



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Trabajo de Tesis

Composición de las tallas de neonatos de tortuga tora
(*Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)) en las playas de El
Mogote y Salamina- Costa Grande Temporada 2023-2024

Autor(es)

Br. Pablo Rafael Monjarrez Fonseca

Br. Leslie Omar Estrada

Asesor(es)

Lic. Belinda Castillo

Lic. Sadania Castillo

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Recursos Naturales con mención en
Gestión Ambiental

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Ambientales Y Cambio Climático

como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Recursos Naturales con mención en Gestión Ambiental

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Lucilizabeth Pérez
Presidente

Ing. Yuri Alemán
Secretario

Ing. Kevin Ramírez Leal
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 03/Diciembre/2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis, en primer lugar, a mi familia, por haber estado presente desde el inicio de mis sueños, metas y aspiraciones. Su amor, apoyo incondicional, confianza y constante motivación han sido fundamentales a lo largo de mi formación personal y académica. Gracias por acompañarme en los momentos de alegría y también en los desafíos, impulsándome siempre a perseverar y alcanzar cada uno de mis objetivos.

De manera especial, expreso mi más sincero agradecimiento y dedico este logro a mis profesores Belinda Castillo, Sadania Castillo y Miguel Garmendia, quienes, con su valiosa orientación, conocimientos, dedicación y acompañamiento, contribuyeron significativamente al desarrollo de esta investigación y al cumplimiento de las metas propuestas.

Asimismo, dedico este trabajo a mis compañeros y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo, comprensión y palabras de aliento durante este proceso. Su respaldo, tanto dentro como fuera del ámbito académico, fue una fuente de motivación que me permitió superar las dificultades y culminar satisfactoriamente esta importante etapa de mi vida.

A todos ustedes, mi más profunda gratitud por formar parte de este logro y por contribuir de manera significativa a mi crecimiento personal y profesional.

Leslie Omar Estrada

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios Todopoderoso, fuente de vida, sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino y brindarme la perseverancia necesaria para culminar con éxito esta importante etapa de mi formación académica y personal.

A mis padres, quienes con su amor incondicional, sacrificio, esfuerzo constante y valiosos consejos han sido el pilar fundamental de mi crecimiento integral. Gracias por creer en mis capacidades, motivarme en los momentos difíciles y enseñarme el valor de la responsabilidad, la disciplina y la superación.

A mi familia, por su apoyo inquebrantable, comprensión y confianza durante cada fase de este proceso. Su compañía, aliento y ejemplo han sido una fuente permanente de inspiración para alcanzar mis metas y continuar avanzando hacia nuevos desafíos.

De manera especial, dedico este trabajo a todas las personas e instituciones comprometidas con la conservación y protección de los recursos naturales, cuya labor contribuye significativamente al equilibrio ecológico y al desarrollo sostenible de las futuras generaciones.

Asimismo, expreso mi admiración y reconocimiento a quienes dedican sus esfuerzos a la preservación de la tortuga tora (*Dermochelys coriácea* (Vandelli, 1761)), una especie emblemática y vulnerable cuya conservación representa un desafío fundamental para la protección de la biodiversidad marina. Espero que este trabajo constituya un aporte valioso que fortalezca la conciencia ambiental y fomente acciones orientadas a la protección y preservación de esta importante especie.

Pablo Rafael Monjarrez Fonseca

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la organización Fauna & Flora Internacional por habernos permitidos realizar esta investigación en colaboración con ellos. También, un agradecimiento a todos los equipos de trabajo de la playa Salamina por su apoyo durante todo el proceso de la fase de campo.

De igual manera, expresamos nuestro agradecimiento a nuestros asesores Belinda Castillo, Sadania Castillo y Miguel Garmendia por su paciencia, apoyo y orientación para lograr el desarrollo de este trabajo. por su paciencia, por aclarar mis dudas y por su guía constante durante este proceso académico.

A cada persona que, de una u otra forma, contribuyó con sus conocimientos, apoyo y aliento para que este trabajo se materializara, mi más sincero agradecimiento

Asimismo, agradecemos a cada persona que de una u otra manera contribuyó con su conocimiento, apoyo y aliento para que este trabajo se materializara.

Leslie Omar Estrada.

Pablo Rafael Monjarrez Fonseca.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1. Ubicación del estudio	9
4.2. Materiales	10
4.3. Etapas de metodología	11
4.4. Datos o variables evaluados	12
4.5. Análisis de datos	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
VI. CONCLUSIONES	25
VII. RECOMENDACIONES	26
VIII. LITERATURA CITADA	27
IX. ANEXOS	30

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Peso promedio de los neonatos de Tortuga Tora	15
2.	Promedio del largo recto del caparazon	16
3.	Promedio del ancho recto del caparazón	17
4.	Peso promedio del los neonatos tortuga (Playa Veracruz)	18
5.	Promedio del ancho recto del caparazón (Playa Veracruz)	19
6.	Promedio del largo recto del caparazon (Playa Veracruz)	20
7.	Histograma de Distribución de peso promedio	21
8.	Histograma de Distribución de Largo recto del caparazón	22
9.	Histograma del ancho recto del caparazón	23
10.	Análisis de componentes principales (Playa Veracruz y Salamina Costa grande).	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Longitud del Caparazon	6
2.	Ancho del Caparazón	6
3.	Mapa de ubicación de muestreo	10

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Liberación de Tortuguillos	30
2.	Tortuga Tora	30
3.	Incubación de Huevos	31
4.	Parámetros morfométricos	31
5.	Incubación de huevos	32
6.	Morfometría	32
7.	Vivero	33
8.	Largo del caparazón	33
9.	Largo del Caparazón	34
10.	Morfometría	34
11.	Liberación de Tortuguillos	35
12.	Arriba miento de tortugas	35

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la composición de las tallas de la tortuga tora (*Dermochelys coriacea*) en la playa el mogote y Salamina-Costa grande durante la temporada 2023-2024 el estudio se desarrolló mediante el monitoreo sistemático de individuos registrado en ambas playas, para la obtención de datos se realizaron mediciones biométricas en el largo recto del caparazón y ancho recto del caparazón, las cuales permitieron clasificar a los individuos según sus rangos de tallas. Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente con el fin de determinar la distribución y variación de las tallas entre las playas de estudios. Los resultados evidencian diferencias en la composición de tallas entre los sitios monitoreados, lo que podría estar relacionado con factores ambientales y condiciones locales del hábitat. Se concluye que el análisis de la estructura de tallas de los neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriacea*) constituye una herramienta importante para la comprensión de la dinámica poblacional de la *especie* y aporta información relevante para la conservación y manejo de esta *especie* en peligro de extinción

Palabras clave: *Muestreo, especies, anidación*

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the size composition of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) at El Mogote and Salamina–Costa Grande beaches during the 2023–2024 nesting season. The study was conducted through systematic monitoring of individuals recorded at both beaches. To obtain the data, biometric measurements were taken, including straight carapace length and straight carapace width, which allowed individuals to be classified according to size ranges. The collected data were statistically analyzed in order to determine the distribution and variation of sizes between the study beaches. The results reveal differences in size composition between the monitored sites, which may be related to environmental factors and local habitat conditions. It is concluded that the analysis of the size structure of leatherback turtle hatchlings (*Dermochelys coriacea*) constitutes an important tool for understanding the population dynamics of the species and provides relevant information for the conservation and management of this endangered species.

Keywords: sampling, species, nesting,

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con estudios previos realizados En el Pacífico de Nicaragua, cuatro de las siete especies de tortugas marinas del mundo encuentran su hogar: la Tortuga Pasmal (*Lepidochelys olivacea*), conocida por sus arribadas y anidamientos solitarios durante todo el año; la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*), cuyos escudos de caparazón han sido utilizados como materia prima para la elaboración de bisutería; la Tortuga Torita (*Chelonia mydas*), que lamentablemente ha sido prácticamente exterminada debido a la extracción de su carne; y la Tortuga Tora (*Dermochelys coriacea*) (Salazar, H. y Gadea, V. 2014).

La tortuga tora es la más grandes de todas las especies de tortuga marina (una hembra puede pesar aproximadamente 500 kg) por lo general mide entre 130-175 cm. La cabeza es grande y puede representar hasta un 20% de la longitud del caparazón. Sus aletas delanteras son muy poderosas y no poseen uñas, la tortuga la más grande que se tiene registro es el de un macho capturado en Gales, Gran Bretaña hace 15 años, con un peso de casi 1000 kg y una longitud de 305 cm desde la punta de la cabeza hasta el final de su cola (Chacón, 2005).

En la costa pacífica de Nicaragua, existen varias playas que registran anidamiento de tortuga tora. El sector norte del RVS río Escalante-Chacocente en la playa Veracruz de Acayo-El Mogote, es uno de los sitios más importantes. Aunque no existe mucha información documentada, los pobladores locales y los informes de MARENA comentan que hace cinco décadas se podían observar hasta cien individuos anidando en una sola noche. Sin embargo, en los últimos dieciséis años, el número de nidos registrados en la playa no ha superado las 80 anidaciones por temporada (Salazar, H y Gadea, V).

Los impactos relativos de las amenazas individuales a todas las subpoblaciones de tortuga Laud se evaluaron por orden. La pesca incidental se clasificó como la mayor amenaza para la tortuga Laud a nivel mundial, seguida por el consumo humano de sus huevos, carne u otros productos y el desarrollo costero. Debido a la falta de información, la contaminación y los patógenos solo se calificaron como que afectan a tres subpoblaciones y el cambio climático solo se calificó para dos subpoblaciones (Spaw-Rac,s.f).

La modificación de esta realidad solo puede lograrse mediante esfuerzos interdisciplinarios que abarquen aspectos económicos, sociales, culturales, antropológicos y biológicos. Las Tortugas marinas, y la Tortuga Tora en particular, constituyen un recurso de gran valor, no solo por su

posible explotación directa, aunque sería insignificante en términos de volumen), sino también por su valor biológico y ecológico, reflejado en el papel fundamental que desempeñan dentro de los ecosistemas marinos, Por lo tanto, es imperativo impulsar esfuerzos en pro de su conservación (Salazar, H. y Gadea, V 2014).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar las variaciones en las características morfométricas (ancho curvo del caparazón y largo curvo del caparazón) y peso de neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriacea*) en las playas de Salamina y El Mogote durante la temporada 2023-2024.”

2.1. Objetivos específicos

- Determinar el rango de Tallas (largo curvo y ancho curvo del caparazón) y peso de los neonatos de *Dermochelys coriacea*.
- Comparar los promedios de talla y peso de los neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriacea*) durante el periodo 2012- 2023 recopilando datos fiables sobre el número de neonatos y el tamaño promedio de los individuos nacidos cada año.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Características generales de la Tortuga Tora

Ciclo de vida: Todas las tortugas marinas se reproducen por medio de fertilización interna. Luego de aparearse las hembras migran hacia las playas de anidación, generalmente a la misma playa donde nacieron. Se cree que ellas recuerdan su playa natal habiendo grabado en su memoria durante su recorrido del nido hacia el mar factores químicos, físicos (Salazar, H y Gadea, V 2014).

Salinidad: La salinidad del agua también es importante, ya que las tortugas neonatas deben adaptarse a diferentes niveles de salinidad a medida que migran entre el agua dulce y el agua salada. Un equilibrio adecuado de salinidad es esencial para mantener su equilibrio osmótico y evitar el estrés osmótico, que puede afectar su salud y crecimiento. (Bower et al. 2013).

Disponibilidad de alimento: La disponibilidad de alimento es crucial para el crecimiento de las tortugas neonatas. Una dieta rica en nutrientes es necesaria para su desarrollo adecuado. La falta de alimento puede resultar en un crecimiento lento y una mayor vulnerabilidad a enfermedades y depredadores. (Marn et al., 2017).

Depredadores: Los depredadores naturales son una amenaza significativa para las tortugas neonatas. Durante la noche, los gatos domésticos y las aves son los depredadores más destructivos. (Packard, G. C., 2001).

Calidad del agua: Las tortugas acuáticas y marinas están particularmente afectadas por la calidad del agua. La exposición a agua contaminada puede resultar en enfermedades y condiciones adversas. (Reavis, Pike, Liles, & Bernardo, 2022).

3.2. Características adicionales.

Temperatura: Las tortugas son ectotérmicas, lo que significa que dependen de la temperatura del ambiente para regular su temperatura corporal. Las bajas temperaturas pueden resultar en letargo e inmunosupresión. (Bolten, 2003 y Marn et al. 2017).

Contaminación plástica: Las tortugas marinas a menudo confunden los plásticos con alimentos, lo que puede causar obstrucciones intestinales y, en algunos casos, la muerte. (Digka, N., et al. 2020)

Enfermedades del caparazón: Las enfermedades del caparazón, como la piramidización, pueden causar deformidades y otros problemas graves. Crecimiento Inicial Las tortugas neonatas experimentan un crecimiento rápido durante sus primeros meses de vida. (Reuters (2024, 2 Sept.)

Generalidades: La tortuga laúd está adaptada para soportar aguas más frías que las demás especies, hasta 10°C, por lo que se distribuye ampliamente en aguas tropicales. (Marquez,1996, tortugas Marinas). Los factores como la temperatura del agua, la salinidad y la disponibilidad de alimento juegan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las tortugas neonatas. Aquí te explico cómo cada uno de estos factores.

Temperatura del agua: La temperatura del agua es fundamental para el desarrollo de las tortugas neonatas. Las temperaturas más cálidas pueden acelerar su crecimiento y desarrollo, mientras que temperaturas más frías pueden ralentizar estos procesos. Además, la temperatura puede influir en la tasa metabólica de las tortugas, afectando su capacidad para digerir alimentos y absorber nutrientes. (Bolten, 2003, Marn et al., 2017)

Poblaciones de tortuga marina Tora: Según el IUCN esta especie se encuentra en peligro crítico de extinción y la continúan llevando hacia la extinción principalmente debido a la captura y a la muerte por la captura incidental en la pesca comercial de acuerdo con la nueva evaluación de la lista roja de la UICN a través de los principales científicos de tortugas marinas. (UICN, noviembre)

Migraciones: emigran al sur y tienden a alimentarse en las zonas de sugerencias en alta mar donde la comida exclusivamente son las medusas las áreas de alimentación más limitadas de las tortugas del pacifico las hacen más vulnerables a los cambios que se producen en la distribución o la abundancia. (Solomons, 2012).

3.3. Toma de datos y variables a medir

a) *Biometría.*

La biometría en animales (como las tortugas marinas) se refiere al conjunto de mediciones físicas del cuerpo que se toman para describir su tamaño, forma y condición. Estas mediciones ayudan a los científicos a estudiar características como: La longitud y ancho del caparazón El peso. (Georges & Fossette, 2006).

b) Longitud del caparazón.

Esta medición se realiza comúnmente como longitud curvada del caparazón, la cual se obtiene siguiendo la curvatura dorsal del caparazón desde el margen anterior, próximo a la región cervical, hasta el extremo posterior. En individuos adultos, presenta valores que oscilan generalmente entre 140 y 180 cm. (Spotila, 2004).

c) Ancho del caparazón

El ancho del caparazón es una variable biométrica complementaria a la longitud del caparazón y resulta de gran importancia para la caracterización morfométrica de las tortugas marinas En individuos adultos, este parámetro presenta valores aproximados que oscilan entre 100 y 150 cm, dependiendo del sexo, la condición corporal y la población estudiada (Spotila, 2004)

3.4. Análisis estadísticos

Prueba de normalidad

La prueba de normalidad que se utilizó en este trabajo será la de Shapiro-Wilk por medio de la función `shapiro.test` del programa R. Las variables o conjuntos de datos que no cumplieran con el supuesto de normalidad fueron transformados con logaritmo natural, en caso de que no se cumpliera con el supuesto incluso después de la transformación, se utilizara una prueba homóloga no paramétrica.

Comparación de medias

Las pruebas de comparación de medias que se utilizó serán la prueba T para la comparación de dos conjuntos de datos de una misma variable y el Análisis de Varianza para comparar las medias de más de dos conjuntos de datos. Todas las pruebas se realizarán con un nivel de significancia igual a 0.05.

Correlación

Se calculo el Coeficiente de Correlación de Spearman, debido a que los conjuntos de datos de las variables a correlacionar incumplían el supuesto de normalidad. En términos de la correlación, se verificará la fuerza, dirección y significancia de la correlación. La fuerza se interpretó según la tabla que recomienda Schober, Boer & Schwarte 2018.

Magnitud del coeficiente	Interpretación
0.00 – 0.10	Despreciable (sin correlación o muy débil)
0.10 – 0.39	Débil
0.40 – 0.69	Moderada
0.70 – 0.89	Fuerte
0.90 – 1.00	Muy fuerte

La representación visual de la correlación se realizó con un gráfico de dispersion al cual se incluyó un modelo de regresión lineal simple. La regresión se creará como objeto de visualización y valoración de la relación, no se pretende usar para predecir valores.

Todos los análisis se realizarán con las funciones del programa computacional R (R Core Team, 2023) y su interfaz RStudio (Posit team, 2023). Las visualizaciones se realizarán con el paquete ggplot2 (Wickham, 2016).

En Nicaragua, las playas de anidación tienen condiciones climáticas específicas que pueden influir en la eclosión de los huevos. Las temperaturas y la humedad pueden variar significativamente en comparación con otras regiones, lo que afecta el tiempo de incubación y el éxito de la eclosión también enfrentan otros tipos de amenazas como la depredación por parte de otros animales y la intervención humana. En otros países, las amenazas pueden ser similares o diferentes, dependiendo de las prácticas locales y la presencia de depredadores naturales Según el UICN Las poblaciones de tortugas marinas Tora del Pacífico se encuentran en peligro crítico de extinción, y las continúan llevando hacia la extinción, principalmente debido a la captura y la muerte por la captura incidental en la pesca comercial, de acuerdo con la nueva evaluación de la Lista Roja de la UICN a través de los principales científicos de tortugas marinas en el mundo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología está basada en Eckert y colaboradores (2000), Chacón y colaboradores (1996) y Chacón (1999), también en el Protocolo de monitoreo y manejo de tortuga tora en la Playa de Veracruz, RVS Chacocente 2018-2019 (Torres, 2012).

4.1 Ubicación del estudio

Este estudio se llevó a cabo en dos áreas específicas. La primera área de estudio se encuentra en el Departamento de Managua, Nicaragua, en el Municipio de Villa el Carmen, específicamente en Playa Salamina. Esta playa está situada en el sector oeste del municipio, con coordenadas geográficas N 11°59'16" W 86°39'51" para Costa Grande y N 11°56'16" W 86°37'20" para Bocana Azuchillo. Se caracteriza por poseer un clima tropical seco, correspondiente al de sabana tropical, predominantemente cálido a caliente durante casi todo el año, con temperaturas que oscilan entre los 24° y 30°

La siguiente área de estudio es el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante-Chacocente, que abarca una extensión de 4,645.4 hectáreas (46.45 Km²). Este refugio se ubica entre el departamento de Carazo y el municipio de Tola, en el departamento de Rivas, en la Región Pacífico-Sur de Nicaragua. Cuenta con una franja de playa de 11.6 Km, definida en su mayor parte por playas arenosas. Una de sus playas más famosas es Chacocente, reconocida por ser uno de los dos sitios donde se registran arribadas de tortugas Paslama. Además de la tortuga Paslama, se han observado anidaciones de otras 3 especies de tortugas marinas: la Carey, la tortuga Negra o Torita y la tortuga Tora.



Figura -Mapa de ubicación de sitios de muestreos en Playa Salamina y El Mogote.

4.2 Materiales

Calibrador: para medir la longitud y el ancho del tortuguillo, donde los calibradores de mano son instrumentos de medición que pueden medir una variedad de elementos como la longitud forma exterior el diámetro interior y diferencias de nivel.

Pesola o pesa: para la secuencia del peso en los tortuguillos en las diferentes especies.

Marcaje metálico: permite identificar si la tortuga regresa a anidar en el mismo sector donde tuvo desove es un proceso mediante donde se identifica de manera individual y se puede registrar permitiendo una secuencia de los datos registrados a lo largo de la trayectoria que recorre la tortuga el marcaje se le aplica en la parte baja (membrana trasera).

Formatos de campo: es para registrar al individuo, verificar cuantos huevos ponen, hora de anidación, fecha, coordenadas, tipo de especie, lugar de anidación.

Luz inflarojo: para evitar afectar la vista a la tortuga y que puedan desovar.

Cinta: es para medir el ancho y largo del caparazón durante la trayectoria de 3 veces después de que la tortuga haya terminado el desove esta tortuga tiende a poner 60 huevos el 20% nacen.

Guantes: para protección personal y evitar algunas infecciones con los neonatos.

4.3 Etapas de la metodología.

Etapas 1 Patrullaje

El patrullaje se realizó por turnos en las noches en las playas de anidación durante el periodo reproductivo de la tortuga laúd. Las actividades se llevaron a cabo principalmente en horario nocturno, con el objetivo de detectar hembras en proceso de anidación y localizar nidos. Durante el patrullaje se registró la presencia de individuos, huellas y eventos de desove, siguiendo protocolos establecidos para el monitoreo de tortugas marinas, procurando minimizar la perturbación del comportamiento natural de los animales.

Etapas 2 Monitoreo de vivero

Los nidos identificados fueron trasladados y resguardados en un vivero previamente acondicionado, con el fin de reducir riesgos de depredación, inundación o extracción ilegal. El monitoreo del vivero se efectuó de forma periódica, registrando variables como la integridad de los nidos, condiciones ambientales y tiempo de incubación. Esta etapa permitió asegurar condiciones adecuadas para el desarrollo embrionario de los huevos hasta el momento de la eclosión.

Etapas 3 Parámetros morfométricos

Una vez culminado el proceso de eclosión, se procedió a la toma de parámetros morfométricos en los individuos seleccionados que fueron una muestra de 15 a 20 tortuguillos, incluyendo medidas como la longitud y el ancho del caparazón y peso. Las mediciones se realizaron utilizando instrumentos adecuados, siguiendo metodologías estandarizadas, con el fin de obtener datos confiables sobre el tamaño corporal de los neonatos. La información fue registrada en fichas de campo diseñadas para tal propósito.

Etapas 4 liberación de tortuguillos

Posterior a la toma de datos, los tortuguillos fueron liberados en la playa de origen durante horarios adecuados, preferentemente en condiciones de baja depredación. La liberación se

realizó de manera ordenada, permitiendo que los neonatos se desplazaran de forma natural hacia el mar, contribuyendo al proceso de impronta y aumentando las probabilidades de supervivencia.

Etapas 5 exhumación

Transcurrido el tiempo estimado de eclosión, se llevó a cabo la exhumación de los nidos, con el objetivo de evaluar el éxito reproductivo. Durante este procedimiento se contabilizaron huevos eclosionados, no eclosionados y restos embrionarios, permitiendo calcular porcentajes de éxito de incubación. La información obtenida en esta etapa aportó datos relevantes para la evaluación del manejo del vivero y la dinámica reproductiva de la especie.

Se realizó una exhumación del nido ubicado dentro del vivero, con el objetivo de limpiar el área, contabilizar cuántos tortuguillos emergieron y cuántos no, así como identificar las posibles causas por las que algunos no lograron salir. Además, se revisó si quedaban crías vivas dentro del nido y se compararon los resultados obtenidos con los datos históricos de años anteriores.

4.4 Datos o variables evaluados

Prueba de normalidad

La prueba de normalidad que se utilizó en este trabajo será la de Shapiro-Wilk por medio de la función `shapiro.test` del programa R. Las variables o conjuntos de datos que no cumplían con el supuesto de normalidad fueron transformados con logaritmo natural, en caso de que no se cumpliera con el supuesto incluso después de la transformación, se utilizara una prueba homóloga no paramétrica.

Comparación de medias

Las pruebas de comparación de medias que se utilizó serán la prueba T para la comparación de dos conjuntos de datos de una misma variable y el Análisis de Varianza para comparar las medias de más de dos conjuntos de datos. Todas las pruebas se realizarán con un nivel de significancia igual a 0.05.

Correlación

Se calculo el Coeficiente de Correlación de Spearman, debido a que los conjuntos de datos de las variables a correlacionar incumplían el supuesto de normalidad. En términos de la correlación, se verifico la fuerza, dirección y significancia de la correlación. La fuerza se interpretó según la tabla que recomienda Schober, Boer & Schwarte (2018):

Magnitud del coeficiente	Interpretación
0.00 – 0.10	Despreciable (sin correlación o muy débil)
0.10 – 0.39	Débil
0.40 – 0.69	Moderada
0.70 – 0.89	Fuerte
0.90 – 1.00	Muy fuerte

La representación visual de la correlación se realizará con un gráfico de dispersion al cual se incluyó un modelo de regresión lineal simple. La regresión se creará como objeto de visualización y valoración de la relación, no se pretende usar para predecir valores.

Todos los análisis se realizarán con las funciones del programa computacional R (R Core Team, 2023) y su interfaz RStudio (Posit team, 2023). Las visualizaciones se realizarán con el paquete ggplot2 (Wickham, 2016).

4.5 Análisis de datos

Tipos de análisis estadístico.

Un análisis de correlación es una técnica estadística que se utiliza para determinar si existe una relación entre dos o más variables. En otras palabras, ayuda a entender si una variable se mueve en función de otra, si están relacionadas de alguna manera. (Marzal, 2023)

Análisis de datos

Se utilizo un programa para resumir más clara y sencilla para interpretar las gráficas en este caso se llama grafico de ordenación con el método de análisis de componentes principales. Este método se trabajó en la dirección específica de los recursos naturales

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general el peso promedio de los neonatos de tortuga tora fue de 35.7 ± 0.2 g, con valores mínimos y máximos de 12 y 59 g, el promedio del largo recto del caparazón (LRC) fue de 53.6 ± 0.1 mm, con valores mínimos y máximos de 24 y 70.6 mm y el promedio del ancho recto del caparazón (ARC) fue de 38 ± 0.1 mm con valores mínimos y máximos de 26.3 y 56 mm.

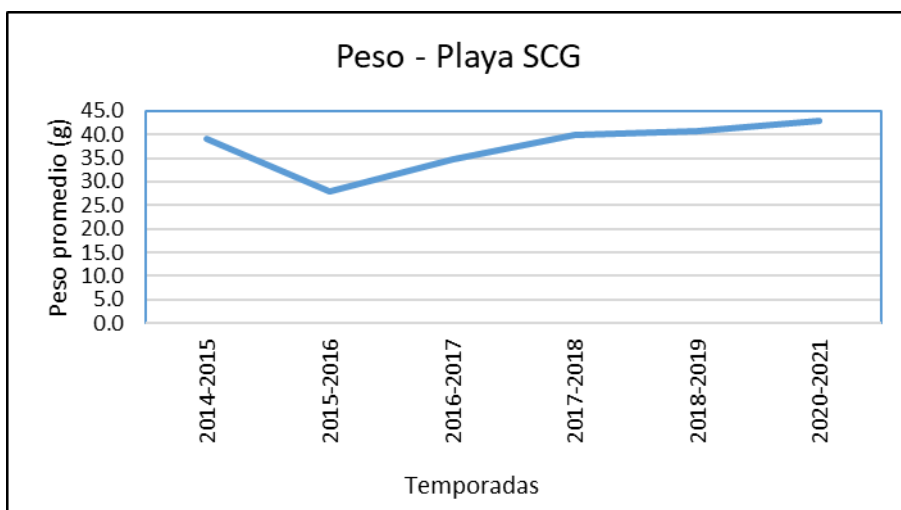


Gráfico 1. peso promedio de los neonatos de Tortuga tora

En la primera temporada se logró visualizar un peso promedio de 40g por neonatos; sin embargo, en la temporada 2015-2016 se observó una depresión drástica en el peso promedio de los neonatos tora (*Dermochelys coriácea*). Luego, hay una tendencia de incremento de peso a partir del año 2016 hasta el 2021. Estas variaciones coinciden con la ocurrencia del fenómeno del niño durante la temporada 2015-2016 donde se registraron temperaturas de hasta 35° según Ineter como muy calientes. Se ha documentado que a mayor temperatura la duración de la incubación se reduce drásticamente lo que provoca un desarrollo embrionario acelerado y un mayor gasto de reservas energéticas en un periodo corto, resultando en neonatos con menor peso al emerger por ende el descenso observado en esa temporada probablemente se relaciona con las condiciones climáticas de ese evento. (Iutz, 2003)

A continuación, se presenta un gráfico con el largo promedio de los neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriácea*). Durante las temporadas 2012 al 2021 en playa Salamina-costa grande.

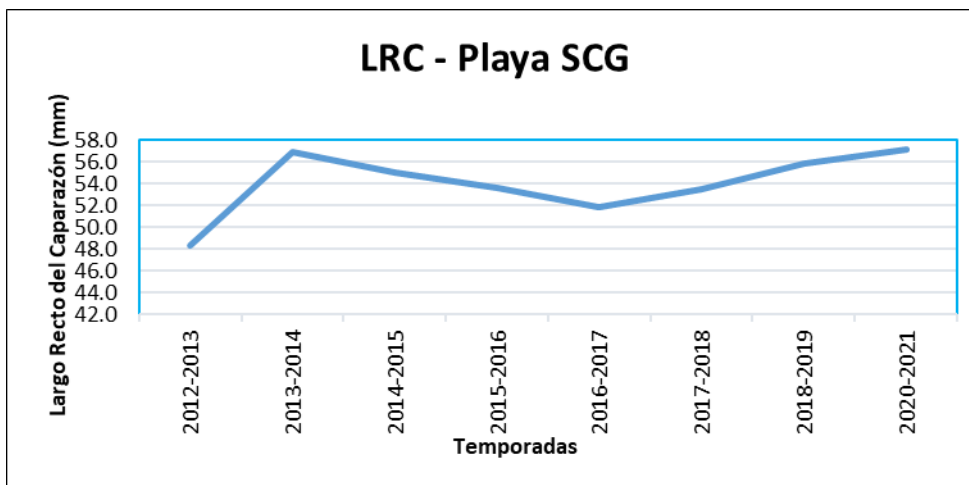


Gráfico 2. Promedio del largo recto del caparazón

La temporada con menor largo recto del caparazón es la 2012-2013 seguida de la temporada 2013-2014 donde se observó un incremento drástico en comparación a la primera temporada, posteriormente las siguientes tres temporadas presentaron una tendencia decreciente que comienza a aumentar gradualmente a partir de la temporada 2017 al 2021. Los descensos observados en el largo recto del caparazón a lo largo de las temporadas podrían deberse a diversos factores ambientales y biológicos; tales como las temperaturas de hasta 35° que se registraron según INETER como muy caliente, estas temperaturas aceleran el desarrollo del embrión consumiendo mayor energía en menos tiempo y por ende producen neonatos de menor tamaño; sin embargo en estudios realizados en años anteriores dieron a conocer que la duración de la incubación influyo en el peso no así en su tamaño definido por la longitud recta del caparazón, (L. Quiñonez et al). Efectivamente se puede evidenciar la diferencia del impacto de la temperatura entre la gráfica 1 y grafica 2 donde presentan una tendencia diferente.

Sin embargo, el fenómeno del niño impacta directamente en la humedad dejando áreas con sequía, temperaturas de incubación inadecuadas; entre otros factores tales como la compactación de la arena y la falta de oxígeno que limitan el desarrollo embrionario durante el periodo de incubación

A continuación, se presenta un gráfico con el ancho promedio de los neonatos de tortugas tora durante las temporadas 2012 al 2021 en playa Salamina-Costa Grande.

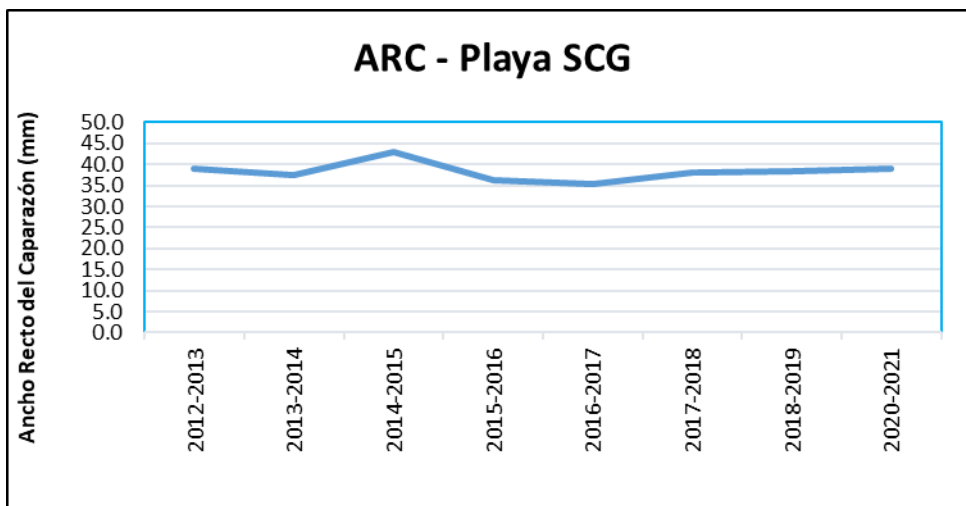


Gráfico 3. Promedio del ancho recto del caparazón

Se observa una línea con poca variación a lo largo de las diferentes temporadas, a diferencia de la temporada 2014-2015 donde se observó un incremento; seguidamente decreció en 2015 al 2016 y durante el 2016 al 2017 presentó el promedio más bajo similar a la tendencia de la temporada 2016-2017 del gráfico 2. Donde se puede intuir que durante esa temporada se presentó el evento del niño afectando directamente en el desarrollo de la morfometría de los neonatos.

Se analizaron los datos morfométricos (peso, longitud y ancho) de los neonatos de tortuga tora en playa Salamina Costa Grande del año 2012 al 2023. En el siguiente gráfico se muestran los promedios de peso de los neonatos de tortuga tora a lo largo de las temporadas en las que se han realizado los análisis en la playa Veracruz de Acayo

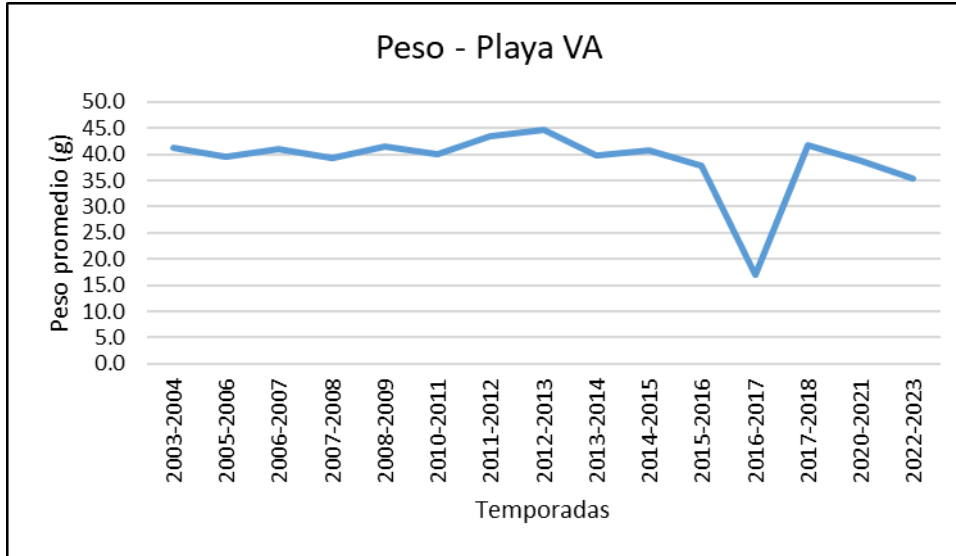


Gráfico 4. peso promedio de los neonatos de tortuga tora

Durante la mayoría de los años, los valores se mantuvieron relativamente estables entre 35-40 g. sin embargo, en la temporada 2016-2017 se observó una depresión drástica del promedio, alcanzando el valor más bajo de todas las temporadas. Esto se puede interpretar de diferentes maneras; en la temporada 2016-2017 se registraron solo dos nidos en toda la playa, aunque en otros años también se registraron bajas cantidades de nidos, no se observó una disminución tan drástica en el peso promedio; esto sugiere que factores adicionales como el fenómeno del cambio climático que han venido alterando los patrones naturales de anidamiento, temperaturas de incubación, humedad, temperatura oceánica, disponibilidad de comida. Además, al haber una muestra muy reducida de neonatos, cualquier variación individual tuvo un impacto significativo en el promedio

A continuación, se muestra un gráfico con el ancho recto del caparazón promedio a lo largo de las temporadas de estudio.

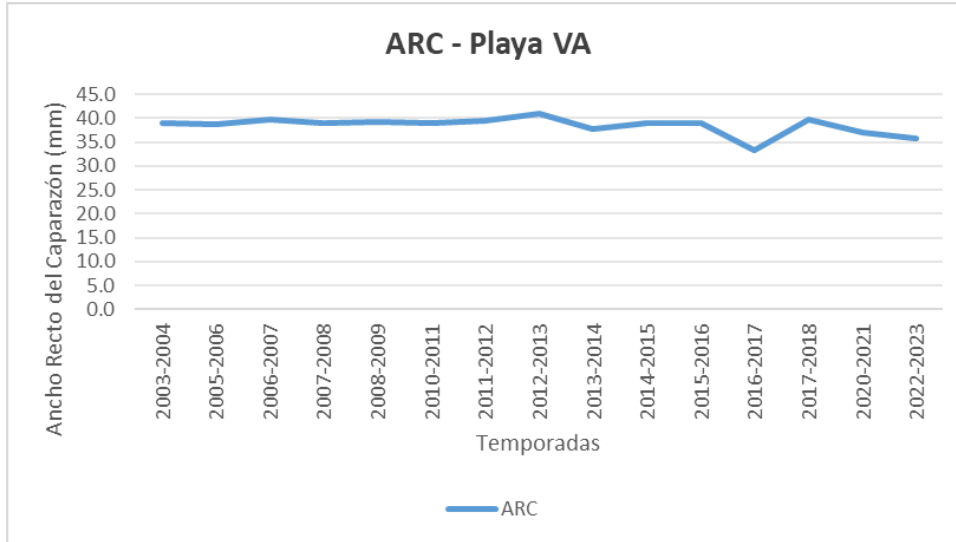


Gráfico 5. Promedio del ancho recto del caparazón

A lo largo de la temporada los valores se mantuvieron relativamente estables, mayormente entre los 38 y 42 mm. Sin embargo, se observó una depresión notoria Durante la temporada 2016-2017 donde el valor desciende Por debajo del promedio observado de las otras temporadas. Posteriormente en las siguientes temporadas Vuelve a incrementar manteniendo una tendencia estable. La depresión drástica que se observa en la temporada 2016-2017 podría estar relacionada con las altas temperaturas que se registraron y que afecto el Desarrollo embrionario general de los neonatos Durante Esa temporada.

El gráfico a continuación muestra el tamaño promedio del largo curvo del caparazón a lo largo de todas las temporadas que se tomaron datos morfométricos.

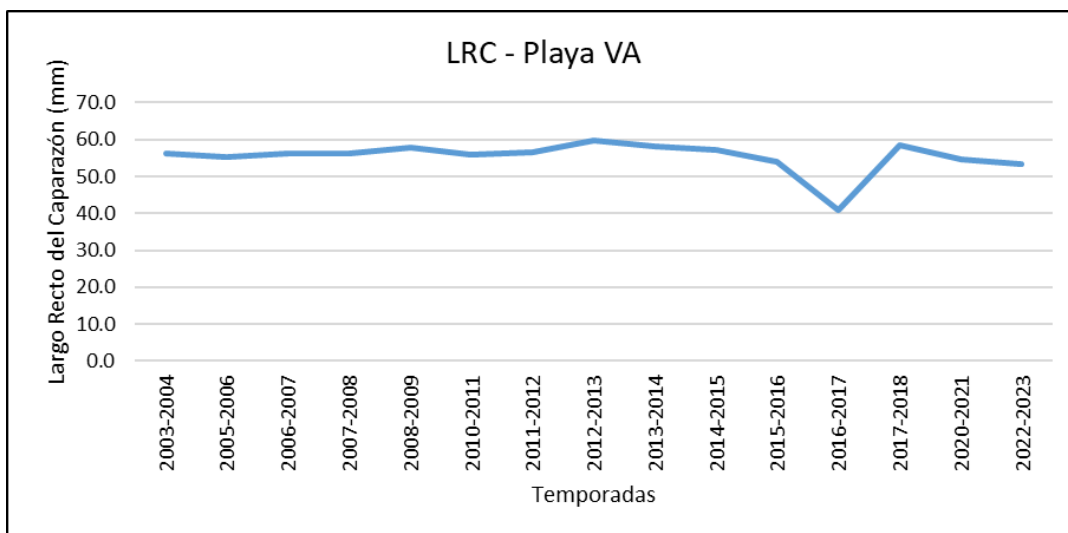


Gráfico 6. Largo recto del caparazón promedio

Durante las temporadas se observó un tamaño promedio entre 60-70 mm lo cual está dentro del rango adecuado, sin embargo, la temporada 2016-2017 presento una depresión drástica en el promedio del largo recto del caparazón. Esto se debe al fenómeno del cambio climático y registro de anidamiento que se manifestó durante esa temporada observándose que no afecto solamente el peso promedio como se visualiza en el grafico 4. Si no también afecto en el largo del neonato.

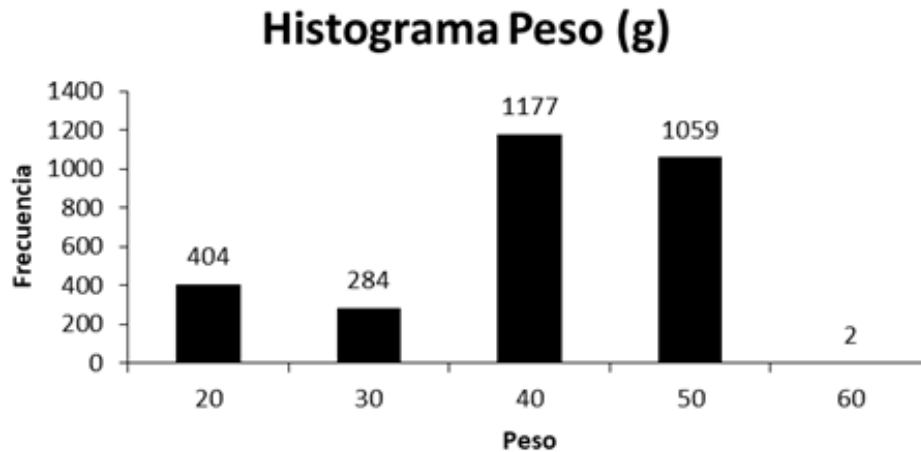


Grafico 7. distribución del peso promedio de neonatos de tortuga tora

El promedio de peso de los neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriacea* L) provenientes de ambas playas se concentra principalmente entre los 40 y 50 g, mientras que los rangos menos representados se observaron entre 20 y 30 g, posteriormente en el extremo superior de 60 g solo se registró 2 individuos. Los patrones observados en la distribución de peso sugieren que las condiciones de incubación en ambas playas de estudio

permite el desarrollo de neonatos con pesos consistentes, sin embargo, las depresiones con pesos inferiores en los neonatos pueden asociarse a condiciones ambientales subóptimas durante la incubación, como altas temperatura que se registraron según INETER como muy caliente durante las temporadas 2015 al 2017 que conllevaron a incubaciones más rápidas con mayor consumo de energía en menos tiempo.

A continuación, se presenta un histograma con el largo recto curvo del caparazón promedio en milímetros, a lo largo de todas las temporadas en ambas playas.

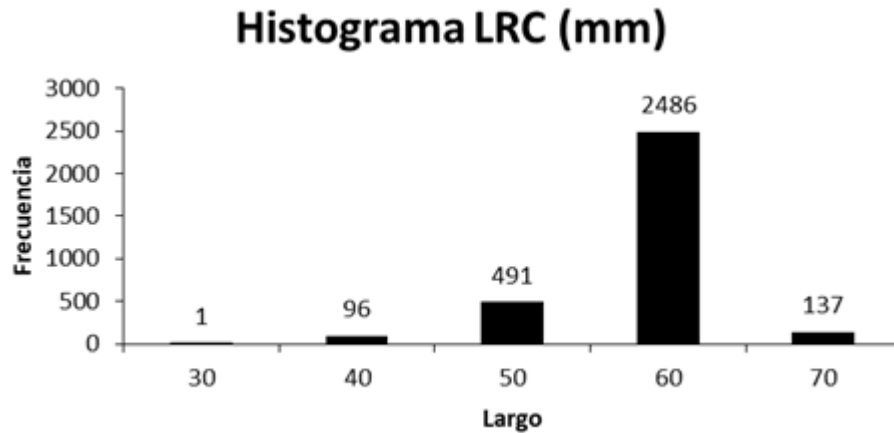


Grafico 8. distribución del largo recto del caparazón promedio

se observó un claro predominio en el intervalo de 60 mm (2486 individuos) seguido Por valores menores de 50 mm (491 individuos) y mayores de 70 mm (137 individuo) y posteriormente longitudes Muy bajas que oscilan entre (30-40 mm) lo que indica que la mayoría de neonatos se desarrolló dentro de un Rango adecuado, lo que sugiere que las condiciones de incubación fueron relativamente estables, sin embargo los individuos que se desarrollaron con menor largo reflejan los cambios climático reportado por INETER como muy caliente, durante la temporada 2015 al 2017.

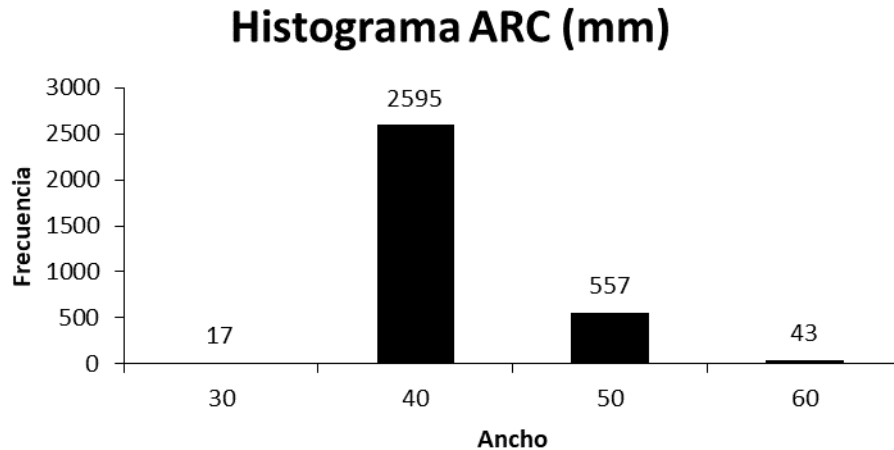


Grafico 9. distribución del ancho recto del caparazón promedio

Se observó un predominio diferencial entorno a los 40 mm de ancho recto del caparazón de los neonatos, seguidos por valores mayores de 50 mm y posteriormente muy pocos individuos en los valores de extremo 30 mm y 60 mm. Tanto el largo recto como el ancho recto del caparazón, mostraron distribuciones más concentradas lo que sugiere que el tamaño estructural (caparazón) es más estable que el peso en condiciones de incubaciones con altas temperaturas; en otros estudios se ha observado que la duración de la incubación influye significativamente en el peso, no así en su tamaño definido por la longitud recta del caparazón. Sin embargo, las altas temperaturas que se presentaron en diferentes temporadas (2015 al 2017) no solo influyeron en la duración de la incubación y maquinalmente en el peso; si no también pudo haber afectado en las condiciones de la playa ocasionando reducción de oxígeno y pérdida de humedad en la arena, aumentando el riesgo de deshidratación embrionaria.

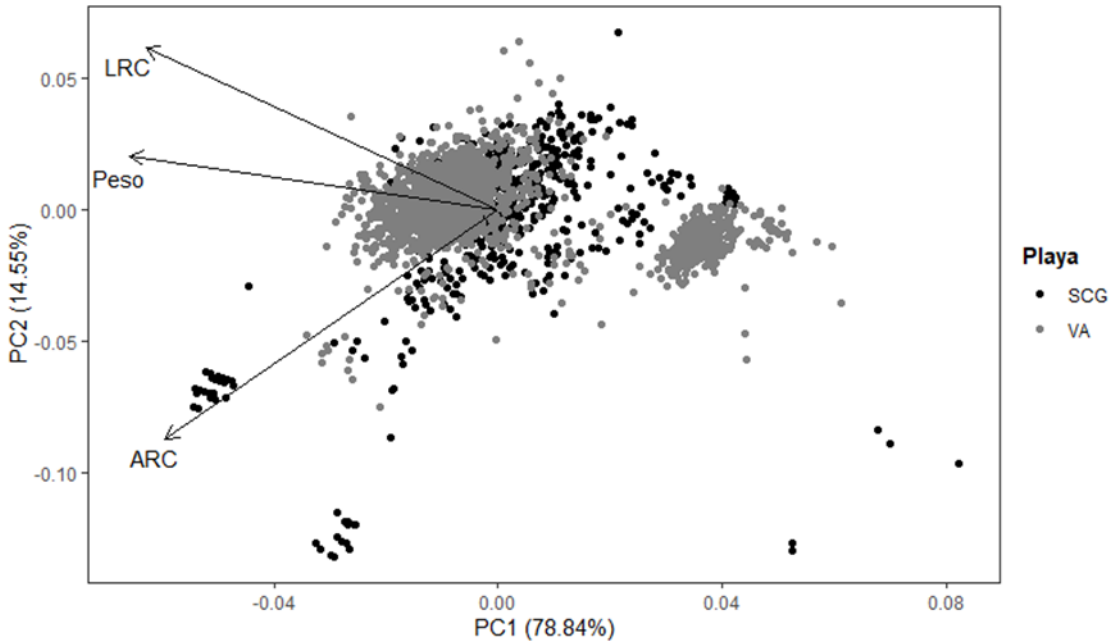


Gráfico 10. Análisis de componentes principales

Se muestran la distribución de la morfometría de los neonatos de tortuga tora (*Dermochelys coriácea*) a lo largo de todas las temporadas del proyecto, donde se observó diferencias morfológicas entre neonatos de ambas playas. Los individuos provenientes de la playa Veracruz de Acayo presentan en promedio valores más estándares en largo recto del caparazón, peso y Ancho recto del caparazón, lo cual sugiere una tendencia hacia un desarrollo morfométrico más proporcional, con algunos puntos dispersos en dirección positiva de la línea vectorial del ancho recto del caparazón lo que indica que algunos individuos se desarrollaron un poco más ancho que el promedio.

En contrastes, un grupo con más individuos en playa Salamina Costa Grande se caracteriza por un mayor ancho recto del caparazón en relación con el largo y peso promedio a los demás, lo que indica una morfología más ancha y posiblemente más achatada

VI. CONCLUSIONES

El análisis de los neonatos de Tortuga tora permitió determinar el rango de tallas y pesos, así como las medidas morfométricas del caparazón, lo que constituye una referencia importante para evaluar la condición física de los individuos al momento de la eclosión. Estos datos sirven como línea base para futuros estudios de crecimiento y supervivencia temprana. Este estudio refuerza la necesidad de implementar estrategias de manejo y protección de nidos que aseguren condiciones óptimas para la incubación, así como la participación de comunidades locales en la vigilancia de playas, a fin de incrementar las tasas de supervivencia de los neonatos.

La comparación de los promedios de talla y peso durante el periodo 2012-2023 evidenció la existencia de variaciones en el tamaño de los neonatos, posiblemente relacionadas con factores ambientales como la temperatura de incubación, la humedad del sustrato y las condiciones de las playas de anidación, los resultados obtenidos demuestran la importancia del monitoreo a largo plazo, ya que la recopilación sistemática de datos confiables sobre neonatos aporta información clave para comprender la dinámica poblacional de la especie y su estado de conservación en la región.

VII. RECOMENDACIONES

- Fortalecer las investigaciones científicas relacionadas con la biología, ecología y dinámica poblacional de los neonatos de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), mediante estudios que permitan profundizar en aspectos como la diversidad genética, los patrones de dispersión, el uso del hábitat y las tasas de supervivencia durante las primeras etapas de vida en mar abierto. Asimismo, se recomienda realizar monitoreos continuos de las condiciones micro ambientales de los nidos, particularmente de la temperatura y humedad, debido a su influencia directa en el éxito de eclosión, la supervivencia de las crías y la proporción sexual de las poblaciones.
- Desarrollar e implementar programas permanentes de educación y sensibilización ambiental dirigidos a las comunidades costeras, centros educativos y visitantes, con el propósito de promover una mayor conciencia sobre la importancia ecológica de la tortuga laúd y la necesidad de conservar sus hábitats naturales. De igual manera, se recomienda impulsar acciones de restauración ecológica mediante la reforestación de playas con especies vegetales nativas que proporcionen sombreado natural, contribuyendo a mantener condiciones térmicas adecuadas para la incubación de los huevos.
- Implementar de manera sistemática jornadas de limpieza y manejo adecuado de residuos sólidos en las playas de anidación, con el fin de reducir los factores de contaminación que afectan el éxito reproductivo y la calidad del hábitat de las tortugas marinas. Paralelamente, se recomienda establecer y ejecutar un plan técnico de riego dentro de los viveros de conservación que garantice niveles óptimos de humedad en los nidos, favoreciendo el desarrollo embrionario y aumentando las probabilidades de eclosión exitosa.
- Promover la liberación de los neonatos en horarios de menor exposición a depredadores, preferiblemente durante el atardecer o en horas nocturnas, cuando las condiciones ambientales son más favorables para su desplazamiento hacia el mar. Esta medida contribuirá significativamente a incrementar las tasas de supervivencia de las crías durante una de las etapas más críticas de su ciclo de vida.

VIII. LITERATURA CITADA

- Bolten, A. B. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: Neritic versus oceanic developmental stages. En P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Eds.), *The biology of sea turtles* (Vol. 2, pp. 243–257). CRC Press. https://accstr.ufl.edu/wp-content/uploads/sites/98/Bolten_chapter9CRC-Press.pdf.
- Bower, D. S., Hutchinson, M. N., Georges, A., & Olsen, V. (2013). Salinity of incubation media influences embryonic development of a freshwater turtle. *Journal of Comparative Physiology B*, 183(2), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s00360-012-0695-5>
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). (2005). *Conservación de la tortuga laúd (Dermochelys coriacea)*. Secretaría Pro Tempore de la CIT.
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A., & Zeri, C. (2020). Evidence of ingested plastics in stranded loggerhead sea turtles along the Greek coastline. *Science of the Total Environment*, 746, 141151. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141151>
- Etecé, E. (2020, octubre 3). *Fauna*. Concepto. <https://concepto.de/fauna/>
- Fernández, A. Z. (2018, febrero 8). *Ecosistema*. Toda Materia. <https://www.todamateria.com/ecosistema/>

- Figuerola, A., & Urbina, B. (2010). *Caracterización de la vegetación y la fauna silvestre con fines ecoturísticos de seis fincas cafetaleras en la comunidad El Bramadero, Condega, Estelí* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria].
- Gallina, S., & López, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Johnston, M. J., Rudd, D., Geyle, H. M., & Short, J. (2020). Opportunistic observation of predation of loggerhead turtle hatchlings by feral cats on Dirk Hartog Island, Western Australia. *Marine Turtle Newsletter*, 160, 17–18.
<http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn160/mtn160p17.shtml>
- Kiernan, D. (2023, agosto 30). *Medidas cuantitativas de diversidad, similitud de sitios e idoneidad del hábitat*. LibreTexts.
[https://espanol.libretexts.org/Estadisticas/Estadistica_Aplicada/Libro%3A_Biometria_de_Recursos_Naturales_\(Kiernan\)](https://espanol.libretexts.org/Estadisticas/Estadistica_Aplicada/Libro%3A_Biometria_de_Recursos_Naturales_(Kiernan))
- Lifeder. (2022, julio 13). *Índice de Shannon*. <https://www.lifeder.com/indice-de-shannon/>
- MARENA. (2019, septiembre 24). *Tercera intervención MARENA*. FAREM-UNAN.
<https://farem.unan.edu.ni/wp-content/uploads/2019/11/3ra-Intervención-MARENA.pdf>
- Marn, N., Novosel, N., Pavičić, M., Lacković, G., & Zanella, D. (2017). Environmental effects on growth, reproduction, and life-history traits of loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Marine Environmental Research*, 129, 98–109.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.05.005>

- Martínez, J., Maes, J.-M., Morales, S., & Castañeda, E. (2001). *Biodiversidad zoológica en Nicaragua*. <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/BiodiversidadNicaragua.pdf>
- Marzal, R. (2023, mayo 4). *Análisis de correlación*. Next Scenario.
<https://nextscenario.com/es/analisis-de-correlacion/>
- Mendoza, Z. A. (2011, octubre 7). *Guía para medición de la biodiversidad*.
<https://zhofreaguirre.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Packard, G. C. (2001). Overwintering strategy of hatchling painted turtles, or how to survive cold. *BioScience*, 51(3), 199–205. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0199:OSOHPT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0199:OSOHPT]2.0.CO;2)
- Portillo, S. R. (2020, agosto 1). *¿Cuál es la importancia de los ecosistemas?* Ecología Verde.
<https://www.ecologiaverde.com/cual-es-la-importancia-de-los-ecosistemas-3069.htm>
- REDHECS. (2021, septiembre 1). *Importancia de la biodiversidad para la conservación ambiental*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9184954.pdf>
- Reavis, J. L., Pike, D. A., Liles, M. J., & Bernardo, J. (2022). Dynamics of human take and animal predation on sea-turtle nests: Implications for hatchling production and conservation. *Biological Conservation*, 266, 109456.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109456>

- Reuters. (2024, septiembre 2). *After water quality improves, scientists find sea turtles in Brazil get healthier*. Reuters. <https://www.reuters.com/world/americas/after-water-quality-improves-scientists-find-sea-turtles-brazil-get-healthier-2024-09-02>
- Reynoza, L., & Mayorga, E. (2020). Caracterización florística y estructural de especies arbóreas asociadas al bosque de encino-pino de la Reserva Santa Rosa, Estelí, Nicaragua. *La Calera*, 20(35), 120–128.
- Schuyler, Q., Hardesty, B. D., Wilcox, C., & Townsend, K. (2014). Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. *Conservation Biology*, 28(1), 129–139. <https://doi.org/10.1111/cobi.12126>
- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. En *Agroforestería en las Américas* (p. 71). CATIE.
- SPAW-RAC. (s. f.). *Tortuga laúd (Dermochelys coriacea)*. Centro de Actividad Regional del Protocolo SPAW. <https://www.car-spaw-rac.org/?Tortuga-laud-Dermochelys-coriacea>
- Turner Tomaszewicz, C. N., Avens, L., Seminoff, J. A., Limpus, C. J., FitzSimmons, N. N., Guinea, M. L., Allen, C. D., Haas, H. L., Snover, M. L., & Pajuelo, M. (2022). Age-specific growth and maturity estimates for the flatback sea turtle (*Natator depressus*) by skeletochronology. *PLOS ONE*, 17(7), e0271048. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271048>

IX. ANEXOS



Figura 1: Liberación de tortuguillos



Figura 2: Tortuga Tora



Figura 3: Incubación de huevos



Figura 4. parámetros morfométricos



Figura 5: Incubación de huevos



Figura 6 morfometría



Figura 7 morfometría



Figura 8 : vivero



Figura 9 : Largo del caparazón



Figura 10 : morfometría



Figura 11 : liberación de tortuguillos



Figura 12: Ancho del caparazón