



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**OVIPOSICIÓN EN TORTUGA BLANCA (*Dermatemys mawii*)
MANTENIDA EN CAUTIVERIO, EN LA GRANJA U OTOT AK,
EN NACAJUCA, TABASCO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

JAIRO LÓPEZ GARCÍA

DIRECTORA

DRA. MARTHA ALICIA PERERA GARCÍA

CO-DIRECTORA

DRA. JUDITH ANDREA RANGEL MENDOZA

VILLAHERMOSA, TABASCO, MÉXICO

NOVIEMBRE, 2022.



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS



Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 10 de noviembre de 2022.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) **C. Jairo López García**, con **matrícula 132C13077**, egresado(a) de la Licenciatura de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, **la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis**, titulado: **"OVIPOSICIÓN EN TORTUGA BLANCA (*Dermatemys mawii*) MANTENIDA EN CAUTIVERIO, EN LA GRANJA U OTOT AK, EN NACAJUCA, TABASCO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ
DIRECTOR

U.J.A.T.



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno:
MVZ.JATT/MMVZ.LLGMP
Archivo



Asunto: Carta de Autorización



El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada **“Oviposición en tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) mantenida en cautiverio, en la granja U Otot Ak, en Nacajuca, Tabasco”** de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco.

Autorizo

Jairo López García

Pasante de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Matrícula: 132C13077

Dedicatoria

Este logro en mi carrera universitaria se lo quiero dedicar principalmente a mi padre Arturo López Acosta ya que sin él nada de esto hubiera sido posible, su paciencia, su apoyo y su confianza en mí hicieron posible este trabajo.

Se lo dedico mi madre Rosa Miriam García Jesús que se ha desempeñado como mi fuerza emocional y apoyo moral a lo largo de mi vida, a mi hermano Arturo López García que es un ejemplo para mí y sé que puedo contar con él siempre.

Una dedicatoria especial para el doctor Rafael Rubio Rubio y a su esposa Zayde Lucia David Díaz, personas que fueron muy importantes en mi vida y que llevo en mi corazón, que a pesar de que no estén el día de hoy con nosotros, sé que ellos hubieran querido estar presente en la culminación de mi carrera profesional, un abrazo hasta el cielo.

Por último, quiero dedicar este trabajo a mi directora de tesis Judith Andrea Rangel Mendoza, gracias por darme la confianza y el apoyo durante este largo proceso, además de ser mi mentora, se volvió una amiga que en los momentos difíciles estuvo ahí para ayudarme.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por permitirme ver este sueño cumplido y darme fortaleza para seguir adelante.

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, especialmente a la División Académica de Ciencias Agropecuarias, donde yo pertenezco y desarrollé mi carrera universitaria.

A mi directora de tesis Martha Alicia Perera García quién me brindó su apoyo para la conclusión de la misma.

A mis sinodales, gracias por darme la oportunidad y por el tiempo que han dedicado para leer este trabajo.

A mis amigos Cintya Christell Morán Núñez y Luis Fernando Ramírez Castro que estuvieron conmigo durante mi vida universitaria y han demostrado ser personas leales y de confiar.

A David de las Heras Saldaña Jefe del Departamento de Conservación de la Vida Silvestre por ser el medio por el cual tuve acceso a los datos solicitados.

Al personal encargado de la granja U Otot Ak, principalmente al Biólogo José y al señor Gregorio, gracias por darme la información necesaria para mi tesis y por estar al pendiente de la misma.

Contenido	Página
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación	3
4. Objetivos.....	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos	4
5. Marco teórico	5
5.1. Reproducción en tortugas.....	5
5.2. La tortuga blanca, <i>Dermatemys mawii</i>	5
6. Antecedentes.....	7
6.1. Estudios en la tortuga blanca, <i>Dermatemys mawii</i>	7
6.2. Estudios sobre oviposición en tortugas de agua dulce	8
6.3. Estudios sobre oviposición en tortugas y su relación con variables climatológicas	10
7. Área de estudio.....	11
8. Materiales y métodos.....	12
8.1. Obtención de registros históricos sobre oviposición.....	12
8.2. Descripción de las condiciones de manejo de los reproductores.....	12
8.3. Caracterización de la oviposición e incubación de huevos	13
8.4. Relación entre variables ambientales y oviposición	13
9. Resultados.....	14
9.1. Condiciones de manejo de la colonia de <i>Dermatemys mawii</i>	14
9.2. Registros sobre oviposición	18
9.3. Caracterización de la oviposición	18
9.4. Variables climáticas	24
9.5. Relación entre las variables climáticas y oviposición	26
10. Discusión	28
10.1. Postura.....	28
10.2. Tamaño de nidada	29
10.3. Incubación de huevos	29
10.4. Duración de la incubación.....	29
10.5. Fecha de eclosión	30
10.6. Éxito de eclosión	30
11. Conclusiones	31
12. Anexos.....	32
13. Literatura citada	35

1. Introducción

La tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) es una especie de quelonio de agua dulce nativa del estado de Tabasco, se maneja en cautiverio con fines de aprovechamiento sostenible y producción de organismos para recuperar sus poblaciones silvestres. Los principales factores que amenazan a esta especie son la modificación de su hábitat natural y su captura ilegal para consumo (Polisar y Horwich, 1994).

La carne de la tortuga blanca es muy estimada para el consumo local y la recolección de huevos incrementa durante las fiestas de pascuas, por dicho motivo se han reducido severamente las poblaciones en toda su área de distribución (Veracruz, Tabasco, Campeche, norte de Oaxaca, noreste de Chiapas, sur de Quintana Roo, Belice y Guatemala), hasta el punto en que muchas de estas se encuentran en peligro de extinción (**Stanford et al., 2018**). Su venta ilegal tiene un costo de \$1,000.00 (50 USD) aproximadamente, llegando a aumentar su valor hasta en un 100% en semana santa, es decir \$2,000.00 (100 USD) (Ocampo-González, 2018).

Es el último representante restante de una familia de tortugas que se remonta a 65 millones de años (Stanford et al., 2018). Su uso se destinaba como alimento, moneda de cambio y comercialización, por lo que representa un patrimonio natural y cultural que debe cuidarse (Sandoval, 2018).

Dada su importancia, por su valor para el uso humano, así como la gravedad de su estado de conservación, *D. mawii* se encuentra en cautiverio a través de Unidades de Manejo para el Aprovechamiento y conservación de vida silvestre (UMA). Estas unidades son espacios avalados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la cría y reproducción, promoviendo su comercialización legal, así como la repoblación para evitar la extinción de la especie.

2. Planteamiento del problema

En el municipio de Nacajuca, Tabasco, se cuenta con la UMA denominada Granja U Otot Ak (Casa de la Tortuga) donde se encuentra una colonia en cautiverio de tortuga blanca, con un estimado de 472 organismos reproductores hasta el año 2021. Esta granja cuenta con registros históricos para el manejo de *D. mawii* que incluyen datos relacionados con alimentación, desove, reproducción entre otras medidas. Esta información es una oportunidad para analizar el comportamiento reproductivo, y abordar aspectos básicos del funcionamiento de la especie bajo condiciones de crianza.

Bajo el contexto anterior, se propone analizar los registros sobre la oviposición de tortuga blanca en la Granja U Otot Ak, teniendo como objetivo responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué seguimiento se realiza a la oviposición a través de los registros de datos?
2. ¿Cómo son las condiciones de crianza de las tortugas en la granja: instalaciones, mantenimiento, alimentación, medidas de control y salud, entre otras?
3. ¿Qué características presenta la oviposición, cuándo inicia y termina la postura de huevos, cuántos nidos se manejan, cuál es el tamaño de la nidada, cuánto dura su incubación, cuál es su éxito de eclosión, entre otros?
4. ¿Cómo ha variado la oviposición de la colonia en el tiempo?

3. Justificación

El manejo *ex situ* de *Dermatemys mawii* es una herramienta vital para su conservación, ya que los organismos obtenidos mediante la reproducción en cautiverio son utilizados como pie de cría para la operación de nuevas granjas que hacen un aprovechamiento sostenible de la especie. Por otro lado, esos organismos también pueden ser considerados para futuros planes de recuperación de las poblaciones silvestres, mediante un programa que contemple la liberación de organismos hacia el hábitat natural (CONABIO, 2007).

El análisis de la información compilada durante varios años de manejo de la especie en la granja U Otot Ak permitirá reconocer tendencias poblacionales sobre aspectos de su biología reproductiva, que determinan el éxito de las iniciativas para su crianza con fines de aprovechamiento y conservación.

Además, aunque existen publicaciones sobre diversos aspectos de la biología de la tortuga blanca, su comportamiento reproductivo ha sido poco abordado. Este trabajo constituirá una formalización del aporte científico que se puede hacer desde el manejo de una especie desde una UMA.

En peces se ha estudiado la cría en cautividad, argumentando que puede ser una solución eficaz a corto plazo para rescatar a una especie de la extinción, pero destaca que esto es solo una medida temporal en lo que se espera la reintroducción de individuos criados en cautividad al medio silvestre (Philippart, 1995).

Siempre que exista suficiente conocimiento sobre la biología y el manejo zootécnico de la especie, la cría de individuos en cautiverio puede proporcionar un seguro contra la extinción y favorecer la repoblación del mismo, bajo el cuidado de expertos y con un manejo adecuado. Durante este proceso no se debe hacer a un lado la importancia de la diversidad genética, el momento adecuado para implementar este tipo de programas y cuando se debe empezar a introducir especímenes a la vida silvestre (Leus, 2011).

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Determinar la dinámica de oviposición en tortuga blanca, *Dermatemys mawii*, durante su manejo en cautiverio en la Granja de tortugas U Otot Ak (Casa de la tortuga), en Nacajuca, Tabasco.

4.2. Objetivos específicos

1. Analizar los registros históricos de la oviposición en el sitio de estudio, en el lapso de tiempo que abarca los años 1993-2021.
2. Describir las condiciones de manejo de los reproductores.
3. Registrar la oviposición por ciclo de postura y su variación temporal entre ciclos.
4. Analizar la relación entre las variables ambientales y la oviposición.

5. Marco teórico

5.1. Reproducción en tortugas

Las tortugas son ovíparas, es decir, se reproducen a través de la puesta de huevos, que se incuban en un periodo variable, y dan lugar a tortugas recién nacidas con el mismo diseño corporal de los adultos, esto es, que presentan desarrollo directo. La reproducción implica una serie de etapas que incluyen el cortejo y cópula, la oviposición, la incubación de los huevos, y la eclosión de los huevos o nacimiento de las crías. El comportamiento reproductivo varía según la especie, y es fuertemente influenciado por las condiciones ambientales (Legler y Vogt, 2013).

Las tortugas ponen sus huevos sobre la tierra. En la mayoría de las especies, las hembras salen del agua y buscan terrenos cercanos a la orilla, pero emergidos, allí cavan un hueco donde depositan los huevos, y lo cubren de suelo y en algunos casos de hojarasca. En algunas especies, como *Dermatemys mawii*, la postura ocurre dentro del agua, muy próxima a los bordes del cuerpo acuático, en el pico máximo de inundación (Legler y Vogt, 2013).

La oviposición de la mayoría de tortugas neotropicales ocurre al inicio de la temporada de lluvias, excepto en aquellas especies de origen neártico (hicotea y mojina). Las especies de origen tropical, como tortuga blanca, taimán, guao y pochitoque presentan un fenómeno durante la incubación llamado diapausa embrionaria, en el que durante el desarrollo temprano del embrión se detiene cuando las condiciones ambientales son desfavorables: exceso de humedad (nidadas inundadas) y temperaturas bajas. Cuando la humedad en los nidos cede, y las temperaturas ambientales son más cálidas, el proceso embrionario se reactiva, y la eclosión de los huevos ocurre de manera casi simultánea entre las especies neotropicales, lo que se conoce como emergencia sincrónica (Legler y Vogt, 2013).

5.2. La tortuga blanca, *Dermatemys mawii*

D. mawii se distribuye en México en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, norte de Oaxaca, noreste de Chiapas y sur de Quintana Roo. También está presente en Belice y Guatemala, habita en ríos caudalosos y profundos desde

el sur de México hasta el norte de Honduras (Briggs-González et al., 2019); (Figura 1).



Figura 1. Área de distribución natural de *Dermatemys mawii*. (Briggs-González et al., 2019)

Este quelonio puede alcanzar 65 cm de caparazón y un peso de hasta 22 kilogramos, su caparazón es de color gris u oliva, el plastrón es claramente más pálido motivo por el cual deriva su nombre, las extremidades y el cuello son de un color marrón o gris oscuro. Perteneció a la familia Dermatemydidae, siendo la única sobreviviente de 19 géneros actualmente extintos, aunque se ha mencionado una estrecha relación con Kinosternidae (Legler y Vogt, 2013).

La tortuga blanca se encuentra en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a su alto consumo y depredación de huevos. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) clasifica esta especie en peligro de extinción crítico, además de no contar con información actualizada desde el año 2006. La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) considera a esta especie en el Apéndice II, en el cual se incluyen especies que no se encuentran necesariamente

en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de preservar la supervivencia en su medio natural (CONABIO, 2007).

6. Antecedentes

6.1. Estudios en la tortuga blanca, *Dermatemys mawii*

La tortuga blanca es una especie que ha sido sujeto de diversos estudios, dentro y fuera de su hábitat natural. En colonias cautivas de tortuga blanca se han realizado estudios hematológicos (Rangel-Mendoza, 2007), genéticos (Zapata, 2012), sanitarios (Guzmán, 2006; Hernández, 2013), de estado físico (Rangel-Mendoza y Weber, 2015), salud y nutrición (Rangel-Mendoza et al., 2014), de manejo (SEMARNAT, 2010; Rangel-Mendoza et al., 2015) entre otros.

En vida silvestre, se han estudiado los hábitos alimenticios de esta tortuga (CONABIO, 2007), el conocimiento tradicional sobre la especie que poseen los pobladores en distintos sitios de su distribución natural actual en Quintana Roo, el estado de una población persistente en Río Hondo, en los límites entre México y Belice (Calderón-Mandujano et al., 2017) y la caracterización de su hábitat en la cuenta del Grijalva-Usumacinta (Zenteno et al., 2010).

En Guatemala se han realizado estudios sobre su historia natural relacionados con su distribución, la caracterización del hábitat, los datos climáticos, el análisis del agua y la observación de la dieta (Méndez, 2012), el estado de la población existente en el Parque Nacional Laguna del Tigre (Barahona y López, 2015) y de las diferencias morfométricas en su caparazón (Morales, 2009).

Sobre su reproducción se conoce que hacen sus nidos justo por debajo de la línea de flotación durante las épocas de inundaciones y los huevos se comienzan a desarrollar después de que baja el nivel del agua. Es una especie de hábitos crepusculares o nocturnos, durante el día permanece sumergida mucho tiempo sin salir a la superficie, gracias a un tejido vascular en la boca que le permite extraer el oxígeno del agua. El macho se diferencia de la hembra por tener una franja color

amarillo dorado sobre su cabeza, son de hábitos estrictamente herbívoros, consume la vegetación costera (pastos, hojas y frutos caídos) (Stanford et al., 2018).

Pueden poner hasta tres nidos al año con 6 a 16 huevos cada uno, los huevos son de cascarón blanco, liso y duro, de forma ovalada, característica que permite una larga viabilidad, además que es menos permeable al de otras especies (Guichard, 2006).

Las hembras alcanzan su madurez sexual cuando miden entre 39.5 y 42 cm, los machos entre 36.5 y 38.5 cm (Polisar, 1995). Se estima que esto sucede entre los 6 y 7 años de edad (CONABIO, 2007).

En laboratorio, la incubación de *Dermatemys mawii* varía entre 115 a 223 días pudiéndose atribuir a la diapausa embrionaria. El desarrollo después de la oviposición no comienza inmediatamente si el sustrato tiene un alto contenido de humedad. La diapausa se rompe con temperaturas más cálidas y el secado de los nidos. Las tortugas completamente desarrolladas estivan dentro del huevo hasta que la humedad de las primeras lluvias de verano estimula la eclosión. La diapausa y la estivación embrionaria sincronizan la eclosión de las puestas durante un período de 4 meses (Legler y Vogt, 2013). Las crías se diferencian de los adultos por tener la punta del hocico de color naranja brillante. La determinación del sexo depende de la temperatura, superior a 28°C serán hembras y entre 25°C y 26°C serán machos (Stanford et al., 2018).

6.2. Estudios sobre oviposición en tortugas de agua dulce

En la tortuga mordedora (*Chelydra serpentina*), se observaron diferentes variables como lo son anidación, demografía, tamaño medio de nidadas, temporada de anidación, y otros temas de interés, durante los años 1978 al 1983, dicha información permite incrementar la probabilidad de éxito para tortugas en cautiverio (Congdon et al., 1987).

En 1998, se investigó la viabilidad de la reproducción en cautiverio de una especie en peligro de extinción, la tortuga de cuatro ojos (*Sacalia quadriocellata*), durante 6 años no se observó cortejo en machos ni oviposición en hembras. De

2004 a 2007 se aplicaron hormonas reproductivas exógenas, provocando la cópula durante septiembre y octubre del 2005 y la ovulación ocurrió entre diciembre y marzo, asimismo se tomaron datos con valor biológico para ser analizados y obtener variables de anidación (tamaño de nidada, periodo de incubación y éxito de eclosión) (He et al., 2010).

Se observaron los embriones dentro del huevo en la tortuga china del estanque (*Mauremys reevesii*), con la finalidad de encontrar alguna conexión entre la temperatura y el movimiento embrionario. Se concluyó que el embrión se mueve en busca de una mejor temperatura dentro del huevo, moviéndose hacia áreas más cálidas (Zhao et al., 2013).

En la tortuga de caparazón blando (*Pelochelys cantorii*) cuya especie se encuentra en peligro de extinción, se monitorearon dos especímenes, un macho y una hembra con el fin de documentar la fecha de apareamiento, la cantidad de huevos por nido, la duración de la incubación y el éxito de eclosión (Xinping et al., 2015).

En cuanto a los estudios *in situ* en poblaciones de tortugas se han realizado investigaciones como es el caso de la tortuga de caja china (*Cuora flavomarginata*) donde se observó un grupo durante un año y medio, recogiendo datos como la forma de captura, la cantidad de machos, la cantidad de especímenes jóvenes, la cantidad de hembras, el número de las hembras grávidas, la media de la longitud del caparazón, la media de masa corporal, el promedio de número de huevos, la frecuencia de postura, la longitud del huevo, el ancho del huevo y el potencial reproductivo anual (Chen y Lue, 1999).

En vida libre se llevó a cabo un estudio para la tortuga cabezona (*Platysternon megacephalum*) la cual se encuentra en peligro de extinción, teniendo como objetivo investigar su biología reproductiva, abordándose las siguientes preguntas: ¿Cuándo es la temporada reproductiva, cuando ponen huevos y cuando eclosionan?, ¿Cuáles son los tamaños de las nidadas y de los huevos?, ¿Dónde ponen los huevos? Y ¿Existe relación entre el número de huevos por puesta, con el tamaño de las hembras? (Sung et al., 2014).

6.3. Estudios sobre oviposición en tortugas y su relación con variables climatológicas

Se documentó la relación entre la precipitación y la temperatura de la arena, la precipitación y la temperatura del nido y la proporción del sexo en la cría de tortuga boba (*Caretta caretta*) (Lolavar y Wyneken, 2015).

En tortugas laúd (*Dermochelys coriacea*) se demostró el efecto de las condiciones climáticas en la producción de crías en cuatro sitios de anidación que abarcan los océanos Pacífico, Atlántico e Índico, mostrando diferencias significativas en el éxito medio de eclosión y la tasa media de emergencia entre los sitios. Fueron estudiadas seis temporadas de anidación de 2004-2005 a 2009-2010, donde se tomaron en cuenta los datos climáticos locales (precipitación mensual y temperatura del aire), y por medio de su análisis se dedujo que la variabilidad climática influyó en el éxito de la eclosión y la tasa de emergencia para esta especie (Santidrián et al., 2015). Para la temporada de anidación (abril-agosto) de 1990 a 2010 se analizó como la temperatura del aire y los patrones de precipitación influyeron en la mortalidad dentro del nido y la producción general de crías de tortuga laúd, el aumento de la precipitación elevó la mortalidad en los embriones en etapas tempranas, mientras que promovió la supervivencia de los embriones en etapas tardías, así como un mayor éxito de emergencia (Rafferty et al., 2017).

En tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) se recabó información de los datos climáticos (temperatura, precipitación, humedad, radiación solar, velocidad del viento) en dos importantes regiones de anidación, posteriormente fueron analizados para comparar la producción de crías entre regiones permitiendo determinar los porcentajes de anidación, éxito de eclosión, éxito de emergencia y su influencia con las variables climáticas, confrontándola entre meses (Montero et al., 2018).

7. Área de estudio

El sitio de estudio es la Granja U Otot Ak (Casa de la Tortuga), localizada en el libramiento Nacajuca-Jalpa de Méndez, Km. 27.5, ubicada en el poblado Tucta del municipio de Nacajuca, Tabasco, México ($18^{\circ}10'49.6''\text{N}$ $93^{\circ}00'40.5''\text{W}$) (Figura 2).



Figura 2. Ubicación geográfica de la granja de tortugas U Otot Ak.

Google (s.f.) [UMA - Libramiento 2013, Centro, 86220 Nacajuca, Tab.] Recuperado el 10 junio de 2022 de <https://goo.gl/maps/DCMC5sNU68ydUUcm9>.

Este centro de reproducción de quelonios de agua dulce está a cargo de la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático. Fue fundada en el año de 1978 con el objetivo inicial de proteger a las especies de tortugas dulceacuícolas y generar la zootecnia para su cultivo. En 2014 era considerada como la unidad de manejo con la mayor cantidad de tortugas dulceacuícolas del sureste de México,

incluyendo 7 especies: hicotea (*Trachemys venusta*), mojina (*Rhinoclemmys areolata*), chiquigao (*Chelydra rossignoni*), pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), guao (*Staurotypus triporcatus*), tortuga Blanca (*Dermatemys mawii*), taimán (*Claudius angustatus*) (Biodiversidad Mexicana, 2018).

8. Materiales y métodos

8.1. Obtención de registros históricos sobre oviposición

Se solicitó acceso a las bitácoras de registros sobre la oviposición de la tortuga blanca que se manejan en el sitio de estudio, a las autoridades encargadas de su funcionamiento. Los datos obtenidos de los años 1993-2021 fueron digitalizados y analizados para determinar la cantidad y calidad de dicha información.

8.2. Descripción de las condiciones de manejo de los reproductores

Se realizó un recorrido a las instalaciones y entrevistas al personal encargado del manejo de los animales, para establecer las características del área de confinamiento, tratamiento del agua, tamaño de la colonia, así como las rutinas de manejo: alimento, suplementación, frecuencia y horario, llevadas a cabo actualmente.

Se determinó el comportamiento de variables climáticas como temperatura (máxima, media, mínima) y precipitación en el sitio de estudio en los años para los que se cuenta con información sobre los ciclos reproductivos. Los registros se obtuvieron a partir de bases de datos de acceso abierto de la CONAGUA correspondientes a la estación climatológica 27084 ubicada a 1.8 km de la granja.

Se exploró la relación entre las condiciones climáticas respecto al comportamiento reproductivo, es decir cómo influye la temperatura y la precipitación en la cantidad de huevos por nidada y el éxito de la eclosión.

8.3. Caracterización de la oviposición e incubación de huevos

A partir de los datos obtenidos de los registros históricos del manejo de la especie en la granja, se estimaron las siguientes variables:

- **Cantidad de nidos y de huevos por ciclo:** Se obtiene a partir del conteo de los nidos y huevos colectados en total.
- **Fecha de la postura:** Inicio, fin y máximos. Se obtiene a partir de la variable “fecha de recolección” y contrastando entre ciclos.
- **Tamaño de nido:** Se obtiene a partir de la “cantidad de huevos” específica para cada nido por ciclo.
- **Duración de la incubación.** Se obtiene de la diferencia en día entre la “fecha de recolección” y la “fecha de eclosión”.
- **Éxito de eclosión.** Se obtiene como porcentaje de huevos eclosionados, en relación al total de huevos incubados por ciclo.

Las variables reproductivas se caracterizaron anualmente, y se utilizaron análisis de varianza (ANOVA), para comparar dichas variables entre los diferentes ciclos anuales, manejando un $p=0.05$; las pruebas estadísticas se realizaron en el programa STATGRAPHICS Centurión versión XVII.

8.4. Relación entre variables ambientales y oviposición

Se analizó la relación entre el tamaño de la nidada y el éxito de la eclosión con la precipitación y la temperatura (mínima, media y máxima), a través del coeficiente de correlación de Pearson.

9. Resultados

9.1. Condiciones de manejo de la colonia de *Dermatemys mawii*

A partir de los recorridos realizados en el área de manejo de los especímenes adultos de tortuga blanca en la granja U Otot Ak, se describieron las características del estanque donde están confinadas, la vegetación circundante, el protocolo de alimentación, la supervisión a la salud de los organismos y el procedimiento de manejo de los huevos para su incubación.

Infraestructura: El área donde se encuentra el estanque rústico de las tortugas blancas se delimitó por un muro de 50 cm hecho con block de concreto, cubierto por una malla ciclónica plastificada de 2 m de altura, los cuales, se amarraron a unos postes metálicos a modo de soporte. El estanque fue diseñado mediante una excavación rústica en tierra, cuenta con una tubería para suministro de agua y tiene un declive hacia el centro del mismo, posee una profundidad de 1.50 m en temporadas de seca y hasta 5 m en temporadas de lluvia, llegando a desbordarse; entre la zona delimitada y el estanque rústico se encuentran árboles frutales y maleza, véase figura 3 y 4.

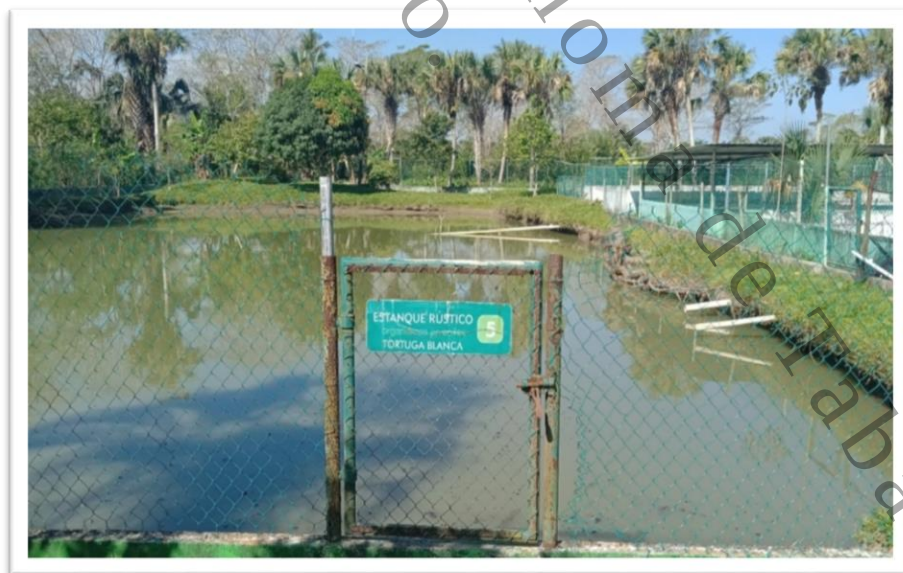


Figura 3. Estanque rústico donde se encuentran las tortugas *Dermatemys mawii* adultas.

Las medidas del área son las siguientes:

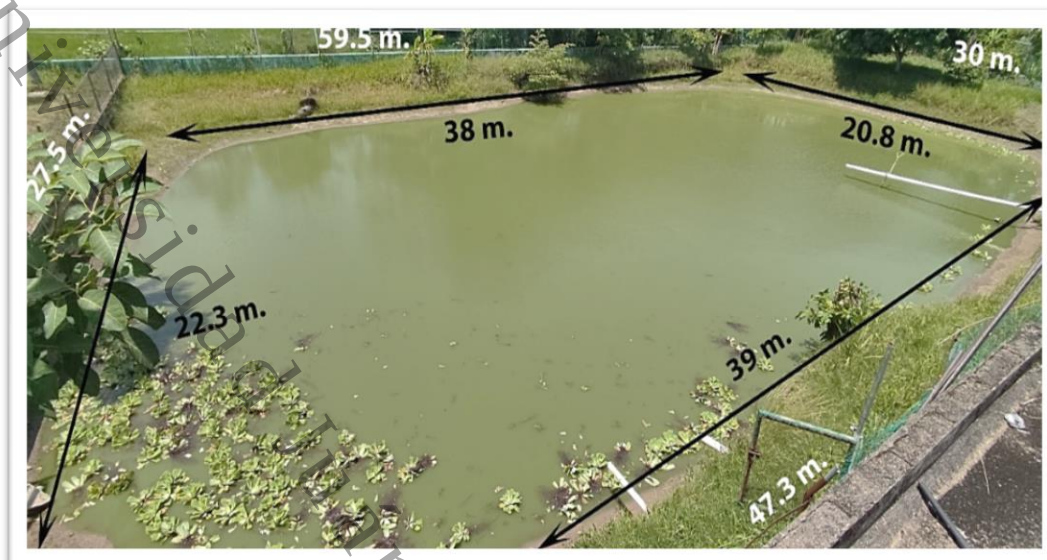


Figura 4. Medidas del estanque rústico, de color blanco se muestran las medidas del área delimitada para el estanque y de color negro las medidas del cuerpo de agua.

Vegetación: El área de estanque está rodeado por árboles frutales como lo son el mango ataúlfo (*Mangifera indica*), naranja (*Citrus × sinensis*), caimito (*Chrysophyllum cainito*), anonillo (*Annona reticulata*), uspi (*Couepia polyandra*) y jocote (*Spondias purpurea*). El mango y el anonillo son consumidos por las tortugas cuando el fruto maduro llega a caer en el estanque.

Tratamiento del agua: El agua del estanque es rellenado cada fin de ciclo, es decir cuando se hacen los arrastres y empieza un nuevo ciclo reproductivo, se busca mantener un promedio de 2 a 2 ½ m de profundidad de agua en el estanque, el rellenado del mismo se realiza con una bomba y el agua proviene de pozo profundo.

Alimentación: Como alimento se ofrecieron vegetales (merma) y alimento balanceado. La merma se refiere a las verduras que no logran venderse, ya sea porque se dañaron durante su transporte o están entrando en un proceso de descomposición. La merma es donada por la central de abastos de Villahermosa a la granja de tortugas a través del Gobierno del Estado, contiene principalmente

lechuga romana y repollo, en menor porción se encuentra el tomate saladette, zanahoria, calabacita, papa, cilantro, espinaca y pimiento morrón, se les proporciona los martes y jueves alrededor de la 1 de la tarde, aproximadamente 50 kilos por día.

Se proporcionó alimento balanceado para tilapia con 25% de proteína marca Silver Cup® (El Pedregal) dos veces por semana, en este caso los martes o jueves. La cantidad proporcionada fue de 20 kg para 472 organismos adultos por semana. De igual manera como alimento alternativo se les suministró una planta silvestre llamada Mozote (*Melampodium divaricatum*).

Supervisión de organismos: Una vez al año, en los meses de julio-agosto se realiza un arrastre con red de pesca en el estanque de las tortugas para extraer todos los individuos, con el fin de verificar la cantidad y condición de los animales; se determina el peso, sexo, marcaje y se realizan actividades profilácticas de ser necesario. Las tortugas que están en el estanque rústico son marcadas con muescas realizadas en los escudos marginales para su identificación.

Al final de cada ciclo se realiza una jornada de atención clínica; de ser necesario se aplica algún antibiótico (emicina o enrofloxacin) o antiinflamatorio (meglumina de flunixin). Se les inyecta Calfosvit Se® (Compañía California S.A.) vía intramuscular en la pata trasera, que sirve como un estimulante reproductivo el cuál se aplica a machos y hembras. Se aplica Calciprotein Vitaminado® (Panavet) vía intramuscular solo a las hembras, cuando están empezando el cortejo y cuando finaliza el ciclo de postura, esto para evitar una descalcificación.

Manejo de la postura de huevos: Los manejadores reconocen una temporada de reproducción que inicia en octubre y finaliza en febrero, donde se supervisa el comportamiento de las hembras hacia la postura. Cada dos días se realizan revisiones por las mañanas en los márgenes del estanque para identificar los montículos con nidadas (Fotografía 1), que se caracterizan por un sustrato blando al tacto. Una vez ubicado el nido, el manejador lo destapa con cuidado, retirando la tierra con sus dedos (Fotografía 2).

En una nevera de poliestireno (unicel), que cuenta con arena como sustrato, se disponen los huevos recolectados (de uno o varios nidos), hasta que se recogen todas las nidadas identificadas en un mismo día (Fotografía 3). Esta nevera se lleva al área de incubación artificial, donde los huevos son transferidos a contenedores de plástico con sustrato (arena) y tapa, donde se mantienen hasta la eclosión (Fotografía 6).

El área de incubación consiste en un cuarto de 2.5 x 2.5 m, sin sistema de ventilación o de aire acondicionado, donde la temperatura no es controlada. En las paredes de esta habitación, se cuenta con repisas de concreto, sobre las cuales se ponen las cajas con los huevos a incubar. Cada caja se marca con la fecha de recolección, y puede incluir huevos de diferentes nidos, que incluso pueden ser de diferentes fechas de postura.

Los huevos se ponen en posición horizontal sobre el sustrato, sin que lleguen a ser cubiertos por éste. Durante todo el proceso se mantiene la posición original de los huevos (no se rotan) para evitar poner el riesgo al embrión. Las cajas de nidación se abren a los 3 meses y los huevos se revisan diariamente verificando su viabilidad; los huevos que presentan fisuras o no crecen son retirados. Es de notar, que cuando se acerca el momento de la eclosión, los huevos toman una posición vertical por sí solos (Fotografía 4 y 5). Una vez eclosionadas las tortugas se colocan en un recipiente donde se les administra azul de metileno en el ombligo como antiséptico y se espera alrededor de una semana en lo que se absorbe la yema para después ser trasladadas al área de juveniles.

Durante el proceso de manejo de los huevos, se registran datos sobre las nidadas recolectadas en bitácoras por escrito, que incluyen variables como: ciclo (años), número de nido, cantidad de huevos por nido o caja y fecha de recolección. En el proceso de incubación de los huevos hasta su nacimiento, se toman registros de fecha de eclosión y cantidad huevos eclosionados por nido o caja. No se cuenta con las mismas variables registradas para todos los ciclos.

9.2. Registros sobre oviposición

Se dispone con información obtenida por medio de bitácoras tomadas en la granja por el personal a cargo del manejo de las tortugas blancas durante el ciclo reproductivo, cuyo periodo comprende del año 1993 al 2021, en total se cuenta con información de 487 nidos, y 3391 huevos.

Las variables cantidad de nidos y cantidad de huevos están completas para todos los ciclos. Sin embargo, en los ciclos (2016-2017, 2017-2018, 2018-2019), no se puede establecer el nido que dio origen a los huevos eclosionados, pues se reunieron huevos de varios nidos en una misma caja de incubación, sin hacer distinción del nido de procedencia. Para los ciclos 1997-1998, 1998-1999, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2020-2021, sí se indica los huevos eclosionados por cada nido recolectado, lo cual permite establecer el éxito de eclosión sólo para estos casos.

Uno de los registros más novedosos de este estudio son los datos de fechas de postura y de eclosión, ya que permiten determinar la duración de la incubación. Aunque sólo se cuenta con esta información para seis ciclos reproductivos (Figura 7).

Con la finalidad de estimar la cantidad de hembras que dan lugar a las posturas, se indagó por registros de la cantidad de reproductores en el área de manejo. A partir del 2016 hasta el último ciclo registrado, la colonia de tortugas reproductoras es de 472 organismos (24 machos, 440 hembras y 8 sin sexar) según el inventario de la granja; de ciclos anteriores no se tienen registros de la cantidad de individuos que se manejaban en el estanque. Las tortugas nacidas a partir del año 2016 no se agregaron al grupo de reproductores.

9.3. Caracterización de la oviposición

El análisis de los datos de oviposición incluyó la descripción de la variación entre los meses por ciclo de postura, y entre ciclos a lo largo del tiempo del cual se cuenta con registros, incluyendo el análisis de la cantidad de nidos y de huevos por ciclo, el tamaño de la nidada, el éxito de eclosión y la duración de la incubación.

Cantidad de nidos y de huevos por ciclo

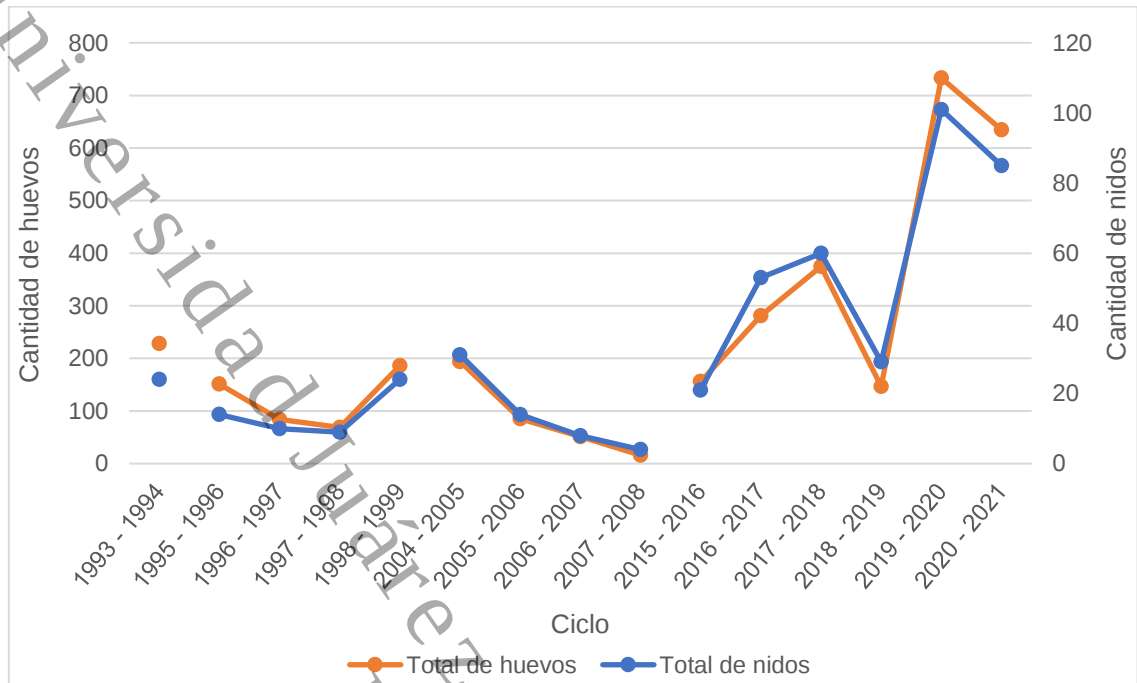


Figura 5. Cantidad de huevos y de nidos en cada ciclo de postura.

Se observó el mayor pico de postura en el ciclo 2019-2020 con la mayor cantidad de huevos ($n= 733$) y la mayor cantidad de nidos ($n= 101$), y en los registros más bajos tenemos al ciclo 2007-2008 con la menor cantidad de huevos ($n= 16$) y la menor cantidad de nidos ($n= 4$) (Figura 5).

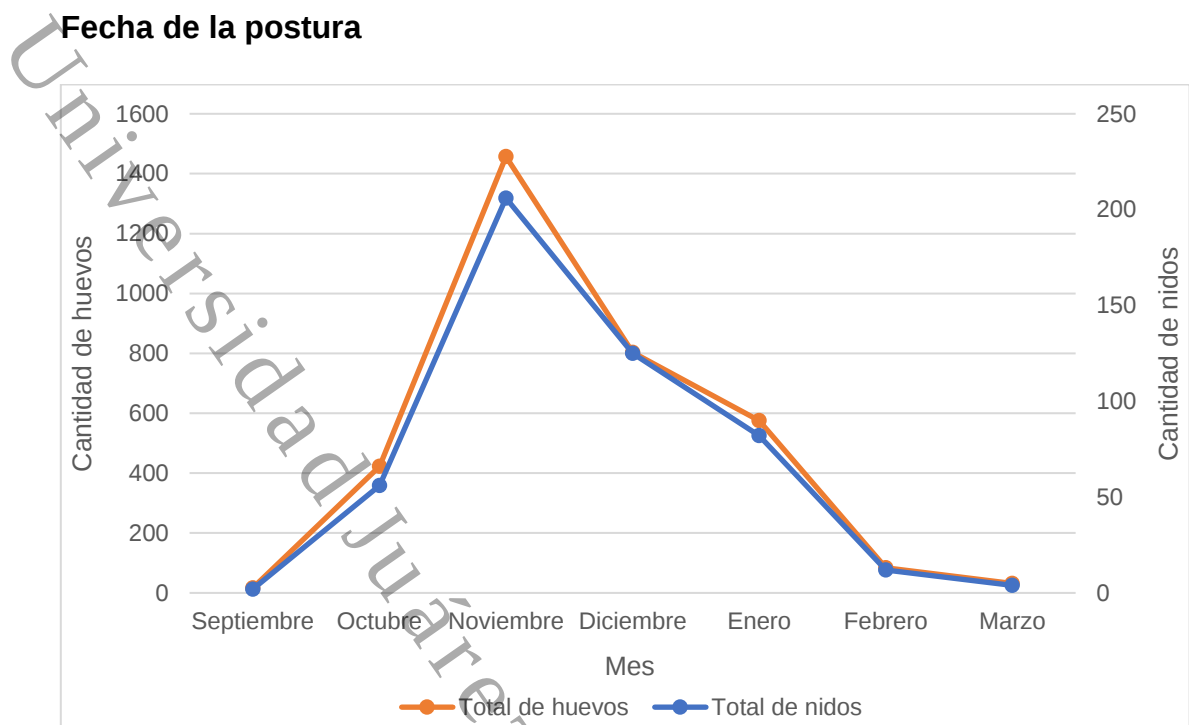


Figura 6. Cantidad de huevos y de nidos en cada mes de postura.

La postura inicia desde el mes de septiembre, se observó que va en aumento hasta llegar al mes de noviembre donde presenta su mayor pico en postura con la mayor cantidad de huevos ($n= 1457$) y cantidad de nidos ($n= 206$) después va en declive hasta el mes de marzo que es el último mes de postura. Los registros más bajos se encuentran en el mes de septiembre con la menor cantidad de huevos ($n= 17$) y la menor cantidad de nidos ($n= 2$), seguido por el mes de marzo (32 huevos y 4 nidos) (Figura 6).

Tamaño de la nidada

El tamaño de los nidos fluctuó de 1-17 huevos (7 ± 2.3), siendo más frecuentes los nidos con 7 huevos, solo se presentaron 2 nidadas con más 15 huevos (0.41%), 179 nidadas de 8 a 15 huevos (36.76%), 306 nidadas de 1 a 7 huevos (62.83%). El tamaño de la nidada varió según el ciclo de postura ($KW= 132.73$, $P= 0$, $n= 487$), con un mayor tamaño de nidada para el ciclo 1995-1996 (mediana= 10) y el menor se encuentra presente en 2007-2008 (mediana= 4) (Tabla 1). Según el mes de recolección de los huevos se aprecia una diferencia ($KW= 12.69$, $P= 0.04$, $n= 487$), con un mayor registro para los meses de noviembre

(mediana= 8.5) y diciembre (mediana= 8.5) y un menor registro para los meses de marzo (mediana= 6) y octubre (mediana= 6) (Tabla 2).

Tabla 1. Características de la oviposición en tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en cada ciclo de postura durante 15 ciclos.

Ciclos	Cantidad de nidos	Cantidad de huevos	Tamaño máximo de la nidada	Tamaño mínimo de la nidada	Mediana
1993-1994	24	228	13	6	9.0
1995-1996	14	151	17	7	10.0
1996-1997	10	84	15	4	8.5
1997-1998	9	69	10	5	8.0
1998-1999	24	186	12	4	8.0
2004-2005	31	194	9	4	6.0
2005-2006	14	85	10	5	5.0
2006-2007	8	51	8	4	6.5
2007-2008	4	16	6	2	4.0
2015-2016	21	156	11	4	8.0
2016-2017	53	281	10	1	5.0
2017-2018	60	375	11	3	6.0
2018-2019	29	147	9	3	5.0
2019-2020	101	733	12	2	7.0
2020-2021	85	635	13	5	7.0
Total general	487	3391	17	1	7.0

Tabla 2. Características de la oviposición en tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) según el mes de postura durante 15 ciclos.

Mes	Cantidad de nidos	Cantidad de huevos	Tamaño máximo de la nidada	Tamaño mínimo de la nidada	Mediana
Septiembre	2	17	9	8	7.0
Octubre	56	423	16	4	6.0
Noviembre	206	1457	15	3	8.5
Diciembre	125	803	17	1	8.5
Enero	82	575	13	3	7.0
Febrero	12	84	12	4	7.0
Marzo	4	32	11	4	6.0
Total general	487	3391	17	1	7.0

Duración de la incubación

La duración de la incubación no fue diferente según el ciclo de postura (KW= 5.45, P= 0.36, n= 207) (Figura 7). Según el mes de postura se pudo observar una diferencia (KW= 175.44, P< 0.01, n= 207) (Figura 8). Los nidos puestos en octubre tienen la mayor duración de la eclosión (217 ± 13 días) mientras que los puestos en febrero, tardan menor tiempo en eclosionar (108 ± 8 días).

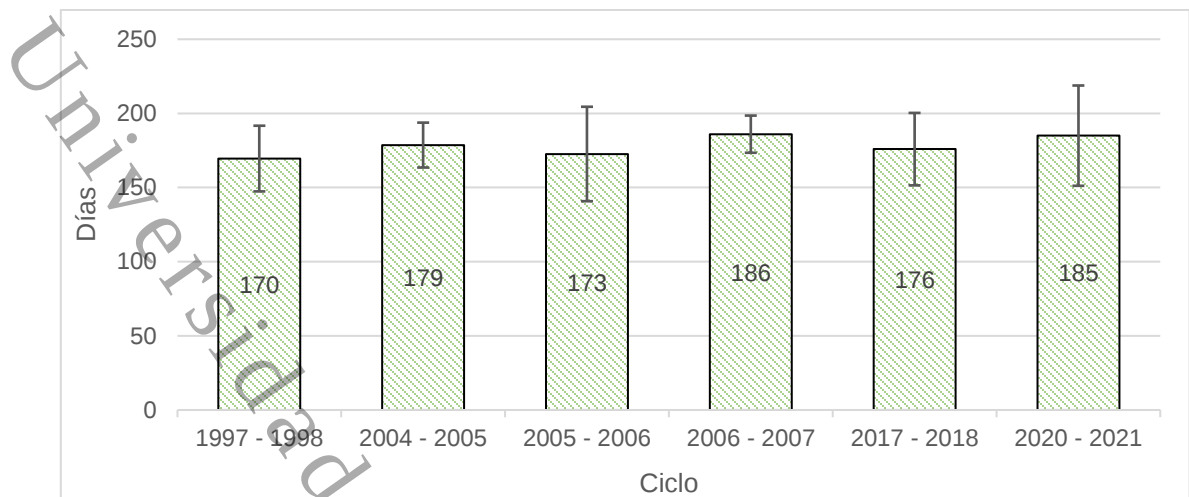


Figura 7. Duración de la incubación según el ciclo de postura. Se incluyen los datos de 6 ciclos (n= 207).

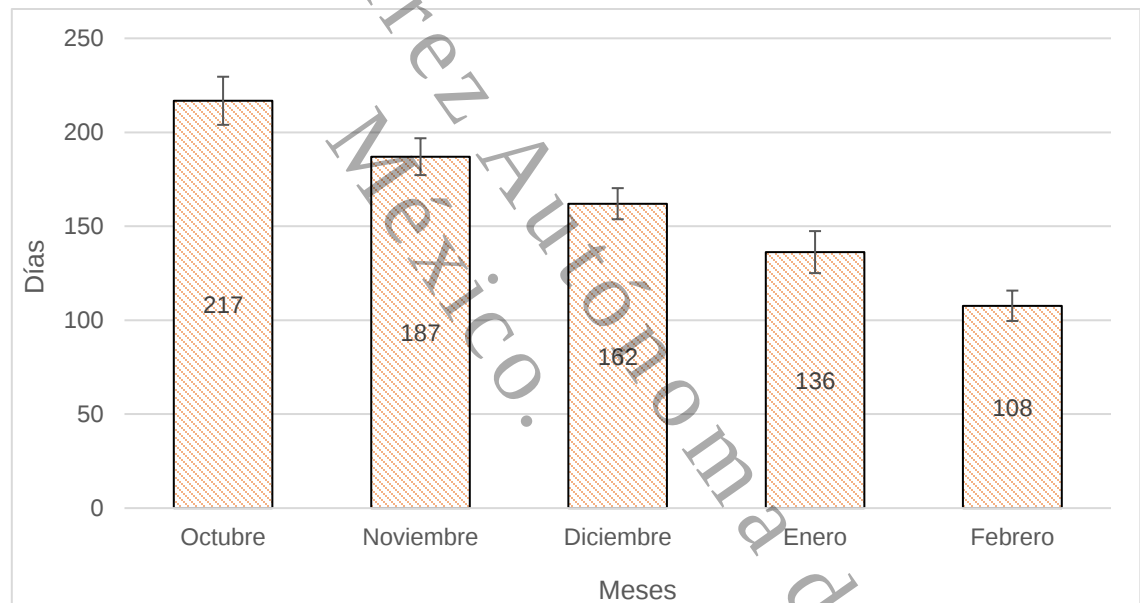


Figura 8. Duración de la incubación según el mes de postura. Se incluyen los datos de 6 ciclos (n= 207).

Éxito de la eclosión

Se mostró una diferencia en el éxito de la eclosión por nido según el ciclo de postura (KW= 19.71, P= 0.003, n= 175) (Figura 9). El ciclo que presentó mayor éxito de eclosión pertenece al periodo 1997-1998 con un 67% de éxito (9 nidos), y el menor éxito de eclosión corresponde al ciclo 2006-2007 con un 32% (8 nidos). El

éxito de eclosión por nido no mostró diferencias entre ciclos según el mes de postura (KW= 3.83, P= 0.57, n= 175) (Figura 10).

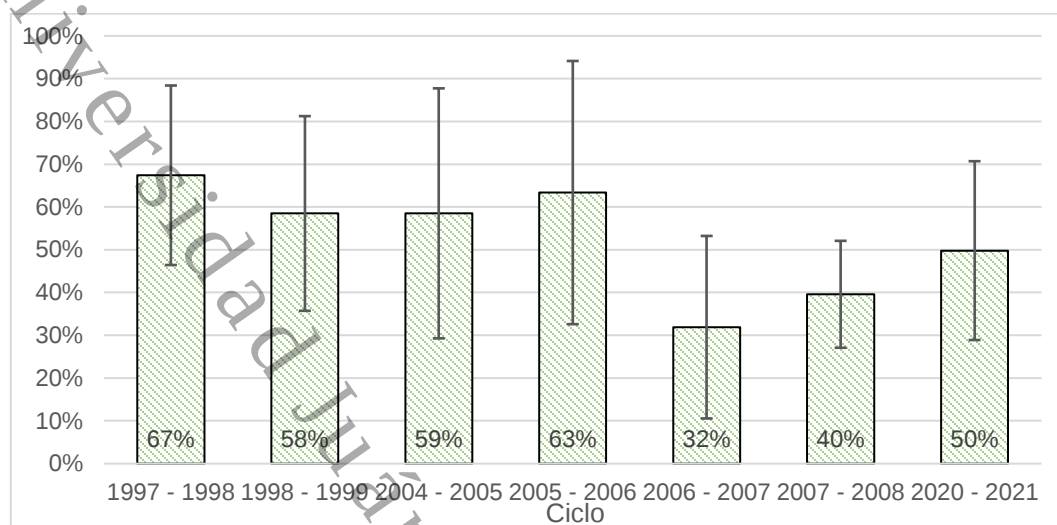


Figura 9. Éxito de eclosión por nido según el ciclo de postura. Se incluyen los datos de 7 ciclos (n= 175).

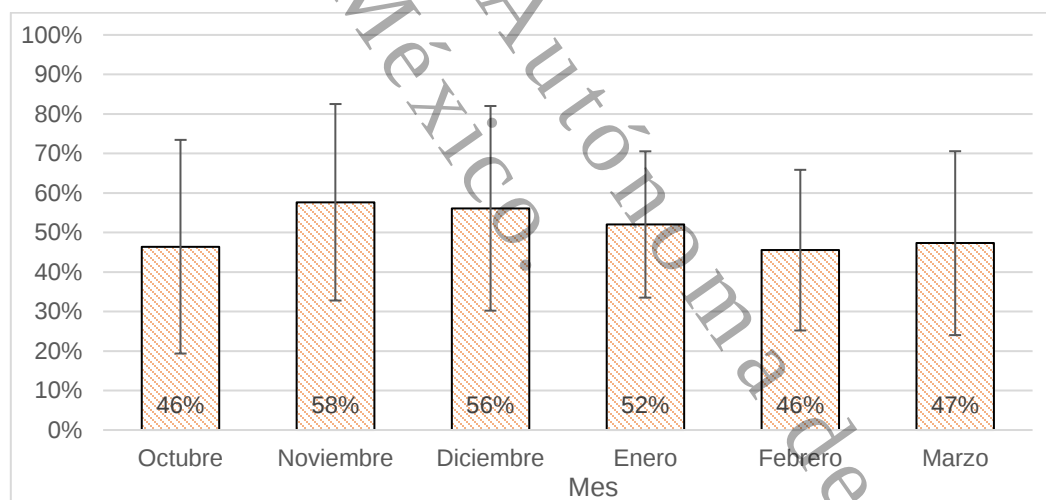


Figura 10. Éxito de eclosión por nido según el mes de postura. Se incluyen los datos de 7 ciclos (n= 175).

En el éxito de eclosión por ciclo de postura tomamos en cuenta los registros que mostraban la cantidad de eclosiones por ciclo, independientemente si los huevos se manejaban por nidos o por cajas. Para estos datos se cuenta con el mayor éxito de eclosión en el periodo 2016-2017 con un porcentaje del 69%, el menor se encuentra en el periodo 2006-2007 con un porcentaje de éxito de 31% y

como promedio general tenemos un 54% (n= 2039), es decir 1109 huevos dieron lugar a crías vivas (Figura 11).

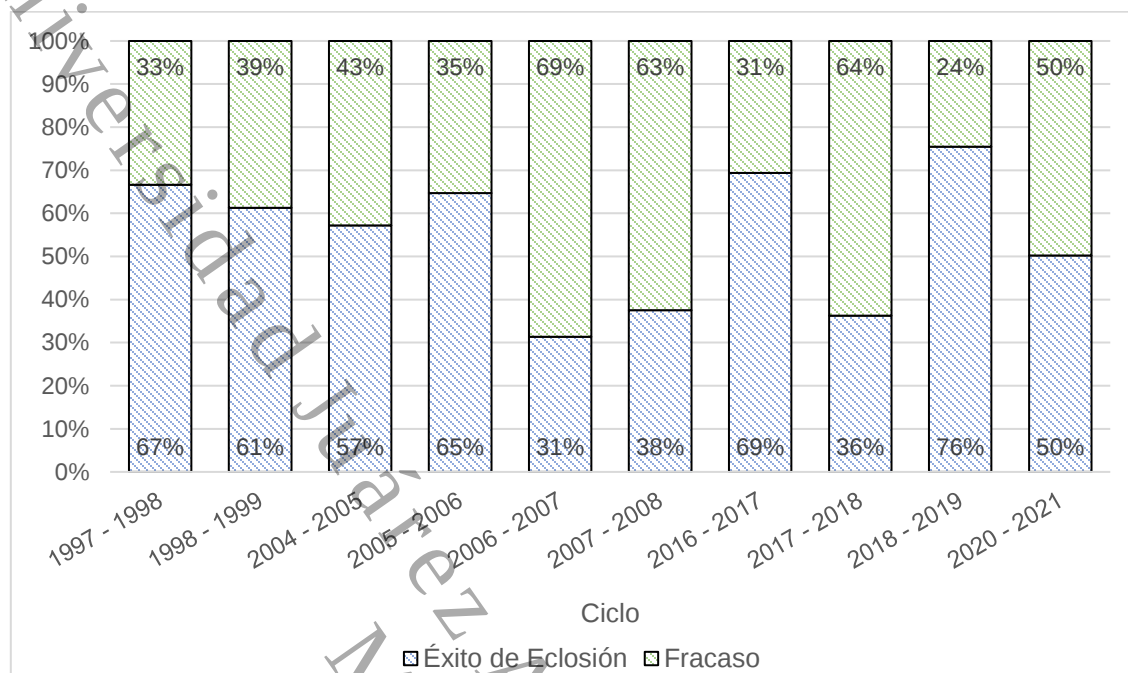


Figura 11. Éxito de eclosión por ciclo de postura. Se considera el total de los huevos recolectados en cada ciclo.

9.4. Variables climáticas

El análisis de los registros de temperatura y precipitación incluyeron los datos mensuales (máxima, media y mínima) obtenidos desde 1993 a 2019 con omisiones para algunos casos (Figura 12).

Si tenemos en cuenta los datos climáticos del municipio de Nacajuca ordenados por meses tenemos una mayor precipitación en el mes de octubre correspondiente a los años 1993-2019 y organizados por año presenta una mayor precipitación en 1995 (Figura 13).

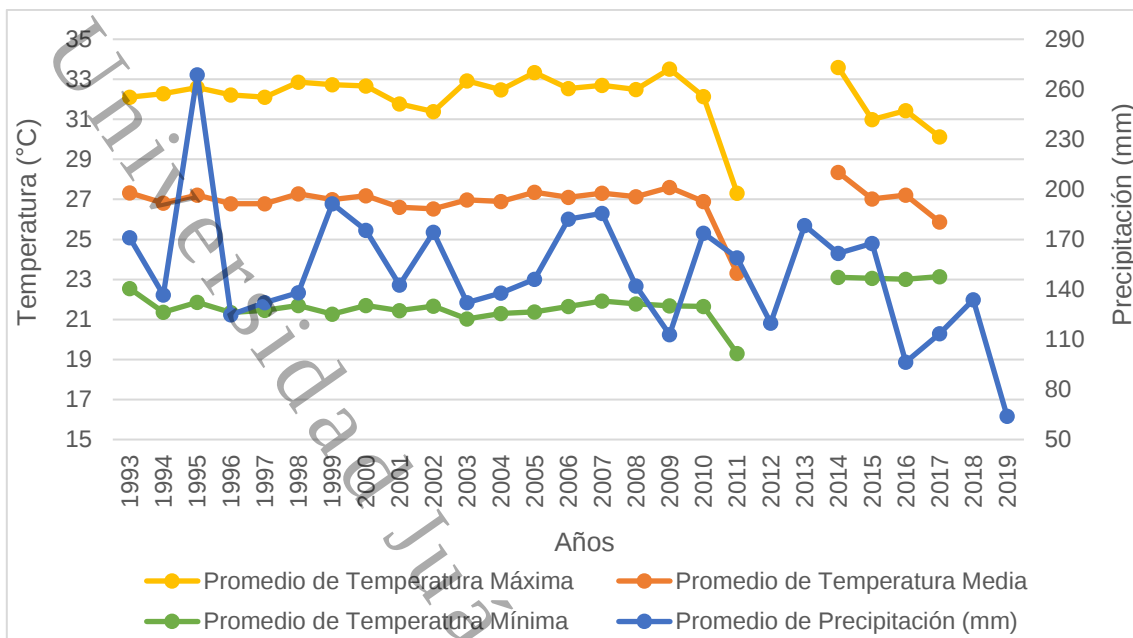


Figura 12. Promedio de temperatura (máxima, media, mínima) y precipitación anual en Nacajuca, Tabasco (1993-2019).

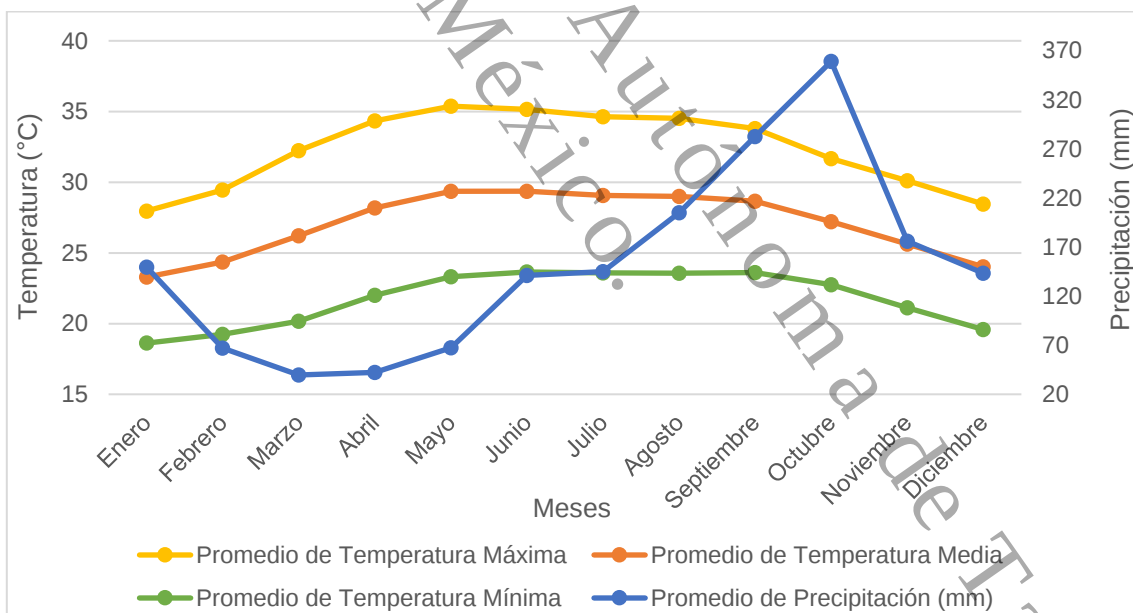


Figura 13. Promedio de temperatura (máxima, media, mínima) y precipitación mensual en Nacajuca, Tabasco (1993-2019).

9.5. Relación entre las variables climáticas y oviposición

Mediante el análisis de los datos biológicos sobre oviposición en la granja U Otot Ak y los datos climatológicos del estado de Nacajuca, Tabasco, se buscó relacionar las variables para encontrar algún patrón de coherencia entre estos.

Al evaluar el total de nidos recolectados y confrontarlos con la precipitación en cada uno de los meses, se observó que el pico máximo de precipitación ocurre un mes antes (octubre) del pico máximo de nidos recolectados (noviembre) (Figura 14).

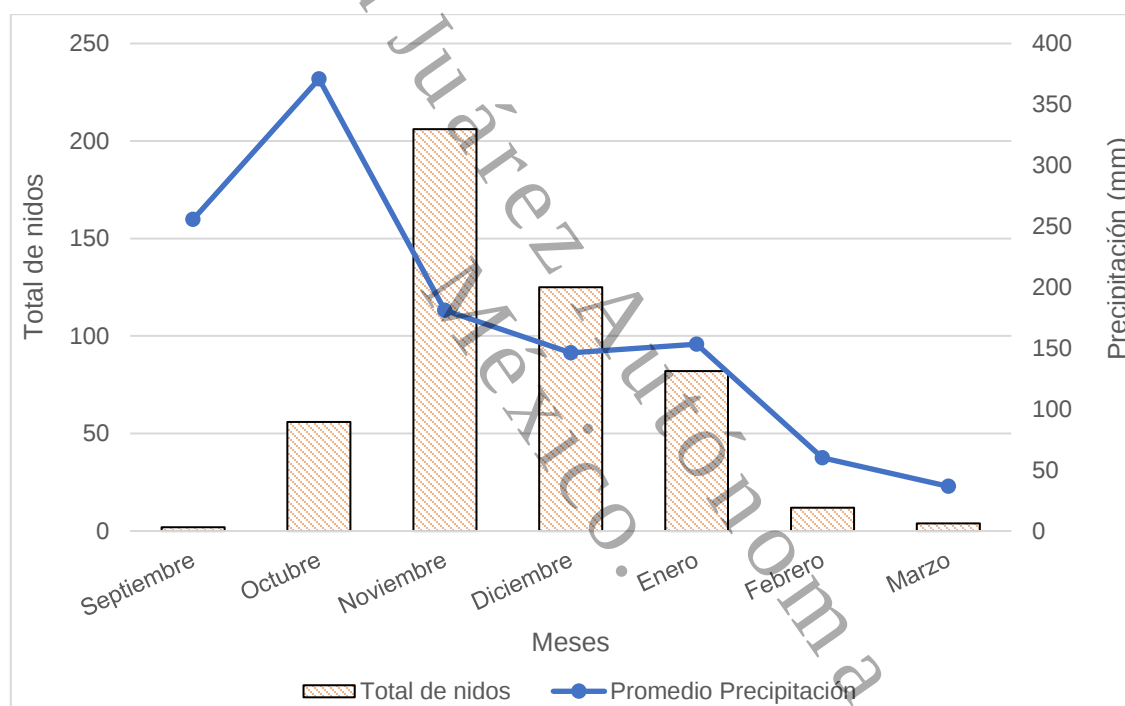


Figura 14. Cantidad de nidos recolectados por mes durante la temporada de postura en relación al nivel promedio de precipitación.

Al analizar la relación entre el tamaño de nido con las variables ambientales fue significativa solo en el caso de la precipitación; el éxito de eclosión se asoció negativamente con la temperatura máxima promedio y la temperatura media promedio (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de correlación entre variables biológicas y climáticas, relacionadas con la oviposición en *Dermatemys mawii* en la granja U Otot Ak

Variable Biológica	Variable Climática	n	r	p
Tamaño de nido	Temperatura máxima promedio	36	-0.0906	0.5993
	Temperatura media promedio	36	0.0343	0.8426
	Temperatura mínima promedio	36	0.1544	0.3686
	Precipitación (mm)	44	0.3767	0.0117
Éxito de eclosión	Temperatura máxima promedio	23	-0.6417	0.0010
	Temperatura media promedio	23	-0.5726	0.0043
	Temperatura mínima promedio	23	-0.2732	0.2071
	Precipitación (mm)	29	-0.2718	0.1538

10. Discusión

Actualmente no se cuenta con ningún documento publicado que muestre este tipo de datos a través del tiempo en esta especie, la colonia de *Dermatemys mawii* albergada en la granja U Otot Ak (Cada de la tortuga), en Nacajuca, Tabasco, permite hacer un acercamiento a la dinámica reproductiva en condiciones de manejo bajo cuidado humano.

10.1. Postura

Según Legler y Vogt (2013) la anidación de *D. mawii* ocurre principalmente durante la temporada de lluvias (septiembre-diciembre) cuando los niveles de agua se encuentran en sus picos anuales, y reporta como inusuales las posturas a finales de febrero o principios de marzo. En el presente estudio, las posturas ocurrieron principalmente entre los meses de octubre a febrero, siendo escasas en los meses de septiembre y marzo. Escalona (2019) documentó que el nivel de inundación del río influye en la oviposición de *D. mawii*.

El pico de postura se presentó en noviembre, aproximadamente un mes después del pico de precipitación anual en el estado de Nacajuca, Tabasco. Esta situación sugiere un papel determinante de las precipitaciones sobre la postura; sin embargo, se requieren más estudios para ser concluyentes.

Algunas especies de tortugas en Tabasco presentan temporadas de reproducción que coinciden con las temporadas de lluvia como el taimán (*Claudius angustatus*), guao (*Staurotypus triporcatus*), pochitoque (*Kinosternon acutum*), leucostomum (*Kinosternon leucostomum*).

Polisar (1992) mencionó que en Belice la anidación de *Dermatemys* puede ocurrir hasta cuatro veces al año con un promedio de postura de $10,98 \pm 3,72$ huevos (2-20), también señaló como raras las nidadas de más de 15 huevos y como común entre 8-15, Guichard (2006) indicó que pueden poner hasta tres nidos al año con 6 a 16 huevos por postura, esto para el Estado de Chiapas; por otra parte Legler y Vogt (2013) publicaron un promedio de 14.8 ± 3.37 (10-24) para los estados de Chiapas y Veracruz. En el presente estudio no es posible obtener la cantidad de

nidadas que ponen las tortugas al año, pues la postura no se registra de manera individual, solo se hace la recolección de huevos y no se especifica de que espécimen proviene, puede ser que una misma tortuga ponga más de un nido y desconocer de dicho dato.

10.2. Tamaño de nidada

La cantidad de huevos por nido reportada fue de 7 ± 2.3 (1-17), fueron más comunes las nidadas de 1-7 huevos, presentes en un 62.83% de todos los datos recabados, de 8-15 con un 36.76% y se manejaron como inusual las nidadas con más de 15 huevos con un 0.41%. El motivo por el cual se puede presentar un ciclo con bajo tamaño de nidada puede deberse a varios factores, entre ellos la cantidad de adultos disponibles para la reproducción, así como la fertilidad o viabilidad espermática, de igual manera una manipulación inadecuada de los huevos generaría decesos y alteraría el éxito de eclosión.

10.3. Incubación de huevos

Legler y Vogt (2013) dejaron en claro la importancia de la humedad y la temperatura durante la incubación, aseveraron que los huevos incubados con una alta humedad constante permanecieron en diapausa y murieron, en cambio si la temperatura se disminuía durante 2 semanas entre 21-22°C la diapausa se rompía y el desarrollo embrionario continuaba a una temperatura estable de 26°C. Los huevos con crías completamente desarrolladas pasaron a la estivación y se indujo la eclosión elevando la humedad.

10.4. Duración de la incubación

Con respecto a la duración de la incubación, en condiciones de laboratorio, Legler y Vogt (2013) encontraron tiempos de 115 a 223 días para *Dermatemys*, mientras que Polisar (1992) documentó un lapso de 217 a 300 días en condiciones de vida silvestre. Los resultados se asemejan a lo descrito por Legler y Vogt, con 22 días de diferencia, 12 días para el límite inferior y 10 días para el límite superior (103-233). La variación en los tiempos de incubación en *Dermatemys* se deben al fenómeno de diapausa embrionaria. Legler y Vogt (2013) documentaron que la

diapausa y la estivación embrionaria sincronizan la eclosión de las puestas durante un periodo de 4 meses, es decir pueden estar en un estado de letargo en lo que las condiciones ambientales son las adecuadas lo que permite una eclosión simultánea de todos los huevos, con el objetivo de aumentar la probabilidad de supervivencia a los depredadores.

10.5. Fecha de eclosión

Polisar (1992) indica que los huevos eclosionan entre junio y julio, tras las primeras lluvias después de la temporada de secas. En la colonia de *D. mawii* analizada, las eclosiones también ocurren durante las primeras temporadas de precipitación, en mayo (93.71%), incluso en junio (6.28%), aunque son más escasas en este mes. La diferencia entre los periodos de incubación entre las tortugas en Nacajuca y los reportes de Polisar, podrían deberse a las condiciones particulares de la población en su contexto biogeográfico.

10.6. Éxito de eclosión

Una de las contribuciones más importantes que se describen en este trabajo es la posibilidad de obtener el éxito de eclosión por medio del análisis a través del tiempo, esta información se encuentra detallada en la figura 11 y arroja un promedio general del 54% (n= 2039). Cabe destacar la carencia de datos para algunos ciclos lo cual impide obtener el porcentaje de eclosión para estos, sin embargo, se cuenta con muchos otros que permiten la obtención de esta variable. Para la tortuga china de caparazón blando (*Pelodiscus sinensis*), se tienen reportes sobre su éxito de eclosión entre el 10-40% al aire libre, mientras que en condiciones de incubación artificial estos porcentajes llegan a ser mayores a 90% de efectividad (Lucas, 2019).

La importancia de conocer la dinámica de la oviposición en *Dermatemys* radica en la necesidad de aumentar la población de esta especie, primero en cautiverio y después en vida libre, con la finalidad de obtener nuevos especímenes que servirán para la repoblación. De igual manera entender estos datos permitirá estar mejor preparados para los meses de postura más favorables, mejorando con esto su condición como una especie en peligro de extinción.

11. Conclusiones

La postura de *D. mawii* inicia desde el mes de octubre hasta el mes de febrero, presentando su mayor pico en noviembre.

El tamaño de los nidos tuvo en promedio de 7 ± 2.3 huevos, variando entre 1- 17. La duración máxima de la incubación de los huevos fue de 233 días, y la mínima de 103; los nidos desovados en octubre tienen la mayor duración de incubación (217 ± 13 días) mientras que los puestos en febrero, tardan menor tiempo en eclosionar (108 ± 8 días).

El éxito de eclosión de los huevos varió con el ciclo anual de postura, el ciclo que mostró mayor éxito de eclosión pertenece al periodo 1997-1998 con un 67% de éxito, y el menor éxito de eclosión corresponde al ciclo 2006-2007 con un 32%; aunque no fueron claras las causas de estas variaciones.

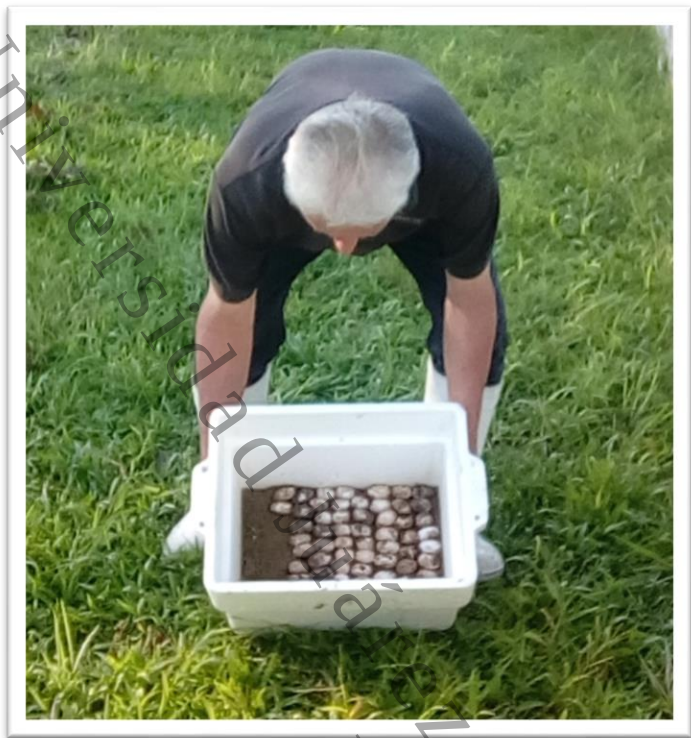
12. Anexos



Fotografía 1. Localización de los nidos de tortugas de *Dermatemys mawii* en el estanque rústico de adultos.



Fotografía 2. Nido de *Dermatemys mawii* encontrado a orillas del nivel de flotación de agua.



Fotografía 3. Recolección de huevos de *Dermatemys mawii* en una nevera de poliestireno.



Fotografía 4. Eclosión de cría de *Dermatemys mawii*, donde se observa la orientación vertical del huevo.



Fotografía 5. Cáscara de huevo de *Dermatemys mawii* con orientación vertical.



Fotografía 6. Almacenamiento de huevos de *Dermatemys mawii* en cajas para su incubación artificial.

13. Literatura citada

- Anastácio, R., Santos, C., Lopes, C., Moreira, H., Souto, L., Ferrão, J., . . . Pereira, M. J. (2014). Reproductive biology and genetic diversity of the green turtle (*Chelonia mydas*) in Vamizi island, Mozambique. *SpringerPlus*, 3, 1-16.
- Barahona, R., & López, J. (2015). Estructura poblacional de la tortuga blanca, *Dermatemys mawii* Gray (Testudines, Dermatemydidae), en la Laguna El Perú, Petén, Guatemala. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 25(2), 75-86.
- Bell, B. A., Spotila, J. R., Paladino, F. V., & Reina, R. D. (2004). Low reproductive success of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation*, 115(1), 131-138.
- Biodiversidad Mexicana. (17 de diciembre de 2018). Biodiversidad Mexicana. *Granja de tortugas del Estado de Tabasco, CBMM, SERNAPAM [Archivo de Vídeo]*. YouTube. <https://youtu.be/5-Z9a7Spm94>.
- Briggs-González, V., González, S. C., Smith, D., Rainwater, T. R., & Mazzotti, F. J. (2019). Species bioprofile for the hicatee (*Dermatemys mawii*). *Caribbean Naturalist*, 2, 156-176.
- Calderón-Mandujano, R. R., Hernández-Arana, H. A., & Flores-Villela, O. A. (2017). Distribution and abundance of the Central American river turtle, *Dermatemys mawii*, in southern Quintana Roo, Mexico: Implications for a regional conservation strategy. *Journal of Biodiversity & Endangered Species*, 5(3), 198.
- Chen, T. H., & Lue, K. Y. (1999). Population characteristics and egg production of the yellow-margined box turtle, *Cuora flavomarginata flavomarginata*, in northern Taiwan. *Herpetologica*, 55(4), 487-498.
- CONABIO. (2007). Estrategia nacional para la conservación y el manejo sustentable de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, 38.
- Congdon, J. D., Breitenbach, G. L., Richard, C. V., & Tinkle, D. W. (1987). Reproduction and nesting ecology of snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in southeastern Michigan. *Herpetologica*, 43(1), 39-54.

- Escalona, T., Valenzuela, N., & Adams, D. C. (2019). Do local environmental factors and lunar cycle influence timing and synchrony of oviposition of a turtle with strict nocturnal nesting? *Diversity*, 11(5), 78.
- Gane, J., Downs, C. T., Olivier, I., & Brown, M. (2020). Nesting ecology and hatching success of the hawksbill turtle (2004–2014) on Cousine Island, Seychelles. *African Journal of Marine Science*, 42(1), 53-65.
- Guichard, R. C. (2006). Situación actual de las poblaciones de tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en el sureste de México. *Instituto de Historia Natural y Ecología. (Informe final SNIB-CONABIO Proyecto No. AS003)*, 30.
- Guzmán, J. E. (2006). Diagnóstico de los aspectos sanitarios de las tortugas dulceacuícolas (*Dermatemys mawii* y *Staurotypus triporcatus*) en condiciones de cautiverio en la Granja de Tortugas Nacajuca, Tabasco, México. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, 129.
- He, B., Liu, Y., Shi, H., Zhang, J., Hu, M., Ma, Y., . . . Parham, J. F. (2010). Captive breeding of the Four-eyed turtle (*Sacalia quadriocellata*). *Asian herpetological research*, 1(2), 111-117.
- Hernández, T. E. (2013). Seroprevalencia de *Leptospira interrogans* en *Dermatemys mawii* y su estacionalidad en tres Centros para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (UMA) en el estado de Tabasco. (*Tesis de maestría*). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, 78.
- Kawazu, I., Kino, M., Maeda, K., Yamaguchi, Y., & Sawamukai, Y. (2014). Induction of oviposition by the administration of oxytocin in hawksbill turtles. *Zoological science*, 31(12), 831-835.
- Legler, J. M., & Vogt, R. C. (2013). *The turtles of Mexico: land and freshwater forms*. University of California Press, 67-76.
- Leus, K. (2011). Captive breeding and conservation. *Zoology in the Middle East*, 54(3), 151-158.

- Lolavar, A., & Wyneken, J. (2015). Effect of rainfall on loggerhead turtle nest temperatures, sand temperatures and hatchling sex. *Endangered Species Research*, 28(3), 235-247.
- Lucas, J. S., Southgate, P. C., & Tucker, C. S. (2019). *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*, 3, 483-498.
- Méndez, M. O. (2012). Distribución, caracterización de hábitat e historia natural para la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en el Área de Usos Múltiples de Río Sarstún, Izabal. (Tesis de licenciatura). Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades, Guatemala, 81.
- Miller, J. D., Limpus, C. J., & Godfrey, M. H. (2003). Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles. *Loggerhead sea turtles*, 8, 125-143.
- Montero, N., Dei Marcovaldi, M. A., López-Mendilaharsu, M., Santos, A. S., Santos, A. J., & Fuentes, M. M. (2018). Warmer and wetter conditions will reduce offspring production of hawksbill turtles in Brazil under climate change. *PLOS ONE*, 13(11), 16.
- Morales, J., Juárez, D. A., & Quintana, Y. (2009). Estimación de diferencias morfométricas de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) a lo largo de su distribución. (Proyecto FODECYT No. 053-2006). Guatemala, 71.
- Ocampo-González, P. (2018). Consumo cultural y percepción social hacia las tortugas dulceacuícolas en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche, México. *Agro Productividad*, 11(6), 60-65.
- Pazira, A., Moshtaghie, M., Tollab, M. A., Ahmadi, F., Rashidi, M., Faghih, H., . . . Malekpouri, P. (2016). Hatching success of Hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in a protected hatchery site in Nakhiloo Island, Persian Gulf. *Regional Studies in Marine Science*, 3, 216-224.
- Philippart, J. C. (1995). Is captive breeding an effective solution for the preservation of endemic species? *Biological Conservation*, 72(2), 281-295.

- Polisar, J. (1992). Reproductive biology and exploitation of the Central American river turtle *Dermatemys mawii* in Belize. (Tesis de maestría). Universidad de Florida, Florida, 117.
- Polisar, J. (1995). River turtle reproductive demography and exploitation patterns in Belize: implications for management. *Vida Silvestre Neotropical*, 4(1), 10-19.
- Polisar, J., & Horwich, R. H. (1994). Conservation of the large, economically important river turtle *Dermatemys mawii* in Belize. *Conservation Biology*, 8(2), 338-340.
- Rafferty, A. R., Johnstone, C. P., Garner, J. A., & Reina, R. D. (2017). A 20-year investigation of declining leatherback hatching success: implications of climate variation. *Royal Society Open Science*, 4(10), 11.
- Rangel-Mendoza, J. A., & Weber, M. (2015). Evaluación del estado físico de la tortuga blanca, *Dermatemys mawii*, bajo condiciones de cautiverio en Tabasco, México. *Agrociencia*, 49(5), 499-511.
- Rangel-Mendoza, J. A., Macías, B., & Weber, M. (2007). Estudio hematológico en poblaciones silvestres y cautivas de tortuga blanca *Dermatemys mawii*. (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Sur, Tabasco, 77.
- Rangel-Mendoza, J. A., Sánchez-González, I. A., López-Luna, M. A., & Weber, M. (2014). Health and aquatic environment assessment of captive Central American river turtles, *Dermatemys mawii*, at two farms in Tabasco, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, 13(1), 96-109.
- Rangel-Mendoza, J. A., Weber, M., Hernández-García, J., & López-Luna, M. A. (2015). Manejo en cautiverio de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii* Gray), estado actual e implicaciones para su conservación. *Agroproductividad*, 8(5), 80-85.
- Sandoval, C. A. (2018). Tortuga blanca: Patrimonio natural y cultural. *Diario de Xalapa*, 1.
- Santidrián, T. P., Saba, V. S., Lombard, C. D., Valiulis, J. M., Robinson, N. J., Paladino, F. V., . . . Oro, D. (2015). Global analysis of the effect of local climate on the hatchling output of leatherback turtles. *Scientific reports*, 5(1), 1-12.

- SEMARNAT. (2010). Plan de manejo tipo para la conservación y aprovechamiento sustentable de la tortuga blanca (*Dermatemys Mawii*) Modalidad Intensivo. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 42.
- Stanford, C. B., Rhodin, A. G., Van Dijk, P. P., Horne, B. D., Blanck, T., Goode, E. V., . . . J, J. (2018). *Turtles in Trouble: The World's 25+ Most Endangered Turtles and Freshwater Turtles 2018*. Turtle Conservation Coalition, 84.
- Sung, Y. H., Hau, B., & Karraker, N. (2014). Reproduction of endangered big-headed turtle, *Platysternon megacephalum* (Reptilia: Testudines: Platysternidae). *Acta Herpetologica*, 9(2), 243-247.
- Williamson, S. A., Evans, R. G., Robinson, N. J., & Reina, R. D. (2017). Hypoxia as a novel method for preventing movement-induced mortality during translocation of turtle eggs. *Biological Conservation*, 216, 86-92.
- Xinping, Z., Xiaoyou, H., Jian, Z., Jianhua, L., & Zicheng, F. (2015). Reproduction of captive Asian giant softshell turtles, *Pelochelys cantorii*. *Chelonian Conservation and Biology*, 14(2), 143-147.
- Zapata, H. C. (2012). Caracterización molecular de cuatro poblaciones de *Dermatemys Mawii* en cautiverio en el estado de Tabasco. (Tesis de Licenciatura). Revista Kuxulkab' Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, 80.
- Zenteno, C., Barba, E., Bello-Gutiérrez, J., & Ochoa-Gaona, S. (2010). Caracterización espacio-temporal del hábitat y presencia de *Dermatemys mawii* (Testudines: Dermatemydidae) en la cuenca del Grijalva-Usumacinta, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 1247-1260.
- Zhao, B., Li, T., Shine, R., & Du, W. G. (2013). Turtle embryos move to optimal thermal environments within the egg. *Biology Letters*, 9(4), 4.

OVIPOSICIÓN EN TORTUGA BLANCA (Dermatemys mawii) MANTENIDA EN CAUTIVERIO, EN LA GRANJA U OTOT AK, EN NACAJUCA, TABASCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%
ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	ri.ujat.mx Internet	154 palabras — 2%
2	www.semarnat.mx Internet	43 palabras — 1%
3	1library.co Internet	29 palabras — < 1%
4	www.conabio.gob.mx Internet	26 palabras — < 1%
5	www.scielo.org.mx Internet	22 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS	ACTIVADO	EXCLUIR FUENTES	DESACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA	ACTIVADO	EXCLUIR COINCIDENCIAS	< 20 PALABRAS