

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Evaluación del Ratio de Jackson y parámetros hematológicos sobre la condición corporal de tortugas terrestres (*Geochelone denticulata*) en el Zocriadero Wildlife y Fish, Trujillo**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**FABRIZIO OCTAVIO ALAYO CARUAJULCA**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

MV. Mg. CÉSAR LOMBARDI PÉREZ  
PRESIDENTE

---

MV. Mg. ANGÉLICA HUAMÁN DÁVILA  
SECRETARIA

---

MV. Mg. RAQUEL RAMÍREZ REYES  
VOCAL

---

MV. Mg. ANGÉLICA LOZANO CASTRO  
ASESORA

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi abuelita Clotilde Rodríguez, quien ahora me cuida y acompaña desde el cielo.

A mis padres Walter Alayo y Marlene Caruajulca, por su gran amor y apoyo que me han brindado durante todos estos años. Este trabajo quisiera entregárselo como un producto de su constante guía y preocupación durante mi formación académica, ya que sin su apoyo no hubiera logrado todo esto, este es el fruto de todo ese esfuerzo y dedicación que me han dado para volverme una persona realizada.

A mis tíos y padrinos Alfonso Alva y Eliana Alayo, por tomar el rol de padres cuando los necesitaba y darme todo su apoyo, por acompañarme durante todo este camino de formación profesional y brindarme esa seguridad que a veces me hacía falta.

A mi tío Jorge Caruajulca, por apoyarme durante mi desarrollo profesional, por los consejos, por darme una mano siempre que hacía falta y por ser una figura paterna cuando lo necesitaba.

A mis amigos más cercanos, por compartir conmigo tantas experiencias durante este periodo de formación, y por estar a mi lado en los buenos y malos momentos que he afrontado.

A mis profesores, porque fueron quienes me brindaron esa formación académica a lo largo de estos años, siendo una guía y ejemplo a seguir en mi vida profesional, agradezco por todos esos consejos y momentos de conversación que hemos tenido con respecto a mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres; quienes siempre me brindaron su apoyo e hicieron todo lo que estuvo en sus manos para hacerme llegar tan lejos. Gracias por su apoyo, amor y preocupación por mí.

A mis tíos; durante estos años de formación siempre han estado al pendiente de mi y se han esforzado por apoyarme en lo que necesitaba. Gracias por su dedicación y apoyo hacia mí.

A mis amigas; Andrea, Mishell, Jhaira y María Alejandra, por su apoyo en el proceso de ejecución de mi proyecto. Gracias por darme una mano en los momentos en los que lo necesitaba y por ese apoyo moral que a veces me hacía falta.

A mi asesora y amiga Mery Lozano; por aceptar apoyarme con este proyecto en esa situación en la que me encontraba y acompañarme hasta el final. Gracias por orientarme y guiarme en la investigación.

A mi profesor y amigo César Francisco Díaz Casana; con quien inicié este proyecto y quien me ayudó en la mayor parte del proceso, quien a pesar de los contratiempos me apoyó hasta el final. Gracias por su apoyo y guía en esta investigación.

## ÍNDICE

	Páginas
CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA .....	3
2.1. Generalidades de la <i>Geochelone denticulata</i> .....	3
2.2. Comportamiento de la <i>Geochelone denticulata</i> .....	4
2.3. Situación actual e importancia de la <i>Geochelone denticulata</i> .....	5
2.4. Evaluación de la condición corporal .....	5
2.5. Aspectos del examen clínico en tortugas .....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
3.1. Lugar de estudio .....	9
3.2. Animales en estudio .....	9
3.3. Variable Independiente .....	10
3.4. Variable Dependiente .....	10
3.5. Metodología .....	10
3.5.1. Aplicación del ratio de Jackson .....	10
3.5.2. Toma de muestras de sangre .....	11
3.5.3. Determinación de valores hematológicos .....	11
3.6. Análisis de datos .....	12
IV. RESULTADOS .....	13

4.1. Peso corporal y longitud del caparazón .....	13
4.2. Examen sanguíneo .....	13
4.3. Aplicación del ratio de Jackson .....	15
V. DISCUSIONES .....	17
VI. CONCLUSIONES .....	21
VII. RECOMENDACIONES .....	22
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	23
IX. ANEXOS .....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Interpretación de los índices del ratio de Jackson .....	6
Cuadro 2. Valores de la serie eritrocítica en <i>Geochelone denticulata</i> .....	7
Cuadro 3. Valores promedio de peso corporal y longitud de caparazón de la población total y con relación al sexo de 50 tortugas .....	13
Cuadro 4. Valores promedio de hemoglobina y hematocrito en 50 tortugas <i>G. denticulata</i> en cautiverio .....	13
Cuadro 5. Clasificación de tortugas <i>G. denticulata</i> según nivel de hemoglobina .....	14
Cuadro 6. Valores promedio de la serie leucocítica en 50 tortugas <i>G. denticulata</i> en cautiverio .....	14
Cuadro 7. Clasificación de tortugas <i>G. denticulata</i> según los índices del ratio de Jackson .....	15
Cuadro 8. Clasificación de tortugas <i>G. denticulata</i> según los índices del ratio de Jackson con relación al sexo .....	15
Cuadro 9. Comparación entre el grupo de hemoglobina baja y los índices obtenidos del ratio de Jackson .....	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Páginas
Anexo 1. Datos recolectados de las 50 tortugas <i>Geochelone denticulata</i> evaluadas en este trabajo .....	27
Anexo 2. Toma de medidas morfométricas .....	28
Anexo 3. Observaciones de frotices sanguíneos .....	29



## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el ratio de Jackson como método para la determinación de condición corporal en *Geochelone denticulata*, respaldándolo con pruebas hematológicas para determinar el estado general de salud de los animales. Se evaluaron 50 tortugas (23 machos y 27 hembras), provenientes del Zoológico Wildlife y Fish, donde todos los animales se encontraban mantenidos bajo las mismas condiciones de alojamiento, alimentación y control sanitario. Se tomaron medidas morfométricas (longitud de caparazón y peso del animal) y muestras de sangre para determinar hematocrito, nivel de hemoglobina y recuento diferencial leucocitario. Los resultados de las medidas morfométricas fueron procesados utilizando la fórmula del ratio de Jackson y los índices obtenidos se clasificaron respectivamente, a la par se realizaron los exámenes de laboratorio de donde se obtuvieron los valores de 6.5 g/dl ( $\pm 2.16$ ) para hemoglobina y 21.24% ( $\pm 6.61$ ) para hematocrito, los cuales se evaluaron de manera conjunta a los índices del ratio de Jackson. Se concluyó que el ratio de Jackson es capaz de determinar la condición corporal en las tortugas *Geochelone denticulata* y se comprobó que la lectura de hemoglobina no está directamente relacionada a la condición corporal.

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the Jackson's ratio as a method to determinate the body condition in *Geochelone denticulata*, backing it up with hematological tests to determine the health state of the animals. 50 tortoises (23 males and 27 females) from the zoological farm Wildlife & Fish were evaluated, where the animals were kept under the same conditions of housing, food and sanitary control. Morphometric measurements were taken (carapace length and animal weight) and blood samples to determine the hematocrit, hemoglobin level and differential white blood cell count. The results of the morphometric measurements were processed using Jackson's ratio formula and the indices obtained were classified respectively, at the same time, laboratory tests were performed and the values obtained were 6.5 g/dl ( $\pm$  D.S.2.16) for hemoglobin level and 21.24% ( $\pm$  D.S. 6.61) for hematocrit, which were evaluated jointly with the indices of Jackson's. It was concluded that Jackson's ratio is able to determine the body condition in *Geochelone denticulata* tortoises and the hemoglobin lecture is not directly related with the body condition.

## I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país se describen 17 especies diferentes de tortugas, de ellas 15 son de vida acuática (agua marina, ríos y/o lagos) y sólo 2 son terrestres, y que corresponden a la tortuga de patas rojas (*Geochelone carbonaria*) y la de patas amarillas o motelo (*Geochelone denticulata*). Escasas son las investigaciones referentes a las tortugas terrestres, sobretodo en densidad poblacional y clasificación apropiada; esta preocupación incluye a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), quien no posee actualizada la información desde el año 1996 (UICN, 2017).

La promoción y establecimiento de zocriaderos, así como la declaración de áreas de conservación está contribuyendo a la repoblación de tortugas terrestres y de otras especies animales. Corresponde manejar un programa de crianza y reproducción de las especies animales con un manejo apropiado para asegurar su adecuada reinserción en su hábitat natural, para Flint y otros (2009), es necesario determinar con exactitud la condición corporal de los especímenes estudiados.

La aplicación del Ratio de Jackson, propuesto por el Dr. Oliphant Jackson, ha permitido determinar si los ejemplares están en una buena condición corporal, corroborado en tortugas terrestres *Testudo graeca* y *Testudo hermanni* (Jackson, 1980), siendo un factor determinante para la hibernación, manejo y alimentación en cautiverio (Owens y Ruiz, 1980).

Al respecto, el ratio de Jackson se justifica considerarlo para determinar la condición corporal de tortugas terrestres (*Geochelone denticulata*), complementando a los estudios hematológicos (Cabrera y otros, 2011), para

un adecuado manejo en los zoológicos y áreas de conservación donde se tengan poblaciones de tortugas terrestres (*Geochelone denticulata*) y se aumenten las probabilidades de la reinserción de los ejemplares a su hábitat natural. Por dicho motivo se planteó este trabajo que tiene por objetivo, evaluar el ratio de Jackson en las tortugas *Geochelone denticulata* y relacionarlo con los valores hematológicos.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades de la *Geochelone denticulata*

En Perú solo contamos con dos especies terrestres, la *Geochelone denticulata* y *Geochelone carbonaria*, ambas registradas por Linnaeus en 1766 y se clasifican taxonómicamente en: Reino Animalia, subreino Eumetazoa, clase Reptilia, orden Testudines, familia Testudinidae y género *Geochelone* (UICN, 2017).

La *Geochelone denticulata* es una tortuga natural de América del Sur, siendo natural de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Guyana, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago, y Venezuela (IUCN, 2018; Jiménez, 2007). La *G. denticulata* habita en las selvas tropicales, se sabe que las poblaciones más grandes se distribuyen principalmente en la parte nororiente de nuestro país (Loreto y Ucayali). La *G. denticulata* vive de manera exclusiva en bosques tropicales y subtropicales, donde el ambiente es de gran humedad (Pámies, 2005), y tienen a disposición áreas de penumbra para resguardarse del calor del sol y protegerse de depredadores (Tabaka y Senneke, 2003).

La *G. denticulata* es la tortuga terrestre más grande del Perú, con una longitud promedio de 40 cm, aunque se han encontrado especímenes de mayor tamaño, pudiendo llegar a medir incluso hasta 94 cm (Vargas-Ramírez, Jerome y Uwe, 2010), recibe el nombre de tortuga de patas amarillas debido a las grandes escalas amarillas o anaranjadas que cubren el frente de cada extremidad, presentan un caparazón superior de color marrón, con tonos amarillentos o anaranjados en el centro de cada escudo. El caparazón inferior es de color café amarillento, con un color más oscuro en el borde de los escudos (Ernst y otros, 1997).

La diferencia entre machos y hembras de la especie es muy notable, la hembra cuenta con un plastrón totalmente plano, mientras que el macho tiene un plastrón cóncavo, lo cual le permite montar a la hembra con facilidad (Pámies, 2005). Otra diferencia es que los machos tienden a ser más grandes que las hembras, sin embargo, las hembras por lo general tienden a ser más pesadas que los machos (Castaño-Mora y Medem, 2002).

## **2.2. Comportamiento de la *Geochelone denticulata***

La *G. denticulata* es una especie diurna y terrestre, sin embargo, suele tomar baños de agua frecuentemente y nadar muy bien. Por lo general, cuando necesitan cruzar masas de agua se dejan arrastrar por la corriente (Castaño-Mora y Medem, 2002). Tiende a dirigir su actividad a la búsqueda de alimento, refugio y agua. A diferencia de la *G. carbonaria*, la *G. denticulata* se guía con la vista para elegir el alimento, prefiriendo los frutos o vegetales de color más llamativo (Castaño-Mora y Lugo, 1981).

Es una especie omnívora, sin embargo, prefiere los frutos y vegetales en general. Dentro de su hábitat pueden encontrar frutos como melón, sandía, pera, manzana, papaya, piña, naranja, melocotón y uva; y plantas silvestres como lechuga, coles y algunos hongos (Pámies, 2005).

Esta especie entra en celo en el mes de enero, sin embargo, llega a su punto máximo en los meses de junio, julio y agosto (Castaño-Mora y Lugo, 1981). Para anidar, la *G. denticulata* suele poner los huevos sobre la tierra, aunque en algunas ocasiones cava un nido. Es capaz de poner hasta una decena de huevos en varias puestas. Los huevos se deben incubar a 30°C con una humedad de 80% durante 150 días (Pámies, 2005).

### 2.3. Situación actual e importancia de la *Geochelone denticulata*

Actualmente, la *Geochelone denticulata* está clasificada como especie vulnerable en la lista roja de especies amenazadas de la UICN, debido a que es la más comercializada por el tráfico ilegal (UICN, 2017). Existen otros factores que limitan la densidad poblacional de esta especie, entre los cuales tenemos la disminución de refugios naturales para evitar así a sus depredadores, causado por la destrucción de su hábitat a manos de la creciente población humana (Moskovitis, 1985).

La *Geochelone carbonaria* y la *Geochelone denticulata* son especies utilizadas por las poblaciones locales como fuente de alimento, siendo la carne de la *Geochelone denticulata* un gran aporte para la alimentación en los asentamientos humanos ubicados a lo largo del Río Pachitea; este río nace de la confluencia del río Pichis y del río Palcazú, sale de Pasco, atraviesa Huánuco y desemboca finalmente en el curso superior del río Ucayali; la carne de esta tortuga ocupa el segundo lugar de las especies de fauna silvestre que contribuyen a la alimentación en esta región (Pierret y Dourojeanni, 1966).

### 2.4. Evaluación de la condición corporal

El ratio de Jackson fue propuesto por Oliphant Jackson, el cual permite determinar si una tortuga perteneciente a las especies *Testudo graeca* o *Testudo hermanni* se encuentra en una condición corporal adecuada (Jackson, 1980). Para obtener un índice y luego clasificarlo según Jackson propone, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$RJ = P/L^3$$

Donde:

RJ = Ratio de Jackson

P = Peso vivo del animal (g)

L = Longitud del caparazón (cm)

Los resultados obtenidos de esta fórmula se interpretan con lo señalado en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Interpretación de los índices del ratio de Jackson

Índice	Interpretación
0.16	La tortuga está desnutrida.
0.17	La condición corporal es pobre.
0.19	La condición corporal es adecuada.
0.21	Es la mejor relación longitud/peso.
0.23	La tortuga tiene sobrepeso.

Fuente: Jackson (1980)

Existen otros métodos para determinar condición corporal en tortugas que se basan en la clasificación visual. Uno de los métodos se basa en la observación del plastrón y es aplicado principalmente a tortugas marinas, aunque se ha derivado una variación para las tortugas terrestres. Podemos considerar a las tortugas con una condición corporal buena cuando tienen el plastrón convexo, moderada cuando tienen el plastrón plano, pobre cuando tienen el plastrón cóncavo y muy pobre cuando se observan huesos en el plastrón. La clasificación es visual y se realiza colocando a la tortuga en una superficie blanda tensada de manera recta capaz de soportar el peso de la tortuga, pero que a la vez permitan que las aletas caigan libremente; sin embargo, cuando nos referimos a las tortugas terrestres, nuestra atención se fija principalmente en la forma del caparazón y la acumulación de grasa en las zonas de articulación de las patas (Flint y otros, 2009).



## 2.5. Aspectos del examen clínico en tortugas

El análisis sanguíneo es importante dentro del examen clínico para determinar el estado de salud del animal, debido a que la sangre participa en casi todos los procesos bioquímicos del cuerpo, por lo que alteraciones en el estado de la sangre nos permiten sospechar de posibles enfermedades o lesiones. La sangre es una muestra que se puede obtener fácilmente del animal sin causarle daño, es por ello que el hemograma se vuelve en un elemento de diagnóstico muy útil (Medway y otros, 1986). Se recomienda realizar hemogramas completos a los pacientes, ya que de esta manera se tiene un mejor panorama del estado general del paciente, lo cual se complementa con el examen externo que se realiza durante la revisión clínica (Rebar y otros, 2002). Otro punto a tener en cuenta es que los valores obtenidos a partir de la muestra pueden verse afectados en cuanto a su composición debido a factores como edad, sexo, gestación, ejercicio, manejo y alimentación (Medway y otros, 1986). Los lugares más usados en quelonios para la toma de muestras son: la vena coccigea superior o vena caudal dorsal, vena del brazo, vena yugular, punción cardiaca transplastral, punción cardiaca subcervical, vena dorsal del cuello o subcarapacial (Troiano y Silva, 1998).

Por lo general, para estudios hematológicos se recolecta la sangre en tubos que contengan EDTA (etilendiaminotetracético), sin embargo, cuando hablamos de quelonios, el EDTA causa hemólisis, por lo que es necesario utilizar otros anticoagulantes, siendo la Heparina-Litio el más adecuado (Mader, 1996). La razón por la que el EDTA causa hemólisis se debe a los cambios osmóticos que produce el anticoagulante (Hattingh y Smith, 1976).

En el Cuadro 2, se muestran los valores de la serie eritrocítica en tortugas *Geochelone denticulata*.

Cuadro 2. Valores de la serie eritrocítica en *Geochelone denticulata*

Variables	Media $\pm$ D.S.	Rango
Eritrocitos ( $\times 10^6 \mu\text{l}$ )	$0.44 \pm 0.19$	(0.17 – 0.85)
Hematocrito (%)	$20.3 \pm 5.2$	(11 – 29)
Hemoglobina (g/dl)	$7.0 \pm 2.2$	(3.1 – 12.2)
VCM (fl)	$502.7 \pm 151$	(253.2 – 1000)
HCM (pg)	$171.4 \pm 56.6$	(81 – 408)
CHCM (g/dl)	$34.10 \pm 3.3$	(26 – 45.2)

Fuente: Cabrera y otros (2011)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del zocriadero Wildlife & Fish, ubicado en la carretera al Trópico de la urbanización Manuel Arévalo III Etapa, de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad.

#### **3.2. Animales en estudio**

Durante los meses de abril y mayo del 2019 se evaluaron 50 tortugas, 23 machos y 27 hembras; provenientes del Zocriadero "Wildlife y Fish", todos los animales se encontraban mantenidos bajo las mismas condiciones de alojamiento, alimentación y control sanitario. Estas tortugas fueron alimentadas a base de camote, maíz y lechuga, cuyas proporciones varían según la disponibilidad de los insumos.

Criterios de inclusión:

Se consideraron únicamente tortugas con una longitud mayor a 10 cm, debido a que las tortugas con esta medida o menor, tienden a dar un resultado erróneo muy por debajo de la condición corporal real. Se hizo una evaluación clínica general antes de tomar los datos para determinar el estado de salud de las tortugas, además de observar sus niveles de actividad dentro del terrario.

Criterios de exclusión:

No se consideraron tortugas con signos de enfermedad, recién llegadas al zoológico y aquellas que aún se encuentran en el área de cuarentena.

### **3.3. Variable independiente**

- Peso de las tortugas
- Longitud del caparazón
- Parámetros hematológicos

### **3.4. Variable dependiente**

- Índices del ratio de Jackson

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1. Aplicación del ratio de Jackson**

Para poder determinar el índice de condición corporal mediante el ratio de Jackson, fue necesario tomar dos medidas morfométricas: la longitud del caparazón y el peso del animal. Para la toma de la longitud del caparazón se utilizó una regla especial que se acopla al caparazón de las tortugas y permitió medirlas de manera precisa. Asimismo, se pesó a las tortugas con una balanza digital de péndulo.

Una vez se obtuvieron ambas medidas, se procedió a aplicar la fórmula propuesta por Jackson (1980):

$$RJ = P/L^3$$

Donde:

RJ = Ratio de Jackson

P = Peso vivo del animal (g)

L = Longitud del caparazón (cm)

Para tomar las medidas, se eligieron las tortugas al azar, se les sujeto por los laterales del caparazón y se las llevó hacia el exterior del terrario donde se colocaron sobre una red para poder colgarla de esta manera en la balanza y evitar que se muevan demasiado al momento del pesaje. Después de determinar el peso, se procedió a utilizar la regla graduable para acoplarla al caparazón de las tortugas y poder medirlas con precisión. Una vez se obtuvieron ambas medidas se regresó a la tortuga al terrario y se le escribió un número sobre el caparazón para posterior ubicación.

### **3.5.2. Toma de muestras de sangre**

Se procedió a tomar una muestra de sangre utilizando la vena subcaparacial, realizando una limpieza y desinfección previa de la zona de punción. Para tomar la muestra de sangre se empleó una jeringa de 5 ml con aguja 22G x 1", en la cuál se recolectaron 4ml de sangre y se pasaron al tubo conteniendo el anticoagulante Heparina-Litio. Todas las muestras se colocaron en un cooler pequeño con refrigerante para mantener la integridad de la muestra por más tiempo. Una vez se obtuvieron todos los datos se marcó el caparazón de los ejemplares con su numeración respectiva utilizando plumón indeleble para que no sean medidos nuevamente a posterior.

### **3.5.3. Determinación de valores hematológicos**

Para determinar el hematocrito se utilizaron capilares de microhematocrito no heparinizados, los cuales se taparon en un extremo con

plastilina y se colocaron en la centrífuga a 7 000 rpm durante 5 minutos, luego se procedió a realizar el cálculo del hematocrito.

Para determinar el nivel de hemoglobina se utilizó el método de la cianometahemoglobina. Se extrajeron 5 ml de reactivo de Drabkin en cada tubo de ensayo y luego se añadieron 20 ul de muestra, se mezcló y dejó reposar por 10 minutos. Una vez cumplido el reposo se procedió a hacer la lectura en el espectrofotómetro a 540 nm.

Para el recuento diferencial de leucocitos se realizaron frotices sanguíneos durante el proceso de determinación de hematocrito, luego se procedió a colocar aceite de inmersión y realizar el conteo con la ayuda del microscopio. Se contaron 100 células por frotis y a partir de eso se determinó el porcentaje diferencial de leucocitos.

### **3.6. Análisis de datos**

Los datos se organizaron en tablas de Excel y a partir de eso se procedió a calcular todos los valores necesarios, como son el índice del ratio de Jackson, el valor de hemoglobina, el porcentaje de hematocrito y los valores del recuento diferencial de leucocitos, asimismo los promedios, rangos y desviación estándar de cada uno de estos.

Se consideraron a su vez los resultados de las pruebas hematológicas en conjunto con el examen clínico para comparar con los índices obtenidos con el ratio de Jackson e interpretar si se obtienen valores fiables o no.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Peso corporal y longitud del caparazón

En el Cuadro 3, se muestran los valores promedio del peso corporal y la longitud del caparazón del total poblacional. Además, se muestra los valores promedio del peso corporal y la longitud del caparazón con relación al sexo.

Cuadro 3. Valores promedio de peso corporal y longitud de caparazón de la población total y con relación al sexo de 50 tortugas

Variables	Total	Hembra (n = 27)		Macho (n = 23)	
	Media ± D.S.	Media ± D.S.	Rango	Media ± D.S.	Rango
Peso corporal (kg)	7.96 ± 1.8	8.61 ± 1.85	(3.6 - 11.52)	7.2 ± 1.43	(4.42 - 10.22)
Longitud del caparazón (cm)	33.73 ± 3	33.6 ± 3.55	(24.5 - 38.9)	33.8 ± 2.4	(29 - 38)

### 4.2. Examen sanguíneo

En el Cuadro 4, se muestra los valores de hemoglobina y hematocrito del total poblacional. El promedio hallado en el presente estudio con respecto al hematocrito fue de  $21.24 \pm 6.61\%$  (9.80% - 39.13%) y hemoglobina de  $6.5 \pm 2.16\%$  (2.41% - 11.43%)

Cuadro 4. Valores promedio de hemoglobina y hematocrito en 50 tortugas *G. denticulata* en cautiverio

Variables	Media $\pm$ D.S.	Rango
Hemoglobina (g/dl)	6.45 $\pm$ 2.16	(2.41 - 11.43)
Hematocrito (%)	21.69 $\pm$ 6.61	(9.80 - 39.13)

Con los datos de hemoglobina se procedió a separar dos grupos: tortugas con bajo nivel de hemoglobina, valores menores a 3.1 g/dl; y tortugas con un nivel de hemoglobina normal, valores entre 3.1 g/dl y 12.2 g/dl; como se puede observar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Clasificación de tortugas según el nivel de hemoglobina

Grupos	Cantidad	Porcentaje
Hemoglobina baja	5	10%
Hemoglobina normal	45	90%

En el Cuadro 6, se muestra los valores del recuento diferencial de la serie leucocítica del total poblacional. La distribución celular de heterófilos 70.36%, linfocitos 19.94%, eosinófilos 8.06% y basófilos 1.64%.

Cuadro 6. Valores promedio de la serie leucocítica en 50 tortugas *G. denticulata* en cautiverio

Variables	Media $\pm$ D.S.	Rango
Heterófilos (%)	70.36 $\pm$ 6.70	(50 - 84)
Linfocitos (%)	19.94 $\pm$ 5.64	(8 - 34)
Basófilos (%)	1.64 $\pm$ 1.15	(0 - 5)
Eosinófilos (%)	8.06 $\pm$ 3.12	(2 - 18)



### 4.3. Aplicación del ratio de Jackson

En el Cuadro 7, se muestra el total de ejemplares hallados por índice de clasificación según el Ratio de Jackson, donde hay 4 animales con desnutrición, 8 con condición corporal pobre, 14 con condición corporal adecuada, 13 con condición corporal óptima y 11 con sobrepeso.

Cuadro 7. Clasificación de tortugas según los índices del Ratio de Jackson

Índices	Condición	n	%
0.16 - menos	Desnutrición	4	8
0.17 - 0.18	Pobre	8	16
0.19 - 0.20	Adecuada	14	28
0.21 - 0.22	Óptima	13	26
0.23 - más	Sobrepeso	11	22

En el Cuadro 8, se muestra los índices del ratio de Jackson clasificados según el sexo, donde podemos observar que el grupo de hembras tienen un mayor porcentaje de sobrepeso (37.04%) en comparación con el grupo de machos (4.35%). No se observan hembras con índice de desnutrición, esto puede deberse a que los machos suelen pelear activamente incluso cuando se les da de comer, mientras que las hembras se alimentan con tranquilidad.

Cuadro 8. Clasificación de tortugas según los índices del Ratio de Jackson con relación al sexo

Índices	Condición	n		%	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
0.16 - menos	Desnutrición	4	0	17.39	0
0.17 - 0.18	Pobre	7	1	30.43	3.7
0.19 - 0.20	Adecuada	9	5	39.13	18.52
0.21 - 0.22	Óptima	2	11	8.7	40.74
0.23 - más	Sobrepeso	1	10	4.35	37.04
Total		23	27	100	100

En el Cuadro 9, se muestra la comparación entre el grupo de hemoglobina baja y sus respectivos índices del Ratio de Jackson obtenidos, donde se puede observar que sólo una de las tortugas tiene un índice de 0.16, lo cual la ubica en una condición de desnutrición, mientras que las demás, a pesar de tener hemoglobina baja, se encuentran una dentro del índice de peso óptimo y dos dentro del índice de sobrepeso.

Cuadro 9. Comparación entre el grupo de hemoglobina baja y los índices obtenidos del Ratio de Jackson

Ratio de Jackson		Hemoglobina (g/dl)
Índice	Condición	
0.16	Desnutrición	3.06
0.36	Sobrepeso	2.72
0.21	Óptima	2.96
0.21	Óptima	3.09
0.25	Sobrepeso	2.41

## V. DISCUSIONES

Después de clasificar los datos obtenidos de peso y longitud de los animales estudiados, se pudo evidenciar que la media de peso es mayor en las hembras con respecto a los machos. Contrariamente, la longitud del caparazón es mayor en los machos.

El valor promedio de hemoglobina de 6.5 g/dl ( $\pm$  D.S 2.16) que hemos determinado en este trabajo, es similar al reportado para *G. denticulata* con 7.0 g/dl ( $\pm$  D.S. 2.2) (Cabrera y otros, 2011), encontrándose dentro del rango de variación. Los valores de hemoglobina descritos para *Testudo marginata* de 37.3 g/dl ( $\pm$  D.S. 15.2) (López-Olvera y otros, 2003), es mayor comparándolo a los resultados anteriormente mencionados, por lo que la variación del valor de hemoglobina sería propia de la especie. Teniendo en cuenta los niveles de hemoglobina, se considera que aquellas tortugas con un nivel bajo se encuentran con un cuadro de anemia y desnutrición. Tras evaluar a todas las tortugas y no encontrar lesiones de gran magnitud, podemos descartar que los bajos niveles de hemoglobina se traten de pérdida de sangre, con lo cuál podemos afirmar que los bajos niveles de hemoglobina de estas tortugas están relacionados con diversos factores, como viene a ser la alimentación y las peleas que se dan activamente entre machos.

El valor de hematocrito determinado en este trabajo fue de 21.24% ( $\pm$  D.S. 6.61), el cuál es similar al reportado por Cabrera y otros (2011), donde se determinó un valor promedio de 20.3% ( $\pm$  D.S. 5.2). Este valor es similar también al reportado en *Phrynos hylaru* por Troiano y Silva (1998), con un valor de 20.86% ( $\pm$  D.S. 3.1). El incremento del hematocrito está asociado a la deshidratación, causando policitemia; mientras que la disminución del mismo está asociado a la anemia. Valores por debajo del 10% nos indican la valoración de una transfusión sanguínea (Frye, 1991).

En el presente estudio se reportó un mayor porcentaje de heterófilos con relación a los demás tipos de leucocitos, con un valor promedio de 70.36% ( $\pm$  D.S. 6.70). Este resultado está por encima del reportado para *G. denticulata* con 55.6% ( $\pm$  D.S. 20.1) (Cabrera y otros, 2011). La heterofilia en reptiles está generalmente asociada a procesos inflamatorios, enfermedades bacterianas y parasitarias (Faggioni, 2006). Hay autores que reportan la heterofilia en animales saludables asociada a estrés y cambios estacionales (Roskopf, 2000). El presente estudio se realizó entre los meses de abril y mayo, por lo que se presume que las variaciones climáticas podrían haber afectado en los resultados, así como el estrés que pueden tener los animales al vivir un gran número en un espacio reducido.

El porcentaje de eosinófilos reportado en este trabajo fue de 8.06% ( $\pm$  D.S. 3.12), el cuál está por debajo del reportado para *G. denticulata* 15.8% ( $\pm$  D.S. 8.9) (Cabrera y otros, 2011). Sin embargo, se encuentra dentro del rango de los valores reportados por ISIS (1999) y López-Olvera (2003) cuyos valores promedio fueron de 6.2% ( $\pm$  D.S. 0.8) y 8.7% ( $\pm$  D.S. 7.9) respectivamente. Respecto al porcentaje de basófilos se encontró 1.64% ( $\pm$  D.S. 1.15), el cuál se asemeja al reportado para *G. denticulata* (Cabrera y otros, 2011) con 1.5% ( $\pm$  D.S. 2.1). El incremento de basófilos está relacionado con infecciones parasitarias e infecciones virales (Innis y otros, 2007). En este caso vemos que se mantiene dentro del rango normal, adicionando esto al porcentaje de eosinófilos que también guarda relación con las infecciones parasitarias (McArthur y otros, 2001), podemos decir que los especímenes no se encuentran con parasitosis.

En cuanto al porcentaje de linfocitos, fue de 19.94% ( $\pm$  D.S. 5.64), el cuál es menor al reportado en *G. denticulata* con 25.5% ( $\pm$  D.S. 18.1) (Cabrera y otros, 2011). La disminución de linfocitos está relacionada a enfermedades asociadas con la inmunosupresión, el estrés y la malnutrición crónica (Strik y otros, 2007). En el caso de este estudio, no existen evidencias clínicas de

enfermedad ni de malnutrición crónica, sin embargo, existe un cierto nivel de estrés a causa de la sobrepoblación del terrario donde se encuentran las tortugas y las continuas peleas entre machos.

No se han realizado estudios sobre la aplicación del ratio de Jackson en las tortugas *G. denticulata*. Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron comparados con las investigaciones realizadas en las tortugas *Testudo hermanni* y *Testudo graeca*, que es en las que se propuso el método originalmente (Jackson, 1980).

Al aplicar el Ratio de Jackson se obtuvieron valores muy por encima de los índices propuestos del método, teniendo 0.36 como índice máximo. Esto puede deberse a la diferencia morfológica que existe entre la *G. denticulata* y las *T. hermanni* y *T. graeca*, para las que fue elaborado el método. Cuando realizamos la separación según sexo para los índices del ratio de Jackson, podemos ver que los machos se mantienen dentro de los índices propuestos (Jackson, 1980), siendo estos lo que son más activos durante todo el día. Por otro lado, en el caso de las hembras tenemos a 5 que superan notablemente el índice límite de 0.23, y esto puede deberse a que las hembras son las que se alimentan mejor y pasan la mayor parte del día realizando pocas actividades, ya que son por lo general molestadas por los machos y buscan lugares donde refugiarse y estar tranquilas, lo cuál aumenta la probabilidad de desarrollar sobrepeso. Hay mayor aumento de peso durante el verano, lo cuál podría verse reflejado en los especímenes mencionados (Jackson, 1980). Otra razón para tener valores por encima del rango máximo en las hembras viene a ser la posibilidad de que estas tengan huevos en su interior tomando en cuenta que se realizó el experimento dentro de la época reproductiva (Castaño-Mora y Lugo, 1981).

Cuando realizamos la comparación entre el grupo de hemoglobina baja y los índices del ratio de Jackson obtenidos, podemos ver que solo un animal con hemoglobina baja presenta un índice de desnutrición. Esto puede deberse

a que las muestras de estos animales se contaminaran con linfa, modificando de esa manera la lectura de hemoglobina en el espectrofotómetro (Troiano y Silva, 1998).

## VI. CONCLUSIONES

El ratio de Jackson permite determinar la condición corporal en las tortugas *Geochelone denticulata*.

La lectura de hemoglobina no está directamente relacionada a la condición corporal.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios sobre parámetros hematológicos contrastando diferentes vías de obtención de muestra sanguínea.

Realizar investigaciones considerando la densidad poblacional como un factor determinante en los valores hematológicos y la condición corporal.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, L. 1997. Nutrition and Nutritional Disorders. In: The Biology, Husbandry and Health Care of Reptiles. Edit. TFH Publications Inc. New Jersey, 3: 797-798.

Cabrera, M., Li, O., Gálvez, H., Sánchez, N., Rojas, G. 2011. Valores hematológicos de la tortuga motelo (*Geochelone denticulata*) mantenida en cautiverio. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 22(2), 144-150.

Castaño-Mora, O., Lugo, R. 1981. Estudio comparativo del comportamiento de dos especies de morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfología externa. Tesis de Biólogo. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 10: 55-122.

Castaño-Mora, O. y Medem, F. 2002. *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata*. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá, Colombia, 10: 37-38.

Ernst, C., Altenburg, R., Barbour, R. 1997. Turtles of the World. ETI Information Systems Ltd, Netherlands. 328p.

Faggioni, C. 2006. Haemogregarines in Reptiles and Amphibians. University of Georgia. Athens, GA. Recuperado de: <http://www.vet.uga.edu/VPP/clerk/faggioni/index.php>

Flint, M., Patterson-Kane, J., Mills, P., Limpus, C. 2009. A veterinarian's guide for sea turtle post mortem examination and histological investigation. The University of Queensland. 56p.

Frye, F. 1991. Biomedical and Surgical Aspects of Captive Reptile Husbandry. Malabar, Florida. Krieger Publishing, 2nd Volume.

Hattingh, J., Smith, E. 1976. Anticoagulants for avian and reptilian blood: Heparin and EDTA. *Pflugers Archiv European Journal of Physiology*, 363(3), 267-269.

Innis, Ch., Tlusty, M., Wunn, D. 2007. Hematologic and plasma biochemical analysis of juvenile head-started northern red-bellied cooters (*Pseudemys rubriventis*). *J Zoo Wild Med.* 38: 425-432.

ISIS. International Species Information System. 1999. Valores Hematológicos de la Tortuga *Geochelone carbonaria*. Recuperado de: <http://www.isis.org.com>

Jackson, O. 1980. Weight and measurement data on tortoises (*Testudo graeca* and *Testudo hermanni*) and their relationship to health. *Journal of Small Animal Practice*, 21: 409-416.

Jiménez, M. 2007. El zoológico electrónico. Recuperado de: <http://www.damisela.com/zoo/rep/tortugas/cripto/testu/denticulata/taxa.htm>

Legler, J. 1963. Tortoises (*Geochelone carbonaria* in Panamá: distribution and variation. *American Midland Naturalist*, 70: 490-503.

Lowell, A. 1998. The biology, husbandry and health care of reptiles. Vol III. T.F.H. Publications, INC. United States of America. Chapter: Diagnostics procedures: hematology. 446p.

López-Olvera, J., Montané, J., Marco, I., Martínez-Silvestre, A., Soler, J., Lavín, S. 2003. Effect of venipuncture site on Hematologic and Serum Biochemical parameters in Marginated Tortoise (*Testudo marginata*). Universidad Autónoma de Barcelona, España. *Journal of Wildlife Diseases*, 39(4): 830-836.

Mader, D. 1996. Reptile Medicine and Surgery: First Edition. W. B. Saunders Company, Philadelphia. University of California. USA.

McArthur, S., Wilkinson, R., Barrows, M. 2001. Tortoises and turtles. Manual of Exotic Pets. BSAVA. 4: 208-222.

Medway, W., Prier, J., Wilkinson, J. 1986. Patología Clínica Veterinaria (Primera Edición). México: Editorial Hispano Americana S.A. 523p.

Moskovits, D. 1985. The behavior and ecology of the two Amazonian tortoises, *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata*, in northwestern Brazil. PhD. Dissertation, University of Chicago, Illinois. 317-328.

Montilla, A., Hernández, J., Alvarado, M. 2006. Valores Hematológicos de la Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) presente en la Alta Guajira. FUC-LUZ. 16(3): 219-226.

Owens, D., Ruiz, G. 1980. New methods of obtaining blood and cerebrospinal fluid from marine turtles. Herpetol. 36: 17-20.

Pámies, E. 2005. Infotortuga.com Portal especializado en tortugas. Recuperado de: [http://www.infotortuga.com/chelonoidis\\_denticulata.htm](http://www.infotortuga.com/chelonoidis_denticulata.htm)

Pierret, P., Dourojeanni, M. 1966. La caza y la alimentación humana en las riberas del Río Pachicha, Perú. Turrialba 16: 271-277.

Pritchard, P., Trebbau, P. 1984. The Turtles of Venezuela. Contributions to Herpetology. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 414p.

Rebar, A., Mac, W., Metzger, F. 2002. Manual de Hematología de perros y gatos. Primera Edición Española. Multimédica S.A. Barcelona, España.

Roskopf, W. 2000. Disorders of Reptilian Leukocytes and Erythrocytes. Funge A. Laboratory Medicine. Avian and Exotic Pets. W.B. Saunders Company. 22: 198-204.

Spiess, P. 1997. "The Red-Footed Tortoise (*Geochelone carbonaria*), a South American Treasure" Recuperado de: <http://www.kingsnake.com/rockymountain/RMHPages/RMHredfoot.htm>

Stril, N., Alleman, A., Harr, K. 2007. Circulating inflammatory cells. Jacobson ER: Infectious Diseases and Pathology of Reptiles. Cabo Raton, Florida. CRC Press: 167-218.

Tabaka, C., Senneke, D. 2003. World Chelonian Trust. Turtle and tortoise conservation and Care. Tortuga de patas amarillas – *Geochelone denticulata*. Recuperado de: <http://www.chelonia.org/Articles/Gdenticulatacare.htm>

Troiano, J., Silva, M. 1998. Valores Hematológicos en Tortuga terrestre argentina (*Chelonoidis chilensis chilensis*). *Analecta Veterinaria*. 18: 47-58.

IUCN. 2017. *Chelonoidis denticulata*. The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T9008A12949796.en>

Vargas-Ramirez, M., Jerome, M., Uwe, F. 2010. "Red- and yellow-footed tortoises, *Chelonoidis carbonaria* and *C. denticulata* (Reptilia: Testudines: Testudinidae), in South American savannahs and forests: do their phylogeographies reflect distinct habitats?". *Organisms, Diversity and Evolution*. 10: 161-172

Vinke, S., Holger, V., Thomas, V., Susanne, V. 2008. South American Tortoises (Chelonian Library Vol. 3). Germany: Edition Chimera. 360p.

Willemsen, R., Hailey, A. 2002. Body mass condition in Greek tortoises: regional and interspecific variation. *Herpetological Journal* 12, 105-114.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Datos recolectados de 50 tortugas *Geochelone denticulata*

N	SEXO	LONGITUD (cm)	PESO (kg)	RATIO DE JACKSON	HEMOGLOBINA (g/dl)	HEMATOCRITO (%)
1	M	31.60	6.18	0.20	5.10	17.39
2	M	35.00	7.54	0.18	8.40	33.30
3	H	34.00	8.26	0.21	8.47	21.74
4	M	30.70	6.04	0.21	4.97	17.39
5	M	31.90	6.02	0.19	5.88	21.05
6	H	33.90	8.04	0.21	7.11	28.00
7	H	32.60	7.48	0.22	3.54	14.29
8	H	37.10	10.38	0.20	6.63	28.57
9	M	37.10	8.66	0.17	7.79	28.57
10	M	32.30	6.26	0.19	5.20	25.00
11	M	30.40	5.34	0.19	3.57	9.80
12	H	36.10	8.22	0.17	5.58	19.10
13	M	33.50	8.12	0.22	8.81	30.62
14	H	24.50	3.6	0.24	7.58	26.30
15	M	35.50	10.16	0.23	10.34	34.62
16	M	35.10	8.26	0.19	8.30	14.29
17	M	37.00	8.06	0.16	3.06	15.79
18	H	33.10	9.38	0.26	7.79	21.05
19	M	35.10	7.38	0.17	6.46	16.60
20	M	29.00	4.42	0.18	4.18	12.20
21	H	30.90	7.12	0.24	5.92	19.05
22	H	32.40	7.36	0.22	10.17	23.08
23	H	31.20	7.90	0.26	7.92	27.90
24	M	35.30	7.16	0.16	9.42	32.00
25	M	36.90	8.16	0.16	5.51	17.39
26	M	31.30	5.88	0.19	7.65	25.00
27	H	35.70	10.06	0.22	5.85	20.83
28	M	35.20	8.12	0.19	6.94	20.45
29	H	33.00	8.02	0.22	5.51	19.05
30	M	34.60	7.24	0.17	9.86	26.00
31	H	32.60	7.62	0.22	11.43	18.20
32	M	32.30	6.12	0.18	6.90	26.10
33	H	38.40	11.28	0.20	4.52	25.00
34	M	32.90	6.74	0.19	8.71	30.43
35	H	24.50	5.32	0.36	2.72	12.00
36	H	34.20	9.16	0.23	5.24	20.00
37	H	36.90	10.42	0.21	2.96	11.54
38	H	35.30	9.20	0.21	3.09	13.79
39	M	38.00	10.22	0.19	7.28	21.43
40	H	36.00	10.16	0.22	3.81	22.20
41	H	38.10	10.98	0.20	6.43	22.20
42	M	35.00	7.38	0.17	8.33	24.14
43	H	31.70	6.50	0.20	3.91	11.54
44	H	32.00	8.46	0.26	8.03	39.13
45	H	32.30	8.50	0.25	2.41	13.04
46	H	38.90	11.42	0.19	6.33	23.33
47	M	33.50	6.16	0.16	7.35	24.14
48	H	37.70	11.52	0.21	6.53	20.83
49	H	32.80	8.12	0.23	7.28	24.14
50	H	31.30	8.06	0.26	5.68	14.82

Anexo 2. Toma de medidas morfométricas

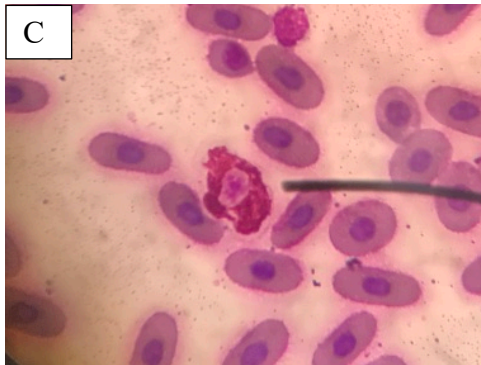


A. Pesaje de tortugas *Geochelone denticulata*



B. Medición de la longitud de caparazón de tortugas *Geochelone denticulata*

Anexo 3. Observaciones de frotices sanguíneos



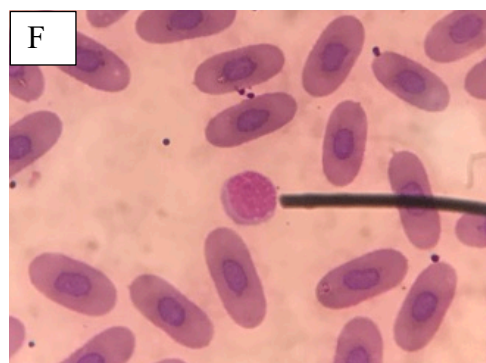
C. Heterófilo de una tortuga  
*Geochelone denticulata*



D. Basófilos de una tortuga  
*Geochelone denticulata*



E. Agregación plaquetaria en  
una tortuga *Geochelone*  
*denticulata*



F. Linfocito en una tortuga  
*Geochelone denticulata*