



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

TESIS

**“VALORES HEMATOLÓGICOS DE LA TORTUGA TARICAYA
(*Podocnemis unifilis*) EN DOS ESTACIONES DEL AÑO EN UN
ZOOLOGICO DE LA CIUDAD DE IQUITOS, AÑO 2017”**

**CAROL LISSBETH ALVARADO CALDERÓN
BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO

LIMA-PERÚ

2019

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Hematología en reptiles	3
2.1.1 Eritrocito	3
2.1.2 Hematocrito	4
2.1.3 Hemoglobina	5
2.1.4 Leucocitos	6
2.1.4.1 Heterófilos	8
2.1.4.2 Eosinófilos	9
2.1.4.3 Basófilos	10
2.1.4.4 Linfocitos	11
2.1.4.5 Monocitos	12
2.1.4.6 Azurófilos	13
2.1.5 Trombocitos	14
2.1.6 Factores que varían los valores hematológicos en reptiles	14
2.1.6.1 Edad	14
2.1.6.2 Sexo	14
2.1.6.3 Estacionalidad e hibernación	15
2.1.6.4 Estado de cautividad y vida libre	16

2.1.6.5 Otros	16
2.1.7 Hematología en Quelonios	16
2.1.7.1 Generalidades	16
2.1.7.2 Volumen sanguíneo y técnica de venopunción	17
2.1.7.3 Anticoagulante y análisis de laboratorio	18
2.2 Tortuga Taricaya (<i>Podocnemis unifilis</i>)	19
2.2.1 Taxonomía	19
2.2.2 Descripción	19
2.2.3 Distribución y hábitat	20
2.2.4 Comportamiento	21
2.2.5 Alimentación	21
2.2.6 Reproducción	22
2.2.7 Determinación del sexo	23
2.2.8 Estado de conservación	24
2.3 Antecedentes	24
2.3.1 Estudios Internacionales	24
2.3.2 Estudios Nacionales	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Espacio y tiempo	30
3.2 Población y muestra	30
3.3 Diseño de la investigación	31
3.4 Equipos y procedimientos	31
3.4.1 Equipos	31
3.4.2 Procedimiento	32
3.5 Diseño estadístico	35
IV.RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	44

VII. RECOMENDACIONES	45
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	51

DEDICATORIA

- A mi familia tan pequeña pero especial, que me brindaron su apoyo incondicional y nunca dudaron de mí.
- A todos los profesionales que me han enseñado en lo largo de mi carrera, han sido y serán siempre mi gran ejemplo para alcanzar como profesional.
- A esas amistades que no dudaron en motivarme para alcanzar mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a mis padres y hermana, abuelo y tía por el apoyo, las enseñanzas, el amor y confianza brindada a lo largo de muchas etapas de mi vida, espero poder retribuir algún día todo el amor y dedicación que ustedes me dieron en todo momento. Este logro es para ustedes.
- Es muy importante mencionar y mostrar mi agradecimiento a la profesora Nancy Carlos por el apoyo desinteresado brindado desde el inicio hasta el final de la investigación, su paciencia inagotable y sobre todo por la calidad de persona y profesional que es, sin el apoyo que me brindó nada de esto hubiera sido posible.
- Gracias al Zoológico de Quistococha y su directiva, en especial a la Blga. Sandy Tassy, por permitirme realizar esta investigación, también a los integrantes del Staff que siempre me recibieron y apoyaron en todo lo que necesitaba. Agradezco la confianza brindada en todo este proceso y por siempre brindarme sus conocimientos, recordare con mucho cariño esta grata experiencia.
- Agradezco a mis grandes ejemplos como profesional, que mediante el grupo Fauna Silvestre UAP cultivaron en mí esta gran pasión por los animales silvestres, Mg. MV. Elizabeth Solano, Mg. MV. Nancy Carlos y Mg. MV. Lyana Quispe sin ustedes no hubiera podido conocer lo maravilloso de este mundo y lo mucho que disfrutaban de la carrera. Imposible no mencionar a mis amigas y hermanas de corazón Karla, Carla, Karina e Iris; sin ustedes, sus bromas y sobre todo su cariño, no hubiera dado este paso. Gracias por la motivación de siempre seguir adelante y nunca dudar en mí.
- Finalmente debo agradecer a mis profesores, grandes profesionales que me guiaron a lo largo de mi carrera. Con sus enseñanzas y consejos, motivaron siempre el querer ser una buena persona y una excelente profesional.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar los valores hematológicos de la tortuga taricaya (*Podocnemis unifilis*) en dos estaciones del año en un zoológico de la ciudad de Iquitos, en el año 2017. El zoológico Quistococha, ubicado en el departamento de Loreto, alberga una población de 80 individuos de esta especie, para el estudio se contó con 30 individuos juveniles y adultos, 18 machos y 12 hembras. En las dos épocas, de creciente (febrero) y de vaciante (julio) se tomaron muestras sanguíneas por punción de la vena coccígea dorsal y se realizaron dos frotices sanguíneos por ejemplar. En un laboratorio privado de la ciudad de Lima se determinaron los valores hematológicos utilizando la técnica semi automática; observándose los valores promedios para los siguientes parámetros hematológicos en la época de creciente: Numero de eritrocitos ($0,40 \pm 0,11 \times 10^6$ /UI), hematocrito ($19,43 \pm 4,37$ %), hemoglobina ($5,46 \pm 1,27$ g/dl), numero de leucocitos ($11,47 \pm 2,02 \times 10^3$ /UI), heterófilos ($6,07 \pm 2,24$ /UI), linfocitos ($5,56 \pm 2,17$ /UI), azurófilos ($0,08 \pm 0,07$ /UI), eosinófilos ($0,40 \pm 0,26$ /UI) y trombocitos ($3,49 \pm 0,26 \times 10^5$ /UI). En la época vaciante se hallaron los siguientes valores: Numero de eritrocitos ($0,49 \pm 0,12 \times 10^6$ /UI), hematocrito ($19,83 \pm 5,12$ %), hemoglobina ($5,32 \pm 1,32$ g/dl), numero de leucocitos ($10,30 \pm 2,13 \times 10^3$ /UI), heterófilos ($6,36 \pm 2,56$ /UI), linfocitos ($3,49 \pm 1,63$ /UI), azurófilos ($0,17 \pm 0,09$ /UI), eosinófilos ($0,41 \pm 0,26$ /UI) y trombocitos ($2,65 \pm 1,36 \times 10^5$ /UI). Los resultados del estudio indican que la época del año influyo en algunos valores hematológicos, aumentando los valores de eritrocitos y azurófilos en vaciante, y de linfocitos y trombocitos en creciente. En la época creciente se encontraron mayores valores de eosinófilos en machos y trombocitos en hembras. En la época vaciante se encontraron mayores valores de Ht en machos.

PALABRAS CLAVE: estación, hemograma, reptil, taricaya, quelonio.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the hematological values of the taricaya turtle (*Podocnemis unifilis*) in two seasons at a zoo in the city of Iquitos, in the year 2017. The Quistococha Zoo, located in the department of Loreto, has a population of 80 individuals of this species, for the study included 30 juvenile and adults, 18 males and 12 females. In the two seasons, of increasing (February) and decreasing (July), blood samples were taken by puncture of a vein coccygeal dorsal and two blood smears were performed per individual. In a private laboratory in the city of Lima haematological values were determined using the semi-automatic technique; observing the mean values for the following hematologic parameters at the time of increasing: erythrocytes ($0,40 \pm 0,11 \times 10^6$ /UI), Ht ($19,43 \pm 4,37$ %), Hb ($5,46 \pm 1,27$ g/dl), leukocytes ($11,47 \pm 2,02 \times 10^3$ /UI), heterophiles ($6,07 \pm 2,24$ /UI), lymphocytes ($5,56 \pm 2,17$ /UI), azurophiles ($0,08 \pm 0,07$ /UI), eosinophils ($0,40 \pm 0,26$ /UI) and thrombocytes ($3,49 \pm 0,26 \times 10^5$ /UI). In the empty period, it was found: erythrocytes ($0,49 \pm 0,12 \times 10^6$ /UI), Ht ($19,83 \pm 5,12$ %), Hb ($5,32 \pm 1,32$ g/dl), leukocytes ($10,30 \pm 2,13 \times 10^3$ /UI), heterophiles ($6,36 \pm 2,56$ /UI), lymphocytes ($3,49 \pm 1,63$ /UI), azurophils ($0,17 \pm 0,09$ /UI), eosinophils ($0,41 \pm 0,26$ /UI) and thrombocytes ($2,65 \pm 1,36 \times 10^5$ /UI). The results of the study indicate that time of the year influenced some haematological values, increasing the values of erythrocyte and azurophilic in decreasing, and lymphocyte, and thrombocyte counts in increasing. At the time were found growing higher values of eosinophils in males and thrombocytes in females. At the time of vaciante found higher values of Ht in males.

KEYWORDS: station, hemograms, reptile, taricaya, chelonian

I. INTRODUCCIÓN

La tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) ocupa ríos y lagos de toda América del Sur, desde Venezuela hasta Bolivia y es de gran importancia para el equilibrio del ecosistema amazónico (1). La caza indiscriminada de huevos y carne para el consumo local, así como tráfico ilegal de las crías como mascotas, han disminuido su población considerablemente. Debido a esta situación se ha categorizado a esta especie en situación vulnerable, dirigiéndose esfuerzos para su conservación, dentro de ellas se considera importante su mantenimiento en cautiverio (2). En la ciudad de Iquitos, se ubica el zoológico Quistococha que es uno de los principales centros de custodia en la Amazonia peruana y cuenta con una población importante de tortuga Taricaya, manteniendo esta especie en cautiverio con fines de conservación.

Las células sanguíneas cumplen importantes funciones como el transporte de gases, nutrientes y eliminación de los desechos metabólicos que resultan de dichos procesos por distintas vías del organismo. La evaluación hematológica nos brinda información sobre la salud de un individuo, a su vez ayuda a detectar enfermedades en controles sanitarios de rutina. En la actualidad, los reptiles cada vez son más comunes en la clínica y centros de custodia, en donde la hematología es una excelente herramienta diagnóstica (3).

Al no contar con estudios que determinen la influencia estacional en los valores hematológicos de esta especie, en la clínica diaria se podría incurrir en tratamientos erróneos atribuyendo estas variaciones a posibles causas parasitarias, víricas, bacterianas, etc. En la actualidad, al carecer de información segura se podría valorar equivocadamente los resultados y realizar

diagnósticos equívocos. En nuestro medio no se ha realizado estudios en busca de conocer la influencia de posibles factores que alteren los valores hematológicos en la tortuga taricaya (*podocnemis unifilis*) en diferentes estaciones del año.

Existen diversos factores extrínsecos e intrínsecos que afectan los valores hematológicos en reptiles, el recuento de células sanguíneas puede verse afectado por factores como los ambientales, nutricionales, estacionales y sexuales (4).

Debido a la importancia de la tortuga Taricaya y la falta de información sobre las variaciones hematológicas, se llevó a cabo el estudio titulado “Valores hematológicos de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*), en dos estaciones del año en un zoológico de la ciudad de Iquitos, año 2017”. Con el objetivo de determinar los cambios hematológicos en dos épocas del año, (seca y húmeda) en este quelonio mantenido en cautiverio. Esta información proporciona parámetros para poder realizar un adecuado diagnóstico, contribuyendo en la conservación de la especie en los centros de custodia donde se encuentran.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Hematología en reptiles

El recuento de células sanguíneas en reptiles es parte del diagnóstico habitual en la clínica. Con frecuencia se emplea para detectar condiciones patológicas tales como anemia, procesos inflamatorios, parasitemia, neoplasia hematopoyética y desordenes hemostáticos. Estas condiciones se determinaron a partir de los distintos parámetros hematológicos y sus respectivos valores.

2.1.1. Eritrocitos

Son células encargadas del transporte de oxígeno desde los pulmones hasta las células y tejidos de todo el organismo. El eritrocito en los mamíferos es redondo, anucleado y homogéneo, con una coloración en tonalidades rojizas (5). La forma celular en reptiles es similar morfológicamente a otros vertebrados, son elipsoidales tiene núcleos redondos y centrado, la cromatina es irregular y presenta color purpura denso (6).

La cantidad de eritrocitos en los reptiles comparados con el de las aves y los mamíferos es menor. Esto indica una mayor capacidad en el transporte del oxígeno por parte de los eritrocitos de aves y mamíferos, comparado con animales ectotérmicos como los reptiles. Los factores que alteran el recuento de eritrocitos son: ambientales, nutricionales, estacionales (más altos antes de la hibernación y más bajos justamente después) y sexuales (machos tienen mayor número). Los recuentos eritrocitarios en las diferentes especies de reptiles oscilan desde 300 000 hasta 2 500 000 células/ μ l (6).

El tiempo de vida promedio de los eritrocitos en reptiles oscila entre 600 a 800 días, se piensa que su movilización extremadamente lenta a comparación de los humanos (120 días) está asociada con la baja tasa metabólica característica de estos animales (7).

Los eritrocitos policromatófilos (inmaduros) se observan frecuentemente en animales jóvenes, en animales en periodo de muda y en animales parasitados. Existen factores fisiológicos que se consideran normales para justificar la disminución de eritrocitos, como por ejemplo la edad (menor número en animales jóvenes), el sexo (las hembras tienen una disminución considerable respecto a los machos) y principalmente la estación del año (presentan anorexia post-hibernación). En términos generales, se encuentran niveles más altos antes de la hibernación y más bajos después de esta (9).

La detección de morfología nuclear y actividad mitótica anormales, nos indica que los reptiles presentan una respuesta regenerativa marcada ante una anemia. Esto se genera justamente después de salir del periodo de hibernación o cuando presentan una enfermedad inflamatoria importante (6).

2.1.2. Hematocrito (Ht)

El hematocrito se define como la relación del volumen de eritrocitos con el de sangre total, esto quiere decir que es la cantidad de eritrocitos que compone la sangre. Normalmente se expresa en porcentaje y se mide de forma directa por centrifugación y con un micrómetro o de forma indirecta como lo hacen los analizadores automatizados, calculando el producto del volumen corpuscular medio (VCM) multiplicado por el recuento de eritrocitos (9).

El hematocrito puede variar por diversos factores tales como el tamaño del animal, el peso, la edad, el tamaño de las células y el sexo; también existen otros factores como los nutricionales, ambientales y patológicos (10).

En reptiles se produce el incremento fisiológico del hematocrito; esto fue reportado en un estudio realizado en tortugas marinas, en donde se encontró asociación con el factor edad (mayor valor de hematocrito en ejemplares adultos) $35,67 \pm 6,31$ %. Además, puede brindar falsa percepción de hematocrito normal en la enfermedad renal. También se sabe que los lagartos tienen afinidad por el oxígeno más que los quelonios y por lo tanto no favorece la extracción de oxígeno de la hemoglobina (11).

El valor de hematocrito normal en los reptiles se encuentra en el rango de 15 a 55%, los valores mayores al rango sugieren hemoconcentración o policitemia. El hematocrito que se encuentre inferior al 15% sugiere anemia y deshidratación, siempre que se descarte la hemodilución de la muestra por la presencia de linfa. Valores inferiores al 10 % son concurrentes con una transfusión sanguínea. La disminución del hematocrito ha sido reportada en animales muy jóvenes, seniles y hembras (6).

En casos particulares como el de la iguana verde (*Iguana iguana*) mantenida en condiciones naturales, se observó el rango de hematocrito ligeramente más amplio con respecto a las mantenidas en cautividad (12).

2.1.3. Hemoglobina (Hb)

La hemoglobina es la coloración roja que contienen los hematíes de la sangre en los vertebrados. Además de ser la proteína de los glóbulos rojos, encargada de transportar oxígeno desde los capilares pulmonares hasta los tejidos periféricos de todo el organismo (10).

La determinación de hemoglobina consiste en medir la cantidad de proteína que se encuentra en los eritrocitos, se expresa en g/dL. Además, el rango o parámetro de hemoglobina ayuda en el diagnóstico clínico, debido que el aumento se define como policitemia y la disminución como anemia (13).

En este sencillo método la sangre debe diluirse en el reactivo de Drabkin para así poder obtener la cianometahemoglobina. La reacción consiste en la oxidación de la hemoglobina a metahemoglobina por parte de ferricianuropotásico, para formar cianometahemoglobina, y en el caso de animales con eritrocitos nucleados, la dilución debe someterse a centrifugación para lisar las membranas eritrocitarias. Los núcleos libres de los eritrocitos lisados deben ser removidos antes de realizar la lectura de la absorbancia, para evitar una sobrestimación de la concentración de hemoglobina (9).

En reptiles usualmente la hemoglobina es homogénea; sin embargo, se han observado variaciones fisiológicas en diferentes especies como la tortuga pintada (*Chrysemys picta*) criada a bajas temperaturas, en donde se ha encontrado que la hemoglobina tiene una mayor afinidad por el oxígeno. La concentración de hemoglobina en diferentes especies de reptiles varía entre los 6 y 12 g/dL, aunque normalmente los valores son inferiores a 10 g/dL (6).

2.1.4. Leucocitos

Los leucocitos (células sanguíneas blancas), son las responsables del reconocimiento, la respuesta y la eliminación de organismos, células o tejidos deteriorados. También son las células que participan en el mecanismo de inflamación y de la respuesta inmune (5). Los neutrófilos, macrófagos y las células *natural killer* (NK), que son células linfoides especializadas, proporcionan la respuesta inmune innata, que se define como la primera línea de defensa contra un agente patógeno y no implica memoria inmunitaria.

Debido a su variación morfológica son de difícil identificación y se clasifica en heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos. Martínez y col (2011) mencionan que por causas fisiológicas se puede observar disminuido en invierno (6).

En los reptiles los leucocitos se clasifican en granulocitos (heterófilos, eosinófilos y basófilos) y en células mononucleadas (linfocitos, monocitos y azurófilos), los neutrófilos en mamíferos son equivalentes a los azurófilos en reptiles (8). Los valores normales de glóbulos blancos para los quelonios varían, de 4 000 a 33 000 cel/ μ l en tortugas de agua y de 2 000 a 18 000 ce/ μ l en tortugas terrestres (11).

El incremento leucocitario fisiológico natural se ha reportado en la tortuga boba (*Caretta caretta*) conforme estas son más adultas. También en la víbora cornuda (*Cerastes cerastes*) y en la víbora del desierto de Sahara (*Cerastes vipera*) se observó un incremento significativo durante el invierno. El incremento patológico usualmente se relaciona con enfermedades infecciosas y parasitarias, también con estrés y la exposición a toxinas (6).

Machado y col (2006) a descrito la disminución de leucocitos en la Boa mantona (*Boa constrictor*) durante la estación de invierno y se reporta una disminución patológica en la tortuga (*Testudo hermanni*) durante la administración de fenbendazol (7). La leucopenia puede presentarse también en infecciones bacterianas (septicemia, tuberculosis miliar, tifoidea, brucelosis, tularemia); infecciones virales (mononucleosis infecciosa, hepatitis, influenza, psitacosis); infecciones por rickettsias y otras infecciones. Algunos medicamentos pueden originar también leucopenia, como las sulfonamidas, antibióticos, analgésicos y mielosupresores (5).

2.1.4.1 Heterófilos

Los heterófilos en los mamíferos se describen principalmente como células fagocitarias, células redondas con gránulos eosinofílicos, el citoplasma normal tiende a teñir menos y el núcleo es redondo (1). Funcionalmente esta célula equivale a un neutrófilo en mamíferos y presenta una gran variación morfológica en diferentes especies de reptiles (6).

Los heterófilos en reptiles son grandes células redondas (10 – 23 μm) con citoplasma lleno de gránulos, Martínez describe que es de color “salmón brillante” debido a las tinciones de Diff Quick o May-Grünwald Giemsa que se utilizan para la diferenciación leucocitaria. Los cocodrilos y quelonios tienen gránulos fusiformes, mientras las serpientes gránulos pleomórficos y densamente empacados. Los núcleos filiformes son excéntricos y suelen variar de redondo a ovalado en las diferentes especies. En la mayoría de las especies los heterófilos componen un 30 a 45%, pero en quelonios y cocodrilianos puede componer el 50%. Tiene un papel importante en la inmunidad innata en respuesta a diversos estímulos inflamatorios (7, 9).

El incremento fisiológico de estas células está asociado a la estación, observándose valores altos en verano. La tortuga boba (*Caretta caretta*) presenta heterofilia como respuesta a la migración que realiza esta especie conforme al apareamiento. Los heterófilos pueden incrementarse significativamente en procesos patológicos como enfermedades inflamatorias e infecciosas que comprendan daño tisular. Además, existen patologías como la inflamación aguda hepática o la enfermedad renal aguda, en donde se ha descrito este aumento. También se describen causas no inflamatorias como estrés, exceso de glucocorticoides y neoplasias (6).

Se puede observar heterófilos tóxicos en reptiles que presentan infecciones bacterianas, inflamación severa o necrosis. El grado de toxicidad refleja la gravedad de la enfermedad. Los hallazgos morfológicos en toxicidad incluyen basofilia citoplasmática y desgranulación; y cuando es severa se observa vacuolización citoplasmática, gránulos aberrantes y excesiva lobulación nuclear. Estas características ayudan a dar un buen pronóstico de la enfermedad (7).

2.1.4.2 Eosinófilos

Los eosinófilos tienen citoplasma azul con gránulos de color naranja, el núcleo es redondo y dentado a comparación con otros reptiles la tortuga tiene eosinófilos más grandes (8). Los eosinófilos varían de 9 a 20 μm de diámetro entre especies y componen del 7 al 20% de leucocitos en reptiles sanos, encontrando menor número en lagartos y mayor número en quelonios que llegan a presentar 20% de eosinófilos circulantes. Están ausentes en la mayoría de las especies de serpientes con excepción de la cobra real (*Ophiophagus hannah*) (11).

La presencia de eosinófilos en animales sanos es reducida o ausente, son de similar tamaño que los neutrófilos o ligeramente más grandes, los núcleos que presentan son segmentados y a menudo no están bien definidos. El citoplasma se tiñe de azul pálido y tiene múltiples gránulos rojizos, estos gránulos son comparados con la mayoría de los mamíferos porque son muy parecidas entre especies, en caninos se describen gránulos eosinofílicos, redondos y variables en tamaño y número. Así mismo, aparece a menudo citoplasma con múltiples vacuolas de diferentes tamaños (13).

Los gránulos en los eosinófilos de la iguana verde (*Iguana iguana*) y lagartija arco iris (*Holcosus undulatus*) se tiñen de color azul pálido verde y se refieren como eosinófilos verdes. Algunos autores han descrito eosinófilos inmaduros en la sangre de la tortuga de caja (*Cuora galbinifrons*), basándose en gránulos

primarios de color azul oscuro mezclados con gránulos secundarios eosinofílicos brillantes (7).

La presencia de elevado número de estas células está asociado a infecciones parasitarias como protozoos, helmintos y otro tipo de estimulación antigénica; usualmente es muy común encontrar a la tortuga boba (*C. caretta*) infectada con espirurquidos; además, este incremento se ha atribuido a la dieta y alta carga parasitaria en la tortuga verde (*Chelonia mydas*). En el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) los eosinófilos tienen la capacidad fagocítica y microbicida contra *Staphylococcus aureus* (7)

Algunas especies presentan eosinófilos elevados fisiológicamente por la hibernación como la tortuga boba (*C. caretta*), también es relativamente normal encontrar estos valores en las tortugas del género *Trachemys*. El incremento patológico se ha visto en la enfermedad renal causada por tremátodos en serpientes o Hexamita en tortugas. En la lagartija gigante de hierro (*Gallotia simonyi*) se observa incremento ligado a la presencia de sanguijuelas (*Placobdella*) (6).

2.1.4.3 Basófilos

Son células pequeñas, redondas con un contenido variable de gránulos citoplasmáticos metacromáticos basofílicos que enmascaran con frecuencia el núcleo, al igual que en los basófilos aviares (9). El núcleo está posicionado al centro y no es lobulado (3). Los basófilos en los reptiles no tienen variación significativa con las estaciones algo que si ocurre con los granulocitos (14).

Son células poco frecuentes en la sangre periférica de todas las especies domésticas comunes; son semejantes en tamaño o ligeramente más grandes que los neutrófilos y el citoplasma es púrpura claro. Presentan núcleo segmentado, pero a menudo no llegan al grado de segmentación de los

neutrófilos. En los caninos pueden aparecer pequeñas cantidades de gránulos citoplasmáticos de tamaño pequeño, redondos y de color púrpura (13).

El tamaño de las células en reptiles varía de 7 a 20 μm y al igual que en todas las células varía según la especie. Los lagartos presentan un tamaño pequeño de basófilos a comparación de los cocodrilos y quelónidos (14). El porcentaje de los basófilos es bastante variable; así tenemos que, las tortugas sanas normalmente tienen un 40% de basófilos, mientras que las tortugas de agua dulce tienen hasta un 65% (7).

Al igual que en otras especies, en los reptiles son células de tamaño reducido y contienen numerosos gránulos pequeños, redondos y de color púrpura oscuro que frecuentemente oscurecen el núcleo. El citoplasma es de color púrpura pálido y contiene vacuolas claras y no siempre en el mismo lugar. Los basófilos en los reptiles se pueden desgranular durante la recolección de sangre por el proceso tardío a la recolección de la muestra o la preparación del frotis (6).

En reptiles el aumento patológico de esta célula se observa por la presencia de hemoparásitos (como las hemogregarinas y *Trypanosoma* sp.) y en infecciones virales por Iridovirus (7).

2.1.4.4 Linfocitos

Son células redondas, su tamaño varía de 5 a 15 μm de diámetro, tienen un núcleo redondo ligeramente dentado que se encuentra centrado y posicionado excéntrico a la célula. Su citoplasma carece de gránulos y tiene escaso color azul pálido (basófilo) (8). En muchas especies los leucocitos predominantes son los linfocitos en un 80% (7).

En reptiles los linfocitos activados pueden contener pequeños gránulos dentro del citoplasma. Los núcleos son compactos y redondos, se asemejan a los trombocitos; sin embargo, la cromatina nuclear del trombocito es con frecuencia más uniformemente densa que la de los linfocitos (6).

Los reptiles tienen los dos tipos principales de linfocitos (B y T) involucrados en la función inmunológica; pero a diferencia de los mamíferos y aves las respuestas inmunológicas de los reptiles están muy influidas por el ambiente; de este modo, las bajas temperaturas pueden suprimir o inhibir la respuesta inmune (9).

El aumento de linfocitos en reptiles está asociado al incremento de la edad en la tortuga boba (*C. caretta*); así mismo, se describe que la linfocitosis patológica incluye infecciones o inflamación, procesos cicatrizales, parasitismo y enfermedades virales. La linfopenia normalmente está asociada a malnutrición o exceso de corticoesteroides endógenos o exógenos (6,9).

2.1.4.5 Monocitos

Son las células más grandes que se encuentran en la sangre de reptiles, su forma es redonda ameboide, el núcleo con gránulos azurófilos varía de redondo a lobulado, la cromatina menos densa hace que la tinción sea pálida (15). El tamaño de la célula varía de 8 a 20 μm y se describe el núcleo pleomórfico, redondo, oval y lobular; puede presentar un diferencial leucocitario de un 10%.

El incremento de monocitos es observado fisiológicamente en la boa mantona (*Boa constrictor*) y también se ha descrito en la tortuga marina (*C. caretta*) incrementándose con la edad, además tiene un incremento fisiológico hibernar.

Patológicamente su incremento está asociado a enfermedades inflamatorias como estomatitis, nefritis crónica y hepatitis granulomatosa (6, 9).

Algunos autores observaron marcada eritrofagia en una boa esmeralda (*Corallus caninus*) que tenía hemocultivo positivo para *Corynebacterium sp.* Los macrófagos eritrofagocíticos disminuyeron poco después del inicio de la terapia antimicrobiana. Además, se identificaron eritrofagocitos normales en el frotis sanguíneo de la serpiente de maíz (*Pantherophis guttatus*) de 20 a 79 días después de la ovariosalpingectomía (7).

2.1.4.6 Azurófilos

Es una célula descrita hace más de un siglo, es denominado como granulocitos azurófilos, granulocito neutrófilo o monocito. En quelonios se caracterizó por su escases de neutrófilos o azurófilos neutrofílicos. Son células mononucleares, de forma redonda a ovalada (parecidos a linfocitos o monocitos), grandes y tienen el núcleo excéntrico segmentado. Una característica sobresaliente de los azurófilos es la reacción metacromática de su citoplasma con colorante de Romanowsky el cual los pigmenta; esto quiere decir que es más oscuro que los monocitos. En los componentes de estas células pueden aparecer material fagocitado y vacuolizado (6,11).

Es la célula más común en las serpientes, lagartos y cocodrilianos. Se presenta en poca proporción y muy ocasionalmente en quelonios. Se cree que esta célula puede desencadenar daño oxidativo importante, similar al del neutrófilo de los mamíferos (9).

La disminución de esta célula está asociada a procesos inflamatorios e infecciosos bacterianos en etapa aguda. Frecuentemente se encuentran en bajos porcentajes en enfermedades crónicas en serpientes (7).

2.1.5 Trombocitos

Son células pequeñas, elípticas o fusiformes que presentan un núcleo oval y central. El citoplasma es transparente casi en su totalidad, razón por la que se puede diferenciar de los linfocitos. Los trombocitos cumplen una función especialmente activa en la formación del trombo, la coagulación sanguínea y la cicatrización de las heridas. En condiciones de anemia esta célula puede adquirir capacidad de transportar oxígeno, cubriendo la necesidad por la pérdida eritrocitaria (6). Asimismo, poseen características fagocitarias en determinadas situaciones. La disminución fisiológica de trombocitos se relaciona a bajas temperaturas, tal como ocurre durante el invierno en la Boa constrictor (*B. constrictor*) (16).

2.1.6 Factores que varían los valores hematológicos en reptiles

Los valores hematológicos presentan variación por diferentes factores, los cambios morfológicos y la concentración de sangre periférica son los principalmente observados. Los factores más importantes son la edad, sexo, estación o época del año e hibernación, así como el estado de cautividad o vida libre (7).

2.1.6.1 Edad

La edad es uno de los factores que presenta cambios considerables en los cocodrilos adultos en cautividad, estos tienen mayor recuento de glóbulos rojos y significativamente menos porcentaje de linfocitos comparado con los juveniles (7).

2.1.6.2 Sexo

El sexo también afecta considerablemente la hematología en los reptiles, los valores de hemoglobina y hematocrito en la tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*) y la tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) se encuentran incrementados en machos a comparación que en hembras. El recuento

eritrocitario en la tortuga verde (*Chelonia mydas*) juvenil, la tortuga africana (*Pelusios sinuatus*) y la tortuga Gopher (*Gopherus polyphemus*) no presenta diferencia significativa según el sexo (9).

La iguana verde (*I. iguana*) hembra presenta mayor volumen plaquetario y la concentración media de hemoglobina corpuscular (MCHC) a comparación de los machos. Los machos de la tortuga radiada (*Astrochelys radiata*) que se encuentran en vida libre presentan altos niveles de eritrocitos y hematocrito, más que las hembras. De forma parecida sucede en la tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) de vida libre, existiendo registro de un mayor número de eritrocitos en machos durante todo el año (9).

El incremento de heterófilos se observa en el cocodrilo de las marismas (*Crocodylus palustris*) adulto macho y en menor cantidad en hembras. Las hembras tienen mayor número de linfocitos que los machos de cualquier especie y edad, mantenidos bajo las mismas condiciones ambientales (9).

2.1.6.3 Estacionalidad e hibernación

Los componentes del hemograma pueden ser afectados significativamente por la temperatura durante las estaciones y otros factores medioambientales como el estado de hibernación. Se reporta mayor número de eritrocitos en primavera que en otoño, asociado a la post-hibernación y la pre-hibernación, respectivamente. La tortuga radiada (*Astrochelys radiata*) tiene elevado los eritrocitos en verano en comparación a la época de invierno. La serpiente cascabel (*Crotalus aquilus*) presenta mayores valores de eritrocitos, hemoglobina, MCV, MHC y MCHC; y menor número de trombocitos en invierno que en verano (7).

La tortuga Gopher (*Gopherus polyphemus*) tiene menor recuento de leucocitos y monocitos en primavera. Se observó mayor número de heterófilos y menor de

eosinófilos en los meses de verano y periodo de hibernación. El porcentaje de linfocitos reportado es menor en animales con ecdisis durante el invierno que en verano. La tortuga del desierto (*Gopherus agassizii*) tiene un porcentaje alto en hibernación. La variación estacional en basófilos se ve afectada durante hibernación presentando menor número de basófilos en la tortuga del desierto y mayor número durante el resto de periodo. Así mismo, se encuentra menor número de linfocitos y basófilos y mayor número de monocitos y azurófilos en los animales que no hibernan (7).

2.1.6.4 Estado de cautividad y vida libre

Se atribuye que este cambio es debido a los ectoparásitos y hemoparásitos que se encuentran en individuos de vida libre; a su vez, el estrés y el manejo afecta a los animales en cautividad. Se observó en la cobra (*Ophiophagus hannah*) un valor elevado de eritrocitos y linfocitos en cautividad y menor de heterófilos y azurófilos en individuos de vida libre. De forma similar la tortuga de caja (*Cuora flavomarginata*) en cautividad presenta mayores niveles de eritrocitos y porcentaje de heterófilos a comparación de los individuos de vida libre (7,14).

2.1.6.5 Otros

Cuando las muestras sanguíneas se contaminan con linfa da como resultado bajo porcentaje de hematocrito y hemoglobina. También se observó significativamente más elevado el número de linfocitos en venopunción de la zona coccígea dorsal en quelonios (9).

2.1.7 Hematología en Quelonios

2.1.7.1 Generalidades

La hematología en quelonios es un método diagnóstico muy utilizado en la clínica de animales exóticos, debido a que la sangre participa directamente en

procesos bioquímicos en el organismo. Se puede detectar estados de salud y enfermedad a tiempo (17). En muchas publicaciones se ha resaltado el parecido morfológico con las aves por una característica filogenética (14).

2.1.7.2 Volumen sanguíneo y técnica de venopunción

En los reptiles, el volumen de sangre equivale de un 5 al 8% del peso del animal, se debe tomar para la muestra 10% como máximo con respecto al primer porcentaje: 0,7ml/100gr de peso (14). El estado fisiológico del animal se debe considerar ya que puede afectar a la composición de la toma de muestra, se debe tener en cuenta la especie, edad, sexo, gestación, ejercicio, manejo y alimentación (15).

El buen manejo y sujeción en quelonios generalmente es necesario para una toma de muestra óptima. Se debe tener control de las extremidades posteriores, siendo recomendable que estén posicionadas hacia atrás. Además, se considera tener en cuenta la visualización de la cabeza para que no existan accidentes en el muestreo (18). Los lugares más usados en quelonios son la vena coccígea dorsal, la vena yugular y la vena subcarapacial (1).

Previa desinfección, el protocolo para la obtención de muestra de sangre en quelonios es el siguiente: Se puede obtener hasta 3ml de sangre por kilo del animal. Luego se prepara varias extensiones y se deja secar al aire. Conservar una muestra con heparina de litio para realizar análisis hematológicos y almacenar en refrigeración inmediata (18).

La colecta debe ser realizada con bases anatómicas de la especie, debido que si la sangre se contamina con linfa los valores hematológicos no van a ser reales, debido a que la sangre se encuentra diluida y así los valores

disminuirán (14). De no ser bien obtenida la muestra sanguínea en la vena coccígea dorsal se contamina fácilmente con linfa (5).

La venopunción y el método de recogida pueden afectar los valores de hematocrito y recuentos totales en los reptiles, ya que los vasos linfáticos acompañan a los vasos sanguíneos (6). En la tortuga argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*) se usa como predilección la toma de muestra en la vena coccígea, sin distinción de sexo y edad (19).

Para la toma de muestra en la vena coccígea dorsal se extiende la cola recta y se aborda cerca de la unión con el cuerpo, dorsalmente, hasta contactar con la vena. El principal inconveniente de este punto de extracción es el bajo volumen de la muestra (14). El extendido de la sangre debe fijarse con metanol (11).

2.1.7.3 Anticoagulante y análisis de laboratorio

La mayoría de los trabajos publicados indican que la heparina de litio o de sodio es el anticoagulante de elección para la hematología en quelonios, ya que el EDTA puede causar lisis de los eritrocitos en algunas especies de tortugas (6, 20). La heparina se usa en una concentración de 1-3mg/ml, el inconveniente con su uso es que tiñe de color azulado el frotis sanguíneo cuando la sangre se ha disuelto con la solución de Natt & Herrick; lo cual está basado en la combinación de tinción y diluyente (Metil violeta), ideada en un comienzo para el recuento en aves de corral (6).

La preparación se hace con el uso de la pipeta de hematocrito métrica en dilución de 1:200. Se llena la pipeta hasta la marca 0,5 con la sangre y después se aspira el diluyente hasta 101, se mueve por un minuto y puede ser usado. Los beneficios es el buen diferencial en recuento eritrocitario y la misma pipeta puede ser usada para el recuento leucocitario. Las desventajas son la preparación más lenta, la difícil distinción de linfocitos y trombocitos en el recuento leucocitario (6).

2.2 Tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*)

La tortuga Taricaya o tortuga de pintas amarillas es una especie de la familia Podocnemididae, es acuática, omnívora y no presenta dientes. Presenta una circulación incompleta, respiración pulmonar y cloacal; además presenta otras adaptaciones para mantenerse bajo el agua por largos periodos de tiempo (21).

2.2.1 Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Sauropsida

Orden: Testudines

Familia: Podocnemididae

Género: Podocnemis

Especie: *Podocnemis unifilis* (3)

2.2.2 Descripción

La tortuga Taricaya es un quelonio de tamaño mediano, las hembras presentan un caparazón de 33 a 48 cm cuando son adultas y llegan a pesar de 5 a 12 kg. El macho por lo general es de un significativo tamaño menor, alcanzando a medir 37 cm de longitud del caparazón y pesa un promedio de 4,3 kg (22).

Es una tortuga que presenta un caparazón ovalado y pardo, tiene la piel gris y normalmente las escamas son de color negro. La cabeza tiene forma triangular dirigida hacia la nariz y entre los ojos un surco prominente, además presenta grandes escamas en la cabeza y un pico muy fuerte. Sus patas son robustas, están cubiertas de escamas y con terminaciones en fuertes uñas. Posee membranas interdigitales que le sirven para poder nadar en el agua (3).

Como distintivo particular esta especie tiene manchas amarillas diseminadas en toda la cabeza, de un tono muy llamativo cuando son juveniles y conforme son adultas va disminuyendo su intensidad (18) (Anexo 1).

La cabeza en hembras adultas es de color marrón o ceniza olivo y la quijada es de color amarillenta; en machos se puede observar el gris oscuro y presencia de algunas manchas amarillas que se extienden desde la punta del hocico, prolongando bordes por la mandíbula superior y finalizando en cada lado de la cabeza hasta el tímpano. Se describe que tienen el iris color negruzco en las hembras y tonalidades verde amarillentas en los machos (22).

La forma de su caparazón es convexa y de forma ovalada, presenta un sutil ensanchamiento hacia caudal y posee una cresta dorsal prominente sobre los escudos centrales número 2 y 3. El color del caparazón normalmente es oscuro en tonalidades negruzcas y el plastrón varía entre negro y amarillo (22). Se ha reportado coloración marrón a gris verdoso en el caparazón de crías y juveniles, además de presentar un estrecho borde amarillo. Puede llegar a variar de oliva a ceniza oscuro y marrón. El plastrón de color amarillo puede desarrollar manchas oscuras con la edad (23).

2.2.3 Distribución y hábitat

Esta especie es natural de América del Sur, comprende desde la cuenca de Orinoco hasta la cuenca del Amazonas en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. Su hábitat es en lagos, lagunas, campos inundados y ríos de la selva que se encuentren a poca elevación (3).

La distribución en Perú comprende ríos de la selva baja del nororiente, extendiéndose por el sur hasta la región de Pucallpa en el río Ucayali, correspondiendo a toda la región de la selva baja de la amazonia (22).

Este quelonio se reporta como endémico de la cuenca Amazónica, en Colombia se encuentra en los Llanos orientales y en el sistema de ríos de aguas Blancas de la Amazonia de Putumayo, Guaviare, Guayabero, Caquetá, Cagua y Bajo Miriti. Se encuentra en cataratas formadas por grandes ríos y no tiene preferencia por aguas negras o blancas. Los juveniles se encuentran en lagos y bosques inundados, solo habitan en los grandes ríos cuando es verano para la anidación (23).

2.2.4 Comportamiento

Son semiacuáticas, pero tienen predilección por el agua, son muy juguetonas y poco tímidas cuando son juveniles. Tienden a morder y huir cuando se sienten amenazadas. Son hábiles nadadoras y por las mañanas toman baños de sol, ya que por permanecer tanto tiempo en el agua el caparazón tiende a reblandecerse y se podría romper con mayor facilidad (2).

2.2.5 Alimentación

La tortuga Taricaya (*P. unifilis*) es una tortuga herbívora que consume gran cantidad de plantas acuáticas, hierbas, frutos, semillas, flores, raíces y tallos que se encuentran en la ribera, adicionalmente pueden ingerir en algunas ocasiones pequeños animales como crustáceos, insectos, moluscos, huevos de peces, pequeños invertebrados e incluso carroña. También las crías y adultos practican la neustofagia, que consiste en la aspiración de pequeñas partículas que se encuentran en la superficie del agua (2, 23).

Para la conservación de las especies que se encuentran en cautiverio es importante conocer los componentes vegetales que hacen parte de su

alimentación, los conocimientos y requerimientos nutricionales esenciales para el desarrollo de las crías de esta especie (24).

La dieta ideal en quelonios no debe imitar lo que comen en libertad, tampoco debe de depender de uno o dos alimentos, ni es recomendable que solo ingieran altas cantidades de vegetación y siempre es recomendable suplementar la alimentación con calcio y vitamina D. Todos los quelonios deben tener acceso al agua fresca para beber y bañarse (18).

2.2.6 Reproducción

La tortuga Taricaya (*P. unifilis*) hembra desova dos veces al año, pone de 20 a 35 huevos. Normalmente el desove ocurre en la estación seca, esto evita que los huevos sean arrastrados por las inundaciones. En las áreas arenosas es donde realizan el nido excavando, el nido consta de dos cámaras, la primera es la más profunda donde van a permanecer los huevos y la segunda cámara es para que puedan quedarse las crías mientras llegue el momento de salir a la luz del sol (25).

Muestra preferencia por las partes bajas de las playas, menor de 1,5 metros sobre el nivel del agua en el momento de la puesta. El tiempo de incubación aproximado es de 48 a 104 días (9). Las crías que recién salen del nido miden entre 3 a 4 cm de longitud de caparazón y pesan entre 9 a 20 gr. Presentan la cresta dorsal con prominencia en los escudos centrales 2 y 3 (23).

La reproducción se sincroniza con el crecimiento y la vaciante del río, el desove e incubación de los huevos sucede durante el periodo de disminución del caudal y la eclosión coincide con el comienzo del crecimiento del río. Sobre el apareamiento se tiene poca información, pero se entiende que la cópula se realiza un poco antes o durante el desove (23).

Los primeros desoves empiezan en la segunda quincena de junio cuando el río empieza a descender, y el desove colectivo sucede en la segunda semana de julio o inicios de agosto alcanzando hasta más de un 90% de los desoves en este periodo. En agosto se observa 2 a 4 olas de desoves masivos, con intervalo de 7 a 10 días, esto ocurre cuando son condiciones meteorológicas óptimas. Se ha documentado la reaparición de hembras lo que sugiere que algunas desovan 2 veces o más en la temporada (26).

2.2.7 Determinación de sexo

La mayoría de las especies presentan dimorfismo sexual, aunque muchas veces no es tan evidente. Los machos presentan el orificio cloacal más distal que las hembras (18). La cloaca se localiza externamente pasando el margen del caparazón (8).

En adultos existe una notable diferencia, los machos tienen la cola más larga y ancha, además en las especies terrestres las hembras son más grandes (27). En ocasiones los machos pueden presentar uñas largas en las extremidades anteriores y también sucede que las hembras presentan mayor tamaño, esto sucede en la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*) (10). Además de tener cola más larga, presentan una abertura o hendidura para la cloaca y plastrón más cóncavo (20).

También se reporta que los machos retienen los patrones amarillos en la cabeza. Las hembras llegan a medir hasta 68 cm y los machos 35 cm (22). El iris es de color verdusco en machos y negro en hembras (23). Muchas especies de las tortugas semi acuáticas presentan tubérculos sexuales prominentes debajo de la mandíbula (8).

2.2.8 Estado de conservación

La población de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) ha disminuido debido a la caza indiscriminada de huevos y carne para el consumo local, así como el tráfico ilegal. Por esa razón en el año 2014, el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) aprobó el DS 004-2014 en donde se actualiza la clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, figurando la tortuga Taricaya (*P. unifilis*) en situación vulnerable en el Perú (4). La Lista Roja de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN) categoriza esta especie en estado vulnerable desde el año 1982 (28).

La convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) la incluye en su Apéndice II para controlar su comercialización a nivel internacional (29).

2.3 Antecedentes

2.3.1 Estudios Internacionales

En la actualidad se han llevado a cabo estudios sobre los valores hematológicos en diferentes especies de reptiles a nivel mundial, como el realizado en la tortuga Gopher (*Gopherus polyphemus*) (30), tortuga terrestre de argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*) (19), la Boa constrictor (*Boa constrictor amarali*) (16), la tortuga africana (*Pelusios sinuatus*) (31) y la tortuga geométrica (*Psammobates geometricus*) (32).

Taylor y col. (1981) realizaron un estudio con el objetivo de determinar los valores hematológicos de la tortuga Gopher (*Gopherus polyphemus*) en la ciudad de Florida (E.E.U.U), reportándose los siguientes valores: eritrocitos $0,53 \pm 0,05 \times 10^6/\mu\text{l}$, Ht $22,7 \pm 1,18 \%$, Hb $6,3 \pm 0,38 \text{ g/dl}$, leucocitos $0,15 \pm$

$0,009 \times 10^5/\mu\text{l}$, basófilos $5,7 \pm 0,84 \%$, linfocitos $56,6 \pm 3,68 \%$, monocitos $7,4 \pm 0,97 \%$, granulocitos $30,3 \pm 3,6\%$ y trombocitos $0,123 \pm 0,12 \times 10^5/\mu\text{l}$ (30).

Troiano y Silva (1998) tomaron muestras sanguíneas a 150 ejemplares de la tortuga terrestre de argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*) con el objetivo de determinar los valores en dos épocas del año (verano e invierno) en Argentina. En este estudio se halló diferencia en función a las variables época del año, sexo y edad en esta especie. En la época de verano, se encuentra disminuido los valores de eritrocitos ($599,0 \pm 25,0 \times 10^9/\text{l}$), hemoglobina ($9,4 \pm 1,3 \text{ g/dl}$), hematocrito ($25,2 \pm 8,0 \%$), linfocitos ($26 \pm 8,6 \%$), monocitos ($5,0 \pm 2,1 \%$) y azurófilos ($9,0 \pm 5,0 \%$); a su vez, los valores de leucocitos, heterófilos, basófilos y eosinófilos se encuentran ligeramente aumentados (19).

Machado y col. (2006) realizaron un estudio en la Boa constrictor (*Boa constrictor amarali*) para determinar la influencia estacional (verano e invierno) en los valores hematológicos en Sao Paulo (Brasil). En este estudio se encontró incremento de los valores de eritrocitos ($0,52 \pm 0,08 \times 10^6/\mu\text{l}$), leucocitos ($0,10 \pm 0,02 \times 10^5/\mu\text{l}$), linfocitos ($0,58 \pm 0,26 \times 10^4/\mu\text{l}$) y trombocitos ($1,23 \pm 0,39 \times 10^4/\mu\text{l}$) en la época de verano a comparación que en la época de invierno. Además, los valores hematocrito ($23,2 \pm 1,07 \%$), hemoglobina ($7,4 \pm 0,16 \text{ g/dl}$), monocitos ($0,20 \pm 0,17 \times 10^4/\mu\text{l}$) y azurófilo ($0,20 \pm 0,027 \times 10^4/\mu\text{l}$) se encontraron disminuidos en la época de invierno (16).

Omonona y col. (2011) determinaron la hematología y bioquímica sérica en la tortuga africana (*Pelusios sinuatus*) en Nigeria. Evaluaron 60 individuos, 30 juveniles (15 machos y 15 hembras) y 30 (15 machos y 15 hembras). Se determinaron los siguientes valores en machos juveniles. En este estudio se encontro diferencia en los siguientes valores de eritrocitos ($15,8 \pm 2,05 \times 10^{12}/\text{l}$), hemoglobina ($13,2 \pm 2,14 \text{ g/dl}$), hematocrito ($31,0 \pm 6,32 \%$), MCV ($25,6 \pm 5,86$

fl), MCH ($26,4 \pm 4,22$ pg) y leucocitos ($17,8 \pm 4,17 \cdot 10^9/l$) en los individuos juveniles machos fueron significativamente mayores que el de las hembras. En adultos, los valores de eritrocitos ($16,6 \pm 4,66 \cdot 10^{12}/l$), hematocrito ($32,0 \pm 4,20$ %), hemoglobina ($10,5 \pm 1,39$ g/dl), MCV ($44,0 \pm 5,34$ fl), MCH ($27,3 \pm 5,53$ pg) y leucocitos ($20,5 \pm 5,34 \cdot 10^9/l$) en hembras fue relativamente mayor que en los machos (31).

El Sistema Internacional de Información de Especies (ISIS) realiza una recopilación de valores hematológicos de la tortuga taricaya (*P. unifilis*) en cautiverio provenientes de diversos zoológicos a nivel mundial, siendo la última actualización la realizada en el 2012. Brindando los siguientes valores: eritrocitos $0,35 \pm 0,23 \cdot 10^6/\mu l$, hematocrito $29,5 \pm 7,6$ %, hemoglobina $9,5 \pm 3,4$ g/dl, VCM $1077,0 \pm 779,9$ fl, MCHC $29,5 \pm 5,6$ g/dl, MCH $168,2 \pm 83,4$ pg, leucocitos $6,37 \pm 4,82 \cdot 10^3/\mu l$, eosinófilos $0,20 \pm 0,16 \cdot 10^3/\mu l$, basófilos $0,33 \pm 0,33 \cdot 10^3/\mu l$, linfocitos $1,97 \pm 3,05 \cdot 10^3/\mu l$, monocitos $0,08 \pm 0,07 \cdot 10^3/\mu l$ y azurófilos $0,18 \pm 0,22 \cdot 10^3/\mu l$ (33).

Hofmeyr y col (2017) realizaron la determinación de las variaciones hematológicas según la época del año (estación), sexo y edad en la tortuga geométrica (*Psammobates geometricus*) en Sudáfrica. Se analizaron 126 individuos en las cuatro temporadas de los años 2000 y 2001. El índice de condición corporal se correlacionó pobremente con los valores hematológicos. Los machos tuvieron mayores valores de Ht, Hb y eritrocitos, especialmente durante la época de verano y otoño cuando se trasladan grandes distancias, presumiblemente buscando pareja. Los índices de las hembras y juveniles fueron similares, excepto que la Hb de las hembras fue mayor en juveniles, posiblemente se deba a que las hembras necesitan más energía debido a su largo tamaño y metabolismo reproductivo. Los bajos niveles de Hb en invierno coinciden con las bajas temperaturas y movimiento reducido (32).

2. 3. 2 Estudios nacionales

En la actualidad se han llevado a cabo estudios sobre los valores hematológicos en diferentes especies de reptiles en el Perú, como los realizados en la tortuga verde (*Chelonia mydas*) (34), en el cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus*) (35) y en el jergón (*Bothrops atrox*) (36). En la tortuga taricaya (*P. unifilis*) se han realizado estudios en el departamento de Lima (2) y Madre de Dios (37).

Yana (2014) realizó un estudio con el objetivo de determinar los valores hematológicos y bioquímicos de 31 ejemplares de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), en la Bahía de Sechura (Piura). Se obtuvieron los siguientes valores hematológicos: eritrocitos $0,52 \pm 0,18 \times 10^6/\mu\text{l}$, hematocrito $33 \pm 5 \%$, volumen corpuscular medio $716,51 \pm 284,83 \text{ fl}$, leucocitos $14,96 \pm 5,52 \times 10^3/\mu\text{l}$, heterófilos $9,46 \pm 4,24 \times 10^3/\mu\text{l}$, linfocitos $3,53 \pm 1,63 \times 10^3/\mu\text{l}$, monocitos $1,44 \pm 0,88 \times 10^3/\mu\text{l}$, eosinófilos $0,54 \pm 1,41 \times 10^3/\mu\text{l}$, trombocitos estimados en cantidades adecuadas (34).

Velit (2010) determinó los valores hematológicos en el Cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus*) mantenido en cautiverio en el zocriadero Puerto Pizarro (Tumbes). En este estudio se analizaron 30 ejemplares de este reptil y determinaron los siguientes valores: hematocrito 23,57 %, hemoglobina 8,48 g/dl, eritrocitos $988,0 \mu\text{l} \times 10^6$, leucocitos $590,0 \mu\text{l} \times 10^3$ metamielocitos 0 μl , abastoados 0,2 μl , segmentados 50,53 μl , heterófilos promedio 50,73 μl , linfocitos 1,73 μl , monocitos 0,48 μl , eosinófilos 2,27 μl y basófilos 1,60 μl (35).

Tejada (2008) reportó los valores hematológicos del jergón (*Bothrops atrox*) mantenida en cautiverio en la ciudad de Lima (Lima). Se analizaron 24 ejemplares en el mes de noviembre y se obtuvieron los siguientes resultados: eritrocitos $555,42 \times 10^3/\mu\text{l}$; Hb 7,48 g/dl; Ht 21,0 %; volumen globular medio 383,02 fl; hemoglobina globular media 138,14 pg; concentración de hemoglobina globular media 35,91 %; leucocitos $4,45 \times 10^3/\mu\text{l}$; linfocitos 75,04

%; monocitos 1,96 %; azurófilos 12,50 %; heterófilos 5,63 %; eosinófilos 2,96 % y basófilos 1,63 % (36).

Cabrera y col. (2011) determinaron los valores hematológicos de la tortuga motelo (*Geochelone denticulata*) mantenidos en cautiverio en la ciudad de Iquitos, (Loreto). Se estudiaron 44 individuos (36 hembras y 8 machos) del zocriadero "Rancho Amazónico" ubicado en el distrito de San Juan Bautista. Los resultados encontrados fueron: eritrocitos $0,44 \pm 0,19 \times 10^6/\mu\text{l}$, Ht $20,3 \pm 5,2$ %, Hb $7,0 \pm 2,2$ g/dl, leucocitos $7,82 \pm 3,66$ %, eosinófilos $15,8 \pm 8,9$ %, basófilos $1,5 \pm 2,1$ x %, linfocitos $25,5 \pm 18,1$ %, monocitos $0,4 \pm 0,9$ %, azurófilos $1,2 \pm 2,4$ % y trombocitos $17,2 \pm 0,2 \times 10^3$ (17).

Rojas y Varillas (2013) determinaron los valores hematológicos en la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el zoológico de Huachipa de la ciudad de Lima (Lima). Se estudiaron 24 individuos (12 hembras y 12 machos) y obtuvieron los siguientes resultados: eritrocitos $240792,0 \pm 62299,0$ / μl , Hb $4,0 \pm 1,06$ g/dl, Ht $18,0 \pm 3,34$ %, VCM 802 ± 218 fl, HCM 188 ± 57 pg, CHCM $24,0 \pm 5,0$ g/dl, leucocitos $5698,0$ μl , azurófilos $1,0 \pm 1,0$ %, heterófilos $20,0 \pm 7,0$ %, eosinófilos $2,0 \pm 1,0$ %, basófilos $1,0 \pm 1,0$ %, monocitos $3,0 \pm 1,0$ %, linfocitos $73,0 \pm 7,0$ %, trombocitos $3295,0 \pm 1393,0$ μl . No se hallaron diferencia según sexo o estado de desarrollo (2).

Salas (2015) realizó la evaluación de los valores hematológicos en la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) del Centro de Rescate de la Reserva Ecológica Taricaya, Puerto Maldonado (Madre de Dios). Se analizaron 37 individuos y los resultados fueron: Ht $21,0 \pm 3,27$ %, Hb $5,60 \pm 1,07$ g/dl, eritrocitos $2,87 \pm 0,46 \times 10^5/\mu\text{l}$, volumen globular medio $7,60 \pm 1,24$ fl, hemoglobina globular media $196,24 \pm 36,93$ picogramos/cel, concentración de hemoglobina globular media $25,93 \pm 2,35$ g/dl y proteínas totales $3,10 \pm 0,49$ g/dl; leucocitos $2,19 \pm 0,72 \times 10^3/\mu\text{l}$, heterófilos $1,37 \pm 0,17 \times 10^3/\mu\text{l}$, basófilos $1,25 \pm 0,55 \times 10^2/\mu\text{l}$,

eosinófilos $8,3 \pm 5,46 \times 10^1/\mu\text{l}$, linfocitos $2,62 \pm 1,18 \times 10^2/\mu\text{l}$, de monocitos $6,12 \pm 5,46 \times 10^1/\mu\text{l}$ y azurófilos $2,8 \times \pm 1,05 \times 10^2/\mu\text{l}$. En donde se determinó que la cantidad y variedad de insumos empleados en la alimentación influyen en los valores de las variables hematológicas (37).

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Espacio y tiempo

El estudio se llevó a cabo en el Zoológico Quistococha ubicado en el Km. 6,3 de la Carretera Iquitos-Nauta, distrito de San Juan Bautista en la ciudad de Iquitos, capital de la provincia de Maynas en el departamento de Loreto (Anexo 2). Las muestras fueron tomadas en el mes de Febrero (época de creciente) y el mes de Julio (época de vaciante) del año 2017.

En la ciudad de Iquitos se reportan dos estaciones, en invierno la temperatura oscila de 21 a 26°C con la humedad relativa de 115% desde el mes de noviembre hasta mayo, esta temporada según el ciclo hidrológico es denominada “creciente” debido a las intensas lluvias y el incremento del caudal de los ríos. En verano se llega a alcanzar temperaturas muy elevadas de 30 a 32°C con picos de hasta 40°C, a este periodo se denomina “vaciante” en los meses de junio a octubre (38).

3.2 Población y muestra

La población total del zoológico es de 80 individuos, el muestreo fue no probabilístico siguiendo el teorema de límite central que indica un número de muestra mínimo de 30 individuos (39). Se tuvo una muestra al azar de 30 individuos juveniles, 18 machos y 12 hembras de dos pozas.

Las tortugas eran mantenidas en una poza de material noble, con rejas alrededor y techo a dos aguas (Anexo 3). Su alimentación era a base de

verduras como lechuga acuática, zanahoria y lechuga común. También como fuente principal de proteína le ofrecían pescado como boquichico (*Prochilodus nigricans*) y palometa (*Brama brama*) que son abundantes durante todo el año. Se le administraba una vez a la semana suplemento de calcio.

3.3 Diseño de la investigación

Este estudio es de tipo no experimental descriptiva, se inició con la previa aceptación del proyecto y autorización para la toma de muestra. Luego se obtuvieron muestras sanguíneas en dos estaciones del año y los resultados fueron analizados para obtener las conclusiones pertinentes.

3.4 Equipo y procedimiento

3.4.1 Equipos

a) Unidad de análisis

Muestra de sangre

b) Sujeto de estudio

Tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) (Anexo 1)

c) Material de campo

- Agujas hipodérmicas de calibre # 22G x 1".
- Jeringas de 3ml.
- Tubos al vacío con anticoagulante Heparina de 1ml.
- Guantes descartables
- Alcohol 70%.
- Algodón.
- Mascarillas.
- Caja de polietileno expandido
- Hielo o refrigerante
- Ficha de Exploración física

- Scrub
- Botas de jebe
- Contenedor de material biológico
- Campos estériles
- Balanza digital Kern & Sohn (PLS/PLJ)

d) Materiales de laboratorio

- Microscopio (Lexus HG-YS)
- Solución Natt and Herrick's
- Contador semi automático

e) Materiales de escritorio

- Lapiceros
- USB
- Regla 30cm
- Block de notas

f) Servicios

- Internet
- Impresión
- Transporte vía área y terrestre.

g) Capital humano

- Investigador
- Asesores

3.4.2 Procedimiento

a) Solicitud de permisos

- Se solicitó permiso para realizar el estudio a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Alas Peruanas (Nº 166-2017-FCA-UAP) (Anexo 4).

- Además, se contó con la autorización del zoológico de Quistococha, por parte del Gobierno Regional en la dirección de Turismo, para realizar el estudio (Anexo 5).
- El estudio contó con la autorización necesaria para la colecta de muestra de animales silvestres en cautiverio otorgado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) (RDG N° 0051- 2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPFS) (Anexo 6).

b) Captura y contención física

- Las tortugas se encontraron en dos pozas, para la captura se accedió a las pozas con botas de jebe, se separaron las tortugas en unos contenedores para trasladarlos a la zona de muestreo.
- Luego se realizó una sujeción manual de los individuos por ambos lados del caparazón para poder realizar la toma fotográfica y posteriormente la exploración física.

c) Exploración física

- Previo a la toma de muestra sanguínea se realizó una exploración física de cada individuo, realizando la biometría con una regla rígida de 30 cm y un centímetro flexible, para la determinación del peso de cada tortuga se usó una balanza digital Kern & Sohn (PLS/PLJ) de 5kg. (Anexo 7)
- Para determinación del sexo de los individuos juvenil se observó la cola más larga y ancha en machos, además presentan una abertura o hendidura para la cloaca y plastrón más cóncavo (20) (Anexo 8).
- Las principales observaciones de peso, tamaño, sexo y datos clínicos fueron anotadas en una ficha de Historia Clínica (Anexo 9).
- Se considero como criterio de inclusión al estudio que los animales seleccionados se encontrasen clínicamente sanos. En este sentido, no hubo reporte de tortugas enfermas en los anteriores 6 meses.

d) Obtención de la muestra sanguínea

- Se procedió a desinfectar la zona coccígea dorsal con alcohol yodado o alcohol de 70°, luego por punción de la vena coccígea dorsal se tomó 1 ml de sangre con una jeringa de 3ml y aguja de 21G x 1 ½ (Anexo 10) (17).
- Luego con una gota de sangre procedente de la aguja, se utilizó para realizar dos frotis sanguíneos por cada individuo (14) y se fijó cada lamina con 3 gotas de metanol.
- Posteriormente se depositó en tubos con anticoagulante heparina de litio de 1ml, cada tubo será rotulado con el número e identificación de cada animal.
- La muestra se acondicionará en recipientes de polietileno con hielo molido para una mejor conservación a 4° C.

e) Análisis de laboratorio

- Las muestras se trasladaron a la ciudad de Lima donde fueron analizadas.
- En el laboratorio Vet Diagnostic, se realizó un conteo semiautomático. Para el recuento de eritrocitos y leucocitos se determinó de manera óptica con ayuda de la cámara de Neubauer y el dilutor Natt&Herrick, observándose posteriormente en el microscopio. Para la diferenciación de leucocitos se usaron los frotices sanguíneos fijados con metanol teñidos con solución Giemsa y el contador semi automático Beckman Coulter LH 750.

Se hallaron los siguientes valores hematológicos: Recuento de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, recuento de leucocitos, monocitos, eosinófilos, heterófilos, basófilos, linfocitos, azurófilos y trombocitos según lo descrito por Meredith y colaboradores (2012) (18).

f) Análisis de los resultados

- Los resultados obtenidos fueron llenados en una base de datos Excel para poder realizar el análisis estadístico.

3.5 Diseño estadístico

Se realizó un análisis de tipo descriptivo, hallando los valores promedios y desviación estándar para cada valor hematológico. Para esto se empleará la prueba de T de Student, con un nivel de confianza del 95% ($p < 0,05$) con el fin de evaluar la posible de diferencia significativa. Además, se evaluó las posibles diferencias de los valores según la estación del año. Se utilizó el programa estadístico SPSS v21. 2017.

IV. RESULTADOS

Se obtuvo el promedio y desviación estándar de los valores hematológicos en el año 2017 de 30 individuos de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) en dos épocas del año. Se halló diferencia significativa para los valores de eritrocitos, linfocitos azurófilos y trombocitos ($p < 0,05$) al comparar la época creciente con la de vaciante (Cuadro N° 01).

Cuadro 1. Valores hematología (promedios y desviación estándar) de la tortuga Taricaya (*P. unifilis*) en cautiverio, en dos épocas del año en un zoológico de la ciudad de Iquitos, año 2017 (n=30).

Valores	Creciente		Vaciante		P
	Promedio	DS	Promedio	DS	
Eritrocitos x 106 /UI	0,40	0,11	0,49	0,12	0,012
Hematocrito (Ht)%	19,43	4,37	19,83	5,12	0,777
Hemoglobina (Hb) g/dl	5,46	1,27	5,32	1,32	0,702
Leucocitos x 103/UI	11,47	2,02	10,30	2,13	0,057
Heterófilos/UI	6,07	2,24	6,36	2,56	0,637
Linfocitos/UI	3,49	1,63	5,56	2,17	0,000
Azurófilos/UI	0,08	0,07	0,17	0,09	0,000
Eosinófilos/UI	0,40	0,26	0,41	0,26	0,901
Trombocitos x105/UI	3,49	1,00	2,65	1,36	0,017

DS: Desviación estándar.

Además, se obtuvo el promedio y desviación estándar para los individuos machos y hembras en la época creciente hallándose diferencia significativa para los valores de eosinófilos y trombocitos ($p < 0,05$) (Cuadro N° 02).

Cuadro 2. Valores hematológicos (promedios y desviación estándar) según el sexo de la tortuga Taricaya (*P. unifilis*) en cautiverio en la época de creciente en un zoológico de la ciudad de Iquitos, año 2017 (n=30).

Valores	Hembra (n=12)		Macho (n=18)		P
	Promedio	DS	Promedio	DS	
Eritrocitos x 10 ⁶ /UI	0,42	0,11	4,02	1,12	0,781
Hematocrito (Ht)%	21,00	3,38	18,39	4,64	0,204
Hemoglobina (Hb) g/dl	6,01	0,87	5,10	1,39	0,184
Leucocitos x 10 ³ /UI	11,20	2,45	11,64	1,73	0,816
Heterófilos/UI	6,43	2,41	5,83	2,16	0,777
Linfocitos/UI	5,81	2,03	5,39	2,30	0,149
Azurófilos/UI	0,05	0,05	0,09	0,07	0,137
Eosinófilos/UI	0,29	0,15	0,47	0,29	0,013
Trombocitos x10 ⁵ /UI	3,88	0,52	3,23	1,16	0,015

DS: Desviación estándar.

Por último, se obtuvo el promedio y desviación estándar para los individuos machos y hembras de la tortuga Taricaya (*P. unifilis*) en cautiverio en la época vaciante, donde se halló diferencia significativa únicamente para el valor de hematocrito (Ht) ($p < 0,05$) (Cuadro N° 03).

Cuadro 3. Valores hematológicos (promedios y desviación estándar) según el sexo de la tortuga Taricaya (*P. unifilis*) en cautiverio en la época de vaciante en un zoológico de la ciudad de Iquitos, año 2017 (n=30).

Valores	Hembra (n=12)		Macho (n=18)		P
	Promedio	DS	Promedio	DS	
Eritrocitos x 10 ⁶ /UI	0,43	0,11	0,54	0,12	0,054
Hematocrito (Ht)%	17,73	3,66	21,44	5,58	0,042
Hemoglobina (Hb) g/dl	4,79	1,08	5,73	1,38	0,164
Leucocitos x 10 ³ /UI	10,25	1,99	10,34	2,28	0,843
Heterófilos/UI	6,31	2,09	6,40	2,93	0,827
Linfocitos/UI	3,57	1,88	3,44	1,48	0,817
Azurófilos/UI	0,12	0,09	0,20	0,09	0,151
Eosinófilos/UI	0,28	0,15	0,51	0,29	0,175
Trombocitos x10 ⁵ /UI	2,90	1,34	2,46	1,39	0,877

DS: Desviación estándar.

V. DISCUSIÓN

En el Perú se han realizado pocos estudios sobre la hematología de reptiles, ninguno sobre los posibles cambios hematológicos en diferentes épocas del año. El presente estudio aportó con información importante sobre las variaciones que ocurren en la tortuga taricaya (*Podocnemis unifilis*) en cautiverio en la Amazonia peruana.

Cabe indicar que las tortugas analizadas estuvieron clínicamente sanas, sin antecedentes de alguna enfermedad en los últimos 6 meses. Además, los valores hematológicos hallados en este estudio se encontraron dentro de los rangos brindados por ISIS (International Species Information System), exceptuando los valores de Ht y Hb que fueron ligeramente menores, a diferencia de los valores de eosinófilos y linfocitos que fueron ligeramente mayores (33) (Anexo 11).

Los valores hematológicos presentan variación por diferentes factores, como la edad, sexo, estación o época del año e hibernación, así como el estado de cautividad o de vida libre (7). Asimismo, cabe indicar que la tortuga taricaya (*P. unifilis*) al encontrarse en un hábitat tropical no realiza hibernación; sin embargo, se puede observar cambios sutiles en su comportamiento ante los cambios de la temperatura, precipitación y humedad (37). En el caimán yacaré overo (*Caiman latirostris*) se observaron menores niveles de Hb en épocas frías, atribuidas a una reducción del consumo de alimento y secreción de

enzimas (19). En la ciudad de Iquitos, en la época de creciente (noviembre a mayo) se presenta mayor precipitación y humedad similar a lo que ocurriría en la época fría o de invierno, en comparación a la época de vaciante (junio a octubre) similar a la época calurosa o verano (38).

Evaluando los valores hematológicos de los 30 individuos de la tortuga taricaya (*P. unifilis*), se halló un valor de eritrocitos menor en la época de creciente ($0,40 \pm 0,11 \times 10^6$ /UI) en comparación a la época de vaciante ($0,49 \pm 0,12 \times 10^6$ /UI). Uno de los factores fisiológicos que ocasionan la disminución de eritrocitos es la estación del año, ocasionada por la anorexia post-hibernación (8). Sin embargo, en la serpiente cascabel (*Crotalus aquilus*) estudiadas en México, la tortuga motelo de patas rojas (*Chelonoidis carbonaria*) en Brasil y tortuga terrestre argentina (*Geochelone chilensis chilensis*) analizada en Argentina se presentaron mayores valores de eritrocitos en invierno (19, 27). Similar a lo hallado en este estudio, por lo que en los reptiles que habitan América podría haber un disminución fisiológica de eritrocitos en la época de invierno. La causa de esta variación no está bien estudiada, se especula que podría ser ocasionada por deshidratación post-hibernación y menor consumo de alimentos y agua, que ocasiona disminución del plasma y secuestro de líquido en el intersticio y por consiguiente el aumento de eritrocitos (43).

No se hallaron diferencias para los valores de leucocitos, sin embargo, en reptiles se reportan cambios estacionales debido al fotoperiodo y temperatura del ambiente (40). Al contrario, se halló que el valor de linfocitos de la tortuga taricaya (*P. unifilis*) en la época de vaciante fue mayor que en la época de creciente. Las causas de linfocitosis patológica incluyen infecciones o inflamación, procesos cicatrizales, parasitismo y enfermedades virales. La linfopenia normalmente está asociada a malnutrición o exceso de corticoesteroides endógenos o exógenos (6, 9). En los individuos de este

estudio no se observaron lesiones o signos durante el examen clínico que explique una linfopenia patológica.

En relación con un posible estado de malnutrición, el encargado del zoológico refirió que no había cambios en la dieta, que podrían explicar las diferencias; asimismo la condición corporal de los individuos fue óptima en ambas épocas. Esto difiere a lo reportado en la tortuga terrestre de argentina (*C. chilensis*) donde no se halló diferencias de según la época del año (invierno y verano) (19). En Taiwán, la tortuga amarilla del estanque (*Mauremys mutica*) de vida libre presento mayores valores en la época verano (42). Estas variaciones pueden deberse a adaptaciones propias de las especies y distribuciones geográficas, en Taiwán la época de invierno y verano presentan cambios notables en la temperatura. En invierno ocurre un agotamiento de las reservas nutricionales que causa malnutrición, disminuyendo los linfocitos en esta época (42, 43), lo que explicaría los hallazgos.

Se halló que el valor de azurófilos en la época creciente ($0,08 \pm 0,07$ /UI) fue menor que en la época de vaciante ($0,17 \pm 0,09$ /UI). Los azurófilos se presentan en poca proporción y ocasionalmente en quelonios. El aumento patológico está relacionado con procesos inflamatorios e infecciosos, como los parasitarios. Esto ha sido reportado en el caimán yacaré overo (*Caiman latirostris*) parasitados con *Karyolysus* spp. y en la boa constrictor (*Boa constrictor amarali*) con *Hepatozoon* spp (43). El presente estudio no evaluó la presencia de hemoparásitos que pudiera explicar una respuesta inflamatoria y aumento de azurófilos en la época de vaciante. Sin embargo, el tipo de clima y hábitat natural aledaño al zoológico podría favorecer la presencia de insectos vectores. Esto difiere a lo reportado en la tortuga terrestre de argentina (*C. chilensis*), la tortuga amarilla de estanque (*M. mutica*) y tortuga motelo de patas rojas (*Chelonoidis carbonaria*) donde no se hallaron diferencias de este valor

entre las épocas de invierno y verano (19). Debido a la poca información sobre la función de este tipo de células, se hace necesario mayores estudios.

Se halló que el valor de trombocitos en la época creciente ($3,49 \pm 1,00 \times 10^5/\text{UI}$) fue mayor que en la época de vaciante ($2,65 \pm 1,36 \times 10^5/\text{UI}$). Similar a lo reportado en la serpiente cascabel (*Crotalus aquilus*), en la boa constrictor (*B. constrictor amarali*) y la tortuga terrestre argentina (*C. chilensis*) en donde el valor de trombocitos fue menor en invierno (16, 19, 40). Situación similar a lo hallado en este estudio, por lo que en reptiles que habitan Sudamérica, se podría haber un aumento fisiológico de trombocitos en la época de verano.

En la época creciente, se halló que los valores de eosinófilos fueron mayores en los machos ($0,47 \pm 0,29 /\text{UI}$) en comparación con las hembras ($0,29 \pm 0,15 /\text{UI}$) ($p = 0,013$). Similar a lo reportado en la tortuga de caja china (*Cuora flavomarginata*) y caimán yacaré overo (*C. latirostris*) donde los valores de eosinófilos fueron mayores en machos que en hembras (41, 44). Las causas de esta variación no han sido estudiadas, haciéndose necesario mayores estudios. Además, se halló que los valores de trombocitos fueron menores en los machos ($3,23 \times 10^5/\text{UI}$) en comparación con las hembras ($3,88 \times 10^5/\text{UI}$) ($p=0,013$). En general, en animales silvestres se describe trombocitopenia causada por anemia, inflamación y parasitosis (14). Solo se ha reportado una disminución fisiológica en la boa constrictor (*B. constrictor amarali*) relacionada a bajas temperaturas (16), en este estudio todas las tortugas se encontraron el mismo recinto, con condiciones ambientales similares, por lo que no sería un factor a considerar.

En la época de vaciante, se halló que los valores de Ht (%) fueron mayores en los machos (21,44%) en comparación con las hembras (17,73%) ($p=0,042$) similar a lo descrito en la tortuga mordedora de nueva guinea (*Elseyia novaguineae*). En la época reproductiva las hembras pasarían más tiempo

fuera del agua, en busca de nidos (45), por consiguiente, estarían más propensas a la deshidratación y consiguiente disminución del valor de Ht (%).

En la tortuga taricaya (*P. unifilis*) los valores de Ht, Hb, leucocitos, heterófilos y esinófilos no variaron según la época (creciente o vaciante). No se hallaron diferencias en los valores de Ht, Hb ni linfocitos en la tortuga motelo de patas rojas (*C. carbonaria*) (46), ni Ht, Hb, eosinófilos y basófilos en la tortuga amarilla del estanque (*M. mutica*) (42). Por el contrario, en la tortuga terrestre de argentina (*C. chilensis*) se encontró diferencias para los valores de Hb, Ht, eritrocitos, leucocitos y trombocitos. Estas variaciones en los valores hematológicos pueden deberse a diversas causas intrínsecas y extrínsecas ya descritas. Además, es necesario considerar otros factores como la técnica de extracción de sangre, análisis de laboratorio, manejo, estrés y alimentación (19).

En ciertos casos, las muestras tomadas de sangre periférica brindarán valores diferentes a las de sangre cardiaca. En quelonios como *C. carbonaria* y *M. mutica* las muestras fueron tomadas de la vena yugular, al contrario de *C. chilensis* que se realizó de la vena coxígea, tales como en este estudio. Sin embargo, fue con la que más se difirió en los resultados, por lo que la diferencia puede atribuirse a cambios ambientales (42, 46). Sobre los análisis, la técnica es similar en la mayoría de los estudios, utilizando conteo semi automático. Los factores de manejo y alimentación no se describen en los estudios, por lo que no se puede evaluar el impacto.

VI. CONCLUSIONES

- Se halló un menor valor de eritrocitos en la época de creciente ($0,40 \pm 0,11 \times 10^6$ /UI) en comparación a la época de vaciante ($0,49 \pm 0,12 \times 10^6$ /UI). Similar a lo hallado en otros estudios, por lo que en los reptiles que habitan América podría haber un aumento fisiológico de eritrocitos en la época de invierno.
- Se halló que el valor de azurófilos en la época creciente ($0,08 \pm 0,07$ /UI) fue menor que en la época de vaciante ($0,17 \pm 0,09$ /UI) relacionado con procesos inflamatorios e infecciosos, como los parasitarios similar a lo reportado en el caimán yacaré overo (*Caiman latirostris*).
- Además, en la época creciente se halló que los valores de eosinófilos fueron mayores en los machos ($0,47 \pm 0,29$ /UI) en comparación con las hembras ($0,29 \pm 0,15$ /UI) ($p = 0,013$). Similar a lo reportado en la tortuga de caja china (*Cuora flavomarginata*) y caimán yacaré overo (*C. latirostris*).
- En la época vaciante, se encontraron mayores valores de hematocrito en machos que en hembras de la tortuga taricaya (*P. unifilis*).

VII. RECOMENDACIONES

- Difundir los estudios sobre las variaciones hematológicas en reptiles según la época del año, para un adecuado diagnóstico.
- Realizar estudios similares en el Perú con diferentes especies de reptiles y áreas geográficas.
- Considerar e incluir en otros estudios los factores extrínsecos (como alimentación, manejo y estrés) e intrínsecos (edad, sexo y especie) en la variación hematológica en reptiles.
- Continuar los estudios sobre la fisiología y estado de salud de la tortuga taricaya (*P. unifilis*) para contribuir con la conservación de esta especie en situación vulnerable.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Mader DR. Reptile medicine and surgery. 1^a ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1996.
2. Rojas GM, Varillas L. Hemograma de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*). Hosp Vet. 2013; 5(1):8-12.
3. Atlas de anatomía de especies silvestres de la amazonia peruana [homepage on the internet]. España: Universidad de Barcelona; c2013 [actualizada diciembre 2016; consultado 16 diciembre 2016] Disponible en: <http://atlasanatomiaamazonia.uab.cat/>
4. Especies de fauna silvestre peruana en los apéndices de la citas [homepage en internet]. Perú: Minagri, c2014 [actualizada Enero 2017; consultada 2 Enero 2017]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe>
5. Voigt GL. Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarios. 1^a ed. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.; 2003.
6. Martínez A., Lavín S, Cuenca R., Hematología y citología sanguínea en reptiles. Clin Vet Peq Anim. 2011, 31(3):131-141.
7. Wens A. Clinics in Laboratory Medicine. 1^a ed. Florida: Elsevier; 2011.
8. Cobos R, Ramos R. Reptiles: tortugas, Serpientes, lagartos. Rev AVEPA. 1987,7(3):133-150.
9. Salles J. Aspectos Generales de la Evaluación Hematológica en Fauna Silvestre y no Convencional. Mem. Conf. Int. Med. Aprov. Faun. Sil. 2103, 9(1):17-55.
10. Harvey JW. Veterinary Hematology a Diagnostic Guide and Color Atlas. 1^a ed. Missouri: Saunders; 2012.
11. Silvino Z, Ramos JC, Catao-Diaz J. Tratado Animals Selvagens. 1^a ed. Sao Paulo: Editora Roca; 2007.
12. Lung N. Health an Medical Management. 1^a ed. San Diego: Elsevier; 2012.
13. Reagan JW. Veterinary Hematology Atlas of Common Domestic and Non-Domestic Species. 2^a Ed. U.S.A.: Wiley-Blackwell; 2008.
14. Arcilla VH, Navarro R, Real W, Rincón M, Villamizar M. Hematología y química sérica en hembras quelonios (*Trachemys scripta callirostris*) en la

- ribera del río Lebrija, Puerto Wilches (Santander). *Revista Spei Damus*. 2005; 1:35-43.
15. Wilkinson R. Clinical Pathology. In: McArthur S, Wilkinson R, Meyer J, editors. *Medicine and surgery of tortoises and turtles*. USA: Wiley – Blackwell; 2004: 141 – 186.
 16. Machado C, Silva LFN, Ramos PRR, Takahira R: Seasonal influence on hematologic values and haemoglobin electrophoresis in brazilian *Boa constrictor amarali*. *J Zoo Wildl Med* 2006; 37: 487-491.
 17. Cabrera MP, Li OE, Galvez HC, Sanchez NP, Rojas GM. Valores hematológicos de la tortuga motelo (*Geochelone denticulata*), mantenidos en cautiverio. *Rev Inv Vet Peru*. 2011; 22(2):144-150.
 18. Meredith A, Redrobe S. *Manual de animales exóticos*. 4ª ed. Barcelona: Ediciones S; 2012.
 19. Troiano JC, Silva MC, Valores hematológicos de referencia en Tortuga terrestre Argentina (*Geochelone chilensis chilensis*). *Analecta Veterinaria* 1998; 18(½):47-51.
 20. Lance Jepson MA. *Medicina de animales exóticos*. 1ª ed. Barcelona: Elsevier; 2011.
 21. Rojas GM, Varillas L. Hemograma de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*). *Hosp Vet*. 2013; 5(1):8-12.
 22. Soini P. *Un manual para el manejo de quelonios acuáticos en la Amazonía peruana (Charapa, Taricaya y Cupiso)*. Instituto de investigación de la amazonia peruana: Iquitos; 1999.
 23. Figueroa FS. *Aber local, uso y manejo de la tortuga charapa (Podocnemis expansa) y Taricaya (Podocnemis unifilis) en el resguardo Curare – Los ingleses*. [tesis doctoral]. Pedrera, Amazonas - Colombia. Universidad de Colombia; 2010.
 24. Castro CA, Merchán FM, Garcés RM, Cárdenas TM, Gómez VF. Uso histórico y actual de las tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la Orinoquia y la Amazonia. *Biota Colombiana* 2013;(14):45-64. [Fecha de consultado 2 de julio de 2017]: Disponible en: <http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=49128077005>.

25. Correa TM, Armas ML. Incubación semiartificial de huevos de Taricaya (*Podocnemis unifilis*), en dos tipos de sustratos. Folia Amazónica. 24 (2) 2015: 185 – 192.
26. Herman EW, Aquino YR. Ecología reproductiva de la Taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el río Pacaya, Perú. Folia Amazónica. 1994;(6):1-2.
27. Castaño-Mora O, Lugo R. Estudio comparativo del comportamiento de dos especies de morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfología externa [Tesis doctoral]. Bogotá: Universidad nacional de Colombia, Facultad de ciencias; 1981.
28. La Lista Roja de Especies Amenazadas [homepage on the internet]. Reino Unido: International Union for Conservation of Nature [update 2014; cited 1 Oct, 2016] Available from: <http://www.iucnredlist.org>
29. Cites [base de datos en Internet]. PNUMA WCMC: Bankgog; 2013, [actualización 22 junio 2015; consultado el 15 Abril 2016].; [1 página]. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php> Lista roja
30. Taylor RW, Jacobson ER. Hematology and serum chemistry of the Gopher tortoise, *Gopherus Polyphemus*. Comp. Biochem. Physiol. 1982; 72(2): 425 – 428.
31. Omonona AO, Olukole SG, Fushe FA. Haematology and serum biochemical parameters in free-ranging African side neck turtle (*Pelusios sinuatus*) in Ibadan, Nigeria. Acta herpetology. 2011; 6(2): 267 – 274.
32. Hoffmeyr MD, Brian T & Shasheen. Season, sex and age variation in the haematology and body condition of geometric tortoises *Psammobates geometricus*. African Zoology 2017: 1–10.
33. ISIS. International Species Information System. Medical animal record keeping system. Apple Valley, Minnesota, 1999.
34. Yana ST. Valores hematológicos y bioquímicos en la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la Bahía de Sechura en Piura, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2014.
35. Velit AJ. Valores hematológicos de "Cocodrilo de Tumbes" *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) mantenidos en cautiverio en el Zoológico Puerto

- Pizarro (Puerto Pizarro, Tumbes, Perú). Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2010.
36. Tejada TE. Valores hematológicos de *Bothrops atrox* mantenidos en cautiverio en la ciudad de Lima. Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2008.
 37. Salas T. Evaluación de los valores hematológicos en la Tortuga Taricaya (*Podocnemis unifilis*) del Centro de Rescate de la Reserva Ecológica Taricaya, Puerto Maldonado, Madre de Dios. [Tesis] Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2015.
 38. Pronóstico del tiempo para IQUITOS (Loreto) [base de datos en Internet]. Senamhi Peru [actualización 22 Junio 2018; consultado el 5 Diciembre 2018].; [1 página]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronosticodetalle&dp=16&localidad=0021>
 39. Alvarado H, Batanero C. Significado del teorema central del límite en textos universitarios de probabilidad y estadística, Valdivia. 2008; 2: 7-28.
 40. Alvarez FJ, Tamez EM, Montemayor J. Datos hematológicos de la vibora de Cascabel *Crotalus aquilus* del altiplano Mexicano. Revista iberoamericana de produccion academica y gestion educative, 2014.
 41. Ferreyra H, Uhart M. Evaluación y evolución del estado sanitario de *Caimán latirostris* y Caimán Yacare en el refugio El Cachape. Boletín técnico de la fundación de vida silvestre. Argentina, 2001;55(11):1-15.
 42. Yu PH, Yang PY, Chiu YS. Hematologic and plasma biochemical reference values of the yellow pond turtle *Mauremys mutica* and effects of sex and season. Zoological studies. 2013; 52:24.
 43. Campbell TW. Hematology of Reptile in: Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. Blackwell Publishing. USA; 2006: 259-271.
 44. Yang PY, Yu PH, Wu SH, Chie CH. Seasonal hematology and plasma biochemistry reference rango values of the yellow marginated box turtle (*Cuora flavomarginata*). Journal of zoo an wildlife medicine, 2014;45(2): 278-286.
 45. Frair W. Turtle blood cells packed cell volumen, size and numbers. Herpetologica, 1977; 33:167-90.

46. Bergamini BC, Dos Santos EO, Watchow BS. Hematologic variation values of captive Red-footed tortoise (*Chelonoidis Carbonaria*) in South Brazil. *Acta scientiae veterinariae*, 2017; 45:1426.

ANEXOS

ANEXO 1



Fig 1: Tortuga Taricaya, manchas amarillas.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

ANEXO 2

Fig 2: Complejo turístico de quistococha.

Fuente: google earth, 2017.

ANEXO 3

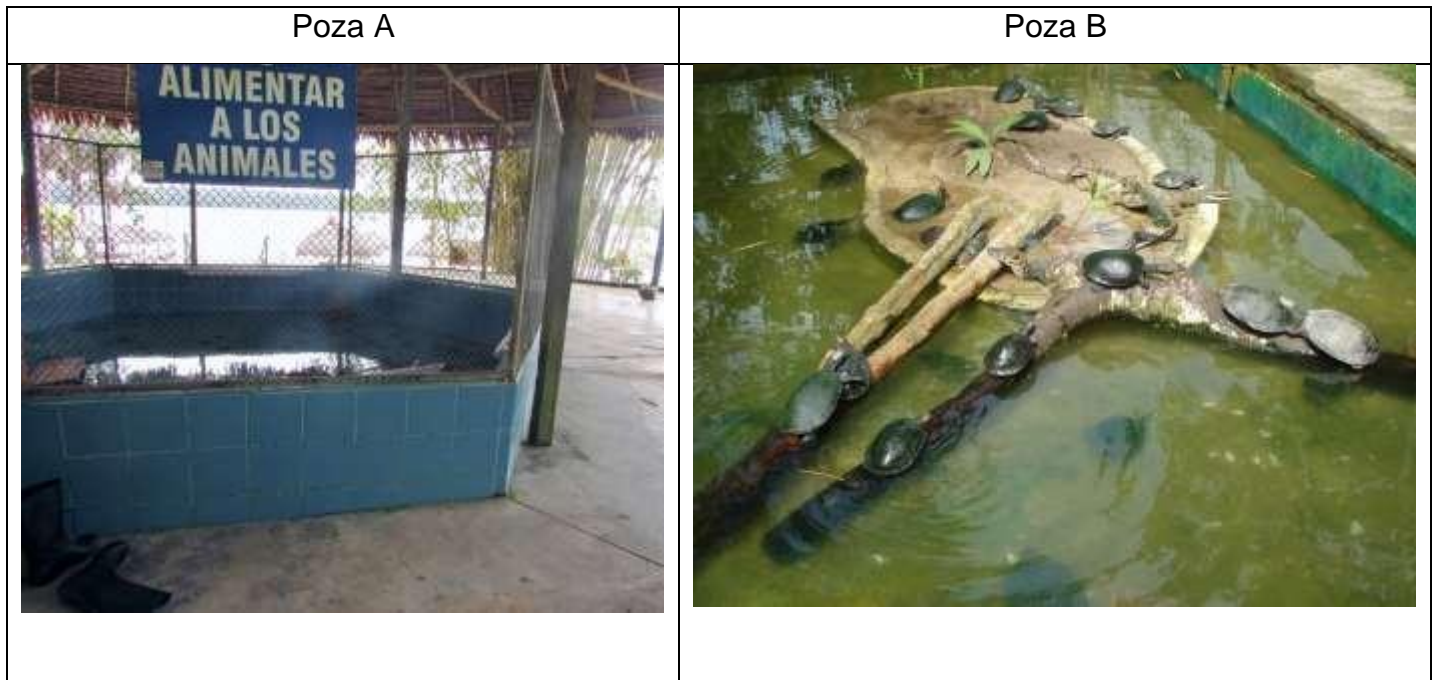


Fig 3. Pozas de tortugas Taricaya.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 4



UAP UNIVERSIDAD
ALAS PERUANAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

RESOLUCIÓN N°166-2017-FCA-UAP
Lima, 21 de junio del 2017

VISTO

El Informe N° 7 del Comité de Trabajos de Investigación y Tesis de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, conteniendo el Plan de Tesis de la Bachiller **ALVARADO CALDERON CAROL LISSBETH** y la designación de Director –Asesor, para iniciar el proceso de titulación bajo la modalidad de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución No. 102-96-CONAFU, de fecha 26 de abril de 1996, se autorizó el funcionamiento de la Universidad Alas Peruanas.

Que, en cumplimiento con el Reglamento de Grado y Títulos, en su Capítulo I. Art. 20 y 21, considerando el Informe N° 7 del Comité de Trabajos de Investigación y Tesis de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria sede Lima, se aprueba el Plan de Tesis Intitulado "VALORES HEMATOLOGICOS DE LA TORTUGA TARICAYA (*Podocnemis unifilis*) EN DOS ESTACIONES DEL AÑO EN UN ZOOLOGICO DE IQUITOS" desarrollado por la Bachiller **ALVARADO CALDERON CAROL LISSBETH**, bajo la dirección del Director-Asesor, Mg. Nancy Carlos Erazo.

Que, por Resolución Rectoral N° 888-2000-R-UAP, de fecha 30 de junio del 2000, se delega a los Decanos la función administrativa de emitir sus respectivas resoluciones, y estando a lo acordado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO: Aprobar el Plan de Tesis Intitulado "VALORES HEMATOLOGICOS DE LA TORTUGA TARICAYA (*Podocnemis unifilis*) EN DOS ESTACIONES DEL AÑO EN UN ZOOLOGICO DE IQUITOS" de la Bachiller **ALVARADO CALDERON CAROL LISSBETH**.

ARTÍCULO SEGUNDO: Designar a la docente Mg. Nancy Carlos Erazo, Director-Asesor del Plan de Tesis de la Bachiller **ALVARADO CALDERON CAROL LISSBETH**.

Regístrese, comuníquese y archívese.



DR. IGNACIO ANTONIO RAMÍREZ VALLEJOS
DECANO
CIENCIAS AGROPECUARIAS

C.e.: Bachiller
- Director
ARV/rctch

Fig 4. Resolución N°166-2017-FCA-UAP

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 5



Fig 5. Carta de permiso al zoológico de quistococha y Gobierno Regional.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 6

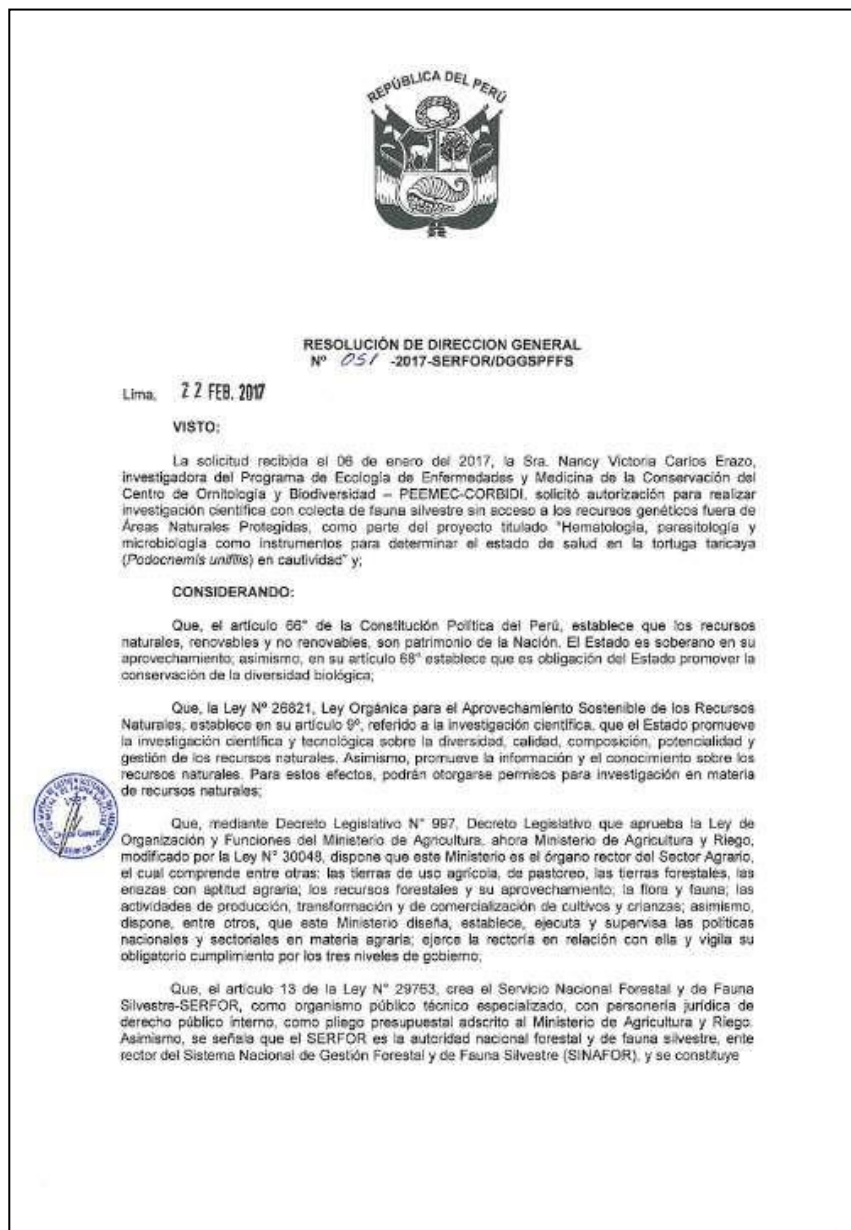


Fig 6. Permiso SERFOR.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 7



Fig 7. Sujeción y biometría en tortuga Taricaya.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 8

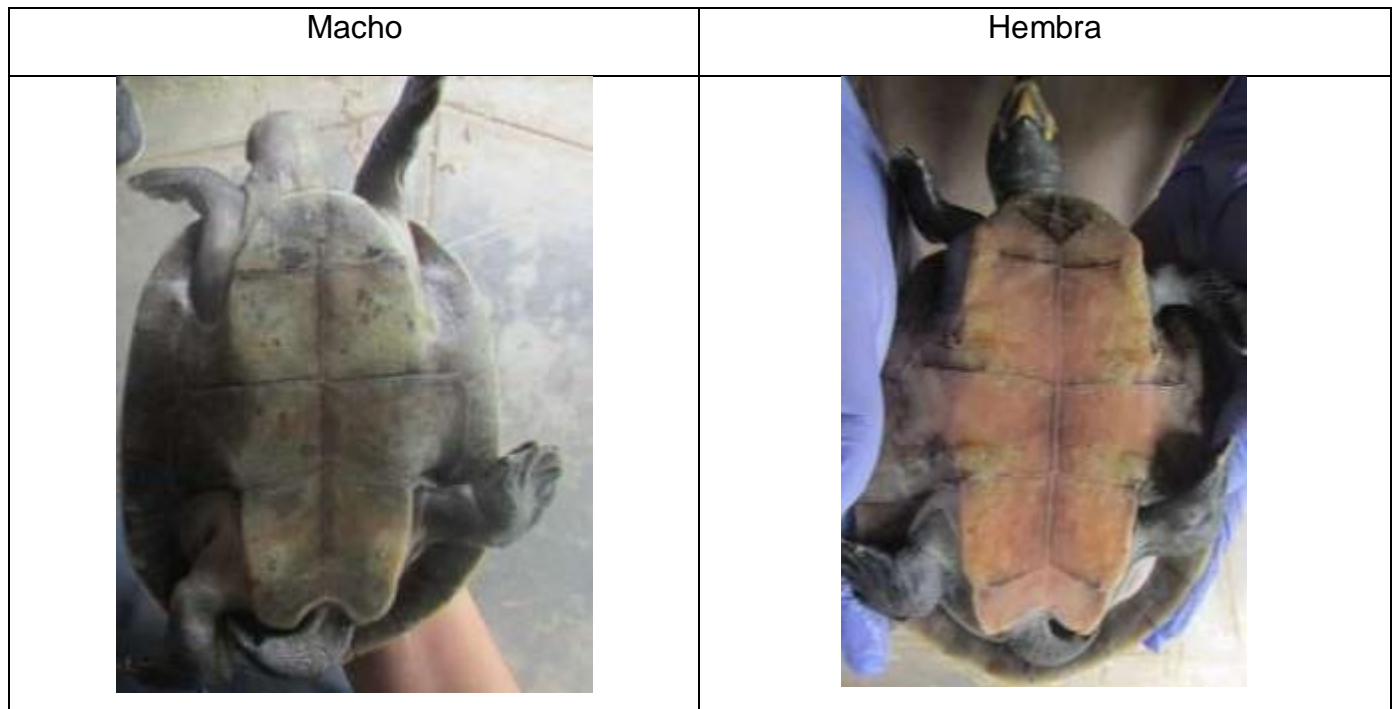


Fig 8. Dimorfismo sexual en tortuga Taricaya

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 9

HISTORIA CLÍNICA

Historia Clínica

Fecha: _____ Nombre del Centro Rescate: _____

ID: _____ Nombre: _____ Sexo: M H Edad: C J A

Características Naturales: _____

Examen físico y Biometría

Peso: _____ kg Deshidratación: _____ % Cond. Corporal: _____ (1-5)

Largo capar (ancho): _____ Largo capar (recto): _____ Ancho capara: _____

Ancho plastrón: _____ Largo del plastrón: _____

Exploración física

	Normal	Anormal	Descripción
Estado general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Tegumento (opacidad, pH)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Digestivo (saliva)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Genitourinario (placa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Musculoesquelético	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Otros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
_____			_____
_____			_____
_____			_____



Toma de muestra

Hisopado cloacal: _____ Código: _____ Color: _____

Consistencia: _____ ml: _____ Hora: _____

Sangre: _____

Frotis sanguíneo: _____

Observaciones: _____

Fig 9. Ficha de Historia Clínica.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 10



Fig 9. Lugar de punción para muestra sanguínea en quelonios.

Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 11

Cuadro 1. Resultados comparativos con valores obtenidos en la época de creciente y comentarios.

Valores	Promedio	DS	ISIS (Internacional) ^a	Autores (Lima) ^b	Comentario
Eritrocitos x 10⁶/UI	0,40	0,11	0,35 ± 0,23	0,24 ± 0,06	<i>Dentro el rango.</i>
Ht %	19,43	4,37	29,5 ± 7,6	18 ± 3,34	<i>Similar a lo reportado en la especie en Perú, pero no a los datos internacionales.</i>
Hb g/dl	5,46	1,27	9,5 ± 3,4	4 ± 1,06	<i>Ligeramente mayor a lo reportado en datos nacionales, pero mucho menor a datos nacionales.</i>
Leucocitos x 10³/UI	11,47	2,02	6,37 ± 4,82	5,68 ± 1,6	<i>Valores aumentados a comparación de datos nacionales e internacionales.</i>
Heterofilos/UI	6,07	2,24		0,20 ± 0,07	<i>Elevado según datos reportados en Perú.</i>
Linfocitos/UI	5,56	2,17	1,97 ± 3,05	0,73 ± 0,07	<i>Elevado en ambos casos.</i>
Azurófilos/UI	0,08	0,07	0,18 ± 0,22	0,01 ± 0,01	<i>Ligeramente elevado en ambos casos.</i>
Eosinófilos/UI	0,4	0,26	0,20 ± 0,16	0,02 ± 0,01	<i>Ligeramente elevado según datos internacionales, pero muy elevados según datos reportados en Perú.</i>
Trombocitos x10⁵/UI	3,49	1		3,29 ± 1,3	<i>Dentro del rango.</i>

^a ISIS. International Species Information System. Medical animal record keeping system. Apple Valley, Minnesota, 2012.

^b Rojas GM, Varillas L. Hemograma de la tortuga Taricaya (*Podocnemis unifili*). Hosp Vet. 2013; 5(1):8-12.

