



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA VIDA



Determinación del estado de salud clínico de hembras anidadoras de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta:

M.V.Z. Aida Mercedes Guevara Meléndez

Directora

Dra. Vanessa Labrada Martagón

Subcomité de Tesis:

Dra. Claudia Castillo Martín del Campo

Dr. Mauricio Comas García

Determinación del estado de salud clínico de hembras anidadoras de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz. © 2024 by M.V.Z.

Aida Mercedes Guevara Meléndez is licensed under **CC BY-NC-ND 4.0**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Facultad de Ciencias por permitirme realizar mis estudios de maestría y por la capacitación profesional adquirida durante mis estudios.

A mi comité tutorial, Dra. Vanessa Labrada Martagón, Dra. Claudia Castillo Martín del Campo y al y Dr. Mauricio Comas García que me brindaron ayuda en cada paso de mi investigación, me brindaron correcciones valiosas para obtener mejores resultados y me dieron palabras de aliento que fueron claves para mi desarrollo personal y académico.

Al equipo del Campamento Tortuguero Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina, especialmente a M. en C. Amelly Hyldaí Ramos y la Biol. Michel Carreón por el arduo trabajo en campo, el apoyo con los muestreos y la amistad incondicional brindada.

Al Dr. Juan Manuel Vargas y la Dra. Patricia Hernández Morales del Laboratorio de análisis clínicos de la Facultad de Ciencias Químicas por la cooperación con el procesamiento de las muestras sanguíneas y obtención de datos bioquímicos en tiempo y forma.

A mi asesora principal Dra. Vanessa Labrada Martagón por todas sus enseñanzas, atención a los detalles y cariño, además de incluirme en cada celebración importante de todos los miembros del Laboratorio de Ecología que fueron de apoyo en mis presentaciones.

A mis amigos que conocí dentro del programa de Maestría, por sus consejos, críticas y apoyo moral durante todo el tiempo de estudio. Verlos trabajar tan arduamente me impulsó para hacerlo mejor. Y mi amigo Biol. Miguel Coronado, por brindarme una amistad sincera e incondicional y ayudarme a conocer su cultura.

Finalmente, a Dios, mi familia y amigos en El Salvador, por darme fuerzas para continuar con mis metas.

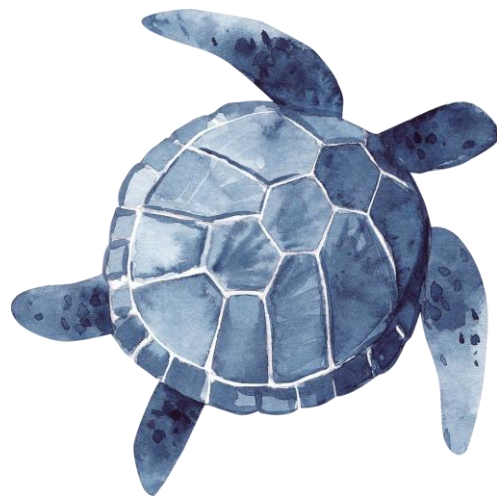


TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Estado del arte: estudios clínicos en tortugas marinas	2
2.2 Estatus taxonómico y de conservación	4
2.3 Distribución e historia de vida	6
2.4 Selección de zonas de anidación	7
2.5 Técnicas de evaluación de salud en tortugas marinas	9
2.5.1 Clínica sanguínea	9
2.5.2 Examen físico y condición corporal	11
2.5.3 Biomarcadores de genotoxicidad	12
2.6 Problemática ambiental en Veracruz y estudios de salud en tortugas marinas	13
3. JUSTIFICACION	15
4. HIPOTESIS	16
5. OBJETIVOS	16
5.1 Objetivo general	16
5.2 Objetivos específicos	17
6. METODOLOGÍA	17
6.1 Zona de estudio.....	17
6.2 Captura de los ejemplares.....	20
6.3 Obtención y procesamiento de muestras sanguíneas.....	20
6.4 Clasificación del estado de salud físico	21
6.5 Conteo de anomalías nucleares (ENA).....	24
6.6 Parámetros hematológicos	25
6.6.1 Hematocrito	25
6.6.2 Hemoglobina	25
6.6.3 Conteo celular en fresco	26
6.6.4 Conteo diferencial de leucocitos	27
6.7 Bioquímica sanguínea	27
7. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA	29
8. RESULTADOS	29

8.1	Estructura poblacional	29
8.2	Estado de salud	30
8.3	Parámetros hematológicos	32
8.3.1	Diferencias entre zonas de anidación	35
8.3.2	Diferencias entre años tortuga lora	39
8.3.3	Diferencias entre especies	40
8.3.4	Relación de parámetros hematológicos y talla	42
8.3.5	Relación de parámetros hematológicos e índice de salud físico	43
8.3.6	Relación de parámetros hematológicos y anormalidades nucleares	44
8.3.7	Conteo diferencial	46
8.4	Análisis bioquímicos	47
8.4.1	Diferencias entre zonas de anidación	52
8.4.2	Diferencias entre años tortuga lora	56
8.4.3	Diferencias entre especies	58
8.4.4	Correlación de parámetros bioquímicos y talla.....	60
8.4.5	Correlación de parámetros bioquímicos e índice físico de salud	61
8.4.6	Correlación de parámetros bioquímicos y anormalidades nucleares.....	61
9.	DISCUSIÓN.....	63
9.1	Estructura poblacional	63
9.2	Índice de salud físico.....	63
9.3	Parámetros hematológicos	65
9.3.1	Diferencias entre zonas de anidación	66
9.3.2	Diferencias por años tortuga lora	67
9.3.3	Diferencias entre especies	68
9.3.4	Correlación de parámetros hematológicos y talla.....	68
9.3.5	Correlación de parámetros hematológicos e índice de salud físico	69
9.3.6	Correlación de parámetros hematológicos y anormalidades nucleares	70
9.4	Parámetros bioquímicos	72
9.4.1	Diferencias entre zonas de anidación	73
9.4.2	Diferencias por años tortuga lora	74
9.4.3	Diferencias entre especies	75
9.4.4	Correlación de parámetros bioquímicos y talla.....	77

9.4.5	Correlación de parámetros bioquímicos y anormalidades nucleares.....	77
9.5	Evaluación de anormalidades nucleares por especie.....	78
10.	CONCLUSIONES.....	81
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
12.	ANEXOS.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de evaluación del estado de salud física de acuerdo al tipo de lesión observado (Tomado y modificado de Nolte 2020).....	23
Tabla 2. Tipo de condición corporal según las puntuaciones obtenidas del índice de condición corporal compuesto. (Tomado de Nolte et al. 2020)	23
Tabla 3. Parámetros evaluados en suero de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) capturadas en Nautla y Vega de la Torre, Veracruz.	28
Tabla 4. Número de tortugas (<i>L. kempii</i> y <i>C. mydas</i>) muestreadas durante el periodo 2023-2024.....	30
Tabla 5. Largo curvo de caparazón (LCC) de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.	30
Tabla 6. Parámetros de hematología de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) de Nautla y Vega de la Torre, Veracruz periodo 2023-2024.....	33
Tabla 7. Comparación de parámetros hematológicos de poblaciones de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) del Golfo de México y de tortugas lora capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz.....	34
Tabla 8. Comparación de parámetros hematológicos de poblaciones de tortuga verde (<i>C. mydas</i>) obtenidos en este estudio en playas de Veracruz, México y otras poblaciones de anidadoras alrededor del mundo.....	35
Tabla 9. Resultados prueba de Kruskal –Wallis y ANOVA para parámetros hematológicos por zonas de anidación (A-B-C) de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>)	36
Tabla 10. Resultados estadísticos (prueba de U-Mann Whitney y T-student para datos no paramétricos y paramétricos) parámetros hematológicos por especie <i>L. kempii</i> - <i>C. mydas</i> . 41	
Tabla 11. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre el parámetro morfológico de talla (LCC) con parámetros hematológicos de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>).....	42
Tabla 12. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) con parámetros hematológicos de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>).....	45
Tabla 13. Parámetros de bioquímica sanguínea de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) de Nautla y Vega de la Torre, Veracruz periodo 2023-2024. DE= desviación estándar, BUN= nitrógeno ureico, AST= aspartato aminotransferasa, ALT= alanino aminotransferasa.	48
Tabla 14. Comparación de parámetros bioquímicos de poblaciones de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) clínicamente sanas del Golfo de México y de tortugas lora capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz.....	50

Tabla 15. Comparación de parámetros bioquímicos de poblaciones de tortuga verde (<i>C. mydas</i>) y de tortugas verde capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz.....	51
Tabla 16. Resultados prueba de Kruskall –Wallis y ANOVA para parámetros bioquímicos por zonas de anidación (A-B-C) de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>)	53
Tabla 17. Resultados estadísticos (prueba de U-Mann Whitney y T-student para datos no paramétricos y paramétricos) parámetros bioquímicos por especie <i>L. kempii</i> - <i>C. mydas</i>	59
Tabla 18. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre el parámetro morfológico de talla (LCC) con parámetros bioquímicos de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>).....	60
Tabla 19. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) con parámetros bioquímicos de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>).....	61
Tabla 20. Comparación de la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) por especie...	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquematzación de la estratificación de la playa en: Zona de lavado (Zona A), zona media (zona B) y zona de vegetación (zona C).....	9
Figura 2. Límites del área de trabajo del Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.....	19
Figura 3. Clasificación de zonas para la ubicación de lesiones, condiciones de la piel y epibiontes en las hembras anidadoras de tortuga verde (<i>C. mydas</i>) y tortuga lora (<i>L. kempii</i>)....	24
Figura 4. Estado de salud física de hembras anidadoras (<i>L. kempii</i>) capturadas en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.....	31
Figura 5. Estado de salud física de hembras anidadoras (<i>C. mydas</i>) capturadas en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.....	31
Figura 6. Heterófilos (%) de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.	38
Figura 7. Linfocitos (%) de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.....	38
Figura 8. Linfocitos (cel/uL) de tortuga lora (<i>L.kempii</i>) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.....	39
Figura 9. Leucocitos totales (cel/uL) de tortuga lora (<i>L.kempii</i>) por años de muestreo en Veracruz.	39
Figura 10. Variables hematológicas de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) a) linfocitos (cel/uL) b) eosinófilos (cel/uL) c) monocitos (cel/uL) y d) razón H/L por años de muestreo en Veracruz....	40
Figura 11. Relación entre el largo curvo del caparazón (LCC) y valores de heterófilos (cel/uL) de tortuga verde (<i>C. mydas</i>).....	43
Figura 12. Relación entre el índice de salud físico (ISF) y valores de eosinófilos (cel/uL) de tortuga verde (<i>C. mydas</i>)	43
Figura 13. Relación entre el índice de salud físico (ISF) y valores de eosinófilos (%) de tortuga verde (<i>C. mydas</i>)	44
Figura 14. Leucocitos observados en hembras anidadoras de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) (Fotografía 1,3) (40x) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) (Fotografía 2,4,5,6) (60x)..	46
Figura 15. Glucosa (mg/dL) de tortuga verde (<i>C. mydas</i>) de las playas de Veracruz agrupadas por sitios de anidación.	55
Figura 16. Triglicéridos (mg/dL) de tortuga verde (<i>C. mydas</i>) de las playas de Veracruz agrupadas por sitios de anidación.....	55
Figura 17. Variables bioquímicas de tortuga lora (<i>L.s kempii</i>) a) Creatinina b) AST c) ALT por años de muestreo en Veracruz.....	56

Figura 18. Variables bioquímicas de tortuga lora (<i>L. kempii</i>) a) calcio b) colesterol total c) glucosa por años de muestreo en Veracruz.	57
Figura 19. Frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) por especie tortuga lora (<i>L. kempii</i>) y tortuga verde (<i>C. mydas</i>) de las playas de Veracruz.....	62

INDICE DE ANEXOS

Anexo 2. Formato de captura individual	102
Anexo 3. Formato de registro de fibropapilomas	103

LISTA DE ABREVIATURAS

ACC: Ancho curvo de caparazón

A:G: Razón albúmina/globulina

ALB: Albúmina

ALP: Fosfatasa alcalina

ALT: Alanina aminotransferasa

AMI: Amilasa

AN: Anormalidades nucleares

AST: Aspartato transaminasa

BILT: Bilirrubina total

BUN: Nitrógeno ureico

Ca:P: Razón calcio: fósforo

CK: Creatinina quinasa

COL: Colesterol

DDTs: diclorodifeniltricloroetano

DOF: Diario Oficial de la Federación

GLOB: Globulinas

GLU: Glucosa

H/L: Heterófilo/Linfocito

iCa: Calcio ionizado

ISF: Índice de salud físico

IR: Índice de referencia

LCC: Largo curvo de caparazón

LDH: lactato deshidrogenasa

LIP: Lipasa

MN: Micronúcleos

ND: No disponible

OCs: Pesticidas organoclorados

PCBs: Bifenilos policlorados

PBDEs: Éteres de difenilo polibromados

POPs: Contaminantes orgánicos persistentes

PT: Proteínas totales

TRI: Triglicéridos

UA: Ácido úrico

RESUMEN

El Golfo de México y en particular las playas del Veracruz en México, se consideran un importante sitio de anidación para la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Así mismo es un área que ha sido muy impactada por diversos contaminantes a través de los años como hidrocarburos, metales pesados y otros xenobióticos que han puesto en peligro el equilibrio de la gran variedad de biodiversidad que el Golfo de México posee (Botello et al., 2005; Kenyon et al., 2001; Perry et al., 2015; Vázquez-Botello et al., 2004). El objetivo del presente estudio fue determinar el estado de salud integral de hembras anidadoras de tortuga verde y de tortuga lora en las playas del Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz, en la temporada reproductiva 2023-2024. Se determinaron variables morfológicas y biomarcadores tempranos tales como hematología, bioquímica sanguínea y prueba de micronúcleos (MN) y se evaluó la relación de estos parámetros con factores endógenos (talla, especie, condición física) y factores exógenos (uso de playa). Los parámetros clínicos (hematológicos y bioquímicos) de ambas especies se encontraron dentro de rangos reportados en tortugas marinas sanas de otras poblaciones. El índice de salud físico reflejó un buen estado de salud para ambas poblaciones, pero no se correlacionó con ningún parámetro bioquímico en ninguna especie. Se obtuvieron diferencias significativas en valores bioquímicos de la tortuga verde entre las zonas de anidación, encontrándose mayores valores de glucosa y los menores valores de triglicéridos en las hembras que anidaron en la zona menos óptima para el desarrollo del nido (zona A). Se correlacionó la talla de los individuos de tortuga lora con los parámetros bioquímicos de nitrógeno ureico y urea, indicativos de buena condición corporal. En la misma especie se reportó también una relación positiva de la línea celular de defensa (leucocitos, linfocitos y monocitos) con la frecuencia de anomalías nucleares lo que podría estar generando por la presencia de contaminantes que estén activando su sistema inmunitario. No se encontraron diferencias significativas entre la frecuencia de anomalías nucleares entre especies. La información generada podrá ser empleada como línea base en estudios posteriores enfocados en el seguimiento de la salud, de la exposición a contaminantes químicos y enfermedades que pudieran poner en riesgo la conservación de estas especies y del ecosistema costero Veracruzano.

Abstract

The Gulf of Mexico, and in particular the beaches of Veracruz in Mexico, are considered a site of great importance for the nesting of the Kemp's ridley turtle (*Lepidochelys kempii*) and the green turtle (*Chelonia mydas*). It has been also an area heavily impacted by different pollutants over the years such as hydrocarbons, heavy metals and other xenobiotics that have endangered the balance of the wide variety of biodiversity found in the Gulf of Mexico. (Botello et al., 2005; Kenyon et al., 2001; Perry et al., 2015; Vázquez-Botello et al., 2004). The objective of this study was to determine the comprehensive health status of nesting females of green turtles and Kemp's ridley turtles on the beaches of Nautla and Vega de Alatorre, Veracruz, during the 2023-2024 reproductive season. Morphological variables and early biomarkers such as hematology, blood biochemistry and micronucleus test (MN) were determined and the relationship of these parameters with endogenous factors (size, species, physical condition) and exogenous factors (beach use) was evaluated. Clinical parameters (hematological and biochemical) for both species were within ranges reported for healthy sea turtles from other populations. The physical health index reflected a good health status for both populations, but did not correlate with any biochemical parameters in either species. Significant differences in green turtle biochemical values were obtained between nesting zones, with higher glucose values and lower triglyceride values found in females nesting in less optimal nesting areas (zone A). The size of the Kemp's ridley turtles was correlated with the biochemical parameters of urea nitrogen and urea, indicative of good body condition. In the same species, a positive relationship of the defense cell line (leukocytes, lymphocytes and monocytes) with the frequency of nuclear abnormalities was also reported, which could be generated by the presence of contaminants that are activating their immune system. No significant differences were found between the frequency of nuclear abnormalities among species.

The information generated can be used as a baseline in subsequent studies focused on health monitoring, exposure to chemical contaminants and diseases that could endanger the conservation of these species and the coastal ecosystem of Veracruz.

1. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de tortugas marinas se encuentran amenazadas por diversos factores generados por el hombre, como la pesca, el cambio climático, la agricultura y la mayoría de actividades relacionadas con el turismo (Camacho et al., 2014; Labrada-Martagón, 2018; Santidrián, 2011) lo cual ha llevado a sus poblaciones a niveles críticos de supervivencia. La contaminación de los mares altera sus hábitats de alimentación, anidación y de crecimiento, y ha puesto en riesgo a las tortugas marinas por un incremento en la incidencia de enfermedades. Lo anterior lleva a la búsqueda de planes de manejo a largo plazo con el fin de preservar la especie y su entorno para resguardar el bienestar humano (Botello, 2016; Camacho Rodríguez, 2013; Fajardo et al., 2010).

Se ha demostrado que estas especies, son vulnerables a alteraciones ambientales y a la exposición de xenobióticos debido a su historia de vida largas rutas migratorias, fidelidad a los sitios de anidación, cambios ontogénicos de hábitat y comportamiento. La identificación de biomarcadores fisiológicos son claves para poder asociar cambios tempranos en parámetros de salud, y a su vez poder identificar la exposición a contaminantes químicos o a enfermedades que puedan estar afectando la salud de la especie y del ecosistema (Aguirre y Lutz, 2004; Casini et al., 2018; Labrada-Martagón et al., 2010).

Estudios previos realizados en zonas de anidación de México han demostrado la presencia de contaminantes bioacumulables como los contaminantes orgánicos persistentes (POPs), como pesticidas organoclorados (OCs) y polibifenilos policlorados (PCBs) en sangre y huevos en tortugas de la especie *Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas* en la Península de Yucatán (García-Besné et al., 2015). Existen reportes de concentraciones en sangre de PCB 180 son más elevadas en *C. mydas* y se reportaron mayores concentraciones de lindano, heptacloro epóxido y PCB 101 en huevos de *E. imbricata* (García-Besné et al., 2015), los cuales pueden causar en ambas especies problemas en la salud como disrupción hormonal, anormalidades de crecimiento e inmunosupresión (Salvarani, 2018) (Nava Montes et al., 2020). Además, también se han reportado problemas en la salud de tortugas anidadoras y sus huevos por contaminación por petróleo, contaminación microbiana en playas de Costa Rica, Argentina, Uruguay y México (Acuña et al., 1999; González Carman et al., 2014; Salvarani et al., 2019). Se sabe entonces que en el Golfo de México hay presencia de diferentes contaminantes tales como (hidrocarburos, POCs, PCBs, plásticos, organohalógenos, etc) lo

cual representa un peligro para la salud humana, la salud de los ecosistemas y las especies que lo componen, incluidas las tortugas marinas (Espinosa-Reyes et al., 2012; Salvarani et al., 2023; Swarthout et al., 2010; Yarto et al., 2003).

Debido a la escasez en estudios sobre salud y los efectos de los contaminantes en poblaciones de tortugas marinas en México es necesario valorar el estatus de salud a las especies que anidan en la costa de Veracruz, así como identificar marcadores útiles que permitan generar datos útiles para la gestión de decisiones de manejo (Botello et al., 2014; Espinosa-Reyes et al., 2012; Labrada-Martagón et al., 2024; Ortega Planell, 2013). Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue evaluar el estado de salud integral de hembras anidadoras de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) en las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz, por medio del análisis de variables morfológicas y biomarcadores tempranos tales como hematología, bioquímica sanguínea y prueba de micronúcleos (MN) y evaluar la relación que estos parámetros tienen con factores endógenos (talla, especie, condición física) y factores exógenos (uso de playa). Los resultados de este estudio permitirán identificar estados de salud comprometidos o factores externos que puedan estar causando alteraciones en la salud de las hembras, y que a largo plazo pudieran repercutir en las poblaciones (ej. número de hembras anidadoras, éxito de eclosión) (Labrada-Martagón, 2011; Perrault et al., 2020; Seseña Landa, 2022). La información que se genere podrá ser usada como base en estudios posteriores lo que permitirá identificar a largo plazo las razones de los declives en sus poblaciones.

2. ANTECEDENTES

2.1 Estado del arte: estudios clínicos en tortugas marinas

Los parámetros bioquímicos en este caso, son las variables fisiológicas indicativas del funcionamiento de diferentes órganos (March et al., 2018; Putillo et al., 2020). Establecer intervalos de referencia para los parámetros de bioquímicas sanguíneas para el manejo de fauna silvestres como lo son las tortugas marinas es una prioridad para su manejo y su preservación (March et al., 2018). Hay estudios limitados para algunas especies de tortugas marinas y estadios (ej. *L. kempii* y sus estadios reproductivos) debido a los años perdidos (primeros años de vida desde que la cría deja playas de nacimiento) y los hábitats de difícil acceso en los que se desarrollan. Sin embargo, se han reportado diferencias significativas

principalmente en parámetros hematológicos, proteínas totales, nitrógeno ureico, colesterol y triglicéridos entre animales sanos y enfermos, lo que demuestra la necesidad de establecer marcadores útiles que nos permitan evaluar el estatus de salud de las tortugas marinas de una manera más completa (Aguirre y Balaz, 2000; Labrada-Martagón et al., 2010; Ortega Planell, 2013).

Es importante conocer el estado del arte sobre los estudios e investigaciones que reportan y emplean los parámetros bioquímicos sanguíneos en las especies de interés del presente estudio tortuga verde (*C. mydas*) y tortuga lora (*L. kempii*). Para ello se realizó una revisión bibliográfica 150 artículos científicos publicados en los últimos 11 años (2013-2024) únicamente sobre las dos especies en estudio: la tortuga verde y la tortuga lora (Guevara-Meléndez et al., en preparación). Los países donde se han realizado más investigaciones sobre este tema fueron Estados Unidos, Australia y México. Los parámetros clínicos más estudiados fueron: glucosa, proteínas totales, calcio, fósforo, Na^+ , AST, K^+ , ácido úrico, albúmina, y colesterol. La mayoría de estudios revisados comparan los valores bioquímicos contra enfermedades o afecciones que sufren las tortugas marinas (ej. fibropapilomatosis, aturdimiento por frío, carga de epibiontes, varamientos), etapas fisiológicas o ubicación geográfica, poniendo a disposición rangos para realizar una evaluación más exhaustiva de la salud de los individuos. La gran parte de las investigaciones 75% en el campo de la hematología y bioquímica de tortugas marinas se han dirigido principalmente hacia la especie *C. mydas* y en la tortuga lora solo hay estudios de poblaciones juveniles y pocos estudios en etapas fisiológicas importantes como anidación (Deem et al., 2009; Fuenmayor Montilla et al., 2006; Leal-Sepúlveda et al., 2023; Putillo, 2020). Se identificó como una de las problemáticas de estudio que en la última década (2013-2024) la tortuga lora sigue siendo la especie menos estudiada a nivel mundial que se encuentra en mayor riesgo de extinción (Guevara et al, en preparación). Estos resultados dan una aproximación a los principales factores bióticos y abióticos de los que no existe información (ej. estrés oxidativo, presencia de COPs y anomalías nucleares) y las principales diferencias observadas en los valores de referencia de los indicadores clínicos, que varían de acuerdo a cada etapa de vida de estos ejemplares, la talla y condición corporal, así como también las deficiencias que existen en la investigación como la relación de estos factores con éxito de eclosión y sobrevivencia de crías.

2.2 Estatus taxonómico y de conservación

Las tortugas marinas remontan a un período de más de 150 millones de años y sus relaciones evolutivas se mantiene en discusión (Lutz et al., 2002; Manire et al., 2017) las especies que conocemos y viven hoy en día son siete y comprenden dos familias del orden *Testudines* de la clase *Reptilia*. Una familia, *Cheloniidae*, incluye a seis de las siete especies: *C. mydas*, *Caretta caretta*, *L. kempii*, *E. imbricata*, *Lepidochelys olivácea* y *Natator depressus* y la familia *Dermochelidae* incluye solo a una especie *Dermochelys coriácea*. En este contexto diversos estudios discuten una especie adicional *Chelonia agassizii* (Álvarez-Varas et al., 2021; Eckert y Abreu Grobois, 2001).

Las poblaciones de ambas especies de tortugas marinas del presente estudio se ven afectadas por diferentes factores antropogénicos y ambientales tales como, contaminación, sobreexplotación de recursos, cambio climático, pesca, desechos urbanos, plásticos, entre otros (Seminoff, 2004; Wibbels y Bevan, 2019). El declive que ha tenido la población de tortuga lora a lo largo del tiempo desde los 60 en el que se encontraban en peligro ha sido recuperada gracias a planes de manejo y protección hacia la especie, siendo los campos tortugueros clave en este proceso de conservación en los que se trasladan las nidadas y se protegen hasta su eclosión (Márquez M, 1994; SEMARNAT, 2018b; Vázquez-Sauceda et al., 2008). Sin embargo, la problemática ambiental y antropogénica como los antes mencionados, mantiene a ambas especies en un estado crítico de conservación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010 y por la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (IUCN); la tortuga verde se encuentra en Peligro de Extinción y la tortuga lora en Peligro Crítico de Extinción (Márquez M, 1994; Seminoff, 2004). Dentro del marco de leyes nacionales que las protegen se encuentran artículos de la Constitución mexicana tales como, el código penal federal (Art.420, Fracc. IV) que establece de 1 a 9 años de prisión y/o multa de 300 a 3 mil días de salario mínimo a todo aquel que ilícitamente capture, dañe o prive de la vida a algún ejemplar de tortuga marina, leyes como: La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente que establece el acuerdo de veda total y permanente de tortugas marinas desde el año 1990, la Norma Oficial Mexicana NOM-061-pesc-2006 que establece las características de los dispositivos excluidores de tortugas marinas en la pesca y la NOM-162-SEMARNAT-2012 que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las

tortugas marinas en su hábitat de anidación (SEMARNAP, 1988; DOF (Diario Oficial de la Federación), 1996; DOF 2002b; Código Penal Federal, 1996); DOF 2007).

Para especies en peligro, la importancia de la clasificación taxonómica radica en que dirige las prioridades de conservación hacia una especie amenazada y determina muchas de las consideraciones políticas a tomar en cuenta ya que puede haber repercusiones graves (Karl y Bowen, 1999; Shrader-Frechette y McCoy, 1999). Estos detalles han llevado a la necesidad de una división taxonómica entre la tortuga verde (distribuida en el Caribe, Atlántico, Golfo de México) con la tortuga verde del Pacífico Oriental conocida también como tortuga prieta que se distribuye en las colonias del Pacífico central y oriental entre sus lugares de alimentación y migración (Álvarez-Varas et al., 2021; Karl y Bowen, 1999; Wallace et al., 2010). Éste último ecotipo, ha sido considerado por algunos autores como una especie o subespecie, debido a sus diferencias morfológicas evidentes como la forma del caparazón, cráneo y coloración, que pueden ser generadas por condiciones ambientales, alimentación y migración entre las diferentes especies que divergen en el Océano Pacífico, Atlántico y la Península Arábiga (Álvarez-Varas et al., 2021; Karl y Bowen, 1999; Pritchard, 1999; Richardson et al., 1990). Aunado a esto, las particularidades que algunas poblaciones han tomado como los diferentes patrones de migración durante la temporada de anidación y la diferencia de tamaño corporal entre poblaciones que impiden el cruzamiento, constituyen mecanismos de aislamiento reproductivo (Karl y Bowen, 1999; Pritchard, 1999). En conclusión, a raíz de distintas investigaciones de análisis genómicos y tomando en cuenta diferentes adaptaciones que la tortuga prieta ha desarrollado, tales como las diferencias en el sistema endocrino, sistema reproductivo y el gen vinculado a la respuesta de la radiación UV, se sustenta la validez de clasificar y gestionar a la tortuga prieta como una unidad evolutiva independiente. Por ende, se sugiere que las estrategias de conservación de la tortuga verde sean formuladas específicamente por ecotipo (Álvarez-Varas et al., 2021; Hamann et al., 2010) y la investigación y conservación de las tortugas marinas se realice en el marco de unidades de manejo regionales (Wallace et al., 2010).

2.3 Distribución e historia de vida

La tortuga lora (*L. kempii*) se considera una especie endémica del Golfo de México ya que la mayor parte de adultos se concentran en esta área (Manire et al., 2017; Martínez Barrientos et al., 2021; Wallace et al., 2010) y es probablemente la más amenazada del mundo debido a su distribución geográfica muy restringida; además los estudios acerca de ella son muy escasos lo que no ha permitido generar planes de conservación exitosos para la especie (Bevan et al., 2014; Rees et al., 2016; SEMARNAT, 2018b). La tortuga lora es de las tortugas marinas más pequeñas que existen con un promedio de largo de caparazón de 69 cm. Esta especie alcanza su madurez sexual entre los 10 y los 16 años (Lara Rivera, 2012; Márquez M, 1994; SEMARNAT, 2018a). Sus crías son carnívoras y los adultos omnívoros, con una dieta compuesta por crustáceos, moluscos, algas y medusas (Márquez M., 1996; Martínez Barrientos et al., 2021; Seney y Landry, 2011). A diferencia de otras especies la tortuga lora anida de día; puede anidar de forma solitaria o en arribadas entre los meses de abril y junio, llegando a colocar nidadas con un aproximado de 102 huevos desovando una o dos veces con un intervalo de interanidación de 20-28 días (Márquez M, 1994; Pan y Pratolongo, 2022; Shaver y Rubio, 2008). En los sitios de alimentación a esta especie muy rara vez se le encuentra en profundidades mayores a 50 m por lo cual son muy susceptibles a interacciones con las naves pesqueras ya que pasan muy cerca de la costa aumentando así su mortalidad accidental (Carreras, 2013; Eckert y Abreu Grobois, 2001; Pan y Pratolongo, 2022; Shaver y Rubio, 2008). Se distribuyen desde la península de Yucatán hasta el sur de Florida, habitando diferentes zonas del Golfo de México y la costa este de Estados Unidos, pero solamente anidan en el estado de Tamaulipas, Veracruz y Campeche realizando migraciones exclusivamente dentro del Golfo de México (Hart et al., 2018; Shaver y Rubio, 2008; Uribe-Martínez et al., 2021). En el estado de Veracruz anida en las playas el Raudal, Lechuguillas, Totonacapan, Tecolutla y Papantla (Carreras, 2013; CONANP, 2022; Gaona y Barragán, 2016). Las zonas de alimentación para juveniles y adultas son a lo largo de la costa norte del Golfo de México hasta Massachusett, por el noroeste del Golfo por Texas y Louisiana para interanidación, y al sur de Texas hasta la punta de Florida en postanidación, pero también establecen sitios de residencia y alimentación a todo lo largo de la costa de Yucatán (Hart et al., 2018; Seney y Landry, 2011; Shaver et al., 2017; Shaver y Rubio, 2008).

La tortuga verde (*C. mydas*) es de las especies de caparazón rígido más grandes, los adultos llegan a pesar hasta 150 kg y miden de 95 a 120 cm de largo curvo de caparazón (LCC) (Balazs, 1981; Bjorndal et al., 2000; Labrada-Martagón et al., 2017). Tiene una distribución cosmopolita y machos y hembras realizan migraciones, recorriendo grandes distancias entre los lugares de alimentación y reproducción llegando a atravesar cuencas oceánicas completas (Álvarez-Varas et al., 2021; Blanco et al., 2012; Lamont et al., 2023; Uribe-Martínez et al., 2021). En México la podemos encontrar en el Golfo como residente en zonas de alimentación alrededor de la península de Yucatán (Lamont et al., 2023; Roberts et al., 2021; Wallace et al., 2010). Al noroeste del Golfo de México las juveniles también residen en zonas de alimentación durante los meses de verano (marzo-noviembre) en las bahías de Texas hasta Florida y se mueven debido al cambio de temperatura hacia las costas de Tamaulipas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo para anidar (mayo-octubre) (Méndez et al., 2013; Metz et al., 2020; Uribe-Martínez et al., 2021; Zavaleta-Lizárraga y Morales-Mávil, 2013). El intervalo de anidación de las hembras es de 2-4 años, en el Golfo de México y en el Caribe anidan desde mayo a octubre y en el Pacífico de septiembre a enero (Kutzari, 2006; Peñalba Laguna y Ríos Rivera, 2013; SEMARNAT, 2018b). Sus nidos tienen un número aproximado de entre 38 y 195 huevos dependiendo de la talla y edad de la hembra, desovan entre 2 y 5 veces en una temporada reproductiva con un intervalo de 14 días de interanidación, factores que dependen de los sitios de anidación y las poblaciones (Márquez M, 1994; Pan y Pratolongo, 2022; Zurita et al., 1993). Alcanzan su madurez sexual entre los 13-14 años dependiendo de las zonas de crecimiento (Labrada-Martagón et al., 2017; Márquez, 1996; Troëng y Rankin, 2005).

2.4 Selección de zonas de anidación

Dependiendo de la especie, las tortugas marinas tienen preferencia por ciertas características de las playas para anidar (Carr y Ogren, 1960; INVEMAR, 2002; Romero Álvarez, 2017). De manera general, las hembras generan cierta afinidad como las playas abiertas y arenosas, con suficiente humedad y arena fina, de fácil acceso, no afectada por iluminación artificial o con vegetación (Peña Robinson, 2022; Wood y Bjorndal, 2000; Zavaleta-Lizárraga y Morales-Mávil, 2013). Así mismo, se dice que el sitio que escoge cada tortuga depende de la talla y peso de la hembra (Márquez, 1996). La clasificación vertical de las zonas de playa (Figura 1) indica las zonas de elección para anidar de cada especie y se clasifican de la

siguiente manera, Zona A: zona intermareal hasta la última línea de marea; Zona B: desde final de la zona A hasta el punto de inicio de las dunas y Zona C: comenzando desde el límite de la zona B hasta el interior de la zona supralitoral (Ferrer Sánchez et al., 2007; Márquez M, 1994).

El género *Lepidochelys* cuando llega a las playas de barrera arenosa suben hasta la primera terraza que esté libre de vegetación y anidan generalmente en su primer intento a menos que encuentren obstáculos, moviéndose así al lugar libre más cercano para excavar su nido, siendo así el área de playa B en el que anidará (Figura 1) (Márquez M, 1994; Peña Robinson, 2022). La tortuga verde, para la elección de su sitio para anidar, realiza un recorrido más largo que la tortuga lora, ya que sube hasta la segunda sección de la playa en búsqueda de espacios sin vegetación y realiza varios intentos, recorriendo hasta más de 100 m antes de finalizar su nido, siendo así el área de playa B o C en el que anidará (Figura 1) (Márquez M, 1994; Peña Robinson, 2022).

La tortuga verde frecuenta las playas con vegetación alta pero también las de arena fina, autores como Cuevas (2017) indican que la selección de playas se dirige por filopatría y las hijas nada más utilizan los hábitats de anidación que sus madres usaron y solamente es preferencia geográfica, también especifica que puede ser una selección espacial idónea debido al poco cuidado parental de las tortugas marinas; muchos factores de selección son inciertos pero algo que está claro es que, durante diferentes momentos del proceso de selección del sitio de anidación, las tortugas marinas utilizan diferentes grupos de variables ambientales como el patrón de corrientes oceánicas, temperatura del océano, del aire y de la arena, así también a una escala fina factores como la dimensión de grano de arena, categorización del sedimento, pH, temperatura de la superficie de la arena, nivel de materia orgánica que afectan de diferente manera la supervivencia de los embriones y es clave para el éxito reproductivo (Cuevas, 2017; INVEMAR, 2002; Wood y Bjorndal, 2000). También Montague (1993) indica que las preferencias son muy similares y en general las características que debe cumplir una playa incluyen aquellas características que cubran las necesidades de la anidadora y también las de las crías que deberán buscar su salida al mar al nacer y deben ser playas uniformes y con pendiente moderada, capa de arena mayor a 1.5m,

con una compactación de arena no mayor a 35kg/cm², mínima erosión por mareas y vientos y arena poco compacta.



Figura 1. Esquematización de la estratificación de la playa en: Zona de lavado (Zona A), zona media (zona B) y zona de vegetación (zona C). Tomado y adaptado de Peña Robinson (2022).

2.5 Técnicas de evaluación de salud en tortugas marinas

2.5.1 Clínica sanguínea

Las tortugas marinas están expuestas a diversas enfermedades, contaminación, cambio climático y diferentes amenazas a su salud por lo que la valoración de los exámenes hematológicos y bioquímicos proporcionan información detallada sobre cambios importantes a nivel fisiológico y metabólico que permite realizar diagnósticos, tratamientos y pronósticos claros (Bolten y Bjorndal, 1992; Gallo Lamping et al., 2014; Montilla et al., 2014; Santidrián, 2011). Sin embargo, la variabilidad en la fisiología de los reptiles hace necesario examinar todos los factores que pueden afectar o generar variaciones en sus parámetros como tipo de alimentación, sexo, temporada, especie, edad, exposición a contaminantes y estado reproductivo para una correcta interpretación. En general la evaluación correcta del estado de salud de un individuo depende del historial clínico, examen físico y los resultados de laboratorio (Dierauf y Gulland, 2001; Ehsanpour et al., 2015; Mader y Divers, 2014; Martínez-Silvestre et al., 2011).

Un hemograma completo constituye un componente esencial para el diagnóstico de cualquier enfermedad sistémica (Stevenson y Woods, 2006) y junto a un frotis sanguíneo proveen evidencia de enfermedades que generan alteraciones de forma y color de las células sanguíneas, también se detecta la presencia de hemoparásitos, anemias por pobre nutrición, alteración en la función de mecanismos inmunológicos, celulares y humorales (Deem et al., 2009; Martínez-Silvestre et al., 2011; Redondo Zúñiga, 2008). Se ha corroborado que al evaluar los parámetros hematológicos de las tortugas marinas se puede determinar su estado de salud, cómo se evidencia en estudios de varamiento y aturdimiento por frío observando niveles reducidos de hematocrito, junto con valores elevados de linfocitos y heterófilos; también en presencia de fibropapilomatosis se registran valores menores de hematocrito, hemoglobina y conteo eritrocitarios (Bloodgood et al., 2019; de Mello y Álvarez, 2020; Deem et al., 2009; Li y Chang, 2020).

Los biomarcadores bioquímicos de salud son los primeros signos detectables cuando se presenta una alteración en el entorno que afectan la salud del individuo ya sea por exposición a contaminantes o también por enfermedad (Labrada-Martagón et al., 2010; Page-Karjian et al., 2014; Whiting et al., 2007). En tortugas marinas se ha verificado la correlación de parámetros hematológicos y bioquímicos con la salud del individuo. Estudios como el de Aguirre y Balaz (2000) identificaron en individuos juveniles de tortugas verdes (*C. mydas*) en Hawaii enfermos con fibropapiloma niveles más bajos de proteínas, albumina, colesterol y triglicéridos indicando enfermedad crónica. Así mismo hay analitos establecidos para diferenciar individuos sanos de enfermos en tortugas marinas, y estos incluyen incremento en valores como AST, ácido úrico, creatinina, fosfatasa alcalina, ALT y disminución en lípidos, glucosa, albúmina siendo un indicativo certero de enfermedad (Deem et al., 2009; Divers y Stahl, 2019; Flint et al., 2010; March et al., 2018). También hay registro de correlación positiva de parámetros bioquímicos como el colesterol, triglicéridos, las proteínas totales y la albúmina con el tamaño y condición corporal de las tortugas, lo que indica buena salud del individuo y valores bajos de iones como calcio, potasio y fósforo como indicadores de anormalidades en salud (Bolten y Bjorndal, 1992; Delgado et al., 2011; Labrada-Martagón et al., 2010).

La recopilación de datos a través de estudios en hematología y análisis de química sanguínea es esencial para continuar con avances en la investigación científica y apoyar las iniciativas de conservación de distintas especies en riesgo (Ehsanpour et al., 2015; Page-Karjian y Perrault, 2020).

2.5.2 Examen físico y condición corporal

Hay muchos estudios que generan valores de condición corporal que permiten analizar el estado nutricional del organismo (Flint et al., 2010; Labrada-Martagón et al., 2010; Sanjuan Meza, 2020) e índices de salud cualitativos de la condición física de los organismos (Seseña Landa, 2022).

La condición corporal es utilizada para medir el estado energético o proveer información predictiva de valores que indiquen contaminación o calidad del hábitat en el individuo se desarrolla, exposición a factores de estrés lo que afecta habilidad reproductiva, entre otros; y es una herramienta útil en muestreos de campo, especialmente con especies que sufren fluctuaciones estacionales en sus recursos (Flint et al., 2009; Labrada-Martagón et al., 2010; Sanjuan Meza, 2020; Seseña Landa, 2022). Además, es posible correlacionar la condición corporal con parámetros hematológicos (hematocrito, eritrocitos, etc.) o bioquímicos que puedan ser utilizados como biomarcadores del estado físico (Labrada-Martagón, 2011; Ots et al., 1998; Stevenson y Woods, 2006).

Actualmente las investigaciones sobre la evaluación de condición corporal más utilizados en tortugas marinas se basan en la relación de peso/talla como el índice de Fulton o el índice relativo de condición corporal (Labrada-Martagón et al., 2010; Sanjuan Meza, 2020; Wood y Bjorndal, 2000) o la relación masa y longitud (Seseña Landa, 2022), pero también son utilizadas otras medidas en que se evalúan índices de condición (examen físico, presencia de parásitos, ración H:L) (Nolte et al., 2020; Stevenson y Woods, 2006).

Herbst y Jacobson (2003) indican que lesiones externas en caparazón o piel y la abundancia y tipo de epibiontes pueden ser indicativos de infecciones o enfermedad sistémica por lo cual es importante tomar en cuenta al evaluar la condición corporal y salud, además la evaluación de daños en caparazón, deformidades de la piel y carga de epibiontes han sido útiles anteriormente para identificar a individuos saludables de enfermos (Bressan et al., 2020; Flint et al., 2010; Miller y Fowler, 2012; Nolte et al., 2020).

2.5.3 Biomarcadores de genotoxicidad

La prueba MN detecta fragmentos de cromosomas que se forman durante la mitosis que se originan por separación del núcleo por carencia o inactivación del centrómero o por cromosomas completos que no logran migrar adecuadamente hacia los polos del huso durante la anafase, ocasionados por la exposición a múltiples factores químicos (metales pesados, plaguicidas, fármacos, radiación UV, etc) (Fenech y Crott, 2002). Durante la división celular después de la telofase los cromosomas no dañados forman las células hijas, y los fragmentos que no se unieron forman los MN (Luzhna et al., 2013; Schmid, 1975). Los MN y anormalidades nucleares eritrocitarias (ENA) constituyen indicadores de genotoxicidad en la vida silvestre, resultado de la presencia y exposición directa o indirecta a agentes químicos en el entorno. Estos biomarcadores señalan la posible ocurrencia de alteraciones en la salud, como mutaciones y/o el desarrollo de procesos carcinogénicos (Gómez-Meda et al., 2008; Shugart, 2000). Es una técnica in vivo no invasiva, simple y rentable muy útil en estudios en fauna silvestre ya que puede realizarse en diferentes células en proliferación como los eritrocitos (Fenech y Crott, 2002; Labrada-Martagón et al., 2019; Poletta et al., 2008).

En tortugas marinas esta técnica ha sido validada y adaptada para evaluar el impacto de contaminantes ambientales como metales pesados (Ag, Cd, Cu, Fe, Ni, Pb y Zn), pesticidas, hidrocarburos entre otros; y también factores que generan estrés ambiental como actividad antropogénica (turismo, pesca, desarrollo urbano) (Carneiro da Silva y López-Barrera, 2016; Casini et al., 2018; Finlayson et al., 2019) actividades que suelen estar asociadas a enfermedades como fibropapilomatosis y han sido evaluadas a través de distintos marcadores entre ellos incluyendo la frecuencia de células micronucleadas (Quiroz Herrera y Palacio Baena, 2017; Rodríguez Salazar, 2018; Sanjuan Meza, 2020). También Guevara y colaboradores (2021) caracterizaron en tortuga verde (*C. mydas*) en Quintana Roo, México, por primera vez anormalidades nucleares como: núcleos lobulados, en forma de ocho, en muesca y ampollados que también son resultado de alteraciones en el proceso de división celular, por ende, buenos indicadores de genotoxicidad al igual que los MN; siendo estas técnicas no invasivas e indicadas para fauna silvestre en peligro como las tortugas marinas en estudio.

2.6 Problemática ambiental en Veracruz y estudios de salud en tortugas marinas

Una de las regiones con mayor producción de hidrocarburos es la costa del Golfo de México con una producción aproximada de 40,000 toneladas métricas por día y también de diferentes petroquímicos que han sido un factor de contaminación persistente para los organismos de diferentes niveles tróficos debido a la vulnerabilidad que presentan estas plataformas en sus tuberías y la liberación de diferentes sustancias debido a los procesos químicos que estos generan (Abundiz Villagómez, 2008; Botello et al., 2005; Valadez et al., 2018). Además, en Veracruz se mantiene una actividad portuaria a nivel internacional y se ha detectado la presencia de hidrocarburos en sus playas como eicosano, heneicosano, tetracosano, azuleno, etc. que son considerados tóxicos para la naturaleza y también pueden producir rupturas en el ADN, además de causar alteraciones en las funciones metabólicas, el desarrollo, y la capacidad de reproducción del individuo (Sandoval-Herazo et al., 2020; SEMARNAT, 2018b). Estos contaminantes provenientes de las embarcaciones y de la actividad turística y de desarrollo urbano debilitan el ecosistema de peces, corales y tortugas marinas; aunado a esto la contaminación por desechos de trabajos de PEMEX en la plataforma Lankahuasa y otras plataformas petroleras presentes en el Golfo de México generan cambios importantes en la calidad del agua, disponibilidad de alimentos y cambios en la costa que afecta la anidación de estas especies de tortugas marinas.

La búsqueda y la extracción de fuentes de gas y petróleo como las que se realizan al sur de Tamaulipas y al norte de Veracruz plantean una amenaza potencial para las tortugas anidadoras, los huevos y para las crías, así también pueden contaminar o degradar las zonas de forrajeo y anidación (Abundiz Villagómez, 2008).

El municipio de Nautla está localizado dentro de dos cuencas principales del estado: el río Nautla y el Misantra; de los cuales llegan residuos sólidos que son arrastrados por los diferentes arroyos y llegan al mar y son depositados a lo largo de la playa por el oleaje (SEMARNAT, 2023; Vergara Sánchez, 2015). Estas fuentes de contaminación antropogénica como resultado de la urbanización presentan un problema ya que la comunidad El Raudal que es la población más cercana carece de drenaje sanitario y las descargas de aguas negras van directamente sin ningún tratamiento al río Misantra, así también los impactos del cambio de uso de suelo utilizado para las actividades ganaderas en estas zonas

han impactado los ecosistemas costeros (Cervantes Ruiz et al., 2010). Las construcciones costeras también están degradando el hábitat de las playas destruyendo las dunas, haciendo que las tortugas busquen lugares más óptimos, causando problemas en la época de anidación también debido a la luz que estas construcciones emiten de noche y que desorientan a las hembras y crías (Blumenthal et al., 2021; González Carman et al., 2014; SEMARNAT, 2018a).

En México se han realizado pocos estudios sobre el estado de salud de las tortugas marinas y solamente se tienen datos de zonas de alimentación y crecimiento como Veracruz, Quintana Roo y la Península de Baja California (Delgado Meraz, 2022; Labrada-Martagón et al., 2010; Ramos Díaz, 2020). Ramos (2020) evaluó los efectos de la temporalidad climática y el estado físico de juveniles e individuos maduros de *C. mydas* en el arrecife Cabezo Veracruz, sobre los valores bioquímicos de la tortuga verde demostrando relación positiva de ciertos parámetros como: glucosa, lípidos, ácido úrico, urea, creatinina, proteínas totales y albúmina con la buena salud del individuo, lo que evidencia la relevancia del monitoreo de las playas de Veracruz y el Raudal para la anidación y alimentación de las tortugas marinas que al ser afectados puede llevar al declive extremo de la especie. En el Golfo de México también se han estudiado los efectos de los contaminantes, como los hidrocarburos, sobre la salud de la tortuga verde y la tortuga lora y el problema que genera la bioacumulación de éstos en su salud, Swarthout y colaboradores (2010) demuestra como la presencia de PBDEs (Éteres de difenilo polibromados) es evidencia de consumo de plásticos y hay una asociación positiva de clordanos con altos niveles de nitrógeno ureico (BUN), también se evaluaron alteraciones hematológicas y respuestas inmunes evidenciando la correlación de los plaguicidas como el DDTs (diclorodifeniltricloroetano) con la disminución de la proliferación de células T. Así también Tremblay y colaboradores (2017) evaluaron la presencia de pesticidas organoclorados (POCs) con indicadores oxidativos y de estrés para la especie *Eretmochelys imbricata* en el Golfo de México, evidenciando la correlación positiva de colinesterasa y peroxidación de lípidos con actividad de glutatión reductasa que es un indicador de estrés oxidativo. Las investigaciones anteriores, demuestran la importancia de realizar estudios de salud en tortuga verde y tortuga lora en el Golfo de México y evaluar su correlación con condiciones ambientales, contaminación y factores antropogénicos. La afectación en la salud de los organismos puede afectar la anidación,

desarrollo de las crías y éxito de eclosión, lo que pudiera a largo plazo llevar al declive extremo de la especie. Resulta imperativo crear índices que nos permitan identificar el estado de salud de estos organismos para poder tomar decisiones de manejo y evitar así la destrucción de nuestros ecosistemas y la extinción de las tortugas marinas a tiempo (Ortega Planell, 2013; Ramos Díaz, 2020).

3. JUSTIFICACION

La necesidad de conservación y el estado actual de las tortugas marinas a globalmente nos lleva a la necesidad de establecer parámetros de salud por medio del análisis de diversos factores intrínsecos y extrínsecos que rodean a la especie que nos permitan generar valores de referencia para llevar a cabo programas exitosos de conservación. Además, es conocido que las tortugas marinas responden de manera diferente a los procesos patológicos o al deterioro ya que poseen un sistema fisiológico muy resistente por lo que poder encontrar indicadores tempranos de daño a su salud nos ayudara a la conservación de la especie y a conservar de mejor manera su ecosistema (Hamann et al., 2010; Pereira Figueroa et al., 2022; Rees et al., 2016).

Para ello debemos conocer datos importantes sobre la interacción de las tortugas marinas anidadoras (*L. kempii* y *C. mydas*) con sus propias poblaciones, con el humano y sus amenazas (depredadores, cambio climático, contaminación). Esta interacción con datos sobre los parámetros sanguíneos, anormalidades bioquímicas, fibropapilomatosis y presencia de MN nos llevaran a conocer la respuestas y adaptaciones fisiológicas que estas especies están desarrollando y que no permiten el éxito reproductivo (Hamann et al., 2010; Labrada-Martagón, 2011; Ramos Díaz, 2020).

En el presente, las investigaciones sobre la tortuga lora son escasas respecto a las demás especies de tortugas marinas y su distribución está restringida al Golfo de México por lo que diversas acciones como el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) y el Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas establecidos por la CONANP que llevan más de 56 años activo han sido clave en su manejo, así también como las normas federales que las protegen como NOM-162- SEMARNAT-2012 (DOF, 2013; Pan y Pratolongo, 2022; Rees et al., 2016; Serrano et al., 2012). Los problemas en el declive de

sus poblaciones pueden ser causadas por diversos factores como contaminantes orgánicos persistentes, desechos urbanos, plásticos, etc., aunado a esto el tipo de alimentación omnívora de la tortuga lora puede generar bioacumulación lo cual podría estar afectando los huevos y crías de esta especie (Camacho Rodríguez, 2013; SEMARNAT, 2018b; Swarthout et al., 2010). Además, Nautla como playa de anidación solitaria para la tortuga lora genera un aporte importante debido a que los porcentajes de eclosión y emergencia son mayores en cambio a la pérdida que se da en las arribadas por la destrucción de nidos y contaminación de la playa, destacando la relevancia de esta playa para el mantenimiento de la población (Colin Aguilar, 2015). Debido a la misma necesidad de conservación de las tortugas marinas del Golfo de México se estableció el Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina (CVICTM), el cual es fundamental en el estudio, capacitación y concientización de la población sobre la importancia de estas especies y su ecosistema (Carreón Félix, 2019; SEDEMA, 2018); estos lazos de trabajo nos permitirán llevar a cabo investigaciones que generen información clave para la conservación de las especies y el entendimiento de las causas que están afectando su supervivencia (Wibbels y Bevan, 2019).

4. HIPOTESIS

Se esperan observar en hembras de ambas especies diferencias en los valores bioquímicos entre zonas de anidación, observando los menores valores de lípidos, proteínas totales, BUN, en la zona menos favorable para el éxito de eclosión. Además, la frecuencia de anomalías nucleares en eritrocitos será mayor en la tortuga lora (*L. kempii*) debido a sus hábitos alimenticios carnívoros.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar el estado de salud de hembras de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante las temporadas de anidación 2023-2024 en el Campamento tortuguero Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina, en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.

5.2 Objetivos específicos

1. Determinar parámetros bioquímicos y hematológicos en muestras sanguíneas de hembras anidadoras de tortuga lora y tortuga verde.
2. Evaluar diferencias de los parámetros clínicos y hematológicos con factores endógenos (talla, especie) y factores exógenos (uso de playa).
3. Cuantificar la frecuencia de anormalidades nucleares en sangre periférica, de tortuga lora y tortuga verde y relacionarla con las variables de salud.
4. Estimar un índice de salud físico de las hembras anidadoras muestreadas y validar su utilidad por especie, evaluando su relación con los parámetros clínicos y hematológicos.

6. METODOLOGÍA

6.1 Zona de estudio

El Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina (CVICTM) tiene sus instalaciones en la zona de playa de la comunidad de El Raudal de Las Flores en el municipio de Nautla, Veracruz, entre los 20° 12' de latitud norte y 96° 46' longitud oeste. Se compone de 15.5 km lineales de playa y limita al norte con la desembocadura del río Misantla y limita al sur con la desembocadura de la Laguna Grande en playa Navarro del municipio de Vega de Alatorre. Limita al norte con el municipio de San Rafael y el Golfo de México; al sur con los municipios de Vega de Alatorre y Misantla; al este con el Golfo de México y el municipio de Vega de Alatorre y al oeste con los municipios de Misantla y San Rafael (Figura 2) (Carreón Félix, 2019; INEGI, 2010; SEDEMA, 2018; SEFIPLAN, 2021).

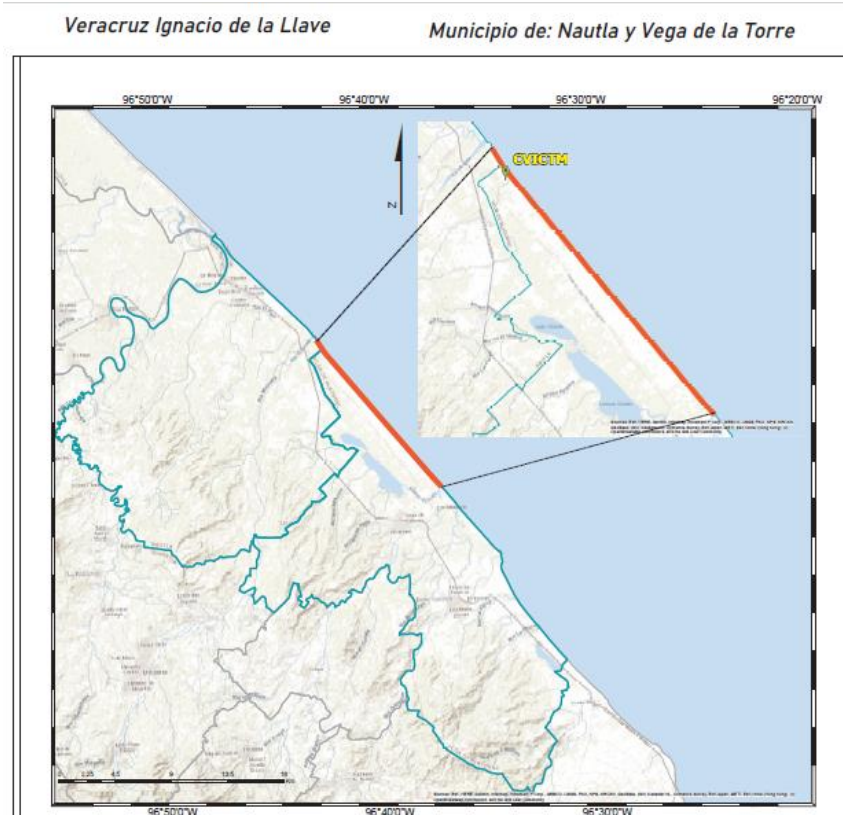
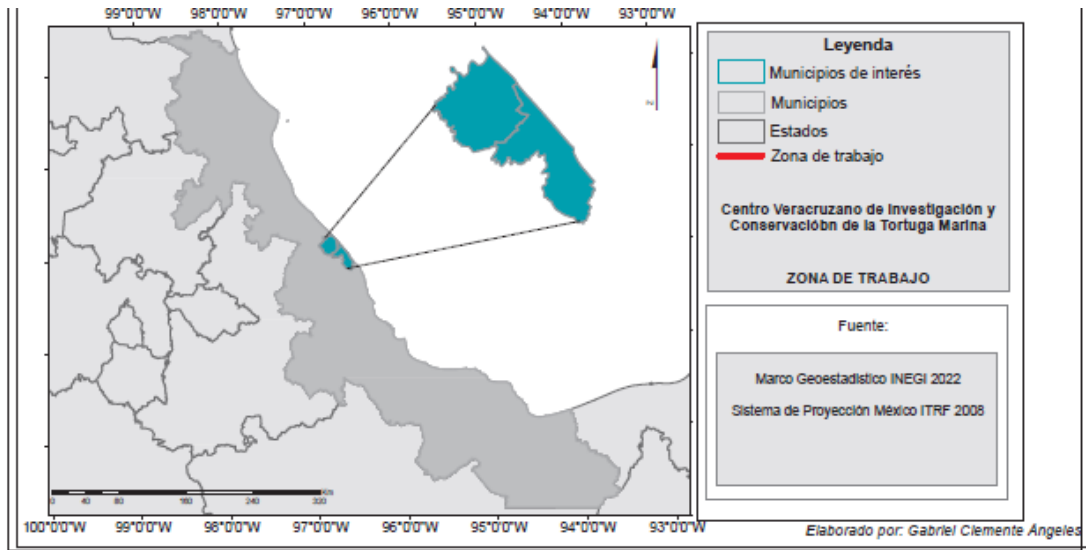


Figura 2. Límites del área de trabajo del Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz. (SEDEMA, 2018)

En el verano, su clima es cálido húmedo con muchas lluvias y humedad media (14.28%). Con un rango de temperaturas entre 22-26°C., En las áreas circundantes al Centro y a lo largo de los 15.5 km de playa, cuenta con un tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia, manglar, matorral y también hay vegetación de dunas costeras, además cuenta con diversidad de fauna silvestre en sus alrededores desde invertebrados, así también como aves, reptiles y mamíferos entre ellos tlacuaches (*Didelphis virginianus*), iguanas (*Iguana iguana*), Masacuata (*Boa constrictor*), pelicanos (*Pelecanus occidentalis*), calandria pecho pinto (*Icterus sp*), etc. (Cervantes Ruiz et al., 2010; Vergara Sánchez, 2015).

6.2 Captura de los ejemplares

El muestreo se llevó a cabo en hembras anidadoras de tortuga (*L. kempii*) durante los meses de anidación de abril-mayo del año 2023 y 2024 y en hembras anidadoras de tortuga verde (*C. mydas*) durante los meses de junio-julio del 2023. Se observó a cada hembra desde su desplazamiento al subir la playa, se dejó que elaborara su nido de manera habitual, la toma de muestra sanguínea y parámetros morfométricos se tomaron durante la mitad del proceso de ovoposición, donde están completamente inmóviles y en trance (ANEXO 2). Solamente para la tortuga verde se tomaron muestras sanguíneas de algunos individuos luego de terminar la ovoposición debido a la dificultad del muestreo.

Se utilizó una cinta métrica flexible para medir el largo curvo (LCC) y el ancho curvo de caparazón (ACC) de cada individuo, también se tomaron variables del estado físico, tales como la presencia de FP (ANEXO 3), presencia y número de ectoparásitos (epibiontes) y estado de aletas y daño al caparazón (ej. ausencia completa o parcial de aletas, escotaduras o trauma en caparazón) y se anotó cualquier tipo de anormalidades físicas del espécimen (Flint et al., 2009; Muñoz Tenería, 2016; Seseña Landa, 2022). Se registró cada individuo con una clave para su identificación, misma clave utilizada para los nidos trasladados a corral y para las muestras de arena de los nidos en donde se incuban los huevos. Finalmente, los especímenes fueron puestos en libertad al finalizar el registro de sus datos (Muñoz Tenería, 2016).

6.3 Obtención y procesamiento de muestras sanguíneas

La toma de muestras sangre deben ser colectadas en menos de 10 minutos y mantenerse en refrigeración por un máximo de 48 horas en hieleras a una temperatura aproximada de 4 – 8 °C hasta su procesamiento (Muñoz Tenería, 2016). Las muestras se tomaron del seno venoso

cervical extrayendo de 5-10 ml empleando una jeringa de 10 mL 21G x 1.5 y trasladándola a tubos tipo Vacutainer® con heparina de litio como anticoagulante y tubos rojos sin anticoagulante (Divers y Stahl, 2019; Owens y Ruiz, 1980; Rodríguez Salazar, 2018). Las muestras fueron etiquetadas con la clave de folio utilizada para identificar los nidos de cada hembra. Una vez en el campamento, un volumen de la muestra (10mcl) fue separado para el análisis hematológico y el resto fue centrifugado durante 10 minutos a 890 x g. para obtener el suero y el plasma, los cuales fueron transferidos a crioviales de 1.5 y 1.8mL (Eppendorf) marcados con la misma clave de folio. Las muestras de suero y plasma se trasladaron en un tanque de nitrógeno líquido al Ciacyt en la Facultad de Medicina, en donde las muestras fueron mantenidas en ultra congelación (-80 °C) hasta su procesamiento en el Laboratorio de análisis clínicos de la Facultad de Ciencias Químicas. Las muestras de plasma fueron conservadas para futuros estudios de hidrocarburos y metales pesados y las de suero (sin anticoagulante) para bioquímica sanguínea.

6.4 Clasificación del estado de salud físico

Para esta investigación se estimó un índice de salud física (ISF) compuesto que toma en cuenta el examen físico al momento de captura y una calificación a posteriori de cada individuo por medio de los criterios de salud física. El examen físico al momento de captura de los especímenes consideró tres indicadores para evaluar su estado de salud: 1) Lesiones como (amputación de aletas o lesiones en caparazón) 2) Cantidad de ectoparásitos y 3) Condición de la piel como presencia de fibropapilomas, bultos o erupciones (Tabla 1). El examen físico se siguió de manera cráneo-caudal; se registró la localización y distribución de las diferentes anomalías usando un esquema que segmenta el cuerpo de la tortuga en diferentes regiones (Figura 3) (Ataman et al., 2021; Eduardo Nájera-Hillman, 2012; Miller y Fowler, 2012).

Posteriormente, se realizó la calificación de cada individuo por medio de los criterios de salud física propuesta por Nolte y colaboradores (2020), asignando un porcentaje de importancia de 65% para lesiones, 25% para condiciones de la piel y 10% para carga de epibiontes. La clasificación cualitativa del estado de salud física (de Muy pobre a Muy bueno) se obtuvo de acuerdo a las puntuaciones obtenidas (Tabla 2) (Nolte et al., 2020; Seseña Landa, 2022). Finalmente se estimó el índice de salud física (ISF) compuesto por medio de la fórmula:

$$ISF = A (0.65) + B (0.25) + C (0.10)$$

En el índice se asignó el mayor porcentaje de importancia a las lesiones ya que la condición de las aletas indica pobre condición física, afecta la movilidad y por ende pone en riesgo la vida del organismo; el caparazón es la barrera para el contacto de todos los órganos (Mejía-Radillo et al., 2019; Young, 2022). La presencia de epibiontes puede sugerir la cronicidad de distintas enfermedades, pero también hay factores asociados a su distribución y cantidad, como lo es el patrón de flujo de agua, comportamiento de la especie y perturbaciones en diferentes regiones del caparazón (Deem et al., 2009; Pfaller et al., 2006), razón por la cual se le adjudica un menor porcentaje. Finalmente, la evaluación de la piel se le asignó un 25% debido a que incluye la presencia de fibropapilomas, pero también evaluamos laceraciones, cortes, perforaciones, etc. que pueden ser causadas por botes, depredadores o también ectoparásitos.

Tabla 1. Criterios de evaluación del estado de salud física de acuerdo al tipo de lesión observado (Tomado y modificado de Nolte 2020)

Estado de salud física (ponderación)	Criterios			Índice calculado
	A: Lesiones (65%)	B: Condiciones de piel (25%)	C: Carga de epibiontes (10%)	
1: Muy pobre	Amputación completa de una o más aletas. Lesión en más del 75% del caparazón.	Múltiples y grandes bultos o tumores (fibropapilomatosis).	Más de 70 epibiontes.	1-1.49
2: Pobre	51-75% faltante de una aleta. Lesión en 51-75% del caparazón.	Bultos o tumores de medianos a grandes (signos de fibropapilomatosis).	De 51 a 70 epibiontes.	1.5-2.49
3: Promedio	26-50% faltante de una aleta. Lesión en 26-50% del caparazón	Pequeños bultos o erupciones.	De 26 a 50 epibiontes.	2.5-3.49
4: Bueno	Hasta 25% faltante de una aleta. Lesión en hasta 25% del caparazón.	Erupciones o afecciones cutáneas leves.	De 16 a 25 epibiontes.	3.5-4.49
5: Muy bueno	Sin lesiones presentes.	Sin tumores o erupciones.	Hasta 15 epibiontes.	4.5-5
Cálculo del índice: Puntaje de A × 0.65 + Puntaje de B × 0.25 + Puntaje de C × 0.10				

Tabla 2. Tipo de condición corporal según las puntuaciones obtenidas del índice de condición corporal compuesto. (Tomado de Nolte et al. 2020)

Índice compuesto	Estado de salud física
1-1.49	Muy pobre
1.5-2.49	Pobre
2.5-3.49	Promedio
3.5-4.49	Bueno
4.5-5	Muy bueno

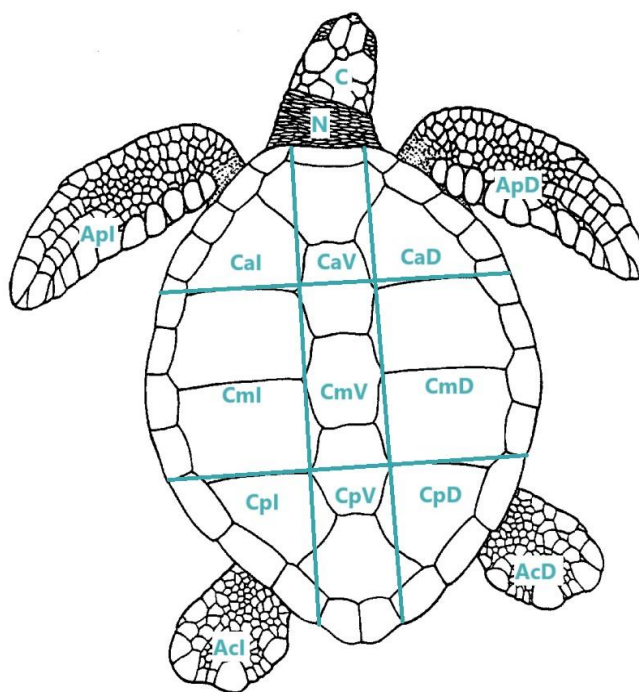


Figura 3. Clasificación de zonas para la ubicación de lesiones, condiciones de la piel y epibiontes en las hembras anidadoras de tortuga verde (*C. mydas*) y tortuga lora (*L. kempii*). C: Cabeza; C: cuello; Apl: Aleta pectoral Izquierda; ApD: Aleta pectoral Derecha; Cal: Caparazón anterior Izquierdo; CaV: Caparazón anterior Vertebral; CaD: Caparazón anterior Derecho; CmL: Caparazón medial Izquierdo; CmV: Caparazón medial Vertebral; CmD: Caparazón medial Derecho; CpI: Caparazón posterior Izquierdo; CpV: Caparazón posterior Vertebral; CpD: Caparazón posterior Derecho; AcI: Aleta caudal Izquierda; AcD: Aleta caudal Derecha. Tomado y modificado de (Nájera-Hillman et al., 2012).

6.5 Conteo de anomalías nucleares (ENA)

Los frotis sanguíneos se realizaron por duplicado y se tiñeron de acuerdo al protocolo descrito por Labrada-Martagón y colaboradores (2019) específico para tortugas marinas. Las laminillas se secaron al aire y se fijaron por 5 minutos en etanol preparado al 80%, se utilizó naranja de acridina que es colorante catiónico y metacromático, que emite fluorescencia cuando interactúa con los ácidos nucleicos, intercalándose con el ADN y produciendo una coloración verde fluorescente (Guevara-Meléndez et al., 2023). La concentración utilizada fue de $0.01 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$ en un búfer de fosfato (pH 7.4) para teñir las muestras durante 5 minutos. Posteriormente, se lavaron en el mismo búfer por 5 minutos y se secaron en estufa a 45°C en oscuridad. Una vez secas, las laminillas se almacenaron en oscuridad y se

observaron en un microscopio de fluorescencia antes de transcurrir cinco días desde su tinción (Labrada-Martagón et al. 2019).

Antes de la observación y tras vez fijar y teñir las muestras, se colocó una gota de buffer de fosfatos (pH 7.4) seguida de un cubreobjetos (Labrada-Martagón et al. 2019). Para la visualización se empleó un microscopio invertido de fluorescencia modelo (LionHeart FX). Se tomaron 20 fotografías digitales por individuo (laminillas sanguíneas por duplicado) con el objetivo 60x con una cámara integrada al microscopio invertido de fluorescencia modelo (LionHeart FX). Las fotografías se capturaron asegurándose de cubrir diferentes campos de la laminilla siguiendo un patrón de de zig-zag. Los datos se presentan en número de anomalías en 1000 eritrocitos.

6.6 Parámetros hematológicos

6.6.1 Hematocrito

El hematócrito se midió utilizando la técnica de microhematócrito. Para ello se llenó aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes del tubo capilar con la muestra de sangre. Se selló uno de sus extremos con plastilina para evitar que la sangre saliera del capilar y luego se centrifugó (marca LW Scientific, modelo DSC-024, China, $14.490 \times g$) durante cinco min a 11.000 rpm. Finalmente, se realizó la lectura del volumen del paquete celular por método indirecto. (Gallo Lamping et al., 2014) y se estimó por medio de la fórmula:

$$\text{Hematocrito (\%)} = \frac{L_2}{L_1} \times 100$$

Donde L1 y L2 representan el tamaño en cm que ocupa la columna de plasma + hematíes y tamaño de columna de hematíes respectivamente.

6.6.2 Hemoglobina

La hemoglobina fue cuantificada por método indirecto en el cual, debido a la relación aproximada entre el hematocrito y la hemoglobina, se puede realizar la estimación de la hemoglobina dividiendo entre 3 el valor del hematocrito (Amaya Hernández et al., 2014; Gallo Lamping et al., 2014).

$$\text{Hemoglobina } \left(\frac{g}{dl} \right) = \frac{\text{Hct (\%)}}{3}$$

6.6.3 **Conteo celular en fresco**

Para llevar a cabo un hemograma, se realiza el recuento total de eritrocitos y leucocitos en una muestra de sangre fresca, junto con un recuento diferencial de leucocitos en un frotis sanguíneo. Ambos resultados permiten evidenciar el comportamiento celular ante estrés o enfermedades agudas o crónicas (Rocha Rodríguez, 2012). La evaluación del hemograma, al igual que en otros reptiles, resulta compleja porque tanto los leucocitos como los eritrocitos son células nucleadas, lo que dificulta su conteo con métodos automatizados de rutina, por lo que se utilizó el método manual por conteo de células con hemocitómetro (Ramírez Acevedo et al., 2012).

Para la preparación del conteo de eritrocitos y leucocitos se utilizó la tinción de Natt Herrick para el conteo en fresco de leucocitos y eritrocitos (Natt y Herrick, 1952) preparando una dilución de sangre en la solución Natt Herrick 1:200 (1 μ L sangre:199 μ L solución). Se deja reposar la muestra 15 minutos y luego de vortexear el microtubo se toman 10 μ L de la dilución y se coloca en la cámara del hemocitómetro para su lectura. Para los eritrocitos se cuentan las células en la cuadrícula central de la cámara y los leucocitos se cuentan todos aquellos presentes en los 4 recuadros externos de la cámara que se encuentren dentro de la línea divisoria. Con el objetivo 40x, se contaron todas las células evitando en el conteo de leucocitos los trombocitos (Martínez-Silvestre et al., 2011).

Para el cálculo de eritrocitos se sumaron las células contabilizadas y se multiplicaron por 10,000.

$$\text{Eritrocitos/mm}^3 = N \text{ de eritrocitos} \times 10.000$$

Para el conteo de leucocitos contamos las células en los cuadrantes externos de toda la cámara, el resultado se dividió por 4 (cámaras) y se multiplicó por 500 (Martínez-Silvestre et al., 2011).

$$\text{Leucocitos/mm}^3 = N \text{ de leucocitos} / 4 \text{ (cámaras)} \times 500$$

6.6.4 Conteo diferencial de leucocitos

Se marcó cada laminilla con punta de diamante con cada clave de muestra previo a ser teñidas empleando la tinción Diff Quick que es una tinción panóptica (para mayor captación visual) de tipo Romanovsky, con ella se pueden diferenciar áreas basófilas y acidófilas, permitiendo identificar los diferentes tipos de leucocitos (Benjamín, 1991). Se realizó el conteo diferencial sobre 100 leucocitos, contabilizando el número cada tipo celular de acuerdo a las características establecidas por Work et al (1998), en linfocitos, heterófilos, basófilos, monocitos y eosinófilo. A partir de la frecuencia (%) diferencial de leucocitos se estimó el volumen total de cada tipo celular que es expresado en μL^{-1} . Además, se calculó la razón heterófilos/linfocitos (H/L) (Ramírez Acevedo et al., 2012, 2012; Work et al., 1998).

6.7 Bioquímica sanguínea

Los análisis de bioquímica sanguínea se realizaron en 41 especímenes. 3 individuos de tortuga lora presentaron datos alterados debido a la hemólisis de las muestras y 2 muestras de tortuga verde no pudieron procesarse debido a volumen insuficiente.

El suero se recogió en crioviales de 1.8 ml y posteriormente se procesaron las bioquímicas con 1000 μL . Se utilizaron técnicas colorimétricas, potenciométricas, cinéticas e inmunocinéticas mediante el uso de slides de química seca y un analizador de química clínica semiautomatizado VITROS 250/350 y de acuerdo con las especificaciones del proveedor (Ortho-Clinical Diagnostics, Johnson and Johnson Co.) (Ortho Clinical Diagnostics, 2005) (Labrada-Martagón et al., 2010). Se determinaron 15 parámetros sanguíneos entre los que se encuentran actividad de enzimas aspartato aminotransferasa (AST), alanina aminotransferasa (ALT), fosfatasa alcalina (ALP), niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, creatinina, ácido úrico, urea, bilirrubina total, proteínas totales, albúmina y concentración de minerales fósforo (P) y calcio (Ca) (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros evaluados en suero de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*) capturadas en Nautla y Vega de la Torre, Veracruz.

	Parámetros
Indicador genotóxico	MN
Morfometría	LCC (largo curvo de caparazón)
	ACC (ancho curvo de caparazón)
Índice de salud físico	Estado de la piel Lesiones (aletas/caparazón)
	Estado de la piel
	Carga de epibiontes
Hematología	Hematócrito
	Hemoglobina
	RBC (glóbulos rojos)
	WBC (glóbulos blancos)
	Linfocitos (cel/uL) y (%)
	Heterófilos (cel/uL) y (%)
	Basófilos (cel/uL) y (%)
	Monocitos (cel/uL) y (%)
	Eosinófilos (cel/uL) y (%)
	Razón H/L
Bioquímica	Proteínas totales
	Bilirrubina total
	Albúmina
	Colesterol
	Triglicéridos
	Creatinina
	Ácido úrico
	Nitrógeno ureico
	Urea
	Glucosa
	AST (aspartato aminotransferasa)
	ALT (alanino aminotransferasa)
	Fosfatasa alcalina
Minerales	Fósforo inorgánico
	Calcio

7. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Se realizó una evaluación de los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianza por medio de las pruebas Shapiro Wilks y prueba de Levene, respectivamente para cada variable (Zar, 1996). Para la relación entre largo curvo de caparazón (LCC), índice de salud físico compuesto y frecuencia de ENA con los parámetros hematológicos-bioquímicos se determinaron utilizando la correlación de Pearson y Spearman para variables normales y anormales respectivamente. Se removieron los extremos con la prueba de Grubb en el programa estadístico de R para evitar sesgo de datos al incluir datos no representativos o datos de muestras afectadas por muestreo o análisis posteriores. Las diferencias de frecuencias de MN y ENA y valores hematológicos-bioquímicos entre especie y años se evaluaron T-Student o U-Man Withney y entre la variable de uso de playa se utilizó ANOVA o Kruskall Wallis.

Todos los análisis se realizaron en Statistica v.7 (StatSoft 2004) y en R (R Core Team, 2014) con un valor de significancia de $p < 0.05$.

8. RESULTADOS

8.1 Estructura poblacional

Se muestrearon un total de 41 individuos durante los recorridos de playa en la temporada de anidación de cada especie entre los meses de mayo y julio del 2023-2024. De las cuales 21 eran *L. kempii* y 20 eran *C. mydas* (Tabla 4). La talla promedio de las tortugas marinas agrupadas por especie se presenta en la Tabla 5. Las tortugas *L. kempii* presentaron una talla promedio de 66.46 ± 2.36 cm de LCC y las tortugas *C. mydas* presentaron un tamaño promedio de $101.5 \text{ cm} \pm 6.67$ de LCC. El rango de tallas de las tortugas lora capturadas fue de 62.8-69.5 cm LCC, el intervalo de LCC predominante fue de entre 68 y 69 cm LCC (19% $n=4$) y para las tortugas verde el rango fue de 89-112 cm LCC en donde el intervalo de LCC predominante fue de entre 100 y 110 cm LCC (60% $n=12$). Hay diferencia significativa entre la medida corporal de ambas especies, siendo la tortuga verde la de mayor tamaño ($p < 0.00001$). No hay diferencias entre las tallas de tortuga lora entre años, pero las tortugas más grandes fueron las del 2023 con una media de LCC 67.20 cm y las del 2024 con una media de 65.63 cm.

Tabla 4. Número de tortugas (*L. kempii* y *C. mydas*) muestreadas durante el periodo 2023-2024.

Año de captura	<i>L. kempii</i>	<i>C. mydas</i>
2023	11	20
2024	10	0
Total	21	20

Tabla 5. Largo curvo de caparazón (LCC) de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*) en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.

	<i>n</i>	Mean± SD	Median	Rango	P ₁₀	P ₉₀	<i>p</i>
<i>L. kempii</i>	21	66.4± 2.3	67	62.8-69.5	63.5	69	<0.00001
<i>C. mydas</i>	20	101.5± 6.67	104	89-112	91	109	

Abreviaturas: SD: desviación estándar; P₁₀, percentil 10%; P₉₀, percentil 90%, *p*, significancia estadística de la prueba ANOVA.

8.2 Estado de salud

De todas las tortugas marinas muestreadas de ambas especies ninguna presentaba fibropapilomatosis, un 17.5% de los especímenes tenía presencia de balanos distribuidos en diferentes zonas del caparazón, pero no del plastrón. Solamente en un individuo de tortuga verde se registró la carga máxima de epibiontes (*n*=21) localizados en caparazón anterior derecho (CaD), sin ninguna otra afección física.

En tortuga lora predominaron las lesiones en aletas, el 9.5% (*n*=2) de los individuos estuvieron afectados; se observó en 1 individuo la ausencia completa de la aleta caudal derecha (AcD), en otro individuo el 50% faltante de aleta caudal izquierda (AcI). El 81% (*n*=17) de los individuos presento un estado de salud muy bueno con ISF=5, ya que externamente ninguno de los factores a evaluar estaba afectado y la presencia de epibiontes no sobrepaso la cantidad de 7 en un solo individuo, un 9% (*n*=2) se encontraba en estado promedio con ISF= 3.05, 3.45 cada uno, debido a que presentaban afecciones en el caparazón y heridas cicatrizadas en piel en conjunto con perdida parcial de alguna de sus aletas, el 5% (*n*=1) se encontró en estado bueno debido a que presento solamente una pequeña muesca en el caparazón posterior izquierdo (CpI) y el 5% (*n*=1) restante, se encontró en estado pobre con un ISF= 2.4, que también presentó muchos problemas en anidación debido a que toda la extremidad caudal derecha estaba faltante (Figura 4).

El 20% de los individuos de tortuga verde ($n=4$) estaba afectado por epibiontes, solamente el 5% ($n=1$) se vio afectado con la ausencia del 50% de la aleta pectoral izquierda (ApI), con un ISF= 3.05 en estado promedio (Figura 5).

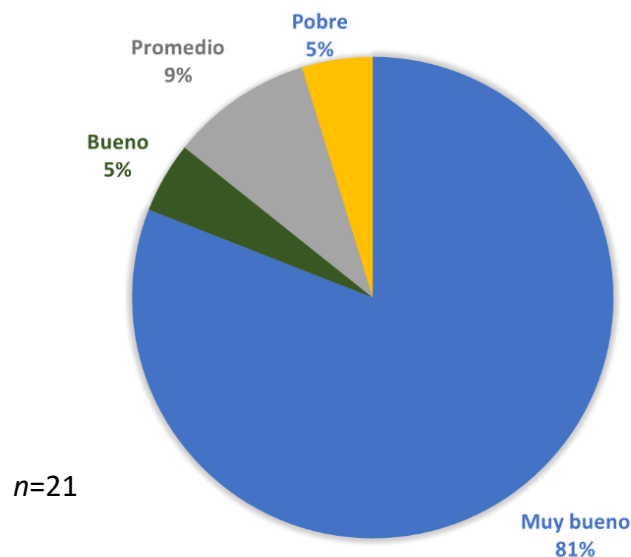


Figura 4. Estado de salud física de hembras anidadoras (*L. kempii*) capturadas en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz

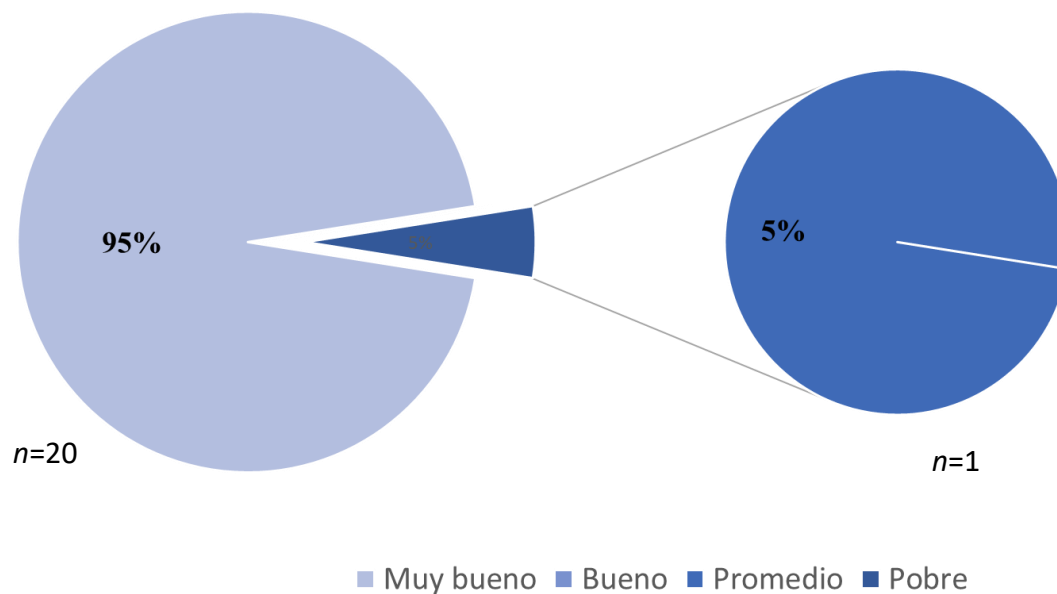


Figura 5. Estado de salud física de hembras anidadoras (*C. mydas*) capturadas en Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.

8.3 Parámetros hematológicos

Los análisis hematológicos y conteos en fresco no se realizaron en cuatro muestras debido a pérdida por hemólisis ya que no se procesaron dentro de las primeras horas después del muestreo por lo que el total de muestras evaluadas fueron para *L. kempii* ($n=17$) y *C. mydas* ($n=20$) para hematología. El largo curvo de caparazón (LCC) y los valores hematológicos de hematócrito, hemoglobina, eritrocitos y leucocitos totales, al igual que linfocitos (cel/uL), heterófilos (cel/uL), eosinófilos (cel/uL), monocitos (cel/uL), basófilos (cel/uL) con cada uno con sus porcentajes (%) y finalmente razón Heterófilo/Linfocito (H/L) con sus valores de mediana, media con su desviación estándar, rangos de mínimos y máximos y percentil 10 y 90 son presentados en la Tabla 6. Se removieron 8 datos extremos en total entre las variables hematológicas para ambas especies incluyendo valores de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos totales, leucocitos totales, linfocitos y razón Heterófilo/Linfocito para análisis posteriores.

Existen estudios limitados de parámetros sanguíneos de tortuga lora por lo que no se encontraron datos comparativos para eritrocitos totales (cel/uL) en esta etapa fisiológica, para los demás valores se compararon con otras poblaciones de juveniles y convalecientes encontrándose dentro de los rangos reportados para individuos sanos (Tabla 7). Para la tortuga verde solamente los eritrocitos totales (cel/uL) se encontraron en niveles altos, pero dentro del rango de valores reportados para la especie, en este caso se compararon solamente con datos de poblaciones anidadoras alrededor del mundo (Tabla 8).

Tabla 6. Parámetros de hematología de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*) de Nautla y Vega de la Torre, Veracruz periodo 2023-2024.

Variables- <i>L. kempii</i>	n	Media ± SD	Mediana	Rango	P₁₀- P₉₀
LCC	21	66.5 ± 2.3	66.80	62.8 - 69.50	63.5 - 69
Hematocrito (%)	17	31.6 ± 7.0	31.91	19.51 - 43.18	20 - 41.46
Hemoglobina (g/dL)	17	10.53±2.34	10.64	6.5 - 14.39	6.67 - 13.82
Eritrocitos totales (cel/uL)	17	1397647.06 ± 808134.65	1330000	460000 - 3940000	670000 - 2540000
Leucocitos totales (cel/uL)	17	3830.88 ± 1664.74	3250	1625 - 7500	1750 - 6000
Linfocitos (cel/uL)	17	1783.75 ± 1133.24	1295	495 - 4500	520.78 - 3150
Heterófilo (cel/uL)	17	1552.65 ± 391.57	1518.75	1020 - 2400	1040 - 2220
Eosinófilo (cel/uL)	17	299.93 ± 188.11	337.50	32.5 - 683	35 - 495
Monocito (cel/uL)	17	192.28 ± 207.99	93.75	0 - 619	32.5 - 550
Basófilo (cel/uL)	17	5.15 ± 15.06	0.00	0 - 55	0 - 33
Linfocitos (%)	17	43.18 ± 10.88	45.00	22 - 60	32 - 60
Heterófilos (%)	17	45 ± 13.48	48.00	27 - 64	28 - 64
Eosinófilos (%)	17	7.59 ± 4.30	7	2.0 - 14	2 - 14
Basófilos (%)	17	0.12 ± 0.33	0	0 - 1	0 - 1
Monocitos (%)	17	4.18 ± 3.32	3	0 - 11	1 - 10
Razón H/L	17	1.19 ± 0.68	1.11	0.47 - 2.91	0.5 - 2
Variables- <i>C. mydas</i>	n	Media ± SD	Mediana	Rango	P₁₀- P₉₀
LCC	20	101.5 ± 6.67	103.50	89 - 112	90.5 - 108.5
Hematocrito (%)	20	32.13 ± 4.61	33	23 - 44	26 - 36.5
Hemoglobina (g/dL)	20	10.71 ± 1.54	11	7.67 - 14.67	8.59 - 12.17
Eritrocitos totales (cel/uL)	20	1852000 ± 448665.86	1775000	1250000 - 2990000	1275000 - 2475000
Leucocitos totales (cel/uL)	20	1968.75 ± 1682.86	1437.50	875 - 8500	937.5 - 3062.5
Linfocitos (cel/uL)	20	910.94 ± 652.06	715.63	393.75 - 3315	444.38.5 - 1505
Heterófilo (cel/uL)	20	818.25 ± 860.53	660.63	310 - 4250	350 - 1274.5
Eosinófilo (cel/uL)	20	150.5 ± 116.66	106.88	26 - 425	55 - 344.5
Monocito (cel/uL)	20	89.06 ± 116.6	57.50	0 - 510	12 - 220.5

Basófilo (cel/uL)	20	0 ± 0	0	0 - 0	0 - 0
Linfocitos (%)	20	48.3 ± 7.84	45.50	36 - 60	39 - 59
Heterófilos (%)	20	40 ± 8.4	42.50	16 - 50	31 - 49.5
Eosinófilos (%)	20	7.85 ± 3.79	8	3.0 - 18	3.5 - 13
Basófilos (%)	20	0 ± 0	0	0 - 0	0 - 0
Monocitos (%)	20	3.85 ± 2.13	4	0 - 8	1 - 6.5
Razón H/L	20	0.87 ± 0.29	0.96	0.27 - 1.39	0.55 - 1.23

Abreviaturas: DE= desviación estándar, H/L= Heterófilo linfocito.

Tabla 7. Comparación de parámetros hematológicos de poblaciones de tortuga lora (*L. kempii*) del Golfo de México y de tortugas lora capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz. Elaboración propia.

Parámetro	Veracruz, México anidación 2024 (este estudio) <i>n</i> =21	USA convalecientes juveniles calculado (IR) <i>n</i> =15 (Innis et al. 2009)	USA Coleman 2016 inmaduras <i>n</i> =629
	Media ± DE	Media ± DE	Media
LCC (cm)	66.4 ± 2.25	27.2 ± 4.0	30.5 cm
Hematocrito (%)	31.59 ± 7.02	31 ± 4	26.4
Hemoglobina (g/dL)	10.53 ± 2.34	ND	ND
Eritrocitos totales (cel/uL)	1397647.06 ± 808134.6	ND	ND
Leucocitos totales (cel/uL)	3830.88 ± 1664.74	4,263 ± 2448	ND
Linfocitos (cel/uL)	1783.75 ± 1133.24	1720 ± 1258	1719
Heterófilo (cel/uL)	1552.65 ± 391.57	1921 ± 1036	8041
Eosinófilo (cel/uL)	299.93 ± 188.11	193 ± 199	118.6
Monocito (cel/uL)	192.28 ± 207.99	280 ± 406	86.35
Basófilo (cel/uL)	5.15 ± 15.06	60 ± 56	ND
Razón H/L	1.19 ± 0.68	ND	ND

Abreviaturas LCC: largo curvo de caparazón, IR: índice de referencia, H/L: Heterófilo/Linfocito, ND: no disponible

Tabla 8. Comparación de parámetros hematológicos de poblaciones de tortuga verde (*C. mydas*) obtenidos en este estudio en playas de Veracruz, México y otras poblaciones de anidadoras alrededor del mundo. Elaboración propia.

Parámetro	Veracruz, México anidación $n=20$ (este estudio)	Costa Rica anidantes (Redondo Zúñiga 2008) $n=100$	Yucatán anidadoras sin parásitos (Lara et al. 2012) $n=84$
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
LCC (cm)	101.5 $\pm$ 6.67	ND	> 85
Hematocrito (%)	32.15 $\pm$ 4.6	29.01 $\pm$ 3.94	34-5 $\pm$ 2.72
Hemoglobina (g/dL)	10.70 $\pm$ 1-54	8.27 $\pm$ 1.56	17 $\pm$ 1.17
Eritrocitos totales (cel/uL)	1852000 $\pm$ 448665.85	ND	540000 $\pm$ 30000
Leucocitos totales (cel/uL)	1968.75 $\pm$ 1682.90	1469.28 $\pm$ 652	5800 $\pm$ 580
Linfocitos (cel/uL)	910.9 $\pm$ 652.10	337 $\pm$ 274.25	1870 $\pm$ 3930
Heterófilo (cel/uL)	818.25 $\pm$ 860.50	1090 $\pm$ 541	5630 $\pm$ 7750
Eosinófilo (cel/uL)	150.6 $\pm$ 116.70	144.06 $\pm$ 66.06	449 $\pm$ 745
Monocito (cel/uL)	89.15 $\pm$ 116.60	8.21 $\pm$ 18.03	658 $\pm$ 560
Basófilo (cel/uL)	0 $\pm$ 0	1.50 $\pm$ 5.61	ND
Razón H/L	0.87 $\pm$ 0.28	ND	ND

Abreviaturas: LCC: largo curvo de caparazón, H/L: Heterófilo/Linfocito, ND: no disponible

8.3.1 Diferencias entre zonas de anidación

Se evaluaron las diferencias de parámetros hematológicos entre zonas de anidación y se obtuvieron diferencias significativas para la especie *L. kempii* en los valores de heterófilos (%) ($H=6.7184$ $p=0.0348$) reflejando diferencias entre la zona B y C, obteniendo mayores valores los individuos que anidaban en la zona C (Figura 6); los linfocitos (%) $F(2,14)=5.0492$, $p=0.0223$ igualmente diferencias entre la zona B y C, pero obteniendo mayores valores los individuos que anidaban en la zona B (Figura 7), al igual que los linfocitos (cel/uL) ($H=6.2614$, $p=0.0437$) (Figura 8).

Para la tortuga verde no se obtuvieron diferencias significativas para ningún parámetro hematológico entre zonas de anidación (Tabla 9)

Tabla 9. Resultados prueba de Kruskal –Wallis y ANOVA para parámetros hematológicos por zonas de anidación (A-B-C) de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*)

Zona de anidación									
				A	B			C	
Variable-Lora	GL	Chi ²	p	n	Mediana	n	Mediana	n	Mediana
LCC (cm)	2	1.95	0.37	3	64.5	14	67.1	4	66.5
Hematocrito (%)	2	1.09	0.57	3	31.91	12	29.15	2	36.38
Hemoglobina (g/dL)	2	1.09	0.57	3	10.64	12	9.72	2	12.13
Leucocitos totales (cel/uL)	2	5.27	0.07	3	3250	12	4187.5	2	2000
Linfocitos (cel/uL)	2	6.26	0.04	3	1137.5	12	2096.25	2	7765.15*
Heterófilo (cel/uL)	2	1.56	0.45	3	1400	12	1612.5	2	1262.5
Eosinófilo (cel/uL)	2	2.36	0.30	3	162.5	12	380	2	152.50
Monocito (cel/uL)	2	2.67	0.26	3	35	12	172.5	2	48.75
Basófilo (cel/uL)	2	1.38	0.50	3	0	12	0	2	0
Basófilos (%)	2	1.64	0.43	3	0	12	0	2	0
Monocitos (%)	2	1.77	0.41	3	2	12	4	2	2.5
Heterófilo (%)	2	6.71	0.03	3	55	12	35.5	2	63 *
Variable-Verde	GL	Chi ²	p	n	Mediana	n	Mediana	n	Mediana
LCC (cm)	2	0.91	0.63	4	101.25	6	105.5	4	104
Eritrocitos totales (cel/uL)	2	0.26	0.87	4	1775000	6	1930000	4	1785000
Leucocitos totales (cel/uL)	2	1.19	0.55	4	1437.5	5	2187.5	4	1625
Linfocitos (cel/uL)	2	2.77	0.25	4	592.5	5	775	4	771.25
Heterófilo (cel/uL)	2	0.60	0.73	4	678.75	5	832.5	4	606.25
Eosinófilo (cel/uL)	2	0.72	0.69	4	102.5	6	135	4	203.75
Monocito (cel/uL)	2	2.67	0.26	4	51.88	5	82.5	4	55
Basófilo (cel/uL)	2	0	1	4	0	6	0	4	0
Linfocitos (%)	2	0.006	0.99	4	0.46	6	44	4	44.5
Heterófilos (%)	2	3.49	0.17	4	47	6	45	4	39.5
Basófilos (%)	2	0	1	4	0	6	0	4	0
Eosinófilos (%)	2	1.66	0.43	4	6.50	6	6.50	4	8.5

Tabla 9 Continuación ANOVA

Variable-Lora	GL	F	p	Zona de anidación					
				A	Media $\pm$ SD	B	Media $\pm$ SD	C	Media $\pm$ SD
				n		n		n	
Eritrocitos totales (cel/uL)	2	0.70	0.51	3	1513333 $\pm$ 153731	12	1207272.72 $\pm$ 544574	2	1000000 $\pm$ 466690
Linfocitos (%)	2	5.04	0.02	3	37.33 $\pm$ 6.81	12	47 $\pm$ 9.27	2	27.5 $\pm$ 7.78 *
Eosinófilos (%)	2	0.05	0.94	3	7 $\pm$ 6.24	12	8 $\pm$ 3.88	2	7 $\pm$ 7.07
Razón H/L	2	3.36	0.06	3	1.49 $\pm$ 0.56	12	0.92 $\pm$ 0.44	2	1.88 $\pm$ 1.88
Variable-Verde	GL	F	p	n	Media $\pm$ SD	n	Media $\pm$ SD	n	Media $\pm$ SD
Hematocrito	2	0.02	0.97	4	31.3 $\pm$ 2.15	5	31.14 $\pm$ 4.7	4	31.63 $\pm$ 2.87
Hemoglobina	2	0.02	0.97	4	10.44 $\pm$ 0.72	5	10.38 $\pm$ 1.56	4	10.54 $\pm$ 0.96
Monocitos (%)	2	0.71	0.50	4	3.50 $\pm$ 0.57	6	4.67 $\pm$ 1.50	4	4.25 $\pm$ 2.06
Razón H/L	2	0.82	0.46	4	1.09 $\pm$ 0.22	6	0.95 $\pm$ 0.3	4	0.86 $\pm$ 0.18

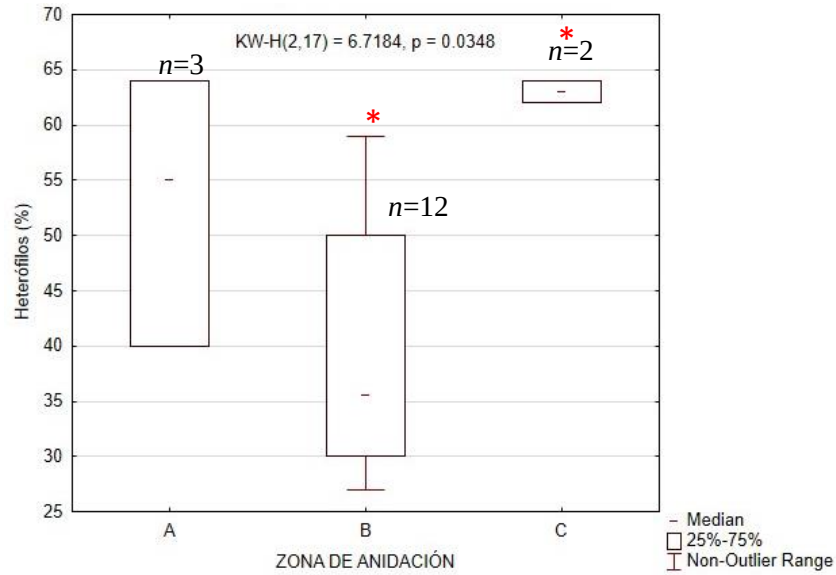


Figura 6. Heterófilos (%) de tortuga lora (*L. kempii*) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz.

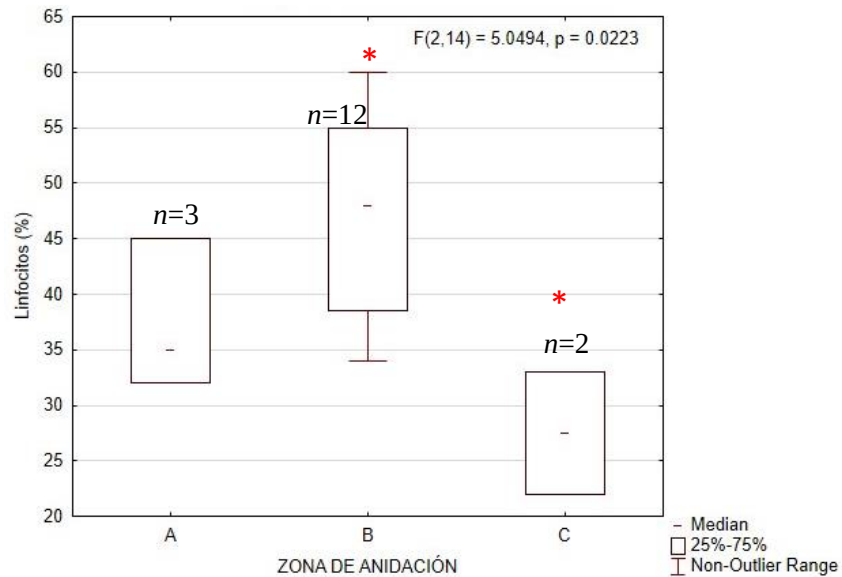


Figura 7. Linfocitos (%) de tortuga lora (*L. kempii*) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz

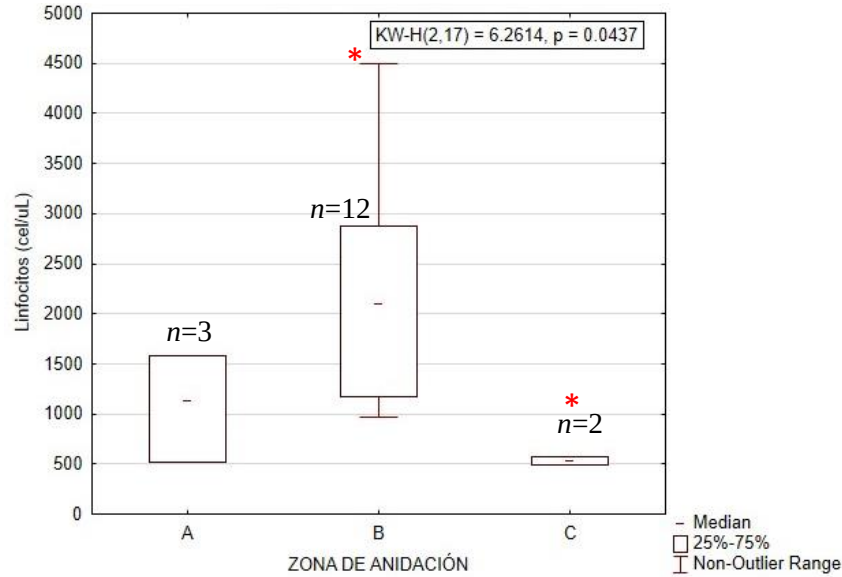


Figura 8. Linfocitos (cel/uL) de tortuga lora (*L.kempii*) en diferentes sitios de anidación de las playas de Nautla y Vega de Alatorre, Veracruz

8.3.2 Diferencias entre años tortuga lora

Solamente para la especie *L. kempii* se obtuvieron muestras de dos diferentes años 2023-2024. Se obtuvieron diferencias significativas para los valores hematológicos de leucocitos totales (cel/uL) $t_{(0.05)}=5.333$, $p= < 0.001$ (Figura 9), linfocitos (cel/uL) $t_{(0.05)}=6.345$, $p= 0.047$, eosinófilos (cel/uL) $t_{(0.05)}=2.553$, $p= 0.022$, monocitos (cel/uL) $U_{(0.05)}= 1$, $p= 0.001$ y razón H/L $p=0.001$ (Figura 10). Se presentaron diferencias significativas para AN por años siendo 2023 el año con mayor frecuencia de AN $p=0.00044$.

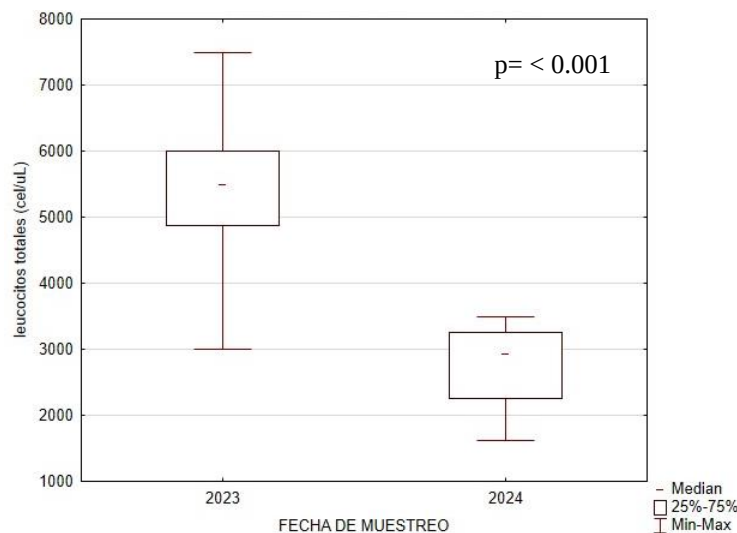


Figura 9. Leucocitos totales (cel/uL) de tortuga lora (*L.kempii*) por años de muestreo en Veracruz.

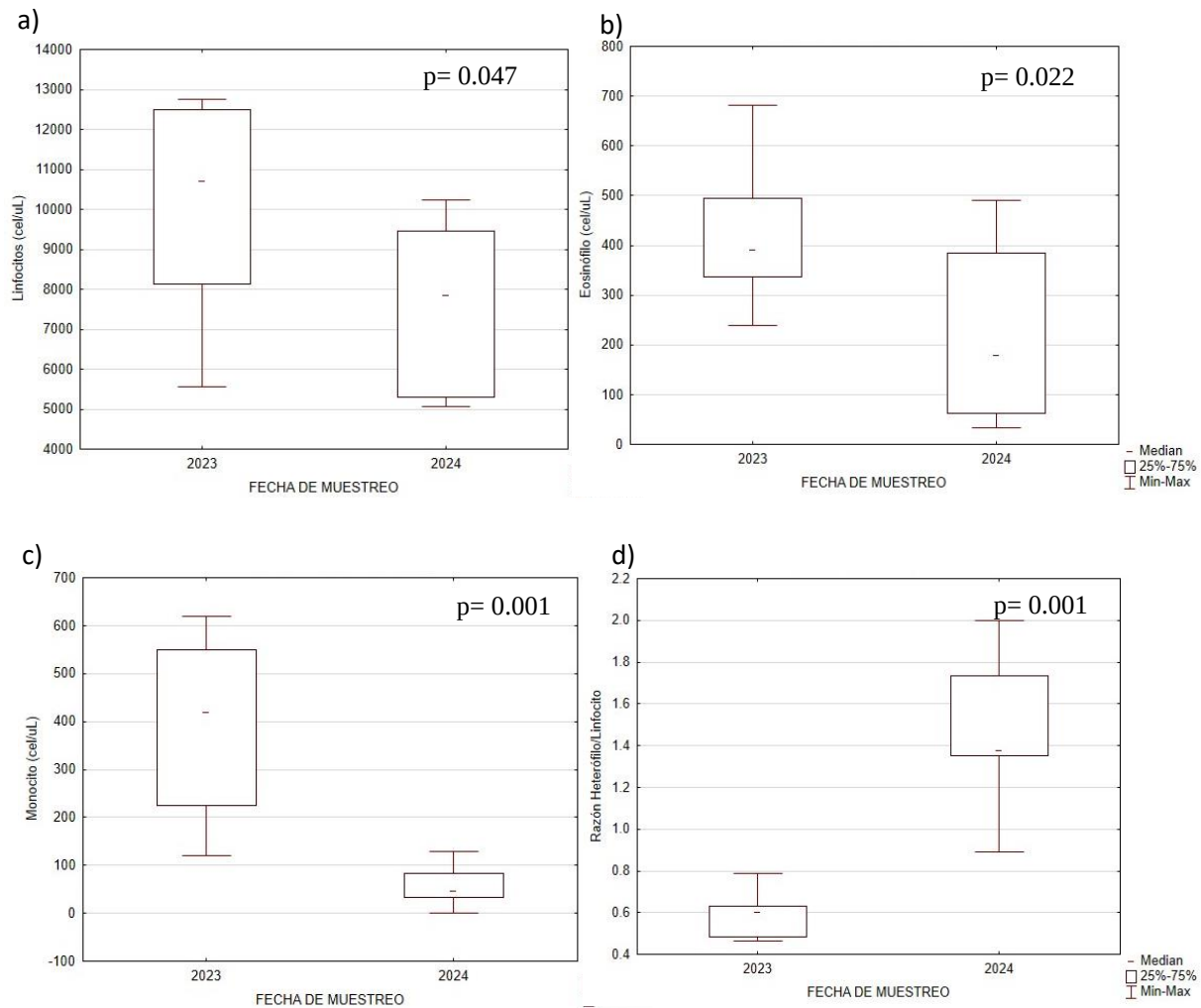


Figura 10. Variables hematológicas de tortuga lora (*L. kempii*) a) linfocitos (cel/uL) b) eosinófilos (cel/uL) c) monocitos (cel/uL) y d) razón H/L por años de muestreo en Veracruz.

8.3.3 Diferencias entre especies

Para las comparaciones de valores hematológicos entre especies se obtuvieron diferencias significativas para eritrocitos totales (cel/uL) $p=0.00030$, leucocitos totales (cel/uL) $p=0.00001$, linfocitos (cel/uL) $p=0.0027$, heterófilos (cel/uL) $p=0.000001$ y eosinófilos (cel/uL) $p=0.022272$. La tortuga verde tiene los valores mayores en eritrocitos totales (cel/uL) y valores menores que la tortuga lora en leucocitos totales (cel/uL), linfocitos (cel/uL), heterófilos (cel/uL) y eosinófilos (cel/uL) (Tabla 10)

Tabla 10. Resultados estadísticos (prueba de U-Mann Whitney y T-student para datos no paramétricos y paramétricos) parámetros hematológicos por especie *L. kempii*-*C. mydas*.

Variable	Especie								
	<i>Lepidochelys kempii</i>			<i>Chelonia mydas</i>			W	t	P
	N	Mediana	Media $\pm$ SD	n	Mediana	Media $\pm$ SD			
Hematocrito (%)	17	31.6	31.50 $\pm$ 7	19	33	31.50 $\pm$ 3.8		0.04	0.960
Hemoglobina (g/dL)	17	10.6	10.53 $\pm$ 2.3	19	11	10.50 $\pm$ 1.3		0.04	0.960
Linfocitos (%)	17	45	43.18 $\pm$ 10.9	20	45.5	48.3 $\pm$ 7.8		-1.66	0.105
Heterófilos (%)	17	48	45 $\pm$ 13.5	20	42.5	40 $\pm$ 8.4		1.37	0.177
Eosinófilos (%)	17	7	7.59 $\pm$ 4.3	20	8	7.85 $\pm$ 3.8		-0.19	0.845
Razón Heterófilo/Linfocito	16	1	1.09 $\pm$ 0.5	20	0.96	0.87 $\pm$ 0.3		1.56	0.126
Eritrocitos totales (cel/uL)	16	1275000	1238750 $\pm$ 488656.3	20	1775000	1852000 $\pm$ 448665.8	46		0.0003*
Leucocitos totales (cel/uL)	17	3250	3831 $\pm$ 1664.7	19	1375	1625 $\pm$ 703.4	23		0.00001*
Linfocitos (cel/uL)	17	9285.7	1784 $\pm$ 1133.2	19	700	784 $\pm$ 332.9	66.5		0.003*
Heterófilo (cel/uL)	17	1518.8	1553 $\pm$ 391.6	19	646.3	638 $\pm$ 304.8	9		0.000001*
Eosinófilo (cel/uL)	17	337.5	300 $\pm$ 188.1	20	106.9	151 $\pm$ 116.6	94.5		0.022*
Monocito (cel/uL)	17	93.8	192 $\pm$ 188.1	19	55	67 $\pm$ 63.1	104		0.070
Basófilo (cel/uL)	17	0	5 $\pm$ 15.1	20	0	0 $\pm$ 0	150		0.552
Basófilos (%)	17	0	0 $\pm$ 0.3	20	0	0 $\pm$ 0	150		0.552
Monocitos (%)	17	3	4 $\pm$ 3.3	20	4	4 $\pm$ 2.1	160.5		0.783

8.3.4 Relación de parámetros hematológicos y talla

Para la tortuga verde se reflejó una correlación de largo curvo de caparazón (LCC) con heterófilos (cel/uL) ($r=0.51$; $p=0.03$; $n=19$) (Figura 11). Para tortuga lora no se correlaciono ningún parámetro hematológico con la talla de los individuos (Tabla 11).

Tabla 11. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre el parámetro morfológico de talla (LCC) con parámetros hematológicos de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*).

Correlación talla				
Variable-Lora	p	pearson	rcuadrado	Spearman
Hematocrito (%)	0.36	-0.24	0.06	
Hemoglobina (g/dL)	0.36	-0.24	0.06	
Eritrocitos totales (cel/uL)	0.57	-0.15	0.02	
Leucocitos totales (cel/uL)	0.19	0.34	0.11	
Linfocitos (cel/uL)	0.22	0.31	0.10	
Heterófilo (cel/uL)	0.16	0.36	0.13	
Eosinófilo (cel/uL)	0.62	0.08	0.01	
Monocito (cel/uL)	0.36			0.24
Basófilo (cel/uL)	0.99			-0.004
Linfocitos (%)	0.35	0.24	0.06	
Heterófilos (%)	0.49	-0.18	0.03	
Eosinófilos (%)	0.41	-0.22	0.05	
Monocito (%)	0.43			0.21
Basófilos (%)	1.00			0
Razón H/L	0.83	-0.06	0.003	
Variable-Verde	p	pearson	rcuadrado	Spearman
Hematocrito (%)	0.56	-0.14	0.02	
Hemoglobina (g/dL)	0.56	-0.14	0.02	
Eritrocitos totales (cel/uL)	0.37	0.21	0.04	
Leucocitos totales (cel/uL)	0.43			0.19
Linfocitos (cel/uL)	0.57			0.14
Heterófilo (cel/uL)	0.03			0.51*
Eosinófilo (cel/uL)	0.32			0.24
Monocito (cel/uL)	0.78			0.07
Basófilo (cel/uL)				
Linfocitos (%)	0.08			-0.40
Heterófilos (%)	0.18			0.31
Eosinófilos (%)	0.88			-0.04
Basófilos (%)				
Monocitos (%)	0.81	-0.06	0.003	
Razón H/L	0.06	0.42	0.18	

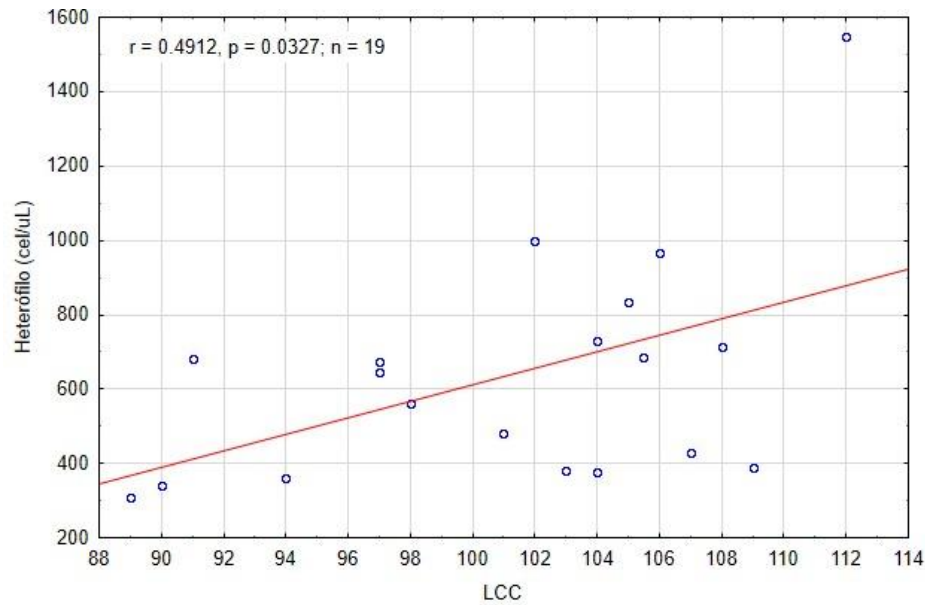


Figura 11. Relación entre el largo curvo del caparazón (LCC) y valores de heterófilos (cel/uL) de tortuga verde (*C. mydas*)

8.3.5 Relación de parámetros hematológicos e índice de salud físico

El índice físico de salud compuesto solamente se correlacionó para la tortuga verde positivamente con los valores hematológicos de eosinófilos (cel/uL) $r=0.5078$ $p=0.0222$ (Figura 12) y eosinófilos (%) $r=0.472$ $p=0.0354$ (Figura 13).

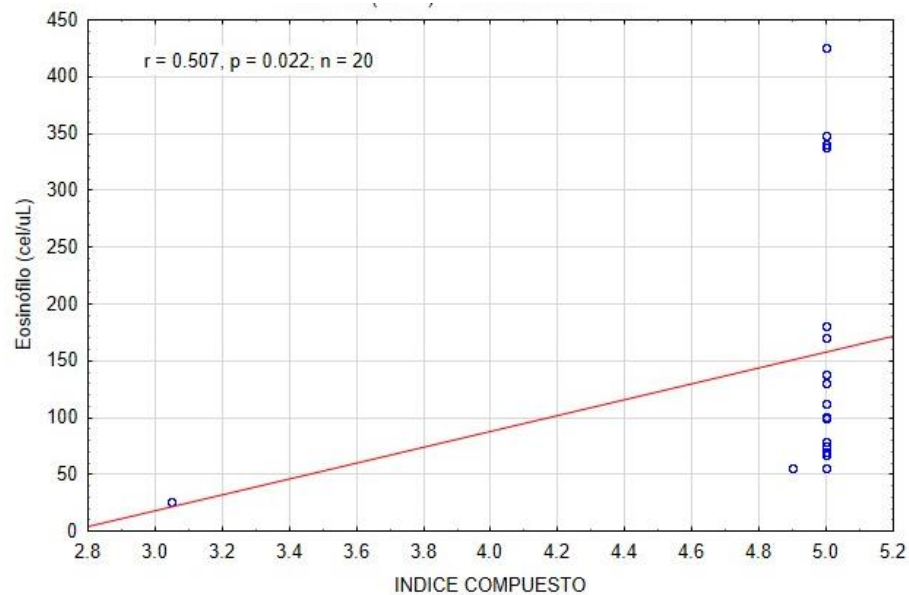


Figura 12. Relación entre el índice de salud físico (ISF) y valores de eosinófilos (cel/uL) de tortuga verde (*C. mydas*)

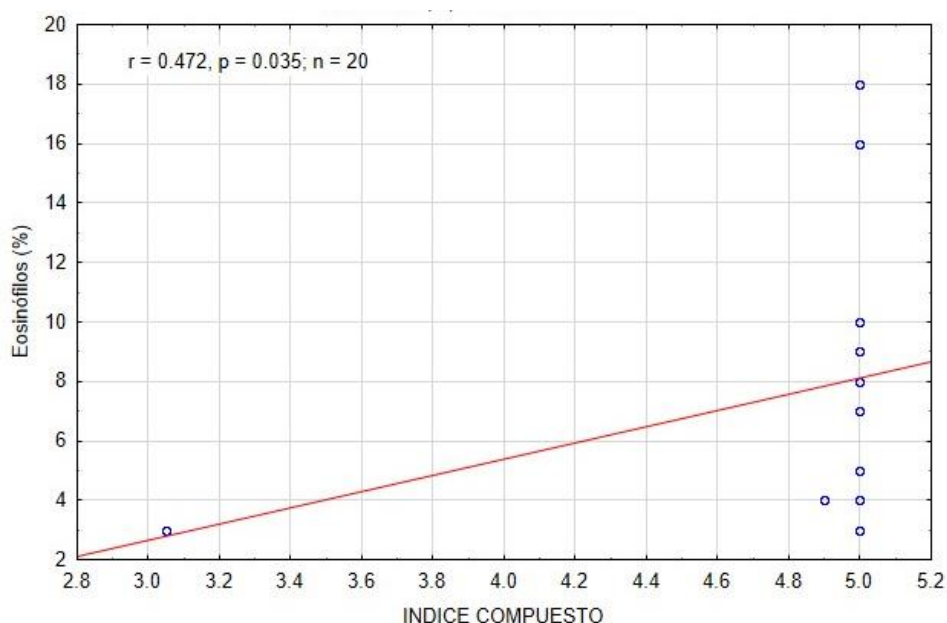


Figura 13. Relación entre el índice de salud físico (ISF) y valores de eosinófilos (%) de tortuga verde (*C. mydas*)

8.3.6 Relación de parámetros hematológicos y anormalidades nucleares

Para la tortuga lora se correlacionaron positivamente los parámetros de leucocitos totales (cel/uL) $r=0.73$ $p=0.0007$ $n=17$, linfocitos (cel/uL) $r=0.76$ $p=0.0003$ $n=17$ y linfocitos (%) $r=0.82$ $p=0.0006$ $n=17$ con la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos). Por otro lado, los parámetros que se correlacionaron negativamente con la frecuencia de ENA para la tortuga lora fueron los de heterófilos (%) $r=-0.83$ $p=0.0001$ $n=17$ y la razón H/L $r=-0.78$ $p=0.0003$ $n=16$ (Tabla 12).

Para la tortuga verde los parámetros que se correlacionaron de manera positiva con la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) fueron los valores de hematocrito $r=0.51$ $p=0.02$ $n=17$ y hemoglobina $r=0.51$ $p=0.02$ $n=17$. Para esta especie no se obtuvieron valores para basófilos (cel/uL) y (%) ya que no se encontraron de estas células en los conteos diferenciales.

Tabla 12. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) con parámetros hematológicos de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*).

Correlación Anormalidades nucleares					
Variable-Lora	p value	pearson	rcuadrado	t	Spearman
Hematocrito (%)	0.28	-0.27	0.07	-1.10	
Hemoglobina (g/dL)	0.28	-0.27	0.07	-1.10	
Eritrocitos totales (cel/uL)	0.38	0.23	0.05	0.90	
Leucocitos totales (cel/uL)	0.0007	0.73	0.54	4.23	*
Linfocitos (cel/uL)	0.0003	0.76	0.58	4.56	*
Heterófilo (cel/uL)	0.23	0.30	0.09	1.24	
Eosinófilo (cel/uL)	0.06	0.46	0.21	2.01	
Monocito (cel/uL)	0.0003	0.72		4.63	0.76*
Basófilo (cel/uL)	0.16			1.44	0.35
Linfocitos (%)	0.0006	0.82	0.68	5.31	*
Heterófilos (%)	0.0001	-0.83	0.69	-5.46	*
Eosinófilos (%)	0.65	0.12	0.01	0.45	
Basófilos (%)	0.18			1.37	0.33
Monocitos (%)	0.0009			4.09	0.72*
Razón H/L	0.0003	-0.78	0.66	-4.74	*
Variable-Verde	p value	pearson	rcuadrado	t	Spearman
Hematocrito (%)	0.02	0.51	0.26	2.46	*
Hemoglobina (g/dL)	0.02	0.51	0.26	2.46	*
Eritrocitos totales (cel/uL)	0.22	-0.29	0.08	-1.27	
Leucocitos totales (cel/uL)	0.31			-1.03	-0.24
Linfocitos (cel/uL)	0.45			-0.76	-0.17
Heterófilo (cel/uL)	0.96			0.03	0.009
Eosinófilo (cel/uL)	0.61			-0.51	-0.12
Monocito (cel/uL)	0.27			-1.12	-0.26
Basófilo (cel/uL)					
Linfocitos (%)	0.45			-0.75	-0.17
Heterófilos (%)	0.67			0.42	0.10
Eosinófilos (%)	0.94			-0.07	-0.01
Basófilos (%)					
Monocitos (%)	0.62	-0.13	0.017483	-0.49	
Razón H/L	0.64	0.11	0.012945	0.47	

8.3.7 Conteo diferencial

Los 5 tipos celulares de la línea blanca (linfocitos, heterófilos, eosinófilos, monocitos y basófilos) se presentan en la Figura 14. Los linfocitos fueron los leucocitos más abundantes en la muestra, seguidos por los heterófilos y siendo los basófilos los menos frecuentes entre las dos especies por igual. Para la obtención de los totales por (cel/uL) y (%) celular se aplicaron fórmulas para cada tipo celular obteniendo la proporción celular y multiplicando por este mismo y por el total de células contadas respectivamente. La razón H/L se obtuvo utilizando los conteos totales de heterófilos y linfocitos y dividiéndolos entre sí.

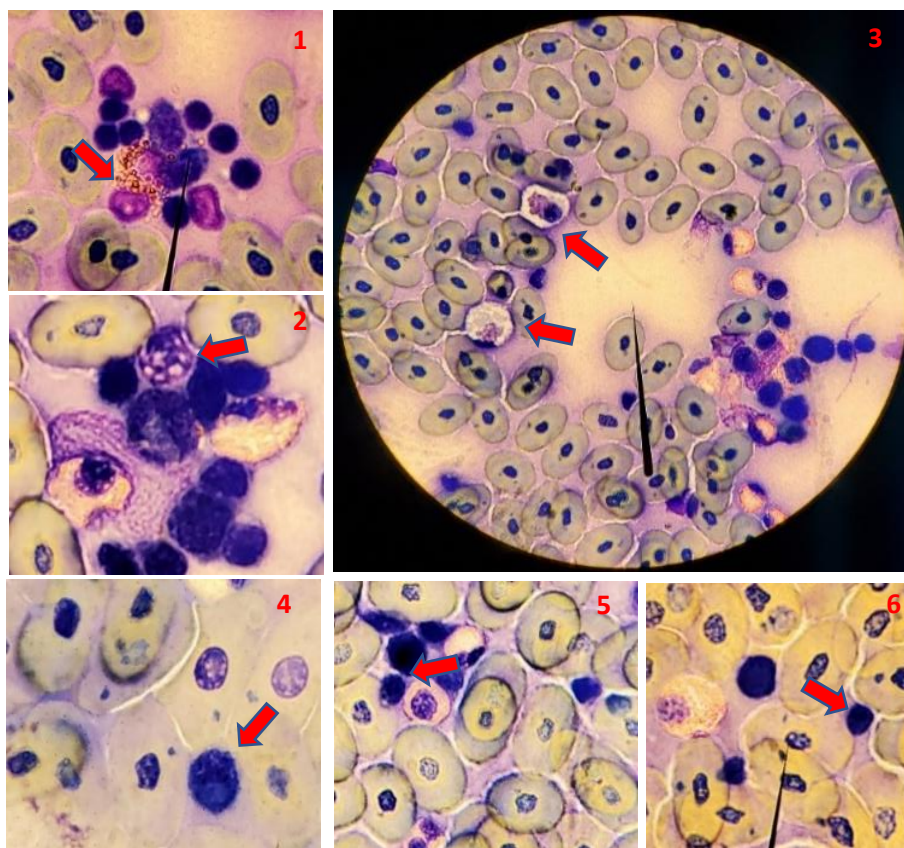


Figura 14. Leucocitos observados en hembras anidadoras de tortuga lora (*L. kempii*) (Fotografía 1,3) (40x) y tortuga verde (*C. mydas*) (Fotografía 2,4,5,6) (60x). Los tipos celulares se señalan con flecha roja. 1. Heterófilo degranulando 2-4. Monocito 3. Eosinófilos 5-6. Linfocitos.

8.4 Análisis bioquímicos

Los resultados de los estadísticos descriptivos para ambas especies de los valores de bioquímica sanguínea presentando su media con su desviación estándar, mediana, rangos mínimos y máximos y percentil 10 y 90 son presentados en la Tabla 13. Los únicos valores que estaban fuera del rango documentado para esta especie fue el de fosfatasa alcalina (1079 U/L) y ALT (204 U/L) los cuales se repitieron en el equipo de química seca, pero arrojaron los mismos resultados, dichos datos extremos se eliminaron para análisis posteriores. Todos los demás valores están dentro de los rangos establecidos para las poblaciones de tortuga lora en diferentes etapas fisiológicas y tortuga verde anidadoras Tabla 14 y Tabla 15 respectivamente.

Un total de 21 muestras de tortuga lora fueron obtenidas de individuos con un promedio de 66.46 ± 2.25 cm LCC (min. 62.8– máx. 69.50cm) y para la tortuga verde un total de 18 muestras fueron aprovechables y obtenidas de individuos con un promedio de 101.38 ± 6.87 cm LCC (min. 89– máx. 112 cm). No fue posible analizar las muestras de 2 individuos debido a que la muestra no era suficiente

Tabla 13. Parámetros de bioquímica sanguínea de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*) de Nautla y Vega de la Torre, Veracruz periodo 2023-2024. DE= desviación estándar, BUN= nitrógeno ureico, AST= aspartato aminotransferasa, ALT= alanino aminotransferasa.

Parámetro <i>L. kempii</i>	n	Media ± SD	Mediana	Rango	P₁₀- P₉₀
LCC (cm)	21	66.46 ± 2.25	66.80	62.8 - 69.5	63.5 - 69
Glucosa (mg/dL)	21	59.42 ± 27.12	68	10 - 95	12 - 85
BUN (mg/dL)	21	13.12 ± 3.16	12.52	7.99 - 21.73	9.81 - 16.21
Urea (mg/dL)	21	28.09 ± 6.75	26.80	17.1 - 46.5	21 - 34.7
Creatinina (mg/dL)	21	0.28 ± 0.08	0.29	0.15 - 0.48	0.19 - 0.37
Ácido úrico (mg/dL)	21	0.59 ± 0.24	0.52	0.28 - 1.16	0.39 - 0.89
AST (U/L)	21	46.33 ± 24.86	40.70	7.6 - 88.8	17.4 - 79.4
ALT (U/L)	21	7.71 ± 5.27	7.00	0.6 - 17	0.6 - 15
Fosfatasa alcalina (U/L)	21	97.59 ± 233.23	27.60	10 - 1079	11 - 148.6
Bilirrubinas totales (mg/dL)	21	0.33 ± 0.36	0.20	0.05 - 1.3	0.1 - 0.9
Proteínas totales (g/dL)	21	3.31 ± 1.11	3.60	1.30 - 4.9	1.7 - 4.6
Albúmina (g/dL)	21	1.28 ± 0.43	1.20	0.50 - 2.0	0.7 - 1.9
Ca (mg/dL)	21	8.90 ± 2.29	8.40	4.20 - 13.6	6.2 - 11.5
P (mg/dL)	21	7.33 ± 3.30	7.80	2.20 - 16.5	3.4 - 9.9
Colesterol total (mg/dL)	21	200.35 ± 77.84	210	62 - 327	98.3 - 303
Triglicéridos (mg/dL)	21	268.22 ± 175.92	212	37 - 575	65.7 - 523
Parámetro-<i>C. mydas</i>	n	Media ± SD	Mediana	Rango	P₁₀- P₉₀
LCC (cm)	18	101.38 ± 6.87	103.5	89 - 112	90.5 - 108.5
Glucosa (mg/dL)	18	94.29 ± 15.58	90	75 - 126	75 - 116
BUN (mg/dL)	18	5.57 ± 1.9	6.03	2.2 - 8.83	2.33 - 7.99
Urea (mg/dL)	18	11.92 ± 4.05	12.9	4.80 - 18.90	5 - 17.1
Creatinina (mg/dL)	18	0.24 ± 0.11	0.2	0.15 - 0.52	0.15 - 0.41
Ácido úrico (mg/dL)	18	0.83 ± 0.31	0.89	0.26 - 1.46	0.3 - 1.18
AST (U/L)	18	153.19 ± 62.93	143.25	79 - 365	86.5 - 201.9
ALT (U/L)	18	15.95 ± 47.41	2.65	0.60 - 204	1.1 - 28
Fosfatasa alcalina (U/L)	18	17.55 ± 10.26	14.25	7.30 - 47.10	8 - 31.6

Bilirrubinas totales (mg/dL)	18	0.14 ± 0.07	0.10	0.10 - 0.30	0.1 - 0.3
Proteínas totales (g/dL)	18	4.26 ± 0.5	4.25	3.40 - 5.20	3.6 - 5.1
Albúmina (g/dL)	18	1.58 ± 0.18	1.65	1.20 - 1.90	1.3 - 1.8
Ca (mg/dL)	18	10.21 ± 2.81	10.15	3.3 - 14	6.8 - 14
P (mg/dL)	18	8.44 ± 1.58	8.30	6.0 - 11.70	6.2 - 11.7
Colesterol total (mg/dL)	18	247.73 ± 45.34	245.2	162 - 316	165 - 315
Triglicéridos (mg/dL)	18	587.66 ± 246.41	573	212 - 1142	242 - 1011

Tabla 14. Comparación de parámetros bioquímicos de poblaciones de tortuga lora (*L. kempii*) clínicamente sanas del Golfo de México y de tortugas lora capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz. Elaboración propia. DE= Desviación estándar, AST= aspartato aminotransferasa, ALT= alanino aminotransferasa, BUN= nitrógeno ureico, ND= no disponible.

Parámetro	Veracruz, México anidación <i>n</i> =21 (este estudio)	Tamaulipas, México anidantes (Leal. Sepúlveda et al 2023) <i>n</i> =50	USA juveniles áreas de alimentación <i>n</i> =34 (Perrault 2020)
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Glucosa mg/dL	59.42 ± 27.1	76.12 ± 6.33	122.51 ± 1.1
BUN mg/dL	13.12 ± 3.2	9.23 ± 0.97	71 ± 13
Creatinina mg/dL	0.28 ± 0.08	ND	ND
Creatinina quinasa U/L	ND	187.9 ± 85.4	1513 ± 865
Ácido úrico mg/dL	0.59 ± 0.23	ND	1.7 ± 0.5
AST U/L	46.33 ± 24.85	17.33 ± 1.56	185 ± 51
ALT U/L	7.71 ± 5.26	ND	ND
Fosfatasa alcalina U/L	97.59 ± 233.29	28.57 ± 5.14	119 ± 54
Bilirrubinas totales mg/dL	0.33 ± 0.36	0.13 ± 0.017	ND
Proteínas totales g/dL	3.31 ± 1.11	3.12 ± 0.76	3.8 ± 6
Albúmina g/dL	1.28 ± 0.43	1.08 ± 0.34	0.78 ± 0.17
Calcio mg/dL	8.90 ± 2.29	7.48 ± 0.87	9.5 ± 0.9
Fósforo mg/dL	7.33 ± 3.29	7.26 ± 0.45	8.5 ± 1.3
Colesterol total mg/dL	200.35 ± 77.83	217.42 ± 49.55	103 ± 21
Triglicéridos mg/dL	268.22 ± 175.91	68.36 ± 16.95	100 ± 46

Tabla 15. Comparación de parámetros bioquímicos de poblaciones de tortuga verde (*C. mydas*) y de tortugas verde capturadas en este estudio en playas de anidación de las playas de Veracruz. Elaboración propia. DE= Desviación estándar, AST= aspartato aminotransferasa, ALT= alanino aminotransferasa, BUN= nitrógeno ureico, ND= no disponible.

Parámetro	Veracruz, México anidación (este estudio) n=20	México, anidadoras (Cruz- Quintana et al 2018) n=20	Venezuela, anidadoras (Prieto et al. 2013) n=48
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Glucosa mg/dL	94.29±15.6	97.7±11	71.46 ± 23.01
BUN (mg/dL)	6±1.9	3.4±1.2	21.16 ± 9.00
Creatinina (mg/dL)	0.24±0.11	0.4±0.3	0.49 ± 0.43
Creatinina quinasa U/L	ND	ND	ND
Ácido úrico (mg/dL)	0.83±0.31	ND	1.08 ± 0.52
AST U/L	153.19±62.93	ND	65.59 ± 29.32
ALT U/L	15.95±47.41	14.1±6.0	30.52 ± 31.55
Fosfatasa alcalina U/L	17.55±10.26	27.4±18	126.84 ± 55.74
Bilirrubinas totales mg/dL	0.14±0.07	2.6±6.8	ND
Proteínas totales g/dL	4.25±0.49	5.8±2.3	4.74 ± 0.56
Albumina g/dL	1.58±0.18	2.5±1.2	2.24 ± 0.41
Calcio mg/dL	10.21±2.80	10.3±4.5	12.79 ± 3.28
Fósforo mg/dL	8.44±1.58	10.3±2.3	9.45 ± 3.17
Colesterol total mg/dL	247.73±45.33	255±31.8	322.26 ± 66.45
Triglicéridos mg/dL	587.65±246.40	ND	835.91 ± 267.03

8.4.1 Diferencias entre zonas de anidación

Se excluyeron datos extremos de las siguientes variables: BUN (21.73 mg/dL), urea (46.5 mg/dL), creatinina (0.52mg/dL), AST (365.5 U/L), ALT (204 U/L), fosfatasa alcalina (47.1, 1079 U/L), bilirrubina total (1.2 mg/dL), P (16.5 mg/dL) para todos los análisis de bioquímicas sanguíneas posteriores. Los valores de las pruebas de Kruskall Wallis y ANOVA se muestran en la Tabla 16.

Para la tortuga verde se obtuvieron diferencias significativas para los valores de glucosa (mg/dL) entre la zona A y B obteniendo mayores valores la zona A ($p=0.0152$) (Figura 15), triglicéridos (mg/dL) $H=7.790$ $p=0.0203$ (Figura 16) también con diferencias significativas entre la zona A y B, mostrando la zona B los mayores valores.

Tabla 16. Resultados prueba de Kruskal –Wallis y ANOVA para parámetros bioquímicos por zonas de anidación (A-B-C) de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*)

				Zona de anidación					
				A	B		C		
Variable-Lora	GL	Chi ²	p	n	Mediana	n	Mediana	n	Mediana
Glucosa (mg/dL)	2	2.36	0.30	3	82	14	67	4	44.5
Fosfatasa alcalina (U/L)	2	3.63	0.16	2	88.1	14	22.1	4	38.5
Bilirrubinas totales (mg/dL)	2	5.77	0.05	3	0.2	14	0.1	3	0.4
Calcio (mg/dL)	2	5.84	0.05	3	12.2	14	8.4	4	8.05
Fósforo (mg/dL)	2	7.41	0.02	3	9.2	13	5.7	4	8.45*
				A	B		C		
Variable-Verde	GL	Chi ²	p	n	Mediana	n	Mediana	n	Mediana
Creatinina (mg/dL)	2	0.27	0.87	4	0.21	5	0.19	3	0.16
ALT U/L	2	5.74	0.05	4	1.20	6	2.65	3	12
Fosfatasa alcalina U/L	2	1.51	0.46	3	17.75	6	13.75	3	8
Bilirrubinas totales (mg/dL)	2	1.17	0.55	4	0.10	6	0.15	3	0.1
Triglicéridos (mg/dL)	2	7.79	0.02	4	372.5	6	583	3	575*

Tabla 16 Continuación ANOVA

Variable-Lora	GL	F	p	Zona de anidación					
				A	B		C		
				n	Media ± SD	n	Media ± SD	n	Media ± SD
BUN (mg/dL)	2	0.77	0.47	3	11.28 ± 4.22	13	12.97 ± 2.14	4	12.17 ± 2.47
Urea (mg/dL)	2	0.77	0.47	3	24.13 ± 9.02	13	27.76 ± 4.59	4	26.05 ± 5.28
Creatinina (mg/dL)	2	1.20	0.32	3	0.34 ± 0.02	14	0.28 ± 0.08	4	0.24 ± 0.10
Ácido úrico (mg/dL)	2	1.10	0.35	3	0.44 ± 0.02	14	0.58 ± 0.23	4	0.71 ± 0.31
AST U/L	2	1.95	0.17	3	68.67 ± 11.90	14	39.86 ± 25.18	4	52.03 ± 27.44
ALT U/L	2	1.94	0.17	3	13 ± 2.65	14	6.72 ± 5.47	4	7.13 ± 5.23
Proteínas totales (g/dL)	2	1.18	0.32	3	4.17 ± 0.67	14	3.03 ± 1.20	4	3.40 ± 0.92
Albúmina (g/dL)	2	0.92	0.41	3	1.57 ± 0.38	14	1.17 ± 0.47	4	1.33 ± 0.28
Colesterol total (mg/dL)	2	1.59	0.23	3	266 ± 45.06	14	192.72 ± 73.77	4	165.75 ± 102.58
Triglicéridos (mg/dL)	2	0.81	0.45	3	331.33 ± 207.5	14	266.59 ± 181.33	4	172.50 ± 120.41

Variable-Verde	GL	F	p	Zona de anidación					
				A	B		C		
				n	Media ± SD	n	Media ± SD	n	Media ± SD
Glucosa (mg/dL)	2	6.55	0.01	4	113 ± 9.84	6	89.67 ± 8.06	3	91.77 ± 15.76*
BUN (mg/dL)	2	0.36	0.70	4	5.84 ± 2.46	6	4.78 ± 2	3	4.89 ± 0.98
Urea (mg/dL)	2	0.36	0.70	4	12.50 ± 5.28	6	10.25 ± 4.26	3	10.43 ± 2.14
Ácido úrico (mg/dL)	2	0.20	0.81	4	0.73 ± 0.14	6	0.84 ± 0.33	3	0.73 ± 0.40
AST (U/L)	2	4.18	0.04	4	147 ± 19	6	139.77 ± 31.36	3	93.97 ± 19.78*
Proteínas totales (g/dL)	2	0.56	0.58	4	4 ± 0.81	6	4.32 ± 0.39	3	4 ± 0.17
Albúmina (g/dL)	2	2.36	0.14	4	1.43 ± 0.22	6	1.67 ± 0.15	3	1.50 ± 0.17
Calcio (mg/dL)	2	0.93	0.42	4	10.30 ± 2.83	6	8.43 ± 2.89	3	10.73 ± 2.05
P (mg/dL)	2	1.70	0.23	4	9 ± 0.94	6	7.98 ± 1.62	3	29.90 ± 40.79
Colesterol total (mg/dL)	2	0.17	0.84	4	254 ± 45.17	6	239.30 ± 47	3	251.13 ± 12.02

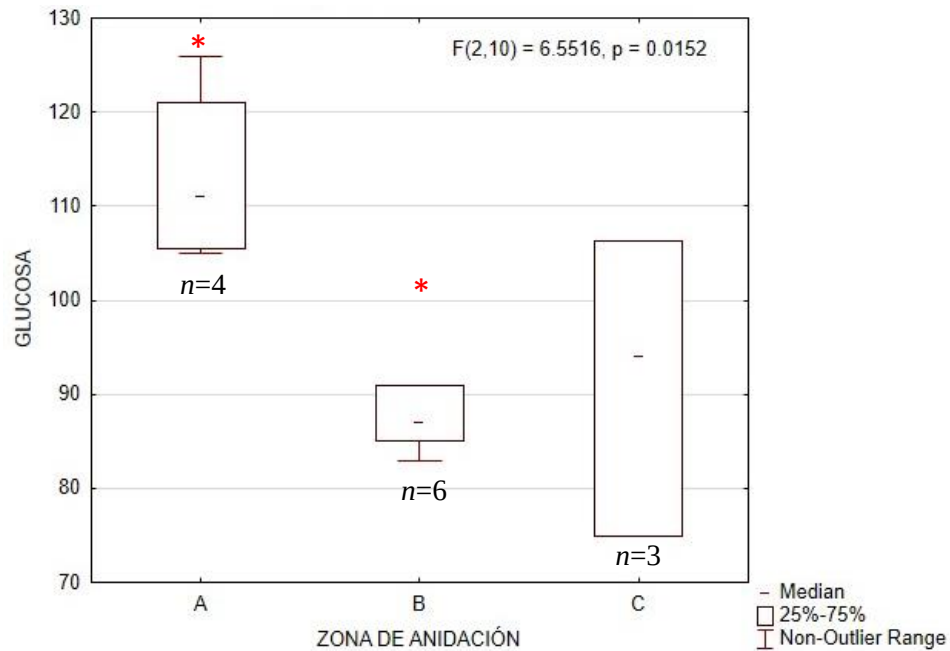


Figura 15. Glucosa (mg/dL) de tortuga verde (*C. mydas*) de las playas de Veracruz agrupadas por sitios de anidación.

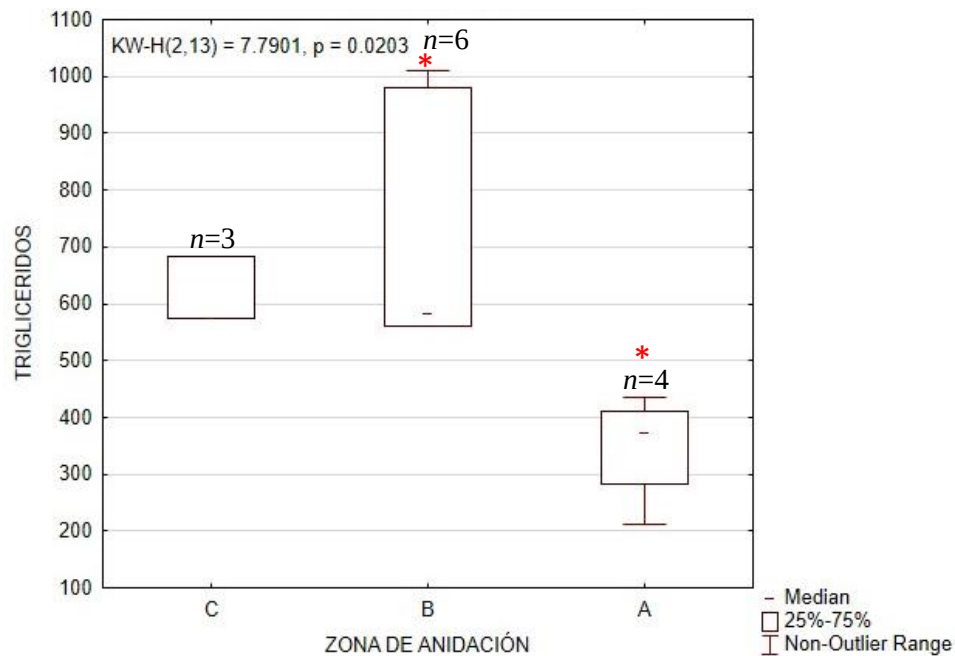


Figura 16. Triglicéridos (mg/dL) de tortuga verde (*C. mydas*) de las playas de Veracruz agrupadas por sitios de anidación.

8.4.2 Diferencias entre años tortuga lora

Para bioquímicas sanguíneas presentaron diferencias significativas y valores más altos en el año 2024 los parámetros de creatinina $p=0.019$, AST $p=0.001$, ALT $p=0.0002$ (Figura 17), calcio $p=0.005$, colesterol $p=0.034$ y glucosa $p=0.044$ (Figura 18).

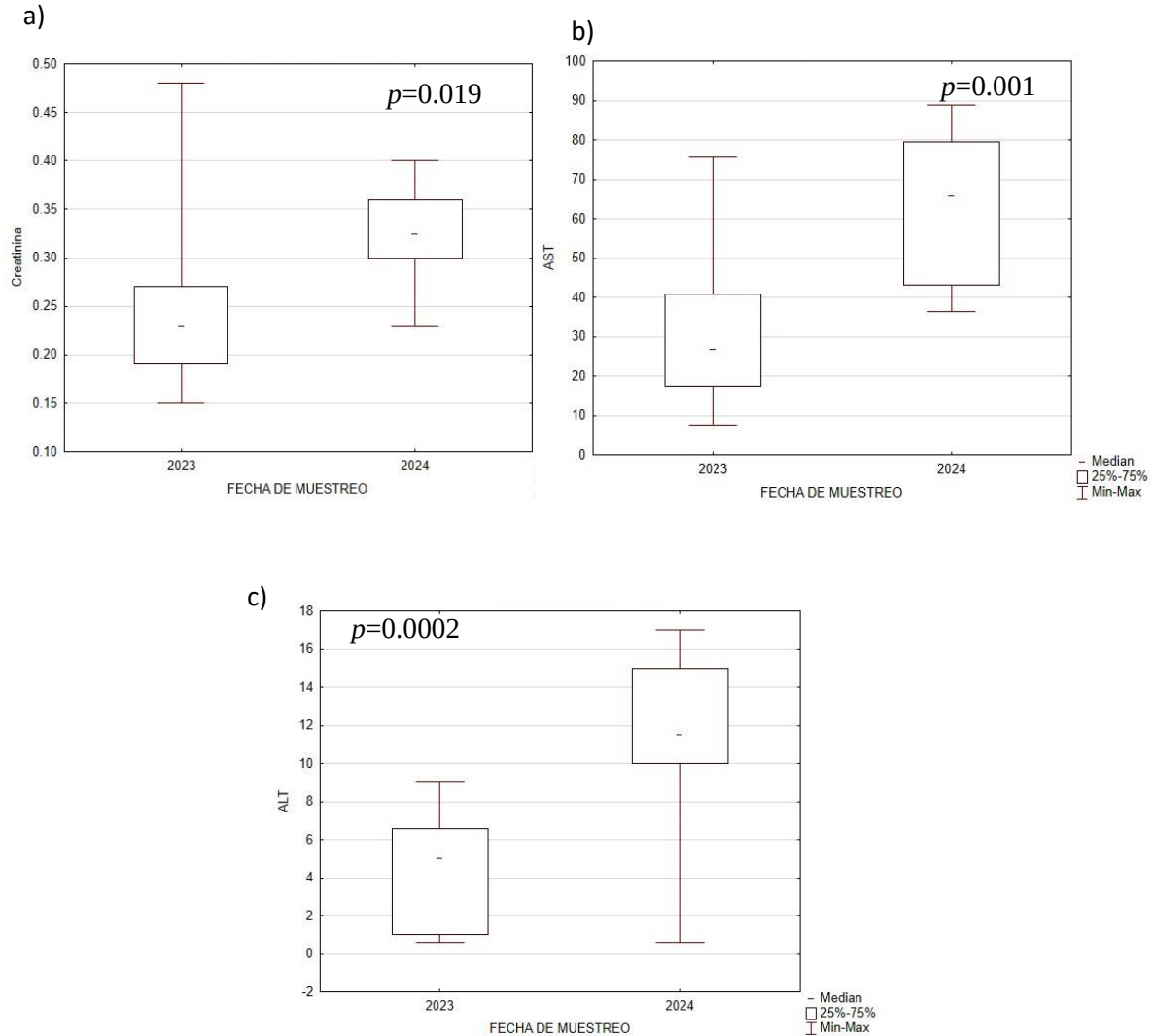


Figura 17. Variables bioquímicas de tortuga lora (*L. kempii*) a) Creatinina b) AST c) ALT por años de muestreo en Veracruz.

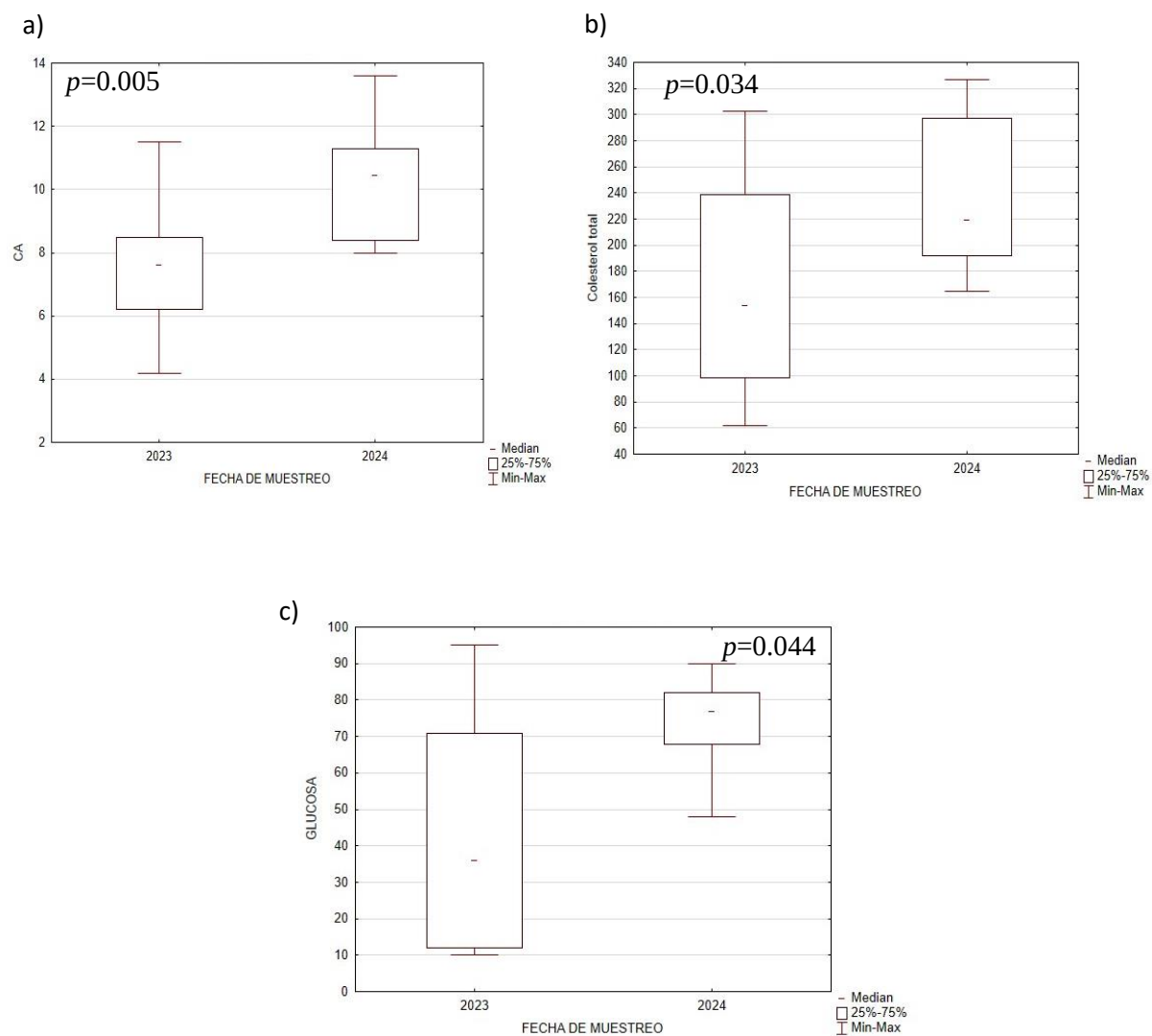


Figura 18. Variables bioquímicas de tortuga lora (*L. kempii*) a) calcio b) colesterol total c) glucosa por años de muestreo en Veracruz.

8.4.3 Diferencias entre especies

Para las comparaciones de valores bioquímicos entre especies se obtuvieron diferencias significativas para los valores de glucosa (mg/dL) $p=0.000044$, BUN (mg/dL) $p= <0.0001$, urea (mg/dL) $p= <0.0001$, creatinina (mg/dL) $p=0.037124$, ácido úrico (mg/dL) $p=0.01123$, AST U/L $p= <0.0001$, fosfatasa alcalina (U/L) $p=0.001527$, proteínas totales (g/dL) $p=0.004637$, albúmina (g/dL) $p=0.008094$, colesterol total (mg/dL) $p=0.041107$, triglicéridos (mg/dL) $p=0.000044$ (Tabla 17).

No hubo diferencias significativas entre especies para los valores de ALT U/L $p=0.075709$, bilirrubinas totales (mg/dL) $p=0.111089$, calcio (mg/dL) $p=0.115554$, P (mg/dL) $p=0.067670$.

Tabla 17. Resultados estadísticos (prueba de U-Mann Whitney y T-student para datos no paramétricos y paramétricos) parámetros bioquímicos por especie *L. kempii*-*C. mydas*.

Especie									
</									

8.4.4 Correlación de parámetros bioquímicos y talla

Se obtuvieron correlaciones positivas entre el largo curvo de caparazón (LCC) de *L. kempii* y los parámetros bioquímicos de nitrógeno ureico (BUN) ($r^2=0.578277$; $p=0.007566$; $n=20$) y urea ($r^2=0.620722$; $p=0.007566$; $n=20$). Para la tortuga verde no se correlacionó ningún parámetro con la talla de los individuos (Tabla 18).

Tabla 18. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre el parámetro morfológico de talla (LCC) con parámetros bioquímicos de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*).

Correlación talla				
Variable-Lora	p	Pearson	rcuadrado	Spearman
Glucosa (mg/dL)	0.25			-0.26
BUN (mg/dL)	0.007	0.57	0.33	*
Urea (mg/dL)	0.007	0.62	0.38	*
Creatinina (mg/dL)	0.55	-0.13	0.01	
Ácido úrico (mg/dL)	0.40	0.18	0.03	
AST (U/L)	0.76	0.06	0.004	
ALT (U/L)	0.53	-0.14	0.02	
Fosfatasa alcalina (U/L)	0.56			-0.13
Bilirrubinas totales (mg/dL)	0.25			-0.26
Proteínas totales (g/dL)	0.95	0.01	0.0001	
Albúmina (g/dL)	0.90	0.02	-0.05	
Calcio (mg/dL)	0.35	-0.21	-0.005	
P (mg/dL)	0.60	-0.12	0.01	
Colesterol total (mg/dL)	0.81	-0.05	-0.04	
Triglicéridos (mg/dL)	0.85	-0.04	-0.05	
Variable-Verde	p	Pearson	rcuadrado	Spearman
Glucosa (mg/dL)	0.75	-0.07	-0.05	
BUN (mg/dL)	0.20	-0.31	0.04	
Urea (mg/dL)	0.20	-0.31	0.04	
Creatinina (mg/dL)	0.30			0.26
Ácido úrico (mg/dL)	0.94	0.01	-0.06	
AST (U/L)	0.20			-0.32
ALT (U/L)	0.65			0.11
Fosfatasa alcalina (U/L)	0.18			-0.33
Bilirrubinas totales (mg/dL)	0.71			-0.09
Proteínas totales (g/dL)	0.44			-0.19
Albúmina (g/dL)	0.58	-0.13	-0.04	
Calcio (mg/dL)	0.82	-0.05	-0.05	
P (mg/dL)	0.17	0.33	0.05	
Colesterol total (mg/dL)	0.07	-0.43	0.13	
Triglicéridos (mg/dL)	0.12	0.37	0.08	

8.4.5 Correlación de parámetros bioquímicos e índice físico de salud

No se correlacionó ningún parámetro de bioquímica sanguínea con el índice físico de salud para ninguna de las especies en estudio.

8.4.6 Correlación de parámetros bioquímicos y anormalidades nucleares

Para la tortuga lora (*L. kempii*) se correlacionaron de manera negativa los valores de AST (mg/dL) $r=-0.70$ $p=0.015274$, ALT (U/L) $r=-0.48$ $p=0.05$ y bilirrubinas totales (mg/dL) $r=-0.52$ $p=0.028239$ con la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos). Para la tortuga verde (*C. mydas*) no se correlacionó ningún parámetro (Tabla 19).

Tabla 19. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) con parámetros bioquímicos de tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*).

Correlación Anormalidades nucleares				
Variable-Lora	p	Pearson	rcuadrado	Spearman
Glucosa (mg/dL)	0.26	-0.29	0.08	
BUN (mg/dL)	0.25	0.30	0.09	
Urea (mg/dL)	0.25	0.30	0.09	
Creatinina (mg/dL)	0.11	-0.40	0.16	
Ácido úrico (mg/dL)	0.18	0.34	0.12	
AST (U/L)	0.001	-0.70	0.50	*
ALT (U/L)	0.04	-0.48	0.23	*
Fosfatasa alcalina (U/L)	0.80			-0.07
Bilirrubinas totales (mg/dL)	0.03			-0.52*
Proteínas totales (g/dL)	0.25	-0.29	0.09	
Albumina (g/dL)	0.33	-0.25	0.06	
Calcio (mg/dL)	0.09	-0.43	0.18	
P (mg/dL)	0.06	-0.47	0.22	
Colesterol total (mg/dL)	0.14	-0.37	0.14	
Triglicéridos (mg/dL)	0.42			-0.20
Variable-Verde	p	Pearson	rcuadrado	Spearman
Glucosa (mg/dL)	0.47	-0.19	0.04	
BUN (mg/dL)	0.55	0.15	0.02	
Urea (mg/dL)	0.55	0.15	0.02	
Creatinina (mg/dL)	0.93			-0.02
Ácido úrico (mg/dL)	0.82	0.06	0.0004	
AST (U/L)	0.17	-0.35	0.12	
ALT (U/L)	0.12			0.39
Fosfatasa alcalina (U/L)	0.14			-0.38
Bilirrubinas totales (mg/dL)	0.90			-0.03
Proteínas totales (g/dL)	0.69	0.10	0.01	
Albumina (g/dL)	0.21	0.32	0.10	
Calcio (mg/dL)	0.21	0.32	0.10	
P (mg/dL)	0.56	-0.15	0.02	
Colesterol total (mg/dL)	0.27	0.29	0.08	
Triglicéridos (mg/dL)	0.55			0.15

Los resultados de las frecuencias de ENA por especie de este estudio se reflejan junto a comparaciones de estudios realizados en Quintana Roo para tortuga verde (Tabla 20). Para tortuga lora se reportan por primera vez los diferentes tipos de AN.

Tabla 20. Comparación de la frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) por especie.

Especie	Variable	Veracruz (presente estudio)	Quintana Roo (Guevara et al., 2023) $n=34$
		Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
<i>L. kempii</i> $n=17$	MN	0.33 ± 0.59	
	Buds	38.3 ± 17.24	
	AN	24.88 ± 12.46	
<i>C. mydas</i> $n=20$	MN	0.6 ± 0.82	3.2 ± 6.4
	Buds	38.9 ± 16.5	56.2 ± 41.2
	AN	27.4 ± 22.1	43.5 ± 63.3

También se realizó la comparación de ENA interespecie, no se obtuvieron diferencias significativas entre especies $p=0.747$ siendo la tortuga verde la que evidenció mayor variabilidad en la frecuencia de ENA con una media para especie lora de 63.6 (número/1000 eritrocitos) y para la verde 66.9 (número/1000 eritrocitos) (Figura 19).

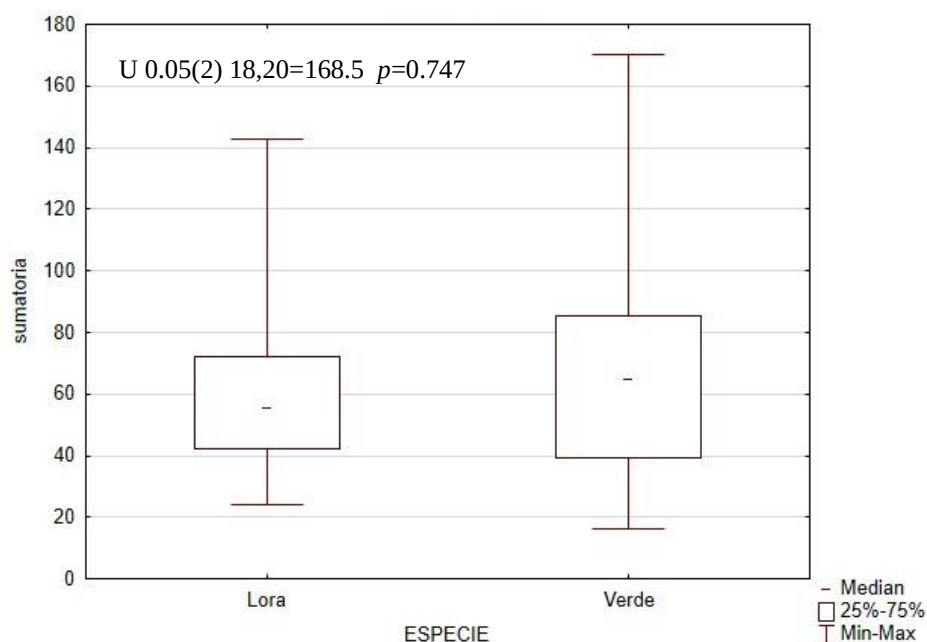


Figura 19. Frecuencia de ENA (número/1000 eritrocitos) por especie tortuga lora (*L. kempii*) y tortuga verde (*C. mydas*) de las playas de Veracruz.

9. DISCUSIÓN

9.1 Estructura poblacional

Las tortugas anidadoras de las playas de Nautla y Vega de Alatorre de este estudio presentaron la talla considerada para anidadoras tanto para tortuga lora (LCC>65cm) (Márquez M, 1994) con un LCC 66.4 ± 2.2 cm (62.8-69.5) como también para tortuga verde anidantes (LCC>86cm) del caribe mexicano (Zurita et al., 1993) con un LCC 101.5 ± 6.6 cm (89-112).

Para la tortuga lora se reportaron valores similares de LCC para poblaciones de anidadoras en el estado de Veracruz con una talla promedio de 66.6 ± 2.2 cm, 67.5 ± 1.2 cm, (Vásquez Bultrón, 2016, 2018), también en el estado de Tamaulipas reportando una talla promedio de 66.65 ± 2.85 cm (Nava Montes et al., 2020), así como en Texas (USA) con un LCC de 64 ± 2.1 cm (Seney y Landry, 2011); sin embargo, las poblaciones en estudio reportan datos más altos de LCC que otros estudios más recientes como el de Leal Sepúlveda (2023) que evidencia una talla menor promedio de LCC 60.39 ± 2.86 cm para anidantes en el estado de Tamaulipas que podría deberse a efectos colaterales del derrame de Horizon y la pérdida de la generación de juveniles y subadultos en el mismo año (Gallaway et al., 2016) pero con nuestros resultados se confirma que las medidas se mantienen para la población anidadora en el estado de Veracruz.

Para la tortuga verde también se reportan valores similares para poblaciones de anidadoras en el Raudal, Veracruz con un LCC de 103.3 ± 11.6 cm (Moncayo Vázquez, 2015), en Florida (USA) LCC 104.4 ± 5.8 cm (Page-Karjian et al., 2020) pero con poblaciones de menor tamaño que en Campeche con un promedio de LCC 107.1 ± 7.1 cm (Cruz-Quintana et al., 2018). Se corrobora que las poblaciones mantienen la talla mínima de anidación en diversas zonas geográficas del Atlántico.

9.2 Índice de salud físico

La fibropapilomatosis (FP) es probablemente de las enfermedades que presenta mayor amenaza para las tortugas marinas, es una enfermedad neoplásica debilitante y su etiología no está completamente establecida (Mejía-Radillo et al., 2019; Reséndiz et al., 2022; Young, 2022). El desarrollo de esta enfermedad ha sido vinculada fuertemente a áreas contaminadas y con mucha actividad antrópica debido a que es multifactorial y por sí solo el virus no

necesariamente causa la enfermedad (Labrada-Martagón, 2011; de Mello y Álvarez, 2020) En esta zona hay evidencia de presencia de FP en ambas especies (Ramos-Díaz et al., 2024; Suárez-Domínguez et al., 2020) pero en este estudio no se registró en ninguna de las especies muestreadas; cabe recalcar que el tamaño de muestra era pequeño el cual puede agregar errores a las estimaciones de incidencia de FP. Sin embargo hay q objetar que a través del tiempo se han implementado muchos esfuerzos de conservación y recuperación no solo en México sino también con USA como el plan Mex-US y otros programas binacionales (DOF 2002b; Código Penal Federal, 1996; DOF 2007; CONANP, 2022) los cuales también hay ayudado a la conservación del hábitat de ambas especies por lo que también podemos corroborar la mejoría en las poblaciones que están siendo menos afectadas en esta zona como se observa con los especímenes en estudio.

Por otro lado, la mayor cantidad de epibiontes fueron encontrados en una tortuga verde con un total de 21 balanos y en tortuga lora fueron muy escasos los encontrados, siendo 7 el número máximo encontrado en un solo individuo. En cuanto a este tipo de epibiontes hay precedentes de una correlación positiva entre talla y número de balanos (Badillo Amador, 2007) por lo que puede inferirse que entre más grande es la tortuga hay más superficie en la que pueden adherirse diferentes tipos de epizooítos, cabe mencionar que entre las tortugas marinas y los balanos existe una relación de comensalismo en su mayoría, pero pueden presentarse relaciones oportunistas en animales debilitados que logran su incremento probablemente a la inactividad del espécimen generando problemas de movilidad e indicando una salud pobre (Cruz-Quintana et al., 2018; de Mello y Álvarez, 2020; Fernández et al., 2015). Además, Flint y colaboradores (2010) demuestran que hay mayores probabilidades de presencia de enfermedad en juveniles pequeños si hay un mayor número presencia de balanos y que un número <5 no influye salud, tomando en cuenta la presencia en plastrón que afecta en mayor cantidad y que además los balanos pueden generar infecciones en regiones anatómicas blandas.

Las aletas traseras se vieron más afectadas que las aletas pectorales al igual que las lesiones en caparazón en esa zona anatómica, pero siendo afectados también los laterales posiblemente por encuentro con depredadores o embarcaciones pesqueras. La mayoría de la población muestreada obtuvo un puntaje muy bueno de índice físico siendo la especie *C.*

mydas la que presento menos daños externos a piel, caparazón y aletas. La condición de las aletas puede afectar tanto la habilidad de evadir depredadores, locomoción y éxito de anidación por lo que la ausencia de ellas es un factor a tomar en cuenta, este factor nos provee información extra ya que también la pérdida o lesión en aletas pueden ser generadas por colisiones con embarcaciones o interacción con redes de pesca (Ramos Díaz, 2020). Mejía y colaboradores (2019) lo toman como un factor de pobre condición física que afectan motilidad y pone en riesgo al espécimen, hecho que también se confirma en las tortugas varadas evaluadas por Young (2022) en las que la mayoría de aletas afectadas fueron las delanteras y las del lado izquierdo, pero no pueden relacionarse en totalidad a la muerte del animal.

9.3 Parámetros hematológicos

Para los valores de eritrocitos totales (cel/uL) en ambas especies obtuvimos rangos más elevados que otras poblaciones de anidadoras. Para la tortuga lora no hay datos en esta etapa fisiológica por lo que comparamos resultados con los de otras especies (*C. mydas*) encontrándose dentro de rangos reportados (Samour et al., 1998). Para la tortuga verde los valores en nuestro estudio se hallan en los rangos establecidos para hembras tanto juveniles de Florida como adultas del océano índico (Norton et al., 1990; Samour, 1998) pero obtuvimos datos mucho más altos que los reportados para anidadoras en Yucatán (Lara Uc et al., 2012), que puede deberse a la técnica utilizada en este estudio para los conteos en fresco. Los valores para hematocrito y hemoglobina se encontraban dentro de los rangos normales (Flint et al., 2010; Innis et al., 2009; Redondo Zúñiga, 2008) por lo que también no podemos adjudicar que los valores altos eritrocitarios son dados por hemoconcentración o procesos de deshidratación. También hay estudios que reportan que los eritrocitos tienden a ser más altos en hembras que machos (Samour et al.1998) y presentan datos menores en tortugas con FP debido a anemia no regenerativa y condiciones crónicas (Aguirre et al., 1995).

Nuestros descubrimientos no fueron consistentes con otros estudios que reportan mayor número de heterófilos (cel/uL) (Coleman et al., 2016; Innis et al., 2009) ya que en este estudio obtuvimos mayor número de linfocitos (cel/uL), luego heterófilos (cel/uL), eosinófilos (cel/uL), monocitos (cel/uL) y en menor cantidad los basófilos (cel/uL). En las

tortugas marinas, esto también puede variar según el análisis de la muestra, los sitios de punción, la época del año, el sexo, y otros factores como el periodo reproductivo en el que se encuentra nuestra población en estudio. Además, el muestreo en la tortuga verde fue más difícil debido al tamaño de las hembras y la falta de personal ya que para sostener de manera adecuada a una hembra se necesitan al menos 5 personas si se realiza el muestreo luego que termina la ovoposición, motivo por el cual se generó un poco más de estrés porque las muestras no se podían obtener al primer intento o se debía retener a la hembra luego de terminar la ovoposición lo que pudo haber afectado los niveles de linfocitos (Martin, 2009; Martínez-Silvestre et al., 2011; McNally, 2020).

9.3.1 Diferencias entre zonas de anidación

Para las tortugas marinas, la distancia que deben recorrer hasta llegar al sitio de anidación seleccionado puede ser un factor que genere diferentes niveles de estrés. Al evaluar las diferencias de los parámetros hematológicos por las distintas zonas de anidación A, B y C, para la tortuga lora se observaron diferencias mayores en la zona B en linfocitos (cel/uL) y (%) que son parte de la línea celular que aumenta en presencia de estrés fisiológico, además esto coincide con otras investigaciones ya se sabe que diversos estímulos que persistan por horas o minutos incluso pueden incrementar la función inmune (Hunt et al., 2020; Martin, 2009) aunque estos resultados difieren de Ortega Planell y colaboradores (2013) ya que no encontraron relación entre los niveles de corticosterona que es también un biomarcador de estrés en tortugas marinas con la distancia recorrida en playa y los esfuerzos de anidación en tortuga verde por lo que se adjudica que las elevaciones de corticosterona son debido al estrés generado más por las movimientos migratorios que por la distancia recorrida, también se ha registrado un aumento en el recuento de linfocitos asociado a una edad más avanzada en tortugas marinas (Dierauf y Gulland, 2001) y en este estudio solamente se trabajó con hembras adultas anidadoras, los que subieron a zona C eran más pequeños que los que se quedaron anidando en zona B. Las diferencias también puedan deberse debido al número de individuos ya que en la zona B fueron un total de 12 individuos y en la zona C solamente 2 teniendo mayor variación de valores la zona B.

Sin embargo, para esta especie (*L. kempii*) la zona B suele ser la más preferible que la zona C de playa para anidar, por lo que los incrementos en los valores de heterófilos (%) para los individuos que subieron hasta la zona C representan un mayor desgaste físico debido

los desniveles que presenta esta playa y posiblemente genere un estrés más marcado para los individuos que suben hasta la duna. Estudios de estrés en esta especie realizados por Hunt y colaboradores (2016) reflejan que los valores de H/L representan un parámetro asociado al estrés esencial a evaluar y es causa de los niveles elevados de corticosterona, además se ha registrado heterofilia como resultado de la migración en especies como *Caretta caretta* (Chitty y Raftery, 2013) por lo que no podemos asociar los altos niveles de heterófilos solamente al recorrido en playa sino a todo el recorrido previo migratorio que realizan las tortugas marinas para llegar a las playas a anidar.

9.3.2 Diferencias por años tortuga lora

Los mayores valores reflejados de leucocitos totales, linfocitos y monocitos en los individuos capturados en el año 2023 pueden ser ocasionados por presencia de procesos inflamatorios o estrés fisiológico. Además, en conjunto con los valores más elevados de AN en el mismo año pueden ser indicativos de mayor exposición directa o indirecta a diversos contaminantes o estresores generando una mayor actividad inmune (González Castillo, 2015; Rodríguez Salazar, 2018), pero también puede estar siendo generada porque los individuos del año 2023 son más grandes en cuanto a talla (LCC) y éstos valores celulares se han visto relacionados positivamente con el tamaño corporal de tortugas marinas (Stacy et al., 2023).

Por otro lado, Hunt y colaboradores(2020) presentan datos de razón H/L en juveniles de tortuga lora pre-transporte y en buen estado de salud con rangos de razón H/ L (1.24-1.74) y en el año 2024 en este estudio se obtuvo un promedio mayor que el 2023 de razón H/L 1.62 encontrándose dentro de los rangos de individuos saludables y no reportando variación por la etapa fisiológica. La menor razón H/L reflejada en el 2023 puede deberse también a la reducción de la misma debido al incremento de los linfocitos por un estrés agudo que puede generarse por presencia de depredadores, cambios climáticos, factores antropogénicos o también un tipo de estrés por afagia en el periodo anidatorio (Davis et al., 2008; Hamann et al., 2002; Islas Madrid, 2020). En este estudio los rangos de los parámetros hematológicos estaban dentro de los rangos normales, pero las elevaciones a límites superiores también pueden ser indicativos de posibles anomalías fisiológicas con los que el cuerpo está luchando para poder generar inmunidad.

9.3.3 Diferencias entre especies

El análisis de parámetros sanguíneos en tortugas marinas de diversas regiones y hábitats brinda información sobre la variabilidad de los valores esperados en diferentes poblaciones. Hay adaptaciones fisiológicas que cada especie genera de acuerdo al tipo de estresores a los que están expuestas, enfermedades, hábitat, temperatura, alimentación, etc. (Kophamel et al., 2022; Lewbart et al., 2014; Putillo et al., 2020), como por ejemplo las adaptaciones fisiológicas generadas por la constante exposición a neumonía por aturdimiento por frío de la tortuga lora al noreste del Golfo de México (McNally, 2020). Para los valores eritrocitarios hay evidencia que aumentan por migración y también están asociados positivamente a LCC por lo cual coincide con nuestros resultados en que la tortuga verde presenta valores más altos (Stamper et al., 2005). También, la tortuga verde tiene mayores requisitos de oxígeno que la tortuga lora debido a las profundidades mayores de buceo que realiza, por lo que los altos valores eritrocitarios les permite transportar y almacenar más oxígeno en la sangre (Joseph et al., 2023; Wyneken et al., 2013).

La tortuga lora ha presentado mayor estrés y adaptaciones fisiológicas debido a la gran cantidad de contaminantes a los que están expuestas desde corta edad (Kenyon et al., 2001; Wang, 2005), mayores interacciones pesqueras camaroneras en el hábitat del Golfo de México (Schmid y Barichivich, 2005) y las alteraciones en sus territorios alrededor de Florida causadas por las brevetoxinas ocasionadas por la especie *Karenia Brevis* y aunque su respuesta al estrés es menor que en otras especies como la *Caretta caretta* (Hunt et al., 2020; Perrault et al., 2017), con los resultados de este estudio confirmamos que sus adaptaciones fisiológicas en cuanto a la línea celular blanca (leucocitos, linfocitos, heterófilos y eosinófilos) se refleja de manera diferente y en valores más elevados que la especie *C. mydas*.

9.3.4 Correlación de parámetros hematológicos y talla

Estudios han evidenciado correlaciones para otras especies como *Caretta caretta* y *Eretmochelys imbricata* de valores hematológicos con talla incluyendo heterófilos, eosinófilos y basófilos en poblaciones de juveniles y adultos clínicamente sanos (Ley-Quinónez et al., 2017; Stacy et al., 2023; Suarez-Yana et al., 2016). Además, se evidencia un aumento de la estimulación antigénica a medida que las tortugas crecen y también hay aumentos leucocitarios durante el verano y más bajos durante invierno (Baldrey y Ashpole, 2012; Mader y Divers, 2014; Stacy et al., 2023), los aumentos de heterófilos en reptiles

generalmente se asocian a reacciones inmunes de protección ante enfermedades, inflamación o elevaciones de temperaturas (Fuenmayor et al., 2006) por lo que nuestros resultados en la relación positiva de heterófilos (cel/uL) y talla pueda deberse a mayor carga parasitaria en individuos de mayor tamaño o las temperaturas anormales altas también registradas en el transcurso de abril y mayo en México que eleven la producción celular.

9.3.5 Correlación de parámetros hematológicos e índice de salud físico

La relación positiva observada para tortugas verdes en ese estudio de los parámetros de eosinófilos con el índice de salud físico propuesto no coincide con nuestros indicadores si se evalúa del lado asociado a la respuesta parasitaria interna ya que no evaluamos presencia o cantidad de endoparásitos sino epibiontes. Sin embargo, también los eosinófilos se han relacionado positivamente con la talla de tortugas marinas (Stacy et al., 2023) y aunque no reflejamos relación alguna con talla de los individuos en estudio puede ser un factor a considerar debido a que la tortuga verde es mucho más grande que la tortuga lora. Además, en reptiles los eosinófilos no solo se relacionan con infecciones parasitarias y la activación del sistema inmunológico (Martínez-Silvestre et al., 2011; Stacy et al., 2023) sino también han presentado incluso actividades fagocíticas y capacidad antimicrobial (Jacobson, 2007). Comúnmente su elevación excesiva además de estar asociada con infecciones parasitarias (como protozoos y helmintos) también se elevan por otras formas de estimulación antigénica (Stacy et al., 2011). Las tortugas verdes son comúnmente afectadas por trematodos sanguíneos adultos y sus huevos llegan a infectar diferentes tejidos como páncreas, riñón, corazón y duodeno, causando respuestas inflamatorias generando alteraciones en los valores sanguíneos y que pueden llevar a la muerte del individuo (Chapman et al., 2016; Cordero-Tapia et al., 2004) por lo que los individuos muestreados pueden haber tenido cargas parasitarias que estaban afectando estos valores, sin embargo no se encontraban fuera de los rangos reportados.

La relación entre epibiontes y tortugas marinas no están enteramente estudiadas pero sus asociaciones pueden ser facultativas (Pfaller et al., 2006), y también presentar relaciones de comensalismo, oportunistas y de mutualismo (Fernández et al., 2015), por lo que fisiológicamente la tortuga puede no reflejar ninguna variación en sus parámetros hematológicos por la presencia de ellos. Aunque si está reflejado que las cantidades elevadas de epibiontes son buenos indicativos de la salud del individuo ya que reflejan estados

crónicos o enfermedad subyacente (Deem et al., 2009). Así también hay estudios como el de Stamper y colaboradores (2005) en el que se evaluó la relación de carga de epibiontes y los parámetros hematológicos en la especie *Caretta caretta* y no se obtuvo ninguna correlación. Pero por otro lado Nolte y colaboradores (2020) utilizaron un índice de condición corporal más completo en el que nos basamos en nuestros criterios a diferencia que ellos evaluaron forma del plastrón y reflejaron cambios consistentes graduales de carga de epibiontes con el deterioro en la condición corporal de las tortugas, algo que no evaluamos en este estudio por lo que podríamos haber obtenido mejores resultados relacionando la cantidad de epibiontes y evaluarlo en conjunto con los parámetros hematológicos, aunque las cantidades por individuo de tortuga verde no sobrepasaron los 19 epibiontes.

Por lo cual entonces, la asociación positiva de eosinófilos y talla (LCC) puede sugerir que los animales en mejor estado de salud generan una respuesta inmunitaria más robusta (Jacobson 2007; Gómez et al. 2017). Por otro lado, la asociación positiva entre eosinófilos y una buena condición física puede estar siendo generada también por que el 95% de los individuos de tortuga verde reportaron un ISF=5 (muy bueno) por lo que no había variabilidad de datos a comparar.

9.3.6 Correlación de parámetros hematológicos y anormalidades nucleares

Se ha denotado la importancia en la ausencia de parámetros de referencia hematológicos publicados para la especie *L. kempii* (McNally et al., 2020; Zavala-Félix et al., 2022) y su necesidad para poder evaluar la asociación de elementos tóxicos como Hg y Cd en el Golfo de México, ya que es conocido su efecto de inmunosupresión y toxicidad a nivel celular en especies como *Caretta caretta* (Day et al., 2007). Además, en Veracruz se documenta la presencia de microplásticos como el polietileno en arena de nidos in situ y en corrales de incubación en los campamentos tortugueros y también microplásticos que llegan a aguas oceánicas por los ríos Misantla y Colipa por actividades urbanas incluyendo descarga de aguas residuales, actividades agrícolas y turismo que podrían ser causa de problemas que se reflejen en la salud de las tortugas marinas y necesiten ser estudiados (Estrella-Jordan et al., 2023; Ruíz-Reyes et al., 2023). Con los datos obtenidos en este estudio para tortuga lora se refleja la relación positiva que tienen los valores de células blancas como: leucocitos totales, linfocitos, monocitos y la asociación negativa de heterófilos y razón H/L con la frecuencia de ENA. En este contexto considerando que una leucocitosis está asociada a estrés fisiológico

o enfermedad (Powell, 2021), se ha comprobado diversas respuestas del sistema inmune contra diferentes contaminantes, por ejemplo los contaminantes organoclorados se han relacionado de manera positivas con los conteos de glóbulos blancos, monocitos, linfocitos incluyendo eosinófilos al igual que otros contaminantes representativos como PCBs (polibifenilos policlorados) (González Castillo, 2015; Keller et al., 2004) pero negativamente con contaminantes orgánicos persistentes (COPs) como el clordano (Keller et al., 2004), por lo que es fundamental que se evalúe la presencia de diversas sustancias para poder asociar esta respuesta encontrada en estas poblaciones.

Por otro lado, la razón H/L ha sido utilizado en aves (Campo y Davila, 2002; Cotter, 2015; Ots et al., 1998) y en tortugas marinas (Aguirre et al., 1995; Hunt et al., 2016) como un estimador del estrés que tiende a aumentar o disminuir por diferentes estresores fisiológicos ya sea de temporalidad corta (minutos-horas) o estrés crónico (días-meses) generado por presencia de enfermedades ya que está relacionado con la generación de glucocorticoides en sangre y su respuesta fisiológica (Gardner y Oberdörster, 2005; Siegel y Gross, 1993). La relación negativa obtenida en este estudio para la tortuga lora de los parámetros de H/L con la frecuencia de ENA es un hallazgo inusual y que necesitaría de mayor análisis ya que al contrario de la relación negativa obtenida en este estudio con heterófilos (%), se ha observado siempre relaciones positivas en el atlántico con diversos contaminantes como el mirex y PCBs y sus concentraciones en tejido adiposo (Camacho et al., 2014; Keller et al., 2004). En este caso, no solamente hay evidencia de presencia de MN por contaminantes industriales sino también por otras actividades de origen antrópicos como turismo, pesca, pérdida del hábitat lo cual puede llevar a la generación de radicales libres y otras especies reactivas de oxígeno que pueden dañar el ADN (Guevara-Meléndez et al., 2023; Labrada-Martagón, 2011). Las AN actúan también como desencadenantes de la respuesta inmune innata y los heterófilos a largo plazo suprimen incluso la actividad citolítica de diferentes células como los linfocitos y células NK (Guo et al., 2019; Jacobson, 2007), por lo que la relación negativa que se presenta con heterófilos (%) y razón H/L también puede relacionarse con estados crónicos de enfermedad o inflamación en las que los individuos deben adaptar sus respuestas inmunes a este tipo de amenazas al igual que con el estrés ambiental por el cambio climático (Baldrey y Ashpole, 2012).

Para la tortuga verde y la relación positiva de los valores de hematocrito y hemoglobina con las frecuencias de AN pueden estarse generando por el aumento de glóbulos rojos al presentarse estrés (estrés oxidativo, presencia de contaminantes, etc.) y que puede generar una respuesta adaptativa al aumentar la producción de eritrocitos como efecto compensatorio (Prieto et al., 2008), misma respuesta observada en especies como *Caretta caretta* con concentraciones en sangre de Hg (causada por afinidad eritrocítica) y que se relacionan también negativamente con los conteos celulares de linfocitos (Day et al., 2007), estos hallazgos en esta especie coinciden con reportes de valores más elevados de AN encontradas en tortugas verdes en áreas afectadas por actividades antropogénicas (Guevara-Meléndez et al., 2023; Rodríguez Salazar, 2018). Además, también la presencia de contaminantes como Hg, Ar, Pb, Cd están asociados a estrés oxidativo que consecuentemente generan rupturas cromosómicas y ENA (Finlayson et al., 2019; Islas Madrid, 2020; Perrault et al., 2017) por lo que la relación positiva obtenida en este estudio puede ser indicativo de posible asociación de contaminantes en las áreas de residencia o alimentación de la tortuga verde que deben llevarse a estudio.

9.4 Parámetros bioquímicos

La condición de salud de tortugas marinas puede ser evaluada a través de diferentes parámetros bioquímicos que son indicativos de buen estado nutricional, estado energético y etapa fisiológica que además ayudan a caracterizar dinámicas espaciotemporales de poblaciones, estresores y salud ambiental (Salvarani et al., 2018; Stacy et al., 2023). Como se mencionó anteriormente los parámetros bioquímicos pueden ser afectados por diversos factores endógenos y exógenos. En el caso de las hembras anidadoras de ambas especies debido a su estado reproductivo pueden presentar valores generalmente más altos de calcio, fósforo, albúmina, proteínas totales y lípidos que se atribuyen generalmente a vitelogénesis (Cruz-Quintana et al., 2018; Lewbart et al., 2014; Mader y Divers, 2014; Reyes-López et al., 2021), pero también valores alterados pueden deberse a afagia y estrés por anidación (Shaver et al., 2017).

Algunas enzimas como ALT, creatinina, fosfatasa alcalina, tienen baja especificidad en la salud de tortugas marinas y también otros mamíferos marinos por lo que proveen un pobre diagnóstico y no son buenos indicadores de daño o estado de salud en general. En cambio, el ácido úrico y el nitrógeno ureico son mejores indicadores hepáticos en tortugas marinas

(Dierauf y Gulland, 2001; Page-Karjian y Perrault, 2020). De igual forma, el calcio, fósforo y el hierro han mostrado ser buenos indicadores de la salud de las tortugas marinas (Page-Karjian et al., 2014) por lo que también es pertinente considerarlos en futuros trabajos relacionados con el estado de salud.

Las diferencias observadas entre las poblaciones de México (este estudio) y las de Venezuela (Prieto-Torres et al., 2013) pueden estarse generando por condiciones como el tipo de dieta en esta zona geográfica, debido a la presencia de fanerógamas marinas que no estén presentes en otras áreas como en México, Bahamas, Florida, etc., y que estén proporcionando diferentes nutrientes o específicamente más proteínas elevando parámetros como creatinina, fosfatasa alcalina y ácido úrico como también refleja Montilla y colaboradores (2014) en el que valores como urea y fosfatasa alcalina se vieron muy elevadas pero no se sabe con certeza si es resultado es efecto de tipo de dieta, crecimiento o temperatura de las aguas del Golfo de Venezuela. Por otro lado, también la presencia de contaminantes puede alterar valores como ácido úrico que es el mejor indicador de nefropatía en reptiles (Li et al., 2015) y en Venezuela la problemática de contaminación petroquímica es preocupante en la zona costera ya que favorece la eutrofización de las aguas oceánicas, presentado también problemas de contaminación por metales pesados que son arrastrados por las corrientes que provienen de las áreas de contaminación minera de Brasil (Miguel et al., 2022; VITALIS, 2014). Sin embargo, las variaciones con nuestra población en estudio coinciden con los parámetros asociados a degradación de proteínas por lo que el tipo de dieta que están consumiendo estas poblaciones de Venezuela es la mejor explicación a este fenómeno.

9.4.1 Diferencias entre zonas de anidación

Las elevaciones de glucosa en reptiles pueden reflejar una respuesta al estrés (Mader y Divers, 2014; McNally et al., 2020) pero también es un analito que funciona como motor muscular para las tortugas marinas y para sus requerimientos del SNC para sumergirse y realizar grandes recorridos para anidar (Casal y Orós, 2009; Montilla et al., 2008). Para la tortuga verde los individuos muestreados en zona A ($n=4$) se denotó que el 75% no anido exitosamente y fueron los que salieron en la zona de playa de la baliza 16 que son playas cortas de la zona intermareal a la zona supralitoral con pendiente moderada y dunas de 2m de altura (Zavaleta-Lizárraga y Morales-Mávil, 2013). En estos individuos los valores de

glucosa fueron los más altos dentro de los rangos normales, pero pudiendo ser indicativos de estrés debido a los obstáculos encontrados o la imposibilidad de poder hacer la cámara de anidación debido a derrumbes de la duna o no poder subir a la zona B y C.

Por otro lado, los triglicéridos se ha demostrado que disminuyen a lo largo de las temporadas de anidación y refleja estado nutricional y reserva energética en tortugas verdes, por lo que sus niveles también dependen del número de nidada de individuo, distancias recorridas y alimentación (Hamann et al., 2002; Labrada-Martagón et al., 2010). Los niveles de lípidos también se ven aumentados en verano debido a la disponibilidad de alimentos y mejor condición de los ecosistemas; además, los triglicéridos también se han visto relacionados positivamente con la temperatura del agua (Labrada-Martagón, 2011; Stacy et al., 2023) y pueden ser modificados en tortugas verdes por efecto postpandrial (Price et al., 2013), por lo que sus variaciones pueden indicar ayuno o ingesta reciente de alimentos. Los individuos con mayores niveles de triglicéridos que anidaron en zona B y la diferencia significativa reflejado con los individuos con menores niveles de triglicéridos en zona A puede ser un indicativo de muy bajas reservas energéticas de individuos de la zona A o tortugas que presenten mala condición física, de hecho, en la zona A se encontró al único individuo lesionado con pérdida parcial de la aleta izquierda pectoral. Indicativo de que individuos menos aptos deciden anidar en lugares no adecuados o muy cerca de la zona mareal, reduciendo así la sobrevivencia de los huevos.

Muchos estudios reflejan que las distancias recorridas en playa no son relevantes o no constituyen un factor que altere los valores bioquímicos incluyendo también corticosterona y lactato que son indicadores de estrés en tortugas marinas que pueden afectar en conjunto otros valores bioquímicos (Moncayo Vázquez, 2015; Ortega Planell, 2013); pero los valores obtenidos en este estudio si permiten realizar asociaciones sobre la dinámica de anidación y salud de los individuos por lo que es una herramienta útil en campo.

9.4.2 Diferencias por años tortuga lora

Los valores más elevados reflejados en los individuos muestreados en el 2024 de creatinina, AST, y ALT en conjunto pueden ser indicativos de mayor actividad muscular ya sea por mayores distancias recorridas desde los sitios de alimentación o residencia o también por estrés generado por la captura (Álvarez-Varas et al., 2017; Cruz-Quintana et al., 2018). Estos

parámetros son poco específicos de daño renal o hepático en los reptiles, pero su elevación se ha asociado también a menor probabilidad de supervivencia en tortugas marinas (Li et al., 2015; March et al., 2018).

Por otro lado, los valores más elevados de glucosa y colesterol en los individuos del año 2024 pueden indicar que estos individuos se encontraban con una mejor condición corporal y con mayores reservas energéticas que los del 2023. Los valores más elevados de calcio observados en el 2024 pueden ser indicativos del proceso de vitelogénesis (Sinaei et al., 2019), por lo que es normal que encontremos valores más altos en esta etapa fisiológica, los valores de Ca son valores que van disminuyendo con el número de nidadas, pero también pueden verse disminuidos por la temperatura del agua, por lo que las variaciones de temperaturas entre los años podrían explicar las diferencias (Banerjee et al., 2019; Moncayo Vázquez, 2015).

9.4.3 Diferencias entre especies

Algunos valores como nitrógeno ureico y urea también son diferentes también entre estas dos especies debido a la dieta, ya que la tortuga lora es principalmente carnívora y la tortuga verde adulta ya completo su cambio a una dieta herbívora (Koutsos et al., 2021; Márquez M, 1994; McNally, 2020), pero también pueden ser afectados por otros factores como temperatura del agua, temporada del año, enfermedades, etapa fisiológica, etc. (Labrada-Martagón, 2011; Li y Chang, 2020; Stacy et al., 2023). Entonces, los mayores valores encontrados de nitrógeno ureico, urea, creatinina y fosfatasa alcalina en tortuga lora coinciden con la literatura y sus fluctuaciones dadas por la dieta y la degradación de proteínas (Divers y Stahl, 2019; McNally, 2020; Ramos Díaz, 2020). Por otro lado, los mayores valores en tortugas verdes de ácido úrico, AST, proteínas totales, albúmina podrían ser generadas por efecto postprandial, pero también se han relacionado con mayor tamaño en las demás especies de tortugas marinas, por lo que las mayores tallas de la tortuga verde podrían explicar estas variaciones (Chitty y Raftery, 2013; Delgado et al., 2011; Kophamel et al., 2022). Las diferencias observadas entre especies en los mayores niveles de colesterol, glucosa y triglicéridos en la tortuga verde coinciden con sus requerimientos energéticos ya que esta especie cosmopolita se ha registrado que viaja distancias más largas y también a mayores profundidades (McNally et al., 2020; Wyneken et al., 2013).

La tortuga lora posee diferencias fisiológicas como su biología térmica, que le permiten anidar de día a diferencia de la tortuga verde, pero estas diferencias son las que también la hacen susceptible a otros factores como el aturdimiento por frío entre otros (Carreras, 2013); por lo que las adaptaciones a la temperatura, territorios y contaminantes del norte del Golfo de México modulan su fisiología. El comportamiento de cada especie, el hábitat en el que se desarrollan y los contaminantes a las que están expuestas desde corta edad genera adaptaciones fisiológicas que pueden verse reflejadas a nivel bioquímico (Schmid y Barichivich, 2005).

Por otro lado, la tortuga verde (en periodo no reproductivo) reside en territorios alrededor de la península de Yucatán, zonas que son afectadas por diversos contaminantes resultados de actividades antropogénicas (turismo, urbanización, pesca); zonas en la que los individuos de tortuga verde se registran con mayor incidencia de MN y FP (Lara Uc et al., 2012; Rodríguez Salazar, 2018; Uribe-Martínez et al., 2021). Entonces, la distinta distribución en periodos no reproductivos de ambas especies, diferencias climáticas, tipos de alimentación, adaptación a la presencia de distintos xenobióticos, etc. marcan las diferencias para los parámetros hematológicos y bioquímicos diferentes que cada especie posee.

Finalmente, también se denotaron parámetros que no presentaban diferencias significativas entre especies como calcio y fósforo, los cuales se ven modificadas por el estado de anidación de ambas especies muestreadas (Lewbart et al., 2014; Sinaei et al., 2019).

9.4.4 Correlación de parámetros bioquímicos y talla

Las correlaciones entre el tamaño y los parámetros bioquímicos se han utilizado en tortugas marinas para indicar su estado de salud, etapa fisiológica o estado reproductivo (Wyneken, 2004). Para tortuga verde no se obtuvieron relaciones para ningún parámetro con la talla al igual que otros estudios para ambas especies *C. mydas* y *L. kempii* (McNally, 2020) pero al igual que nuestros datos puede deberse por clase de edad similares ya que todas eran anidadoras y los rangos no varían mucho a diferencia de los juveniles en que sus requerimientos de crecimiento somático son mayores y en adultas el crecimiento somático continua, pero a un ritmo más lento (Labrada-Martagón et al., 2017). Muchos estudios demuestran la relación de distintos parámetros con la talla en diferentes especies de tortugas marinas como glucosa, proteínas totales, lípidos, nitrógeno ureico (Labrada-Martagón, 2011; Salvarani et al., 2023; Stacy et al., 2018) parámetros que ayudan a entender los requerimientos energéticos de cada etapa fisiológica, necesidades de crecimiento, desarrollo, etc.

A pesar que otros estudios no obtuvieron ninguna correlación de parámetros bioquímicos en *L. kempii* (Leal-Sepúlveda et al., 2023; McNally et al., 2020), en la presente investigación para la tortuga lora se obtuvo una asociación positiva del tamaño corporal (LCC) con nitrógeno ureico y urea, esto lo podemos asociar al tipo de alimentación ya que los valores de BUN son más elevados en esta especie debido a la ingesta de proteínas y grasas y su tipo de dieta carnívora (Dierauf y Gulland, 2001), además también tiende a aumentar en etapa reproductiva (Mader y Divers, 2014; McNally, 2020) y ambos parámetros de BUN y urea en esta especie tiende a no cambiar por efectos postprandiales como en *C. mydas* (Anderson et al., 2011; Reyes-López et al., 2021). Para urea también se han reportado asociaciones positivas con el tamaño corporal como en *E. imbricata* y *C. mydas* (Kophamel et al., 2022; Salvarani et al., 2023).

9.4.5 Correlación de parámetros bioquímicos y anormalidades nucleares

Al contrario de los resultados obtenidos en este estudio, la relación que se ha observado comúnmente con los valores de AST y ALT en tortugas marinas es una relación positiva con la cantidad de diferentes contaminantes ya que sugieren daño hepatocelular (Keller et al.,

2004). Pero también se han denotado relaciones negativas con los valores de AST y presencia de Hg en sangre en *Caretta caretta*; datos que no son comunes ya que la AST es una enzima que cuando se encuentra elevada en tortuga lora (>233 U/L) y el resto de especies está asociada a daño hepático, daño en tejido muscular o cardíaco en conjunto con otras bioquímicas en reptiles (Dierauf & Gulland, 2001; Innis et al., 2009) y se ve aumentada generalmente y no disminuida en presencia de contaminantes como Cu y Pb y OCs por lo que su relación negativa es desconocida y deben realizarse más estudios (Álvarez-Varas et al., 2017; Keller et al., 2004) para evaluar si el daño severo por la presencia de contaminantes podría disminuir la capacidad del hígado de producir estas enzimas. Así también, la presencia de MN también está asociada a presencia de FP y se han observado menores niveles de AST en individuos enfermos, pero hay incluso estudios que no demuestran asociación alguna de FP con parámetros bioquímicos (Li y Chang, 2020; McNally et al., 2020).

La bilirrubina se considera de poca importancia clínica ya que se produce en cantidades muy bajas en reptiles, aunque en cantidades elevadas si se asocia a enfermedad hepática, pero puede verse elevada debido a estados migratorios, dieta y anidación (Camacho Rodríguez, 2013; Cruz-Quintana et al., 2018; Innis et al., 2009), por lo que los resultados de relación negativa con AN puede deberse solamente a la baja cantidad generada en tortugas marinas y no a efectos de genotóxicos.

9.5 Evaluación de ENA por especie

Aunque la tortuga lora pueden consumir algas, su dieta es principalmente carnívora y se basa principalmente en cangrejos, por lo que una de nuestras hipótesis era que sería la especie con mayor cantidad de ENA debido a su posición trófica. Pero se demuestra lo contrario con la menor variabilidad en la frecuencia de anormalidades que la tortuga verde presentó en este estudio. Además, se ha determinado que la presa principal de la tortuga lora es el cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) y presenta niveles bajos de contaminantes como (Cr, Hg, Pb), por lo que la posición trófica de sus presas no representa bioacumulación para la tortuga lora anidante (Adams y Engel, 2014; Wang, 2005). En cambio, se han encontrado presencia de mayores niveles de contaminantes (Ag, Cd, Hg, Pb and Zn) en caparazón de la especie *L.*

kempii que en niveles sanguíneos por lo que las rutas de acumulación en esta especie son diferentes a la Tortuga verde (Wang, 2005).

Estudios indican un mayor nivel de exposición a contaminantes químicos tóxicos en tortugas verdes en comparación con otras especies de tortugas marinas (Camacho et al., 2014), incluyendo hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), contaminantes orgánicos persistentes (COPs), OCs, etc., que pueden ingerirse a través de sus dietas y por la exposición en sus hábitats utilizados. Esta especie puede verse más afectada debido a su menor capacidad metabólica de excreción quedando más expuestas a efectos negativos para su salud (García-Besné et al., 2015; Herzka et al., 2020; Vidal Martínez, 2020). La mayor cantidad de ENA obtenidas en tortuga verde puede deberse a diferentes motivos además de los antes mencionados ya que también la cantidad de lípidos presentes en esta especie es mucho mayor y se han relacionado positivamente con la concentración de muchos contaminantes como lo son los COPs que tienen afinidad por acumularse en estos tejidos, los cuales generan inmunosupresión en tortugas verdes y son producto de biomagnificación en los especímenes de mayor talla (Camacho 2013). Por lo que nuestros resultados sugieren que la tortuga verde es una especie que es muy susceptible fisiológicamente a la exposición de xenobióticos (Morão et al., 2022).

En este contexto hay que evaluar la situación medioambiental de los territorios de residencia de ambas especies, ya que ambas anidan en Veracruz, pero tienen sitios de residencia diferentes. La tortuga lora utiliza zonas de alimentación en etapas juveniles y adultas a lo largo de la costa norte del Golfo de México hasta Massachusetts, y al sur de Texas hasta la punta de Florida en postanidación, pero la tortuga verde establece sitios de residencia y alimentación a lo largo de la costa de Yucatán (Hart et al., 2018; Lamont et al., 2023; Roberts et al., 2021; Seney y Landry, 2011; Shaver et al., 2017; Shaver y Rubio, 2008; Wallace et al., 2010) por lo que los ecosistemas y la contaminación de estos lugares son a largo plazo los que están afectando a esta especie.

Finalmente, en las frecuencias de ENA por especie, presentamos por primera vez resultados para la especie *L. kempii*. Para la tortuga verde, el daño genotóxico es menor en Veracruz en comparación con datos de Quintana Roo, en el que las zonas con más impacto antropogénico (urbano, turismo, pesca) presenta mayor frecuencia de ENA. Sin embargo,

estos resultados sugieren que en Veracruz las tortugas verdes que llegan a anidar, provenientes de sus hábitats de residencia y alimentación presentan daño genotóxico.

10. CONCLUSIONES

Se reportó por primera vez datos hematológicos y bioquímicos para tortuga lora (*L. kempii*) anidadoras en el estado de Veracruz.

El índice físico compuesto, aunque reflejó la buena salud de los individuos no reportó relación con ningún parámetro bioquímico en ninguna especie.

Las correlaciones positivas BUN y urea con tal (LCC) en la tortuga lora (*L. kempii*) coinciden con el buen estado de salud de los individuos.

Se encontraron diferencias en los valores hematológicos de las hembras de tortuga lora entre zonas de anidación como elevados valores de heterófilos y linfocitos indicadores de estrés. Así también en tortuga verde, se encontraron mayores niveles de glucosa, y bajos valores de triglicéridos en la misma zona, lo que sugiere pérdidas energéticas.

La talla de los individuos de ambas especies fue la menor en la zona A indicando que los individuos más jóvenes, anidadoras primerizas, o especímenes no aptos con valores bioquímicos alterados como bajos triglicéridos, seleccionaron esta zona menos óptima para la anidación.

No se encontraron diferencias significativas entre la frecuencia de ENA entre ambas especies.

Las diferencias significativas del número de diferentes tipos celulares (leucocitos) en tortuga lora en el año 2023 podrían indicar en conjunto con los valores elevados de ENA individuos expuestos a mayor cantidad de estresores o enfermedades.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abundiz Villagómez, S. (2008). *Evaluación de una estructura recuperado de pozos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Acuña, M. T., Díaz, G., Bolaños, H., Barquero, C., Sánchez, O., Sánchez, L. M., Mora, G., Chaves, A., & Campos, E. (1999). Sources of *Vibrio mimicus* Contamination of Turtle Eggs. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(1), 336–338. <https://journals.asm.org/journal/aem>
- Adams, D. H., & Engel, M. E. (2014). Mercury, lead, and cadmium in blue crabs, *Callinectes sapidus*, from the Atlantic coast of Florida, USA: A multipredator approach. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 102(1), 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.11.029>
- Aguirre, A. A., & Balaz, G. H. (2000). Blood Biochemistry Values of Green Turtles, *Chelonia Mydas*, With and Without Fibropapillomatosis. *Comparative Haematology International*, 10, 132–137.
- Aguirre, A. A., Balazs, G. H., Spraker, T., & Gross, T. S. (1995). Adrenal and Hematological Responses to Stress in Juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*) with and without Fibropapillomas. *Physiological Zoology*, 68(5), 831–854. <https://doi.org/10.2307/30163934>
- Aguirre, A. A., & Lutz, Peter L. (2004). Marine Turtles as Sentinels of Ecosystem Health: Is Fibropapillomatosis an Indicator? *EcoHealth*, 1(3). <https://doi.org/10.1007/s10393-004-0097-3>
- Álvarez-Varas, R., Contardo, J., Heidemeyer, M., Forero-Rozo, L., Brito, B., Cortés, V., Brain, M. J., Pereira, S., & Vianna, J. A. (2017). Ecology, health and genetic characterization of the southernmost green turtle (*Chelonia mydas*) aggregation in the Eastern Pacific: Implications for local conservation strategies. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(3), 540–554. <https://doi.org/10.3856/vol45-issue3-fulltext-4>
- Álvarez-Varas, R., Rojas-Hernández, N., Heidemeyer, M., Riginos, C., Benítez, H. A., Araya-Donoso, R., Reséndiz, E., Lara-Uc, M., Godoy, D. A., Muñoz-Pérez, J. P., Alarcón-Ruales, D. E., Alfaro-Shigueto, J., Ortiz-Alvarez, C., Mangel, J. C., Vianna, J. A., & Véliz, D. (2021). Green, yellow or black? Genetic differentiation and adaptation signatures in a highly migratory marine turtle. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1954). <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.0754>
- Amaya Hernández, S. F., Valle Linares, M. I., & Chavarria Pérez, S. B. (2014). *Determinación de valores hematológicos, perfil renal y hepático en tortugas carey (Eretmochelys imbricata) anidantes en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután, El Salvador*.
- Anderson, E. T., Minter, L. J., Clarke, E. O., Mroch, R. M., Beasley, J. F., & Harms, C. A. (2011). The effects of feeding on hematological and plasma biochemical profiles in green (*Chelonia mydas*) and Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) Sea Turtles. *Veterinary Medicine International*, 2011. <https://doi.org/10.4061/2011/890829>
- Andrew Stamper, M., Aczm, D., Harms, C., Epperly, S. P., Braun-McNeill, J., Avens, L., & Stoskopf, M. K. (2005). Relationship between barnacle epibiotic load and hematologic parameters in Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*), a comparison between migratory and residential animals in Pamlico Sound, North Carolina. En *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* (Vol. 36, Número 4).

- Ataman, A., Gainsbury, A. M., Manire, C. A., Hoffmann, S. L., Page-Karjian, A., Hirsch, S. E., Polyak, M. M. R., Cassill, D. L., Aoki, D. M., Fraser, K. M., Klingshirn, S., Stoll, J. A., & Perrault, J. R. (2021). Evaluating prevalence of external injuries on nesting loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in southeastern Florida, USA. *Endangered Species Research*, 46, 137–146. <https://doi.org/10.3354/esr01149>
- Badillo Amador, F. Javier. (2007). *Epizoítos y parásitos de la tortuga boba (Caretta caretta) en el Mediterráneo occidental*. UNIVERSIDAD DE VALENCIA.
- Balazs, G. H. (1981). Growth rates of immature green turtles in the Hawaiian Archipelago, in the Hawaiian Archipelago. En K. A. Bjorndal (Ed.), *Biology and Conservation of sea turtles* (pp. 117–125). Smithsonian Institution Press.
- Baldrey, V., & Ashpole, I. (2012). *Vet Times Interpreting non-domesticated animal blood profiles-part three: reptiles*. <https://www.vettimes.co.uk>
- Banerjee, S. M., Allen, C. D., Schmitt, T., Cheng, B. S., Seminoff, J. A., Eguchi, T., & Komoroske, L. M. (2019). Baseline Health Parameters of East Pacific Green Turtles at Southern California Foraging Grounds. *Chelonian Conservation and Biology*, 18(2), 163–174. <https://doi.org/10.2744/CCB-1347.1>
- Benjamín, M. (1991). *Manual de Patología Clínica en Veterinaria*. Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Bevan, E., Wibbels, T., Najera, B. M. Z., Martinez, M. A. C., Martinez, L. A. S., Reyes, D. J. L., Hernandez, M. H., Gamez, D. G., Pena, L. J., & Burchfield, P. M. (2014). In situ nest and hatchling survival at Rancho Nuevo, the primary nesting beach of the Kemp's ridley sea turtle, *Lepidochelys kempii*. *Herpetological Conservation and Biology*, 9(3), 563–577.
- Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Milani, & Chaloupka, Y. (2000). Green Turtle Somatic Growth Model: Evidence for Density Dependence. En *Ecological Applications* (Vol. 10, Número 1).
- Blanco, G. S., Morreale, S. J., Bailey, H., Seminoff, J. A., Paladino, F. V., & Spotila, J. R. (2012). Post-nesting movements and feeding grounds of a resident East Pacific green turtle *Chelonia mydas* population from Costa Rica. *Endangered Species Research*, 18(3), 233–245. <https://doi.org/10.3354/esr00451>
- Bloodgood, J. C. G., Norton, T. M., Hoopes, L. A., Stacy, N. I., & Hernandez, S. M. (2019). Comparison of hematological, plasma biochemical, and nutritional analytes of rehabilitating and apparently healthy free-ranging atlantic green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 50(1), 69–81. <https://doi.org/10.1638/2017-0250>
- Blumenthal, J. M., Hardwick, J. L., Austin, T. J., Broderick, A. C., Chin, P., Collyer, L., Ebanks-Petrie, G., Grant, L., Lamb, L. D., Olynik, J., Omeyer, L. C. M., Prat-Varela, A., & Godley, B. J. (2021). Cayman Islands Sea Turtle Nesting Population Increases Over 22 Years of Monitoring. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.663856>
- Bolten, A. B., & Bjorndal, K. A. (1992). BLOOD PROFILES FOR A WILD POPULATION OF GREEN TURTLES (*CHELONIA MYDAS*) IN THE SOUTHERN BAHAMAS: SIZE-SPECIFIC AND SEX-SPECIFIC RELATIONSHIPS. *Journal of Wildlife Diseases*, 28(3), 407–413.

- Botello, A. V. (2016). *La contaminación marina y la urgencia de su legislación*.
- Botello, A. V, Rendón von Oste, J., Gold-Bouchot, G., & Agraz-Hernández, C. (2005). *Golfo de México : contaminación e impacto ambiental : diagnóstico y tendencias* (2a ed.). Universidad Autónoma de Campeche, Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.
- Botello, A. V, Rendón Von Osten, J., Benítez, J. A., & Gold-Bouchot, G. (2014). *Golfo de México. contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias* (A. V Botello, J. Rendón Von Osten, J. A. Benítez, & G. Gold-Bouchot, Eds.; 3a ed.). UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV Unidad Mérida.
- Bressan, M. J., Lima, T. G. de, Melo, L. F. de, Rigoglio, N. N., & Lopes, E. Q. (2020). Evaluation of the green turtles' (*Chelonia mydas*) body conditions found in the Juréia-Itatins Mosaic's conservation units, South Coast of the São Paulo state. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(3), 1871–1884. <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-101>
- Camacho, M., Boada, L. D., Orós, J., López, P., Zumbado, M., Almeida-González, M., & Luzardo, O. P. (2014). Monitoring organic and inorganic pollutants in juvenile live sea turtles: Results from a study of *Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata* in Cape Verde. *Science of the Total Environment*, 481(1), 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.051>
- Camacho Rodríguez, M. (2013). *La sangre como marcador de utilidad clínica y toxicológica: estudio de los efectos de los contaminantes persistentes en tortugas marinas*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Campo, J. L., & Davila, S. G. (2002). Estimation of Heritability for Heterophil:Lymphocyte Ratio in Chickens by Restricted Maximum Likelihood. Effects of Age, Sex, and Crossing. *Poultry Science*, 81, 1448–1453.
- Carneiro da Silva, C., & López-Barrera, E. A. (2016). Ecotoxicology of sea turtles. En J. Rodriguez Barón, M. Lara Uc, & R. Rodríguez (Eds.), *Advances in research techniques for the study of sea turtles* (pp. 27–52). Nova Sciencie Publishers Inc. <https://www.researchgate.net/publication/286918837>
- Carr, A., & Ogren, L. (1960). THE ECOLOGY AND MIGRATIONS OF SEA TURTLES. THE GREEN TURTLE IN THE CARIBBEAN SEA. *BULLETIN OF THE AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY*, 121(1), 1–48.
- Carreón Félix, M. (2019). *Protección, conservación y manejo de la comunidad de tortugas marinas de Veracruz*.
- Carreras, C. (2013). Tortuga lora—*Lepidochelys kempii* (Garman, 1880). En A. Salvador & A. Marco (Eds.), *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles* (pp. 1–19). <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Casal, A. B., & Orós, J. (2009). Plasma biochemistry and haematology values in juvenile loggerhead sea turtles undergoing rehabilitation. *Veterinary Record*, 164(21), 663–665. <https://doi.org/10.1136/vr.164.21.663>
- Casini, S., Caliani, I., Giannetti, M., Marsili, L., Maltese, S., Coppola, D., Bianchi, N., Campani, T., Ancora, S., Caruso, C., Furii, G., Parga, M., D'Agostino, A., & Fossi, M. C. (2018). First ecotoxicological assessment of *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea using an integrated nondestructive protocol. *Science of the Total Environment*, 631–632, 1221–1233. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.111>

- Cervantes Ruiz, G. E., Martínez García, M. del C., & Vázquez Luna, M. (2010). *Percepción de la Población acerca de los Servicios Ambientales Hidrológicos de los Ecosistemas Costeros del Municipio de Nautla, Veracruz, México*. UNIVERSIDAD VERACRUZANA .
- Chapman, P. A., Traub, R. J., Kyaw-Tanner, M. T., Owen, H., Flint, M., Cribb, T. H., & Mills, P. C. (2016). Terminal restriction fragment length polymorphism for the identification of spirorchid ova in tissues from the green sea turtle, *Chelonia mydas*. *PLoS ONE*, *11*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162114>
- Chitty, J., & Raftery, A. (2013). *Essentials of tortoise medicine and surgery*. www.wiley.com/go/vet
- Código Penal Federal. (1996). *Código Penal Federal. Delitos Contra el Ambiente y la Gestión Ambiental*.
- Coleman, A., Pulis, E. E., Coleman, A. T., Pitchford, J. L., Crocker, K., Heaton, A. J., Carron, A. M., Hatchett, W., Shannon, D., Austin, F., Dalton, M., Clemons-Chevis, C. L., & Solangi, M. (2016). Population ecology and rehabilitation of incidentally captured kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) in the Mississippi sound, USA. En *Herpetological Conservation and Biology* (Vol. 11, Número 1). <http://www.st.nmfs.noaa.gov/recreational-fisheries>
- Colin Aguilar, A. G. (2015). *Anidación y conservación de la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en dos playas de la costa occidental de Baja California Sur, México: 1995-2013*. CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA.
- CONANP. (2022). *Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas* (C. I. Zapata García, Ed.). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Cordero-Tapia, A., Gardner, S. C., Arellano-Blanco, J., & Inohuye-Rivera, R. B. (2004). Learedius learedi infection in black turtles (*Chelonia mydas agassizii*), Baja California Sur, Mexico. *The Journal of parasitology*, *90*(3), 645–647. <https://doi.org/10.1645/ge-165r>
- Cotter, P. F. (2015). An examination of the utility of heterophil-lymphocyte ratios in assessing stress of caged hens. *Poultry Science*, *94*(3), 512–517. <https://doi.org/10.3382/ps/peu009>
- Cruz-Quintana, A., Guzmán-Hernández, V., Rodríguez-Santiago, M. A., & Canales-Delgadillo, J. (2018). Blood Chemical Profiles and Symbiotic Relationships of Green Turtles (*Chelonia mydas*) Nesting in Campeche, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, *17*(1), 109–115. <https://doi.org/10.2744/CCB-1288.1>
- Cuevas, E. (2017). Spatial and temporal dimensions of the critical habitat selection processes by sea turtles. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, *52*(2), 187–199. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572017000200001>
- Davis, A. K., Maney, D. L., & Maerz, J. C. (2008). The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: A review for ecologists. En *Functional Ecology* (Vol. 22, Número 5, pp. 760–772). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01467.x>
- Day, R. D., Segars, A. L., Arendt, M. D., Lee, A. M., & Peden-Adams, M. M. (2007). Relationship of blood mercury levels to health parameters in the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Environmental Health Perspectives*, *115*(10), 1421–1428. <https://doi.org/10.1289/ehp.9918>

- de Mello, D. M. D., & Alvarez, M. C. L. (2020). Health assessment of juvenile green turtles in southern São Paulo State, Brazil: a hematologic approach. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 32(1), 25–35. <https://doi.org/10.1177/1040638719891972>
- Deem, S. L., Norton, T. M., Mitchell, M., Segars, A., Alleman, A. R., Cray, C., Poppenga, R. H., Dodd, M., & Karesh, W. B. (2009). COMPARISON OF BLOOD VALUES IN FORAGING, NESTING, AND STRANDED LOGGERHEAD TURTLES (*CARETTA CARETTA*) ALONG THE COAST OF GEORGIA, USA. En *Journal of Wildlife Diseases* (Vol. 45, Número 1). http://meridian.allenpress.com/jwd/article-pdf/45/1/41/2238144/0090-3558-45_1_41.pdf
- Delgado, C., Valente, A., Quaresma, I., Costa, M., & Dellinger, T. (2011). *Blood biochemistry reference values for wild juvenile Loggerhead sea turtles (Caretta caretta) from Madeira Archipelago*. http://meridian.allenpress.com/jwd/article-pdf/47/3/523/2240482/0090-3558-47_3_523.pdf
- Delgado Meraz, L. (2022). *Parámetros bioquímicos séricos de la población de tortuga verde (Chelonia mydas) de la Costa de Quintana Roo*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.
- Dierauf, L. A., & Gulland, F. M. D. (2001). *CRC handbook of marine mammal medicine* (L. A. Dierauf & F. Gulland, Eds.). CRC Press.
- Divers, S. J., & Stahl, S. J. (2019). *Reptile and amphibian Medicine and Surgery* (3a ed.). Elsevier Inc.
- DOF. (2013). “Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación”,. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5286506
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1996). *NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-PESC-1996, Por la que se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas marinas en las redes de arrastre durante las operaciones de pesca de camarón en el Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4875991&fecha=18/03/1996#gsc.tab=0
- Eckert, K. L., & Abreu Grobois, A. F. (2001). *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe: Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo* (K. L. Eckert & A. F. Abreu Grobois, Eds.). WIDECAST, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG),), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA.
- Ehsanpour, M., Ahmadi, M. R., Bahri, A. H., Afkhami, M., & Reich, K. J. (2015). Plasma biochemistry values in wild female hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*), during nesting and foraging seasons in Qeshm Island, Persian Gulf. *Comparative Clinical Pathology*, 24(3), 561–566. <https://doi.org/10.1007/s00580-014-1945-3>
- Espinosa-Reyes, G., González-Mille, D. J., Ilizaliturri-Hernández, C. A., Díaz-Barriga Martínez, F., & Mejía-Saavedra, J. (2012). Exposure Assessment to Persistent Organic Pollutants in Wildlife: The Case Study of Coatzacoalcas, Veracruz, México. En T. Puzyn & A. Mostrag-Szlichtyng (Eds.), *Organic Pollutants Ten Years After the Stockholm Convention – Environmental and Analytical Update* (pp. 113–134). Intech. www.intechopen.com

- Estrella-Jordan, B. A., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. del R., Montoya-Mendoza, J., & Reynier-Valdes, D. (2023). Microplastic Pollution in Sea Turtle Nests on the Beaches of Nautla and Vega de Alatorre, Veracruz. *Microplastics*, 2(2), 182–191. <https://doi.org/10.3390/microplastics2020014>
- Fajardo, E. M., Guada, H. J., & Hernández, J. L. (2010). Estimación de la población de hembras anidadoras y esfuerzo reproductivo de la tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*) en playa Querepare, península de Paria, durante la temporada 2004. *CIENCIA*, 18(3), 165–174.
- Fenech, M., & Crott, J. W. (2002). Micronuclei, nucleoplasmic bridges and nuclear buds induced in folic acid deficient human lymphocytes-evidence for breakage-fusion-bridge cycles in the cytokinesis-block micronucleus assay. *Mutation Research*, 504, 131–136.
- Fernández, I., Retamal, M. A., Mansilla, M., Yáñez, F., Campos, V., Smith, C., Puentes, G., Valenzuela, A., & González, H. (2015). Análisis de los datos de epibiontes en relación con el Síndrome de Debilitamiento de Tortugas marinas en *Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas* de la costa de Concepción, Chile. En *Latin American Journal of Aquatic Research* (Vol. 43, Número 5, pp. 1024–1029). Escuela de Ciencias del Mar. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue5-fulltext-23>
- Ferrer Sánchez, Y., Díaz-Fernández, R., & Díaz-Fernández, R. (2007). Características de la anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas* (Testudinata, Cheloniidae) en la playa Caleta de los Piojos, Cuba, a partir de marcaciones externas. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30(2), 211–218.
- Finlayson, K. A., Leusch, F. D. L., & van de Merwe, J. P. (2019). Primary green turtle (*Chelonia mydas*) skin fibroblasts as an in vitro model for assessing genotoxicity and oxidative stress. *Aquatic Toxicology*, 207, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.11.022>
- Flint, M., Morton, J. M., Limpus, C. J., Patterson-Kane, J. C., Murray, P. J., & Mills, P. C. (2010). Development and application of biochemical and haematological reference intervals to identify unhealthy green sea turtles (*Chelonia mydas*). *Veterinary Journal*, 185(3), 299–304. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.06.011>
- Flint, M., Patterson-Kane, J., Mills, P., & Limpus, C. (2009). *A veterinarian's guide for sea turtle post mortem examination and histological investigation*. School of Veterinary Science.
- Fuenmayor Montilla, A. J., Hernández Rangel, J. L., & Alvarado Árraga, M. C. (2006). Hematological Values of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Present in the High Guajira. *Revista Científica*, XVI(3), 219–226.
- Gallaway, B. J., Gazey, W. J., Wibbels, T., Bevan, E., Shaver, D. J., & George, J. (2016). Evaluation of the status of the Kemp's ridley sea turtle after the 2010 deepwater horizon oil spill. *Gulf of Mexico Science*, 33(2), 192–205. <https://doi.org/10.18785/goms.3302.06>
- Gallo Lamping, C. A. (2014). *Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario*. Universidad Nacional Agraria.
- Gaona Pineda, O., & Barragán Rocha, A. (2016). *Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación* (Soluciones Ambientales ITZENI, Ed.; 1a ed.).
- García-Besné, G., Valdespino, C., & Rendón-von Osten, J. (2015). Comparison of organochlorine pesticides and PCB residues among hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and green (*Chelonia*

- mydas) turtles in the Yucatan Peninsula and their maternal transfer. *Marine Pollution Bulletin*, 91(1), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.015>
- Gardner, S. C., & Oberdörster, E. (2005). *New perspectives: Toxicology and the Environment. Toxicology of Reptiles* (S. C. Gardner & E. Oberdörster, Eds.). Taylor & Francis Group.
- Gómez-Meda, B. C., Zamora-Perez, A., & Zúñiga-González, G. M. (2008). Genotoxicity and biomonitoring: micronuclei in peripheral blood and epithelial cells. En A. Suzuki & A. Kimura (Eds.), *New Research on DNA Damage*. Nova Science Publishers, Inc.
- González Carman, V., Acha, E. M., Maxwell, S. M., Albareda, D., Campagna, C., & Mianzan, H. (2014). Young green turtles, *Chelonia mydas*, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 78(1–2), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.012>
- González Castillo, D. T. (2015). *Determinación de plaguicidas organoclorados y su relación con parámetros sanguíneos en tortugas Caguama (Caretta caretta (Linnaeus, 1758)) de Quintana Roo, México*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Guevara Meléndez, A. M. (2021). *Descripción de la frecuencia de anomalías y caracterización morfológica del núcleo de eritrocitos de tortuga verde (Chelonia mydas) a través de microscopía de fluorescencia en 3 diferentes zonas de estudio en Quintana Roo*. Universidad de El Salvador.
- Guevara-Meléndez, A. M., Comas-García, M., & Labrada-Martagón, V. (2023). Description and quantification of micronucleus and nuclear abnormalities in erythrocytes of the sentinel green turtle (*Chelonia mydas*) with fluorescence microscopy. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 887, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2023.503596>
- Guevara-Meléndez, A. M. en preparación. Revisión de valores bioquímicos sanguíneos en tortuga verde (*Chelonia mydas*) y (*Lepidochelys kempii*) a lo largo de más de una década.
- Guo, X., Ni, J., Liang, Z., Xue, J., Fenech, M. F., & Wang, X. (2019). The molecular origins and pathophysiological consequences of micronuclei: New insights into an age-old problem. *Mutation Research - Reviews in Mutation Research*, 779, 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2018.11.001>
- Hamann, M., Godfrey, M. H., Seminoff, J. A., Arthur, K., Barata, P. C. R., Bjørndal, K. A., Bolten, A. B., Broderick, A. C., Campbell, L. M., Carreras, C., Casale, P., Chaloupka, M., Chan, S. K. F., Coyne, M. S., Crowder, L. B., Diez, C. E., Dutton, P. H., Epperly, S. P., Fitz Simmons, N. N., ... Godley, B. J. (2010). Global research priorities for sea turtles: Informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11(3), 245–269. <https://doi.org/10.3354/esr00279>
- Hamann, M., Limpus, C. J., & Whittier, J. M. (2002). Patterns of lipid storage and mobilisation in the female green sea turtle “*Chelonia mydas*”. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 172(6), 485–493. <https://doi.org/10.1007/S00360-002-0271-2>
- Hart, K. M., Iverson, A. R., Fujisaki, I., Lamont, M. M., Bucklin, D., & Shaver, D. J. (2018). Marine threats overlap key foraging habitat for two imperiled sea turtle species in the Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 5(SEP). <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00336>

- Herbst, L. H., & Jacobson, E. R. (2003). *5 Practical Approaches for Studying Sea Turtle Health and Disease*.
- Herzka, S. Z., Zaragoza Álvarez, R. A., Peters Recagno, E. M., & Hernández Cárdenas, G. (2020). *Atlas de línea base ambiental del Golfo de México. Hábitats críticos y hotspots de tortugas marinas: Vol. VII* (M. de los Á. Liceaga Correa, Ed.). CICESE Carretera.
- Hunt, K. E., Innis, C. J., Kennedy, A. E., McNally, K. L., Davis, D. G., Burgess, E. A., & Merigo, C. (2016). Assessment of ground transportation stress in juvenile Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*). *Conservation Physiology*, 4(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/cov071>
- Hunt, K. E., Merigo, C., Burgess, E. A., Buck, C. L., Davis, D., Kennedy, A., Lory, L., Wocial, J., McNally, K., & Innis, C. (2020). Effects of Ground Transport in Kemp's Ridley (*Lepidochelys kempii*) and Loggerhead (*Caretta caretta*) Turtles. *Integrative Organismal Biology*, 2(1). <https://doi.org/10.1093/iob/obaa012>
- INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Nautla, Veracruz de Ignacio de la Llave*. Instituto Nacional de Geoestadística y Geografía. www.inafed.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia
- Innis, C. J., Ravich, J. B., Tlusty, M. F., Hoge, M. S., Wunn, D. S., Boerner-Neville, L. B., Merigo, C., & Weber III, S. E. (2009). Hematologic and plasma biochemical findings in cold-stunned Kemp's ridley turtles: 176 cases (2001–2005). *JAVMA*, 235(4), 426–432.
- INVEMAR. (2002). *Areas de anidación y de alimentación de las tortugas marinas en el Caribe Colombiano*. Instituto de Investigaciones Marinas.
- Islas Madrid, N. L. (2020). *Indicadores de estrés oxidativo de la población de tortuga blanca (Chelonia mydas) que habita en el Caribe Mexicano*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Jacobson, E. R. (2007). *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles*. CRC Press.
- Joseph, J., Nishizawa, H., Jalimin, S. N., Othman, R., Jaaman, S. A., Bali, J., & Xuelei, Z. (2023). Health status and genetic compositions of green turtles (*Chelonia mydas*) foraging in Brunei Bay. *PLoS ONE*, 18(11 NOVEMBER). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293979>
- Karl, S. A., & Bowen, B. W. (1999). Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: Molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). *Conservation Biology*, 13(5), 990–999. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97352.x>
- Keller, J. M., Kucklick, J. R., Stamper, M. A., Harms, C. A., & McClellan-Green, P. D. (2004). Associations between organochlorine contaminant concentrations and clinical health parameters in loggerhead sea turtles from North Carolina, USA. *Environmental Health Perspectives*, 112(10), 1074–1079. <https://doi.org/10.1289/ehp.6923>
- Kenyon, L. O., Landry Jr, A. M., & Gill, G. A. (2001). Trace Metal Concentrations in Blood of the Kemp's Ridley Sea Turtle (*Lepidochelys kempii*). *Chelonian Conservation and Biology*, 4(1), 128–135.
- Kophamel, S., Rudd, D., Ward, L. C., Shum, E., Ariel, E., Mendez, D., Starling, J., Mellers, R., Burchell, R. K., & Munns, S. L. (2022). Haematological and biochemical reference intervals for wild green

- turtles (*Chelonia mydas*): a Bayesian approach for small sample sizes. *Conservation Physiology*, 10(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/coac043>
- Koutsos, E. A., Minter, L. J., Ange-Van Heugten, K. D., Mejia-Fava, J. C., & Harms, C. A. (2021). Blood fatty acid profiles of neritic juvenile wild green turtles (*Chelonia mydas*) and Kemp's ridleys (*Lepidochelys kempii*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 52(2), 610–617. <https://doi.org/10.1638/2019-0173>
- Kutzari, A. C. (2006). *Manual de técnicas de protección de tortugas marinas*. Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas. www.wwf.org.mx
- Labrada-Martagón, V. (2011). *Evaluación del estado de salud de la tortuga verde del pacífico oriental (Chelonia mydas) que habita en la costa de Baja California Sur, a través de biomarcadores fisiológicos*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Labrada-Martagón, V. (2018). Biomarcadores y Salud Ecológica. *Recursos Naturales y Sociedad*, 2(2), 10–20. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.02.0001>
- Labrada-Martagón, V., Islas Madrid, N. L., Yáñez Estrada, L., Muñoz Teneria, F. A., Solé, M., & Zenteno Savín, T. (2024). Evidencia de respuestas de estrés oxidativo de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) a condiciones diferenciales de hábitat en el Caribe Mexicano. *Ciencia del medio ambiente total*, 946.
- Labrada-Martagón, V., Méndez Rodríguez, L. C., Gardner, S. C., López Castro, M., & Zenteno Savín, T. (2010). Health Indices of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Along the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. I. Blood Biochemistry Values. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2), 162–172.
- Labrada-Martagón, V., Méndez-Rodríguez, L. C., Gardner, S. C., Cruz-Escalona, V. H., & Zenteno-Savín, T. (2010). Health Indices of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Along the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. II. Body Condition Index. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2), 173–183.
- Labrada-Martagón, V., Muñoz Tenería, F. A., Herrera-Pavón, R., & Negrete-Philippe, A. (2017). Somatic growth rates of immature green turtles *Chelonia mydas* inhabiting the foraging ground Akumal Bay in the Mexican Caribbean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 487, 68–78. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098116303045>
- Labrada-Martagón, V., Tenería, F. A. M., & Zenteno-Savín, T. (2019). Standardized Micronucleus Assay for Peripheral Blood from Sea Turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 18(2), 175–186. <https://doi.org/10.2744/CCB-1373.1>
- Lamont, M. M., Benscoter, A. M., & Hart, K. M. (2023). Green turtle movements in the Gulf of Mexico: Tracking reveals new migration corridor and habitat use suggestive of MPA expansion. *Global Ecology and Conservation*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02380>
- Lara Rivera, A. L. (2012). *Evaluación de la diversidad genética de la tortuga lora (Lepidochelys kempii) en Tamaulipas*. Instituto Politécnico Nacional Centro de Biotecnología Genómica.

- Lara Uc, M. M., Riosmena Rodríguez, R., & López Vivas, J. M. (2012). *Determinación del estado de salud de las Tortugas marinas. México. Tortugas carey (Eretmochelys imbricata) y la tortuga blanca (Chelonia mydas) que anidan en las playas de Yucatán*. Editorial Académica Española.
- Leal-Sepúlveda, V., Reyes-López, M. A., Camacho-Sánchez, F. Y., Acosta-Sánchez, H. H., Zavala-Félix, K. A., Hart, C. E., Zavala-Norzagaray, A. A., Leal-Moreno, R., Espinoza-Romo, B. A., Aguirre, A. A., Sainz-Henández, J. C., & Ley-Quiñónez, C. P. (2023). Blood biochemistry reference values for nesting Kemp's ridley turtles (*Lepidochelys kempii*) in Rancho Nuevo Sanctuary, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108488>
- Lewbart, G. A., Hirschfeld, M., Denkinger, J., Vasco, K., Guevara, N., García, J., Muñoz, J., & Lohmann, K. J. (2014). Blood gases, biochemistry, and hematology of galapagos green turtles (*Chelonia mydas*). *PLoS ONE*, 9(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096487>
- Ley-Quiñónez, C. P., Rossi-Lafferriere, N. A., Espinoza-Carreón, T. L., Hart, C. E., Peckham, S. H., Aguirre, A. A., & Zavala-Norzagaray, A. A. (2017). Associations between trace elements and clinical health parameters in the North Pacific loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) from Baja California Sur, Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(10), 9530–9537. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8556-x>
- Li, T. H., & Chang, C. C. (2020). The impact of fibropapillomatosis on clinical characteristics, blood gas, plasma biochemistry, and hematological profiles in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*). *Bulletin of Marine Science*, 96(4), 723–734. <https://doi.org/10.5343/BMS.2019.0120>
- Li, T. H., Chang, C. C., Cheng, I. J., & Lin, S. C. (2015). Development of a Summarized Health Index (SHI) for use in predicting survival in sea turtles. *PLoS ONE*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120796>
- Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (2002). *The Biology of Sea Turtles, Volume II* (Vol. 2). CRC Press.
- Luzhna, L., Kathiria, P., & Kovalchuk, O. (2013). Micronuclei in genotoxicity assessment: From genetics to epigenetics and beyond. *Frontiers in Genetics*, 4. <https://doi.org/10.3389/fgene.2013.00131>
- Mader, D. R., & Divers, S. J. (2014). *Current therapy in reptile medicine and surgery* (D. Mader & S. Divers, Eds.).
- Manire, C. A., Norton, T. M., Stacy, B. A., Harms, C. A., & Innis, C. J. (2017). *Sea Turtle Health and Rehabilitation*.
- March, D. T., Vinette-Herrin, K., Peters, A., Ariel, E., Blyde, D., Hayward, D., Christidis, L., & Kelaher, B. P. (2018a). Hematologic and biochemical characteristics of stranded green sea turtles. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30(3), 423–429. <https://doi.org/10.1177/1040638718757819>
- Márquez M, R. (1994). *Synopsis of Biological Data on the Kemp's Ridley Turtle, Lepidochelys kempi (Garman, 1880)*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-343.
- Márquez M., R. (1996). *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Secretaría de Educación Pública.
- Martin, L. B. (2009). Stress and immunity in wild vertebrates: Timing is everything. *General and Comparative Endocrinology*, 163(1–2), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2009.03.008>

- Martínez Barrientos, N., Linares Márquez, P., Acosta Hernández, C. C., & Ureña Imedio, P. . (2021). *Conservación de las tortugas marinas del Estado de Veracruz, México Manual teórico-práctico para docentes de educación básica: Vol. XVII* (Asociación Chelonia). Monografías de la Asociación Chelonia. <https://www.researchgate.net/publication/352661260>
- Martínez-Silvestre, A., Lavín, S., & Cuenca, R. (2011). Hematology and blood cytology in reptiles. En *Clin. Vet. Peq. Anim* (Vol. 31, Número 3).
- McNally, K. L. (2020). *Characterization of microbial communities across disease states and environmental conditions in kemp's ridley (Lepidochelys kempii) and Green sea turtles (Chelonia Mydas)* [Graduate Doctoral Dissertations., University of Massachusetts Boston]. https://scholarworks.umb.edu/doctoral_dissertations
- McNally, K. L., Mott, C. R., Guertin, J. R., Gorham, J. C., & Innis, C. J. (2020). Venous blood gas and biochemical analysis of wild captured green turtles (*Chelonia mydas*) and Kemp's ridley turtles (*Lepidochelys kempii*) from the Gulf of Mexico. *PLoS ONE*, 15(8 August). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237596>
- Mejía-Radillo, R. Y., Zavala-Norzagaray, A. A., Alicia Chávez-Medina, J., Alonso Aguirre, A., & Escobedo-Bonilla, C. M. (2019). Presence of chelonid herpesvirus 5 (ChHV5) in sea turtles in northern Sinaloa, Mexico. *Diseases of Aquatic Organisms*, 132(2), 99–108. <https://doi.org/10.3354/dao03313>
- Méndez, D., Cuevas, E., Navarro, J., González-Garza, B. I., & Guzmán-Hernández, V. (2013). Satellite tracking of green turtle females *Chelonia mydas* and the evaluation of their home ranges in the north coast of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(3), 497–509. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572013000300008>
- Metz, T. L., Gordon, M., Mokrech, M., & Guillen, G. (2020). Movements of Juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Nearshore Waters of the Northwestern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00647>
- Miguel, C., Costa, P. G., Bianchini, A., Luzardo, O. L. P., Vianna, M. R. M., & Santos, M. R. de D. (2022). Health condition of *Chelonia mydas* from a foraging area affected by the tailings of a collapsed dam in southeast Brazil. *Science of the Total Environment*, 821, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153353>
- Miller, E. R., & Fowler, M. E. (2012). *Fowler's Zoo and wild animal medicine* (Vol. 8). Elsevier Inc.
- Moncayo Vázquez, V. (2015). *Caracterización del Perfil Bioquímico en sangre de tortuga verde (Chelonia mydas) y su relación con el tamaño de la nidada*. Universidad Veracruzana.
- Montague, C. L. (1993). Ecological Engineering of Inlets in Southeastern Florida: Design Criteria for Sea Turtle Nesting Beaches. *Journal of Coastal Research*, 18, 267–276. https://www.jstor.org/stable/25735685?read-now=1&seq=2#page_scan_tab_contents
- Montilla, A. J., Hernández, J. L., Bravo, A. R., Vera, V. J., & Mesa, J. F. (2008). Blood Biochemistry Values of Green Turtle (*Chelonia mydas*) Present in the Alta Guajira, Venezuela. *Revista Científica*, XVIII(4), 431–436.

- Montilla, A. J., Prieto-Torres, D., Lenrry Hernández, J., & Alvarado, M. C. (2014). Hematological Survey of Sea Turtles *Eretmochelys imbricate* and *Caretta caretta* Presents in the Alta Guajira, Gulf of Venezuela. *Revista Científica*, XXIV(4), 363–371.
- Morão, I. F. C., Lemos, M. F. L., Félix, R., Vieira, S., Barata, C., & Novais, S. C. (2022). Stress response markers in the blood of São Tomé green sea turtles (*Chelonia mydas*) and their relation with accumulated metal levels. *Environmental Pollution*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118490>
- Muñoz Tenería, F. A. (2016). *Seguimiento de las acciones para la evaluación de la presencia de fibropapilomas en tortugas marinas de Quintana Roo*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Nájera-Hillman, E., Bass, J. B., & Buckham, S. (2012). Distribution patterns of the barnacle, *Chelonibia testudinaria*, on juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in Bahía Magdalena, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(4), 1171–1179.
- Natt, M. P., & Herrick, C. A. (1952). A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poultry Science*, 735–738.
- Nava Montes, A. D., Espinosa Reyes, G., Flores Ramírez, R., & Ramírez Romero, P. (2020). Persistent organic pollutants in Kemp's Ridley sea turtle *Lepidochelys kempii* in Playa Rancho Nuevo Sanctuary, Tamaulipas, Mexico. *Science of the Total Environment*, 739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140176>
- Nolte, C. R., Nel, R., & Pfaff, M. C. (2020). Determining body condition of nesting loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the South-west Indian Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100(2), 291–299. <https://doi.org/10.1017/S0025315420000107>
- Norton, T. M., Jacobson, E. R., & Sundberg, J. P. (1990). Cutaneous Fibropapillomas and Renal Myxofibroma in a Green Turtle, *Chelonia mydas*. *Journal of Wildlife Diseases*, 26(2), 265–270.
- Ortega Planell, C. B. (2013). *Niveles de corticosterona sérica en tortuga verde (Chelonia mydas) durante la temporada de anidación en la zona del Raudal, Veracruz*. Universidad Veracruzana.
- Ortho Clinical Diagnostics, I. (2005). *Manual del usuario VITROS 350/250/250A*.
- Ots, I., Murumägi, A., & Hõrak, P. (1998). Haematological health state indices of reproducing Great Tits: Methodology and sources of natural variation. *Functional Ecology*, 12(4), 700–707. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1998.00219.x>
- Owens, D. W., & Ruiz, G. J. (1980). New Methods of Obtaining Blood and Cerebrospinal Fluid from Marine Turtles. *Herpetologica*, 36(1), 17–20. <https://www.jstor.org/stable/3891847>
- Page-Karjian, A., Chabot, R., Stacy, N. I., Morgan, A. S., Valverde, R. A., Stewart, S., Coppenrath, C. M., Manire, C. A., Herbst, L. H., Gregory, C. R., Ritchie, B. W., & Perrault, J. R. (2020). Comprehensive health assessment of green turtles *Chelonia mydas* nesting in southeastern Florida, USA. *Endangered Species Research*, 42, 21–35. <https://doi.org/10.3354/ESR01036>

- Page-Karjian, A., & Perrault, J. R. (2020). Sea Turtle Health Assessments: Maximizing Turtle Encounters to Better Understand Health. En *Sea Turtle Research and Conservation: Lessons From Working In The Field* (pp. 31–44). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821029-1.00004-0>
- Page-Karjian, A., Rivera, S., Torres, F., Diez, C., Moore, D., Van Dam, R., & Brown, C. (2014). Baseline blood values for healthy free-ranging green sea turtles (*Chelonia mydas*) in Puerto Rico. *Comparative Clinical Pathology*, 24(3), 567–573. <https://doi.org/10.1007/s00580-014-1947-1>
- Pan, J., & Pratolongo, P. D. (2022). Marine Biology A Functional Approach to the Oceans and their Organisms. En *Marine Biology: A Functional Approach to the Oceans and their Organisms* (Vol. 1). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429399244>
- Peña Robinson, M. A. (2022). *Caracterización de las playas y de la temporada de anidación de tortugas marinas 2021, en el sector de los Cocos- Río Guachaca Magdalena, Colombia: rangos de fluctuación de la temperatura ambiente, del sedimento y en sistemas ex situ de incubación*. UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO.
- Peñalba Laguna, M. de lo Á., & Rios Rivera, R. M. (2013). *Estudio reproductivo de Chelonia mydas, en la playa de anidación Brasilón en el Pacífico sur de Nicaragua*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León.
- Pereira Figueroa, S., Jáuregui Rodríguez, M., & Zavala Diaz, V. (2022). *MANUAL DE REHABILITACIÓN DE TORTUGAS MARINAS*. QARAPARA Tortugas Marinas Chile.
- Perrault, J. R., Arendt, M. D., Schwenter, J. A., Byrd, J. L., Harms, C. A., Cray, C., Tuxbury, K. A., Wood, L. D., & Stacy, N. I. (2020). Blood analytes of immature Kemp’s ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) from Georgia, USA: Reference intervals and body size correlations. *Conservation Physiology*, 8(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/coaa091>
- Perrault, J. R., Stacy, N. I., Lehner, A. F., Mott, C. R., Hirsch, S., Gorham, J. C., Buchweitz, J. P., Bresette, M. J., & Walsh, C. J. (2017). Potential effects of brevetoxins and toxic elements on various health variables in Kemp’s ridley (*Lepidochelys kempii*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles after a red tide bloom event. *Science of the Total Environment*, 605–606, 967–979. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.149>
- Perry, H., Isphording, W., Trigg, C., & Riedel, R. (2015). Heavy metals in red crabs, *Chaceon quinque-dens*, from the Gulf of Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 101(2), 845–851. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.020>
- Pfaller, J. B., Bjørndal, K. A., Reich, K. J., Williams, K. L., & Frick, M. G. (2006). *Distribution patterns of epibionts on the carapace of loggerhead turtles, Caretta caretta*.
- Poletta, G. L., Larriera, A., Kleinsorge, E., & Mudry, M. D. (2008). Caiman latirostris (broad-snouted caiman) as a sentinel organism for genotoxic monitoring: Basal values determination of micronucleus and comet assay. *Mutation Research*, 650(2), 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2007.12.001>

- Powell, A. L. , T. K. A. , C. J. M. , S. B. A. , F. S. , S. N. I. , . . . & I. C. J. (2021). Osteomyelitis in cold-stunned Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) hospitalized for rehabilitation: 25 cases (2008–2018). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 259(10), 1206–1216.
- Price, E. R., Jones, T. T., Wallace, B. P., & Guglielmo, C. G. (2013). Serum triglycerides and β -hydroxybutyrate predict feeding status in green turtles (*Chelonia mydas*): Evaluating a single blood sample method for assessing feeding/fasting in reptiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 439, 176–180. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.11.005>
- Prieto, Z., León-Incio, J., Quijano-Jara, C., Fernández, R., Polo-Benites, E., Vallejo-Rodríguez, R., & Villegas-Sanchez, L. (2008). Efecto genotóxico del dicromato de potasio en eritrocitos de sangre periférica de *Oreochromis niloticus* (tilapia). *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 25(1).
- Prieto-Torres, D. A., Hernández, J. L., Henríquez, A. R. B., Alvarado, M. C., & Dávila, M. J. (2013). Blood Biochemistry of the Breeding Population of Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Aves Island Wildlife Refuge, Venezuela. *South American Journal of Herpetology*, 8(3), 147–154. <https://doi.org/10.2994/sajh-d-13-00010.1>
- Pritchard, P. C. H. (1999). Status of the black turtle. *Conservation Biology*, 13(5), 1000–1003. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98432.x>
- Putillo, A. R., Flint, M., Seminoff, J. A., Spencer, R. G. M., & Fuentes, M. M. P. B. (2020). Plasma biochemistry profiles of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) from the bahamas with a potential influence of diet. *Journal of Wildlife Diseases*, 56(4), 768–780. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00009>
- Quiroz Herrera, V. H., & Palacio Baena, J. (2017). Niveles sanguíneos de biomarcadores de daño genético en eritrocitos de *lepidochelys olivacea* (Cheloniidae) en Colombia. *Acta Biologica Colombiana*, 22(3), 322–330. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.58688>
- Ramírez Acevedo, L. M., Martínez Blas, S. S., & Fuentes-Mascorro, G. (2012). Hemograma y características morfológicas de las células sanguíneas de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) de Oaxaca, México. *Revista Científica*, XXII(5), 468–476.
- Ramos Díaz, A. H. (2020). *Efecto del estado físico y la temporalidad climática sobre la bioquímica clínica de la tortuga verde (Chelonia mydas) en el arrecife Cabezo, Veracruz*. UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
- Ramos-Díaz, A. H., Reséndiz, E., Fernández-Sanz, E., Collinot-Martínez, R., & Suárez-Domínguez, E. A. (2024). Proliferative lesions related to fibropapillomatosis in the Kemp's Ridley Sea Turtle, *Lepidochelys kempii* Garman, 1880, at nesting sites in Veracruz State, Mexico. *Herpetology Notes*, 17, 87–92.
- Redondo Zúñiga, A. (2008). *Evaluación del perfil sanguíneo de una población de hembras adultas de tortugas marinas (Chelonia mydas)*.
- Rees, A. F., Alfaro-Shigueto, J., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Bourjea, J., Broderick, A. C., Campbell, L. M., Cardona, L., Carreras, C., Casale, P., Ceriani, S. A., Dutton, P. H., Eguchi, T., Formia, A., Fuentes, M. M. P. B., Fuller, W. J., Girondot, M., Godfrey, M. H., ... Godley, B. J. (2016). Are we

- working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles? En *Endangered Species Research* (Vol. 31, Número 1, pp. 337–382). Inter-Research. <https://doi.org/10.3354/esr00801>
- Reséndiz, E., Ramos-Díaz, A. H., & Fernández-Sanz, H. (2022). Temporal distribution and habitat use of black turtles (*Chelonia mydas*) in a feeding area of the Ojo de Liebre lagunal complex, Baja California Sur, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4007>
- Reyes-López, M. A., Camacho-Sánchez, F. Y., Hart, C. E., Leal-Sepúlveda, V., Zavala-Félix, K. A., Ley-Quinónez, C. P., Alonso Aguirre, A., & Zavala-Norzagaray, A. A. (2021). Rediscovering Kemp's Ridley Sea Turtle (*Lepidochelys kempii*): Molecular Analysis and Threats. En L. Hufnagel (Ed.), *Natural History and Ecology of Mexico and Central America* (p. 210). IntechOpen. www.intechopen.com
- Richardson, T. H., Richardson, J. I., & Donnelly, M. (1990). *Proceedings of the tenth annual workshop on sea turtle biology and conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278.
- Roberts, K. E., Smith, B. J., Burkholder, D., & Hart, K. M. (2021). Evaluating the use of marine protected areas by endangered species: A habitat selection approach. *Ecological Solutions and Evidence*, 2(1). <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12035>
- Rocha Rodríguez, A. M. (2012). *Determinación de parámetros hematológicos y bioquímicos de hembras de tortuga negra (Chelonia agassizii) en la playa de Colola, Michoacán*.
- Rodríguez Salazar, C. L. (2018). *Caracterización de la frecuencia de anomalías nucleares en sangre periférica de la tortuga blanca (Chelonia mydas) de Quintana Roo*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.
- Romero Álvarez, S. D. (2017). *Importancia de la caracterización morfodinámica y textural en la selección del sitio de anidación para la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea): El caso de las playas San Rafael y El Rincón en el Golfo de California, B.C., México*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Ruíz-Reyes, C. I., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. del R., & Moran-Silva, A. (2023). Microplastics on Beaches in the Nautla-Vega de Alatorre Turtle Nesting Area, Veracruz. *Microplastics*, 2(3), 230–241. <https://doi.org/10.3390/microplastics2030019>
- Salvarani, P. I. (2018). *IMPACT OF CONTAMINANTS IN NATURAL POPULATIONS OF MARINE TURTLES (CAMPECHE, MEXICO)*. Universidade de Aveiro.
- Salvarani, P. I., Morgado, F., Vieira, L. R., & Osten, J. R. von. (2019). Organochlorines Contaminants in Eggs of Hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) from Mexico coast. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 76(3), 425–434. <https://doi.org/10.1007/s00244-018-00589-3>
- Salvarani, P. I., Vieira, L. R., Ku-Peralta, W., Morgado, F., & Osten, J. R. von. (2018). Oxidative stress biomarkers and organochlorine pesticides in nesting female hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* from Mexican coast (Punta Xen, Mexico). *Environmental Science and Pollution Research*, 25(24), 23809–23816. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2404-5>

- Salvarani, P. I., Vieira, L. R., Rendón-von Osten, J., & Morgado, F. (2023). Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Blood and Eggs Organochlorine Pesticides Concentrations and Embryonic Development in a Nesting Area (Yucatan Peninsula, Mexico). *Toxics*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/toxics11010050>
- Samour, J. H., Howlett, J. C., Silvanose, C., Hasbun, C. R., & Al-Ghais, S. M. (1998). Normal haematology of free-living green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the United Arab Emirates. *Comparative Haematology International*, 8(2), 102–107. <https://doi.org/10.1007/BF02642499>
- Sandoval-Herazo, E. J., Saucedo-Rivalcoba, V., Gutiérrez-Rivera, B., Hernández-Martínez, R., & Lizardi-Jiménez, M. A. (2020). Diagnostic hydrocarbon pollution in Veracruz beaches and airlift bioreactor as suggestion of remediation. *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, 19(3), 1227–1241. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Bio851>
- Sanjuan Meza, X. S. (2020). *Evaluación de la respuesta clínica y genotóxica por la exposición a plomo y compuestos orgánicos persistentes en organismos inmaduros de tortuga verde (Chelonia mydas) en Quintana Roo, México*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ.
- Santidrián, P. (2011). Cambio climático y tortugas marinas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 41(1), 5. <https://doi.org/10.15359/rca.41-1.1>
- Schmid, J. R., & Barichivich, W. (2005). Developmental Biology and Ecology of the Kemp's Ridley Sea Turtle, *Lepidochelys kernpii*, in the Eastern Gulf of Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(4), 828–834.
- Schmid, W. (1975). The micronucleus test. *Mutation Research*, 31, 9–15.
- SEDEMA. (2018). Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina. En 2018. <https://www.yumpu.com/es/document/read/62068913/cuadernillo-de-divulgacion-cvictm>
- SEFIPLAN. (2021). *Sistema de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (SIEGVER). Cuadernos municipales 2021*. www.nautla.gob.mx
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, R. N. y P. (1988). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*.
- SEMARNAT. (2018a). *Programa de acción para la conservación de la especie en riesgo Tortuga lora (Lepidochelys kempii)*.
- SEMARNAT. (2018b). *Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Verde/Negra (Chelonia mydas)*. www.mx.undp.org
- SEMARNAT. (2023). *Inventario nacional de fuentes de contaminación plástica: el caso de México*.
- Seminoff, J. A. (2004, junio). *Seminoff 2004 Chelonia status IUCN*. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species .
- Seney, E. E., & Landry, A. M. (2011). Movement patterns of immature and adult female kemp's ridley sea turtles in the northwestern gulf of mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 440, 241–254. <https://doi.org/10.3354/meps09380>

- Serrano, A., Vásquez-Castán, L., Sánchez Silva, C. G., Basañez-Muñoz, A. de J., & Naval- Ávila, C. (2012). Identificación de la flora bacteriana en la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) en el ejido Barra Galindo, Tuxpan, Veracruz, México. *Hidrobiológica*, 22(2), 142–146.
- Seseña Landa, C. C. (2022). *Efecto de la condición corporal de las hembras de tortuga verde (Chelonia mydas) sobre las características de la anidación.*
- Shaver, D. J., Hart, K. M., Fujisaki, I., Bucklin, D., Iverson, A. R., Rubio, C., Backof, T. F., Burchfield, P. M., Miron, R. D. J. G. D., Dutton, P. H., Frey, A., Peña, J., Gamez, D. G., Martinez, H. J., & Ortiz, J. (2017). Inter-nesting movements and habitat-use of adult female Kemp's ridley turtles in the Gulf of Mexico. *PLoS ONE*, 12(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174248>
- Shaver, D. J., & Rubio, C. (2008). Post-nesting movement of wild and head-started Kemp's ridley sea turtles *Lepidochelys kempii* in the Gulf of Mexico. *Endangered Species Research*, 4(1–2), 43–55. <https://doi.org/10.3354/esr00061>
- Shrader-Frechette, K., & McCoy, E. D. (1999). Molecular systematics, ethics, and biological decision making under uncertainty. *Conservation Biology*, 13(5), 1008–1012. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98517.x>
- Shugart, L. R. (2000). DNA Damage as a Biomarker of Exposure. *Ecotoxicology*, 9, 329–340.
- Siegel, P. B., & Gross, W. B. (1993). General Principles of Stress and Well-being. En *Livestock, Handling and Transport*. CAB International. <https://cabdigitalibrary.org>
- Sinaei, M., Bolouki, M., Ghorbanzadeh, S., & Talebi, M. (2019). Evaluation of hematological and plasma biochemical parameters in green sea turtle (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758) from nesting colonies of the northern coast the Sea of Oman. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 18(4), 891–902. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.118320>
- Stacy, N. I., Alleman, A. R., & Sayler, K. A. (2011). Diagnostic Hematology of Reptiles. *Clinics in Laboratory Medicine*, 31(1), 87–108. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2010.10.006>
- Stacy, N. I., Bjorndal, K. A., Perrault, J. R., Martins, H. R., & Bolten, A. B. (2018). Blood analytes of oceanic-juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Azorean waters: Reference intervals, size-relevant correlations and comparisons to neritic loggerheads from western Atlantic coastal waters. *Conservation Physiology*, 6(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/coy006>
- Stacy, N. I., Perrault, J. R., & Wood, L. D. (2023). Blood analytes of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) from Florida waters: reference intervals and size-relevant correlations. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1199688>
- Stamper, A. M., Harms, C., Epperly, S. P., Braun-McNeill, J., Avens, L., & Stoskopf, M. K. (2005). Relationship between barnacle epibiotic load and hematologic parameters in Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*), a comparison between migratory and residential animals in Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(4), 635–641.
- Stevenson, R. D., & Woods, W. A. (2006). Condition indices for conservation: New uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6), 1169–1190. <https://doi.org/10.1093/icb/icl052>

- Suárez-Domínguez, E. A., Martínez-Serrano, I., Righini, N., Chamlaty-Fayad, Y. E., Bello-Sánchez, E. A., & Ramos-Díaz, A. H. (2020). Fibropapillomatosis in free-ranging green sea turtles (*Chelonia mydas*) off the central coast of Veracruz, Mexico. *Ciencias Marinas*, 46(2). <https://doi.org/10.7773/cm.v46i2.3043>
- Suarez-Yana, T., David Montes, I., Zuñiga, R., Mangel, J. C., & Alfaro-Shigueto, J. (2016). Hematologic, Morphometric, and Biochemical Analytes of Clinically Healthy Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) in Peru. *Chelonian Conservation and Biology*, 15(1), 153–157. <https://doi.org/10.2744/CCB-1160.1>
- Swarthout, R. F., Keller, J. M., Peden-Adams, M., Landry, A. M., Fair, P. A., & Kucklick, J. R. (2010). Organohalogen contaminants in blood of Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) and green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the Gulf of Mexico. *Chemosphere*, 78(6), 731–741. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.059>
- Tremblay, N., Ortíz Arana, A., González Jáuregui, M., & Rendón-von Osten, J. (2017). Relationship between organochlorine pesticides and stress indicators in hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting at Punta Xen (Campeche), Southern Gulf of Mexico. *Ecotoxicology*, 26(2), 173–183. <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1752-5>
- Troëng, S., & Rankin, E. (2005). Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle *Chelonia mydas* nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. *Biological Conservation*, 121(1), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.04.014>
- Uribe-Martínez, A., Liceaga-Correa, M. de los A., & Cuevas, E. (2021). Critical in-water habitats for post-nesting sea turtles from the southern gulf of Mexico. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/jmse9080793>
- Valadez, V., Salas-Monreal, D., & Ortiz Lozano, L. (2018). Long Term Effects of Human Induced Shoreline Changes: Veracruz Metropolitan Zone an Example of Port and Tourism Development in the Tropics. *International Journal of Oceanography & Aquaculture*, 2(4). <https://doi.org/10.23880/ijoac-16000148>
- Vásquez Bultrón, O. S. (2016). *Determinación de mercurio en huevos, plasma y su efecto sobre la nidada de Lepidochelys kempii en Veracruz, México*. UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
- Vásquez Bultrón, O. S. (2018). *Respuesta al estrés en tortuga lora (Lepidochelys kempii) y su relación con la calidad de la nidada*. Universidad Veracruzana.
- Vásquez-Botello, A., Villanueva-Fragoso, S., & Rosales-Hoz, L. (2004). Metals distribution and contaminants in the Gulf of Mexico. *Análisis Ambiental del Golfo de México*, 425–447.
- Vázquez-Sauceda, M., Aguirre-Guzmán, G., Pérez-Castañeda, R., Sánchez-Martínez, J., Martín-del Campo, R., Loredó-Osti, J., & Rábago-Castro, J. (2008). Evaluación de la influencia de dos cajas de transporte de huevos sobre la incubación, la eclosión y el nacimiento de crías de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*). *Ciencias Marinas*, 34(1), 101–105.
- Vergara Sánchez, G. (2015). *Propuesta para el manejo de los residuos sólidos en las playas de Nautla, Veracruz para conservar los sitios de anidación de las tortugas marinas*.

- Vidal Martínez, V. M. (2020). *ATLAS de línea base ambiental del Golfo de México. Contaminantes, biomarcadores y bioindicadores en organismos* (V. M. Vidal Martínez, Ed.).
- VITALIS. (2014). *Situación Ambiental de Venezuela 2012. Análisis de Percepción del Sector*. (D. Díaz Martín, Y. Frontado, M. Da Silva, A. Lizaraz, I. Lameda, V. Valera, C. Gómez, E. Monroy, Z. Martinez, J. Apostólico, & G. Suárez, Eds.). www.vitalis.net
- Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Hurley, B. J., Finkbeiner, E. M., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., Hutchinson, B. J., Alberto Abreu-Grobois, F., Amoroch, D., Bjorndal, K. A., Bourjea, J., Bowen, B. W., Dueñas, R. B., Casale, P., Choudhury, B. C., Costa, A., Dutton, P. H., Fallabrino, A., Girard, A., ... Mast, R. B. (2010). Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *PLoS ONE*, 5(12), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015465>
- Wang, H.-C. (2005). *Trace metal uptake and accumulation pathways in Kemp's ridley sea turtles (Lepidochelys Kempii)*. Texas A&M University.
- Whiting, S. D., Guinea, M. L., Limpus, C. J., & Fomiatti, K. (2007). Blood chemistry reference values for two ecologically distinct populations of foraging green turtles, eastern Indian Ocean. *Comparative Clinical Pathology*, 16(2), 109–118. <https://doi.org/10.1007/s00580-006-0646-y>
- Wibbels, T., & Bevan, E. (2019). *Lepidochelys kempii*. 2019. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. En <https://www.iucnredlist.org/species/11533/155057916>. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T11533A155057916.en>
- Wood, D. W., & Bjorndal, K. A. (2000). Relation of Temperature, Moisture, Salinity, and Slope to Nest Site Selection in Loggerhead Sea Turtles. *Copeia*, 1, 119–128. <http://meridian.allenpress.com/copeia/article-pdf/2000/1/119/1510786/0045-8511>
- Work, T. M., Raskin, R. E., Balazs, G. H., & Whittaker, S. D. (1998). Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells from Hawaiian green turtles. *AJVR*, 59(10), 1252–1257.
- Wyneken, J. (2004). *La Anatomía de las Tortugas Marinas*. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470.
- Wyneken, J., Lohmann, K. J., & Musick, J. A. (2013). *The biology of sea turtles* (J. Wyneken, K. J. Lohmann, & J. A. Musick, Eds.; Vol. 3). CRC Press.
- Yarto, M., Gavilán, A., & Barrera, J. (2003). Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes y sus implicaciones para México. *Gaceta Ecológica*, 69, 7–28.
- Young, E. J. (2022). *Health and Disease Status of Sea Turtles in Western Australia*. Murdoch University.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical Analysis* (3a ed.). PRENTICE HALL.
- Zavala-Félix, K. A., Reyes-López, M. A., Camacho-Sánchez, F. Y., Acosta-Sánchez, H. H., Hart, C. E., Zavala-Norzagaray, A. A., Leal-Sepúlveda, V., Leal-Moreno, R., Espinoza-Romo, B. A., Aguirre, A. A., & Ley-Quinónez, C. P. (2022). Trace elements concentration in blood of nesting Kemp's Ridley turtles (*Lepidochelys kempii*) at Rancho Nuevo sanctuary, Tamaulipas, Mexico. *PLoS ONE*, 17(11 November). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269346>

- Zavaleta-Lizárraga, L., & Morales-Mávil, J. E. (2013). Nest site selection by the green turtle (*Chelonia mydas*) in a beach of the north of Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3), 927–937. <https://doi.org/10.7550/rmb.31913>
- Zurita, J. C. , Herrera, R., & Prezas, B. (1993). Tortugas marinas del Caribe. *Biodiversidad Marina y Costera de México*, 735–750.

12. ANEXOS

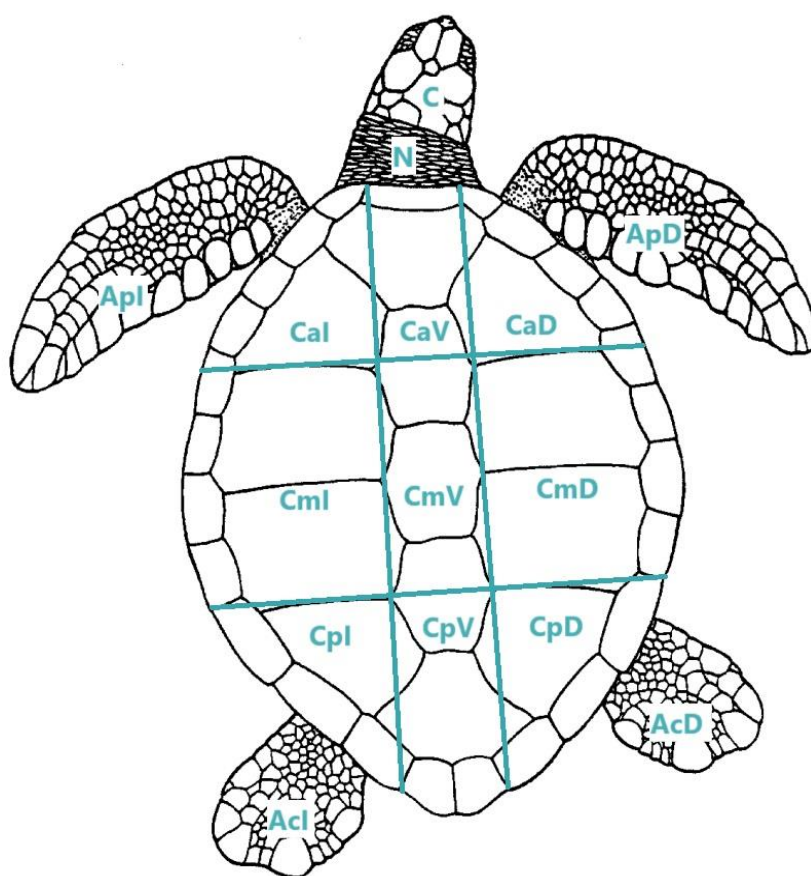
Anexo 2. Formato de captura individual

REGISTRO MONITOREO 2023				
Centro Veracruzano de Investigación y Conservación de la Tortuga Marina				
ENCARGADO REGISTRO				
CLAVE ANIMAL		LONGITUD		
FECHA		LATITUD		
MUNICIPIO		PLAYA		
ESPECIE		BALIZA		
CLASE EDAD				
DATOS MORFOMETRICOS				
LCC (cm)				
ACC (cm)				
MARCA (MONEL)				
ESTADO DE SALUD	PRESENCIA (X)			
BALANOS		NÚMERO	ZONA ANATÓMICA	
FIBROPAPILOMA				
MUESCAS				
AMPUTACIONES				
OTROS				
ANIDACION				
HORA DE PUESTA				
ZONA ANIDACIÓN		HUEVOS ECLOSIONADOS		
TAMAÑO NIDADA		CRÍAS VIVAS		
ZONA CORRAL		ANORMALIDADES		
CLAVE NIDO EN CORRAL		MUESTRAS	ARENA	CASCARON
			SI / NO	SI / NO
MUESTREO SANGUINEO				
HORA DE INICIO				
TUBO VERDE:	SI / NO	HORA DE FINALIZACION		
TUBO ROJO:	SI / NO			
OBSERVACIONES				

Anexo 3. Formato de registro de fibropapilomas

REGISTRO DE FIBROPAPILOMAS			
REGION	Nº DE TUMORES	LARGO (mm)	ANCHO (mm)
OJO CANTO MEDIAL			
OJO CANTO LATERAL			
OJO PARPADO SUPERIOR			
OJO PARPADO INFERIOR			
AAD			
AAI			
APD			
API			
CUELLO			
INGLE			
COLA			
OTRA REGION			

MARCAR UBICACION DE LESIONES



SIGLA	DEFINICIÓN	SIGLA	DEFINICIÓN
C	Cabeza	CmV	Caparazón medial Vertebral
N	Cuello	CmD	Caparazón medial Derecho
Apl	Aleta pectoral Izquierda	Cpl	Caparazón posterior Izquierdo
ApD	Aleta pectoral Derecha	CpV	Caparazón posterior Vertebral
Cal	Caparazón anterior Izquierdo	CpD	Caparazón posterior Derecho
CaV	Caparazón anterior vertebral	Acl	Aleta caudal Izquierda
CaD	Caparazón anterior Derecho	AcD	Aleta caudal Derecha
CmL	Caparazón medial Izquierdo		

