



UNIVERSIDAD DEL MAR

campus Puerto Ángel

**Temperaturas de incubación en nidos de *Lepidochelys olivacea*,
Chelonia mydas y *Dermochelys coriacea* del campamento tortuguero
Ventanilla, Oaxaca, México**

TESIS

Que para obtener el título profesional de
Licenciada en Biología Marina

Presenta:

Katherin Miroslava Del Rosal Lozano

Director:

Dr. Jesús García Grajales

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

Agradecimientos

A mi madre Hildeliza Lozano Garduño, por darme su apoyo en todo momento.

A mi abuela, Siria Garduño González por sus sabios consejos.

A mi director de Tesis el Dr. Jesús García Grajales, por su paciencia y tolerancia.

A mis revisoras y revisores por el tiempo. A la Dra. Alejandra Buenrostro Silva por su gran ayuda, a la M. en C. Samantha Gabriela Karam Martínez por su apoyo, al M. en C. José Alberto Montoya Márquez por sus comentarios y al Dr. Juan Francisco Meraz Hernando por sus revisiones para mejorar este trabajo.

Al Campamento tortuguero Ventanilla por su gran apoyo en todo momento, especialmente a Faustino Escamilla y a todo el equipo por su gran labor. Finalmente, a cada docente de la Universidad del Mar, quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional.

A mis amigos, por no dejarme sola en ningún momento.

A todos aquellos que caminaron junto a mí y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza.

También agradezco a la Universidad Del Mar “Campus Puerto Ángel” por haberme brindado un segundo hogar por varios años y hacer posible este sueño.

Gracias totales.

El presente va dedicado a toda mi familia y amigos, principalmente a mi madre y abuelos que gracias a sus esfuerzos me proporcionaron las herramientas necesarias y fueron un pilar fundamental en mi formación como profesional.

Índice

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Agradecimientos | ii |
| Índice de figuras..... | vi |
| Índice de tablas | viii |
| Resumen..... | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| 1. Introducción | 3 |
| 2. Antecedentes | 14 |
| 2.1 <i>Calor metabólico</i> | 14 |
| 2.2 <i>Temperatura pivote y determinación del sexo</i> | 14 |
| 2.3 <i>Temperatura de las cámaras de incubación</i> | 16 |
| 3. Justificación | 18 |
| 4. Hipótesis | 19 |
| 5. Objetivos | 19 |
| 5.1 <i>Objetivo General</i> | 19 |
| 5.2 <i>Objetivos Específicos</i> | 19 |
| 6. Material y Métodos | 20 |
| 6.1 <i>Área de estudio</i> | 20 |
| 6.2 <i>Trabajo de campo</i> | 21 |
| 6.3 Temperatura en el interior de las cámaras de incubación | 23 |
| 6.4 Temperatura de la arena en el interior y exterior del corral de incubación..... | 24 |
| 6.5. Análisis de información | 25 |
| 6.5.1 <i>Ánalisis del tamaño de nidada, periodo de incubación, Éxito de emergencia y de eclosión</i> | 25 |
| 6.5.2 <i>Estimación de la proporción sexual</i> | 27 |
| 6.5.3 <i>Ánalisis del calor metabólico</i> | 28 |
| 6.5.4 <i>Correlación de variables</i> | 29 |
| 8. Resultados | 30 |
| 8.1 <i>Temperaturas en el interior de los nidos</i> | 30 |
| 8.2 <i>Tamaño de nidada y duración de incubación</i> | 35 |
| 8.3 <i>Estimación de las proporciones sexuales</i> | 36 |
| 8.4 <i>Calor Metabólico (CM)</i> | 36 |
| 8.4.1 <i>Resultados del análisis de medidas repetidas para el CM por periodo y por especie</i> | 38 |
| 8.5 Correlación entre las variables por especies | 43 |
| 9. Discusión..... | 47 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>9.1 Temperaturas en el interior de los nidos</i> | 47 |
| <i>9.3 Tamaño de nidada, duración de incubación, EEm y EEc.....</i> | 50 |
| <i>9.5 Calor Metabólico (CM)</i> | 55 |
| 10. Conclusiones..... | 57 |
| <i>Recomendaciones.....</i> | 58 |
| 11. Referencias..... | 59 |

Índice de figuras

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. | Imágenes <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> | 4 |
| Figura 2. | Distribución global de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> | 5 |
| Figura 3. | Patrón de TSD en las tortugas marinas..... | 9 |
| Figura 4. | Coloración de la arena de playa Ventanilla en el estado de Oaxaca, México.... | 11 |
| Figura 5. | Localización del Campamento Tortuguero Ventanilla, ubicado en municipio de Santa María Tonameca, en el estado de Oaxaca, México..... | 20 |
| Figura 6. | Corral de incubación de playa Ventanilla, Santa María Tonameca, Oaxaca, México, 2024..... | 21 |
| Figura 7. | Cuatro vistas de acuerdo a la posición del corral de incubación del campamento Ventanilla, Oaxaca, México..... | 22 |
| Figura 8. | Interior del corral de incubación del campamento Ventanilla, Oaxaca México | 23 |
| Figura 9. | Ubicación del sensor térmico en el interior de las cámaras de incubación de nidos de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> | 24 |
| Figura 10. | Temperaturas en 30 nidos incubados en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca en la temporada de anidación 2021-2022..... | 25 |
| Figura 11 | Duración y distribución temporal del Periodo de Incubación de los nidos evaluados en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca en la temporada de anidación 2021-2022..... | 30 |
| Figura 12 | Gráfico del comportamiento de las medias de EEc y EEm para las tres especies | 33 |
| Figura 13 | Gráfico de la variación del PDI por zonas del corral para <i>L.olivacea</i> | 34 |
| Figura 14 | Gráfico de la variación del PDI por zonas del corral para <i>C.mydas</i> | 34 |
| Figura 15 | Gráfico de análisis de medidas repetidas entre el calor metabólico y periodos de incubación para las tres especies de tortugas marinas | 39 |
| Figura 16. | Gráfico de comparaciones comparadas entre periodos | 39 |
| Figura 17 | Temperaturas en 30 nidos incubados en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca en la temporada de anidación 2021-2022. | 41 |
| Figura 18 | Temperaturas de referencia durante un ciclo anual de junio del 2021 a mayo del 2022 en el campamento tortuguero “Ventanilla”, durante seis periodos. | 42 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19 | Gráfico de dispersión entre la duración de incubación (días) (variable dependiente) y el número de huevos incubados (variable independiente) para <i>L. olivacea</i> | 43 |
| Figura 20 | Gráfico de dispersión entre el número de huevos incubados y la duración de incubación (días) para <i>C. mydas</i> | 44 |
| Figura 21 | Gráfico de dispersión entre la temperatura promedio de incubación (°C) (variable independiente) y el EEc (variable dependiente) para <i>L. olivacea</i> | 45 |
| Figura 22 | Gráfico de dispersión entre la temperatura promedio de incubación (°C) (variable independiente) y el EEc (variable dependiente) para <i>C. mydas</i> | 45 |
| Figura 23 | Gráfico de dispersión entre la temperatura promedio de incubación (°C) y el tiempo de incubación para <i>L. olivacea</i> | 46 |
| Figura 24 | Gráfico de dispersión entre la temperatura promedio de incubación (°C) y el tiempo de incubación para <i>C. mydas</i> | 47 |

Índice de tablas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Temperatura pivote de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> | 9 |
| Tabla 2. Temperaturas de incubación que producen 100% hembras o 100% machos de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> | 10 |
| Tabla 3. Temperaturas promedio, calor metabólico y proporción sexual de los nidos evaluados de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> (•), <i>D. coriacea</i> (†) en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca. Temperatura (T°), sensor de referencia (SR), número de huevos incubados (NHI), periodo de incubación (PDI), hembras (H), machos (M)..... | 32 |
| Tabla 4. Resumen de los promedios por nidadas de las tres especies de tortuga marina evaluadas en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca, México..... | 35 |
| Tabla 5. Calor metabólico (CM) de los nidos evaluados de <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> (•), <i>D. coriacea</i> (†) en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca en la temporada de anidación 2021-2022..... | 37 |
| Tabla 6. Análisis de medidas repetidas para el Calor metabólico para <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> . | 38 |
| Tabla 7 Análisis de comparaciones planeadas entre periodos para <i>L. olivacea</i> , <i>C. mydas</i> y <i>D. coriacea</i> . | 38 |
| Tabla 8. Temperaturas promedio de cada tercio (xT) para cada sensor de referencia (SRx)..... | 40 |

Resumen

Las tortugas marinas son organismos que enfrentan amenazas antropogénicas que afectan directamente en su tamaño poblacional. La temperatura de incubación determina el sexo de las tortugas marinas. La ecología de anidación en el Pacífico mexicano no se ha descrito en su totalidad. En este trabajo se evaluaron las temperaturas de incubación, el éxito de eclosión, se estimaron las proporciones sexuales y se determinó el calor metabólico en nidos de *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas* y *Dermochelys coriacea*, incubados en un corral de protección en el campamento tortuguero Ventanilla, Oaxaca, México. Los 30 nidos reincubados y seleccionados al azar fueron monitoreados durante el ciclo anual de junio de 2021 a mayo de 2022 con ayuda de sensores térmicos. La temperatura más baja fue de 29 °C entre junio y agosto de 2021 y la más alta en mayo con 36 °C. El sensor situado en el exterior del corral registró valores superiores a 40 °C en mayo y de 37 °C en los períodos de enero-febrero y marzo-abril del 2022. Todos los nidos presentaron condiciones térmicas feminizantes en el campamento Ventanilla. El calor metabólico estuvo presente en todos los nidos durante el segundo tercio.

Palabras claves: anidación, conservación, éxito de eclosión, proporción sexual, TSD

Abstract

Sea turtles are organisms that face anthropogenic threats that directly affect their population size. Incubation temperature determines the sex of sea turtles. Nesting ecology in the Mexican Pacific has not been fully described. In this work, incubation temperatures, hatching success, sex ratios were estimated, and metabolic heat was determined in nests of *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas*, and *Dermochelys coriacea*, incubated corral at the Ventanilla turtle camp, Oaxaca, Mexico. The 30 reincubated and randomly selected nests were monitored during the annual cycle from June 2021 to May 2022 with the help of thermal sensors. The lowest temperature was 29 °C between June and August 2021 and the highest in May with 36 °C. The sensor located outside the corral recorded values above 40 °C in May and 37 °C in the periods of January-February and March-April 2022. All nests presented feminizing thermal conditions in the Ventanilla camp. Metabolic heat was present in all nests during the second third.

Key words: nesting, conservation, hatching success, sex ratio, TSD