepatozoon affluomaloti* (Apicomplexa: Haemogregarinidae) in crag lizards (Sauria: Cordylidae) and in *Culicine mosquitoes* from South Africa. Folia Parasitol (Praha) 62, 1–9. https://doi.org/10.14411/fp.2015.008

Vecco, D., Schulte, R., Marconi, M., 2018. Diagnóstico de la cadena de custodia de fauna silvestre en San Martín. Tarapoto. 256 p.

ANEXOS

1. Autorización para investigación en fauna silvestre y animales en cautiverio

GOBIERNO REGIONAL SAN MARTÍN

AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL

DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE

Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

Resolución Directoral Nº 399-2022/GRSM/ARASM/DGFFS

b) Deberá tener en consideración el bienestar de diversidad biológica, así como tomar medidas necesarias para no alterar los hábitats en las localidades de evaluación.

c) Toda investigación sea con o sin colecta de material biológico con fines científicos, debe contar con la autorización correspondiente.

d) Remitir a la Dirección y Gestión de Fauna Silvestre (DGFFS), una (01) copia del informe final de la investigación realizada (incluyendo versión digital).

e) Solicitar anticipadamente a la DGFFS y dentro del plazo de vigencia de la resolución cualquier cambio en las características de la investigación aprobada que demande actualización de la presente resolución.

f) La Autoridad Regional Ambiental, a través de la Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS), no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el administrado y/o personal de la evaluación científica, durante la ejecución del proyecto

Que, mediante **Informe Legal N° 409-2022-GRSM/ARASM/OAL-ELD**, de fecha 16 de noviembre de 2022, en la Oficina de Asesoría Legal de las Direcciones OPINA: **OPINA que es procedente:** se apruebe la **Autorización de investigación de fauna silvestre**, para desarrollar el proyecto "Prevalencia de hemoparásitos en tortugas Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria bajo condiciones de cautiverio en San Martín", a favor de la médico veterinario Grethell Mabel López Del Águila, como Investigadora principal, identificada con DNI N°46314192, la misma que contempla la recolección de muestras de especímenes de Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria, cuya recolección se realizará en un centro de cautiverio en San Martín: Centro de Rescate " Centro de Capacitación y Reproducción de la Biodiversidad Amazónica Puka Lluichu-Centro de Rescate, ubicado en el Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, departamento de San Martín; las mismas que serán recolectadas y llevadas al Laboratorio del Consultorio Veterinario Gala e la provincia y distrito de Moyobamba, por un periodo de seis meses, contadas desde la emisión de la Resolución Directoral.

Por las consideraciones expuestas, en virtud de las atribuciones conferidas en el Manual de Operaciones de la Autoridad Regional Ambiental, aprobado con Decreto Regional N° 002-2022-GRSM/GR, y con las visaciones de la Oficina de Asesoría Legal y la Dirección de Gestión y de Fauna Silvestre.

SE RESUELVE:

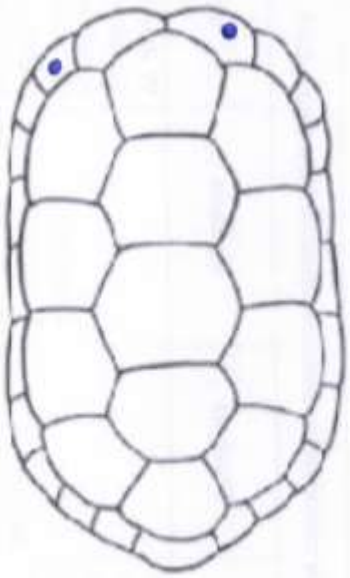
Artículo Primero. - OTORGAR la **Autorización de investigación de fauna silvestre** con **Código de Autorización N° 22-SAM/AUT-IFS-2022-001, a favor** de la médico veterinario Grethell Mabel López Del Águila, identificada con DNI N°46314192 en su calidad de **Investigadora Principal**, para desarrollar el proyecto "Prevalencia de hemoparásitos en tortugas Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria bajo condiciones de cautiverio en San Martín", ubicado en el distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, departamento de San Martín, de acuerdo a las coordenadas referencial: 18 M 9286330.5 m E; 350745.9 m S (Sistema WGS84).

Artículo Segundo. - AUTORIZAR la recolección de muestras de los especímenes de *Chelonoidis denticulata y Chelonoidis carbonaria, se realizará en un centro de cautiverio en San Martín: Centro de Rescate "Centro de Capacitación y*

Documento Nro. 917-2022-1-2267. Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del GOBIERNO REGIONAL SAN MARTIN, generado en concordancia lo dispuesto en la ley 27269. Autenticidad e integridad pueden ser contrastada a través de la siguiente dirección web:

2. Ficha de campo para toma de muestra en tortugas del género *Chelonoidis*.

REGISTRO DE CAMPO

FAMILIA TESTUDINIDAE	FICHA N°: 01
1.ESPECIE: Marcar según corresponda	**2.IDENTIFICACIÓN:** 21 de ser necesario replicar marcaje PESO: SEXO: (H) M No identificado
Chelonoidis carbonaria ☐	***Chelonoidis Denticulata*** X 
DATOS DE COLECTA: **Fecha:** 12/NOV/2022 **Lugar:** CENTRO URKU **Colector:** GRETHELL MABEL LOPEZ **Tipo de muestra:** SANGRE **Cantidad:** 0.5mL	**Otras observaciones:**

3. Resultados obtenidos en tortugas *Chelonoidis denticulata*, en cautiverio, San Martin.

N° Muestra	Sexo	Presencia de hemoparásitos	Hematocrito (%)
1	hembra	Positivo	28
3	hembra	Positivo	35
4	hembra	Positivo	25
5	hembra	Negativo	35
6	macho	Positivo	40
7	hembra	Positivo	38
10	hembra	Negativo	39
11	hembra	Negativo	38
13	macho	Negativo	40
14	hembra	Positivo	25
15	macho	Negativo	39
20	hembra	Negativo	42
22	hembra	Positivo	37
23	hembra	Positivo	25
24	macho	Negativo	45
26	hembra	Negativo	40
28	hembra	Negativo	25
30	hembra	Negativo	33
31	macho	Positivo	24
32	hembra	Positivo	37
33	macho	Negativo	29
34	macho	Negativo	35
39	macho	Positivo	38
40	macho	Negativo	42
43	macho	Negativo	29

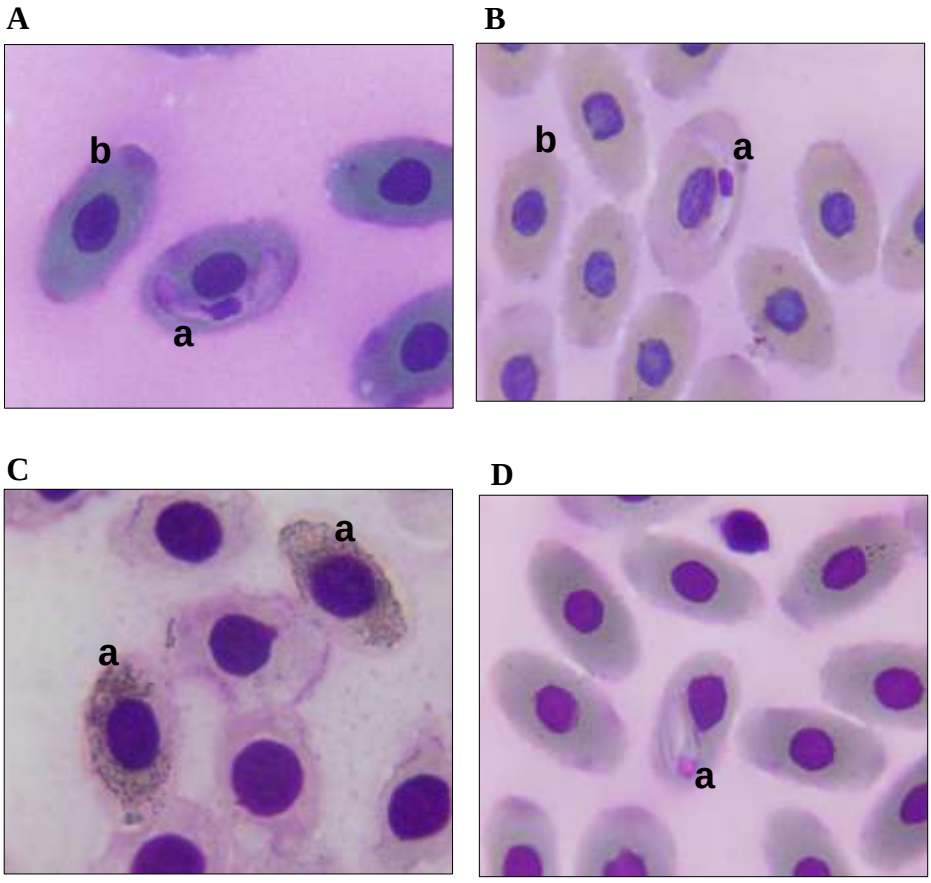
4. Resultados obtenidos en tortugas *Chelonoidis carbonaria* en cautiverio, San Martin.

N° Muestra	Sexo	Presencia	Hematocrito
2	macho	Negativo	30
8	macho	Positivo	35
9	macho	Negativo	36
12	hembra	Positivo	31
16	macho	Negativo	35
17	hembra	Negativo	30
18	macho	Positivo	35
19	hembra	Negativo	40
21	macho	Positivo	33
25	hembra	Negativo	35
27	macho	Positivo	36
29	macho	Negativo	30
35	hembra	Positivo	34
36	macho	Negativo	31
37	hembra	Positivo	38
38	macho	Negativo	37
41	hembra	Positivo	38
42	macho	Positivo	36
44	hembra	Negativo	39
45	hembra	Positivo	40

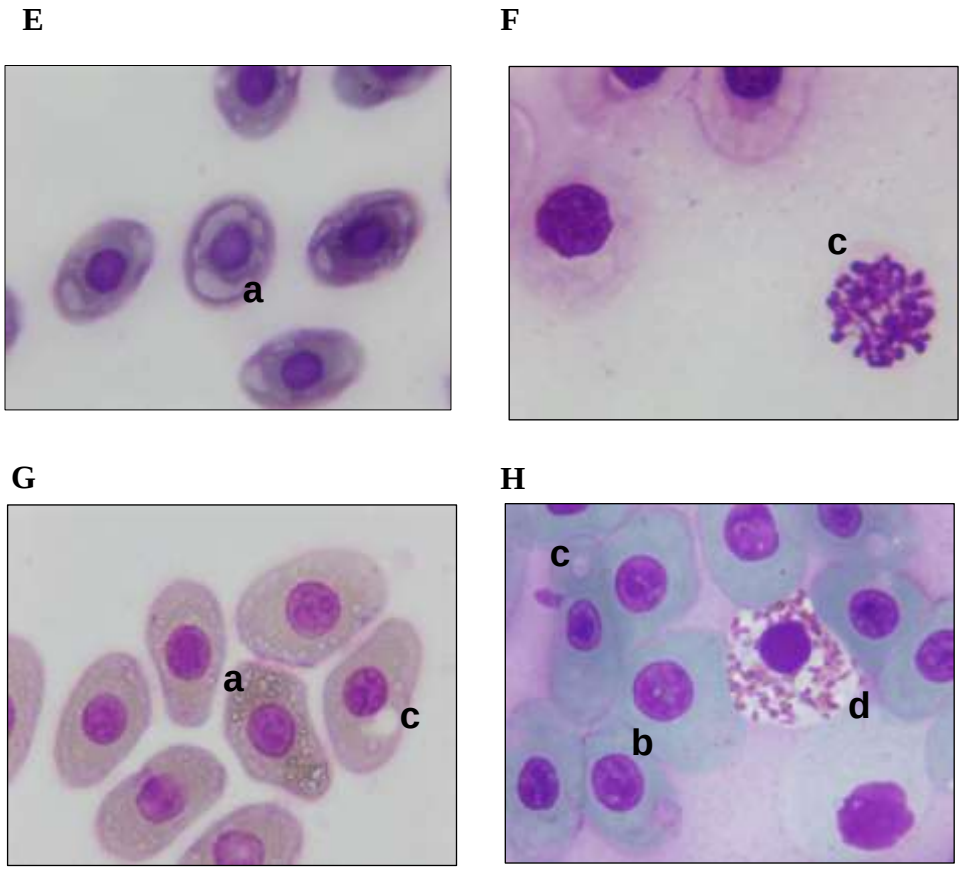
5. Valor de hematocrito (media) relacionado al sexo, especie y presencia de hemoparásitos en tortugas del género *Chelonoidis.*

Especie	Sexo	*Total*		*Positivos a hemoparásitos*		*Negativos a hemoparásitos*	
		M	**H**	**M**	**H**	**M**	**H**
Ch. denticulata	*Población*	10	15	3	8	7	7
	Hematocrito	36.1	33.5	34	31.3	37	36
Ch. carbonaria	*Población*	11	9	5	5	6	4
	Hematocrito	34	36.1	35	36.2	33.2	36

6. Hallazgos en frotis sanguíneo de tortugas en cautiverio, tinción panóptica rápida.



Fotografías de frotis sanguíneo de tortugas en cautiverio, tinción panóptica rápida. Vistas microscópicas 100x. **(A) y (C)** frotis *Chelonoidis denticulata.* **(B)** y **(D)** frotis *Chelonoidis carbonaria* donde*:* **a** gametocito, **b** eritrocito.



Fotografías de frotis sanguíneo de tortugas en cautiverio, tinción panóptica rápida II Vistas microscópicas 100x. **(E)** y **(F)** frotis *Chelonoidis denticulata*, **(G) y (H)** frotis *Chelonoidis carbonaria:* **a** gametocito, **b** eritrocito, **c** vacuola citoplasmática y **d** heterófilo.