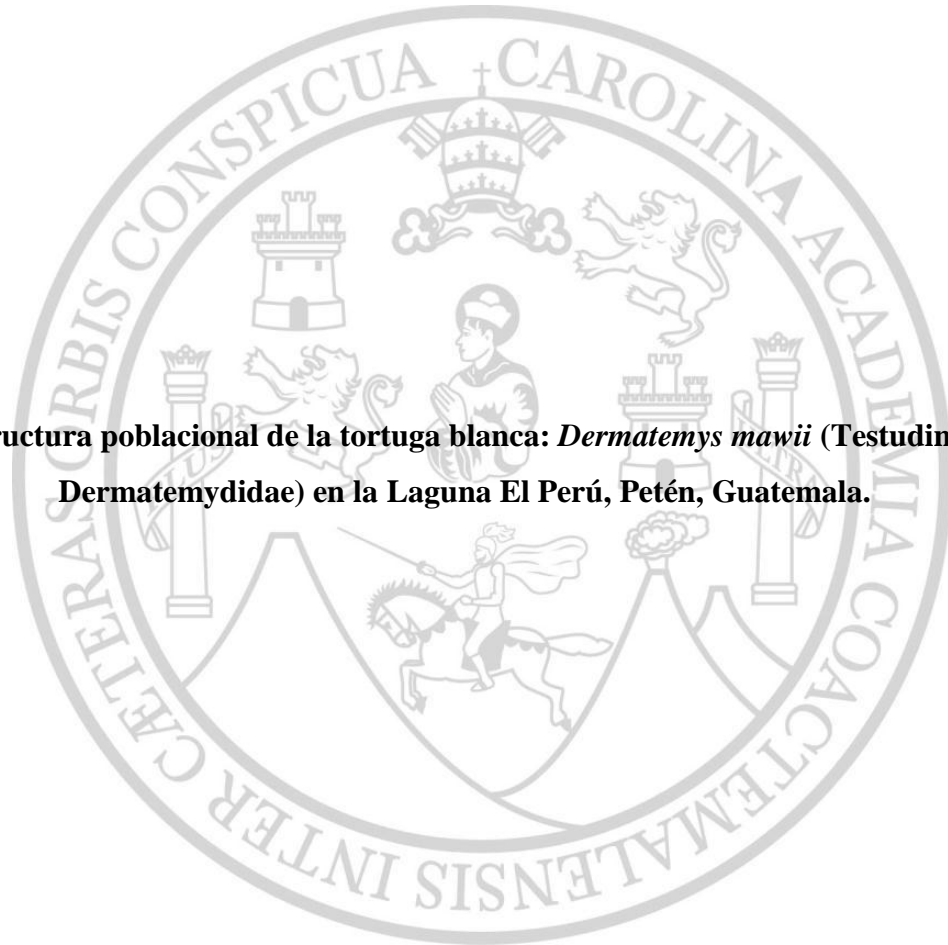


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

**Estructura poblacional de la tortuga blanca: *Dermatemys mawii* (Testudines,
Dermatemydidae) en la Laguna El Perú, Petén, Guatemala.**



Raiza Barahona Fong

Bióloga

Guatemala, Julio 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



Estructura poblacional de la tortuga blanca: *Dermatemys mawii* (Testudines, Dermatemydidae) en la Laguna El Perú, Petén, Guatemala.

INFORME DE TESIS

Presentado por

Raiza Barahona Fong

Para optar al título de

Bióloga

Guatemala, Julio 2014

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Manuel Cóbar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Rodrigo José Vargas Rosales	Vocal III
Br. Lourdes Virginia Nuñez Portales	Vocal IV
Br. Julio Alberto Ramos Paz	Vocal V

*“La gota abre la piedra, no por su fuerza sino por su
constancia”*

-Ovidio-

DEDICATORIA

A mis padres Dinorah Ludmilla Fong y José Roberto Barahona personas luchadoras quienes me enseñaron que las cosas en la vida no se regalan sino que hay que luchar para conquistarlas. A Luis Alfredo Trujillo Sosa, mi compañero, por apoyarme, aconsejarme, y por su incondicional amistad.

A mis abuelos Armando Fong (1926-2006) y a Odila de Fong (1935-2013). Padres de bondad infinita que ahora viven en nuestros corazones.

Con mucho cariño lo comparto con ustedes, los quiero.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecerle a Wildlife Conservation Society Guatemala (WCS) por el apoyo económico, institucional y logístico y en especial a Rony García-Anleu por darme la oportunidad de trabajar con WCS y apoyarme en el trabajo. Se agradece a Conservation Leadership Programm (CLP) por el apoyo económico recibido a través del proyecto “Improving hand raising techniques of one of the top 25 turtles on death row”. Se agradece a José Fernando Díaz Coopel (Escuela de Biología) por las sugerencias al presente trabajo, a Julio Romero que colaboró en el trabajo de campo y a Luis Trujillo por el apoyo en la realización del trabajo de campo y por sus valiosas sugerencias al documento. También se da un especial agradecimiento al equipo de WCS: Eleazar González, Kender Tut, Pedro Díaz, Guiery Polanco, Ramón Chata y Antonio Xol por enseñarme las técnicas de campo, por apoyarme, alentarme y hacer de esto una gran experiencia y que hicieron posible la realización de este trabajo.

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	3
3.	ANTECEDENTES.....	5
2.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3.1.1.	Localidad.....	5
3.1.2.	Clima y vegetación.....	5
3.2.	TORTUGAS RIVEREÑAS GIGANTES (DERMATEMYDIDAE).....	6
3.3.	TORTUGA BLANCA (DERMATEMYS MAWII: DERMATEMYDIDAE).....	6
3.3.1.	Descripción.....	6
3.3.2.	Dimorfismo sexual.....	7
3.4.	HISTORIA DE VIDA.....	8
3.5.	DISTRIBUCIÓN.....	9
3.6.	ESTATUS POBLACIONAL.....	10
3.7.	ESTRUCTURA POBLACIONAL.....	11
2.7.1	Clases de tamaño en tortugas.....	12
2.7.2	Clases de tamaño en la tortuga blanca.....	13
2.7.3	Proporción de sexos.....	13
3.	JUSTIFICACIÓN.....	16
4.	OBJETIVOS.....	18
4.1	GENERAL.....	18
4.2	ESPECÍFICOS.....	18
5.	HIPÓTESIS.....	19
6.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
6.1	UNIVERSO.....	20
6.1.1	Población.....	20
6.1.2	Muestra.....	20
6.2	MATERIALES.....	20
6.2.1	Equipo.....	20

6.3 MÉTODOS.....	21
6.3.1 Área de estudio	21
6.3.2 Captura y marcaje de tortugas	22
6.3.3 Datos biométricos	22
6.3.4 Determinación de Sexo y Clases de edades	23
6.3.5 Abundancia.....	23
6.3.6 Estructura poblacional	24
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
9. CONCLUSIONES.....	44
10. RECOMENDACIONES	45
11. ANEXOS	46
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50

1. RESUMEN

La tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) habita en aguas dulces y presenta adaptaciones para una vida completamente acuática y herbívora. Está considerada en peligro de extinción por UICN, en la lista de especies amenazadas -LEA- y está en el apéndice II de CITES. Hasta la fecha pocos estudios se han realizado sobre la ecología de esta especie, especialmente sobre la estructura poblacional, siendo importante su estudio pues es la única especie sobreviviente de la familia Dermatemydidae. El presente trabajo analizó la estructura poblacional (razón de sexos, estructura de edades) y la abundancia relativa de dicha especie en la laguna El Perú, Petén, Guatemala. Se analizó la estructura mediante la determinación del sexo y clases de edades, se calculó la abundancia relativa tomando en cuenta el número de individuos capturados por unidad de esfuerzo (metros de trasmallos por horas que estuvo instalado el trasmallo). El trabajo fue realizado de junio de 2012 a junio de 2013, completando un total de 13 sesiones durante 52 noches de captura, abarcando una temporada seca y una lluviosa. El esfuerzo total de captura fue de 124,800 hrs*m*trasmallo. Se capturaron, marcaron y liberaron 121 individuos, logrando recapturar a 26 individuos. Del total de capturas se obtuvieron 70 machos y 51 hembras, con una razón de sexos de 1.37 ♂: 0.72 ♀, favoreciendo a los machos. Se encontró que cerca del 62% de los individuos eran sub-adultos seguido de un número alto de capturas de adultos (38%) y sin ningún reporte de juveniles, siendo la población sub-adulta y adulta un porcentaje relativamente grande de la población. Con respecto a las variaciones mensuales, se observó que la abundancia relativa varía de dos a 25 individuos, además de encontrarse más sub-adultos en los meses de junio y diciembre y más adultos durante el mes de abril. Se observó que a nivel general el número de capturas está relacionada con las diferencias temporales en el patrón de precipitación (temporada seca y lluviosa). Se infiere que la laguna El Perú posee una población de tortugas blancas importante para la conservación, además de ser un sitio importante para la anidación, refugio y alimentación de esta especie. Por lo tanto es necesario llevar a cabo estudios a lo largo de varios ciclos anuales completos

para poder plantear un diseño de manejo y conservación adecuado que tome en cuenta las fluctuaciones poblacionales.

2. INTRODUCCIÓN

La tortuga blanca, *Dermatemys mawii*, es la única especie representante de la familia Dermatemydidae, en la actualidad es una de las especies de tortugas más amenazada en Centro América y se encuentra listada como en estado crítico por la UICN y en la lista de especies amenazadas de Guatemala (Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p. 9; Bailie y Grombridge, 1996; CONAP, 2009; Campbell, 1998, p.112). Se ha reportado que las poblaciones de *Dermatemys* fueron abundantes a lo largo de su rango de distribución que incluye Guatemala, Belice y México. En la actualidad la especie se encuentra altamente amenazada debido a la acelerada pérdida de hábitat, cacería para el consumo humano, depredación natural y por el cambio climático (Polisar y Horwich, 1994, p. 338-342; Turtle Conservation Fund, 2002, p. 4, 12).

En Guatemala la información acerca de las poblaciones, historia natural y ecología de la tortuga blanca es limitada y el análisis de la estructura poblacional no se ha explorado a fondo. Estudios realizados por García-Anleu y otros (2007) registran poblaciones de tortugas blancas en el noreste del país y argumentan que la población de tortuga blanca que se encuentra en la Laguna El Perú, dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre está en buen estado, presentando la población con mayor densidad de individuos en El Petén (p. 18, 25). Ellos sugieren que esta localidad es un sitio importante de anidación, refugio y de alimentación para la especie (p. 25). Es por ello que resultó relevante el análisis de la estructura poblacional en la Laguna de El Perú, principalmente la abundancia, la proporción de sexos y la estructura de edades que será útil para establecer nuevas investigaciones y desarrollar estrategias de conservación.

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la estructura poblacional de la tortuga blanca en la laguna El Perú, se estimó la abundancia, la razón de sexos y las clases de edades. El estudio se realizó durante un año (junio 2012 - junio 2013) utilizando el método captura-marcaje. Este método consistió en la captura, el marcaje y la liberación de

individuos de la población, que posteriormente fueron recapturados en las siguientes sesiones de trampeo.

Tanto la razón de sexos como la estructura de edades se evaluaron por medio de la frecuencia de apariciones de machos y hembras, y de diferentes categorías de edades obtenidas. Los resultados indicaron que la población de tortuga blanca estudiada se encuentra en una razón de sexos de $1.37 \text{ ♂} : 0.72 \text{ ♀}$, diferente a la hipótesis nula planteada $1 \text{ ♂} : 2 \text{ ♀}$. Así mismo la población presentó mayor cantidad de sub-adultos que de adultos. En este trabajo se discute que los resultados obtenidos pueden estar fuertemente relacionados con los comportamientos de búsqueda de pareja, cortejo y anidación. Por tanto, es importante resaltar que la estructura poblacional depende en gran medida del conocimiento de las características del hábitat, así como del comportamiento de la población que habita en determinado sitio (Otjasti, 2000, p.109). Conocer los cambios en la abundancia, la estructura sexual y de edades en la población permitirá predecir el futuro de las poblaciones en condiciones naturales y ante la transformación de su hábitat (Griffing 2007, p. 11).

3. ANTECEDENTES

2.1 Área de Estudio

3.1.1. Localidad

El Parque Nacional Laguna del Tigre es una de las zonas núcleo más grande de la Reserva de la Biosfera Maya, localizada en la parte Oeste de la Reserva, en la jurisdicción del Municipio de San Andrés, departamento de Petén, Guatemala (CONAP, 2007, p. 23). El río San Pedro es el río más grande dentro del parque el cual es un afluente del Río Usumacinta, que drena la cuenca del Usumacinta hacia el Golfo de México (Bestelmeyer y Alonso, 2000, p. 12, 41).

La laguna El Perú se encuentra ubicada en el sitio arqueológico El Perú, en la parte Este dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre. Los ríos San Pedro y San Juan y la laguna El Perú, conforman un paisaje de humedales en el sitio (Bestelmeyer y Alonso 2000, p. 43). La laguna El Perú y el río San Pedro son dos cuerpos de agua importantes que se conectan junto con el río San Juan durante la temporada lluviosa (García-Anleu y otros 2010 p. 3, 19, 20). La laguna El Perú presenta un área de aproximadamente 0.63 km² durante la época seca (García-Anleu y otros 2007 p. 8).

3.1.2. Clima y vegetación

El clima es cálido húmedo con lluvias de junio a enero. La temperatura promedio anual es de 35 grados Celsius en época seca y de 25 grados Celsius en época lluviosa. (CONAP, 2007, p. 24). El bosque se caracteriza por ser frondoso, exuberante y contener varios estratos de vegetación. Dentro de las especies vegetales que abundan en la región se encuentra el ramón (*Brosimum alicastrum*), el zapotillo (*Pouteria reticulata*), silión (*P. amygdalina*), canisté (*P. campechiana*) y chicozapote (*Manilkara zapota*) (CONAP, 2007, p. 26-29). Los cuerpos de agua están rodeados por vegetación como el pucté (*Bucida*

buceras), *Pachira aquatica*, palo tinto (*Haematoxylum campechianum*), jimbál (una Bambusácea), cibál (*Cladium jamaicensis*), guarumo (*Cecropia pertrata*) y otros arbustos y herbazales (CONAP, 2007, p.26-29; García-Anleu y otros 2010 p. 13)

3.2. Tortugas rivereñas gigantes (Dermatemydidae)

La familia Dermatemydidae se encuentra en el orden Testudines dentro del suborden de tortugas dulceacuícolas Criptodiras. Morfológicamente es considerada la familia más primitiva del suborden (Bickham y Carr, 1983 p.918), y autores concuerdan que presenta una asociación cercana con la familia Kinosternidae (Frair, 1972 p. 102).

El único género y especie existente de esta familia es, *Dermatemys mawii*, que data del Eoceno (Periodo Paleógeno) (Bickham y Carr, 1983 P. 926-928; Knaus y otros 2011 p. 133). El nombre del género *Dermatemys* proviene del griego: *derma*, piel y *emys* agua dulce. La descripción original del nombre específico “*mawii*” fue escrita por Gray (1847), (Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p.1, 2) y se han publicado distintos sinónimos para la especie que actualmente ya no son utilizados.

3.3. Tortuga blanca (*Dermatemys mawii*: Dermatemydidae)

3.3.1. Descripción

Dependiendo de la región, *Dermatemys mawii* es nombrada como tortuga blanca (en español), hickatee (en Belice) y/o Central America river turtle (en inglés) (Rainwater y otros 2010, p.4) Es una de las tortugas de agua dulce más grande de Mesoamérica, con un tamaño de caparazón de hasta 600mm, y con un peso de hasta 22kg (Lee 1996, p. 149-151). Se caracteriza por tener un caparazón liso, suave y de forma relativamente aplanada, sin embargo, en algunas hembras se ha observado un arqueo pronunciado. El color del caparazón es café oscuro, negro, gris o verde oliváceo. El plastrón es rígido y presenta una

forma cóncava en el vientre que se observa mayormente en machos. La coloración del plastrón es crema, amarillo o blanco (de allí su nombre en español) que varía dependiendo del sustrato presente en el hábitat (Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p.4). El color de la piel puede ser café o gris oscuro en la parte superior y crema o café claro en la parte inferior, sin embargo varía dependiendo de la población y del hábitat.

La cabeza es pequeña en relación al cuerpo, la nariz tiene forma tubular y está ligeramente orientada hacia arriba presentando, únicamente en su estadio de neonatos, color anaranjado o crema en la punta. Los bordes de las mandíbulas son fuertemente aserrados, con apariencia de dientes, que utiliza para cortar su alimento y defenderse. (Lee, 1969, p. 33; Lee, 1996, p. 149-151, Campbell, 1998, p. 112, Köhler, 2003, p.35). Presenta membranas interdigitales en las patas que le ayudan a la natación, lo cual es una clara adaptación a sus hábitos exclusivamente acuáticos.

3.3.2. Dimorfismo sexual

La tortuga blanca exhibe ciertas características sexuales externas que son evidencia clara de dimorfismo sexual. Una característica es el tamaño del cuerpo. Las hembras generalmente alcanzan tamaños relativamente más grandes que los machos (Polisar 1996, p.18), con largo de caparazón (LC) promedio que va de 342-480mm en hembras y de 338-450 en machos (Polisar 1995, p. 13). Otra diferencia aparente es el alargamiento de la cola (Polisar 1995, p. 13). La cola en los machos cuando alcanzan la madurez se vuelve más voluminosa y larga, a diferencia de las hembras que tienen una cola corta (Polisar 1996 p. 16; Gibbons 1990 p. 13; Lee 1969 p.33, Lee 1996 p. 149-151, Campbel 1998 p.112, Köhler 2003 p.35), Esta característica de alargamiento de la cola se observa en la mayoría de tortugas y se le atribuye al alojamiento los órganos copuladores (Andreu, 1987 p.10). Un tercer carácter reconocible es la coloración dorsal de la cabeza. Durante la época reproductiva la parte dorsal de la cabeza en los machos puede tornarse amarilla o anaranjado encendido, la de las hembras, en cambio, puede ser de color gris oliváceo (Polisar 1995, p. 13; Polisar

1996, p. 16; Lee 1969, p.33, Lee 1996, p.149-151, Campbel 1998, p. 112, Köhler 2003, p. 35).

El tamaño del cuerpo junto con otros caracteres de dimorfismo sexual en tortugas de agua dulce pueden ser explicados por características fisiológicas o ambientales de cada sexo en donde opera la selección sexual (Gibbons, 1990, p.1, 2, 12; Hughes, 2011, p.3). Se ha observado que el dimorfismo sexual se encuentra fuertemente asociado con el comportamiento reproductivo. Por ejemplo, en especies donde la hembra es de mayor tamaño se ha predicho que la selección de parejas (selección intersexual) es importante. En este caso se ha predicho que las hembras producen más huevos o mas grandes y/o los machos de menor tamaño serán favorecidos para la reproducción (Gibbons 1990 p.2, 10-14; Trivers y Willard, 1973, p. 90-91; Hughes, 2011, p. 3).

3.4. Historia de vida

La tortuga blanca puede habitar distintos sistemas de agua dulce, ya sea ríos, lagos, y/o lagunas y también se ha observado que toleran agua salobre (Lee, 1996, p. 150; Moll, 1986, p.89; Köhler, 2003, p. 35). Se ha encontrado preferentemente en aguas profundas con sustratos suaves. Zenteno y otros (2010) observaron que las variables hidrológicos y físico-químicos se asocian con la presencia de la especie (p. 1255, 1256). En Belice Polisar (1995) observo que prefieren cuerpos de agua con poco movimiento y con temperaturas poco frías (p.14-16).

La especie presenta hábitos nocturnos y es totalmente acuática. Está tan adaptada al medio acuático que puede sumergirse y dejar de respirar por un largo tiempo, tampoco salen a tomar el sol como lo hacen otras especies. En tierra es algo torpe para caminar y salen del agua únicamente cuando la hembra se acerca a la orilla para poner sus huevos. Es completamente herbívora alimentándose de plantas acuáticas y de hojas que caen en la orilla del agua. Como complemento de su alimentación se puede alimentar de frutos que

caen en el agua o insectos sobre las hojas (Lee, 1969, p.33; Köhler, 2003, p. 35; Lee, 2000, p. 145; Campbell, 1998, p. 112; Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter 2011, p.5).

La reproducción se lleva a cabo desde marzo hasta septiembre. Las hembras ovipositan de Septiembre a Diciembre y pueden producir en promedio dos nidadas. Entierran aproximadamente de 6 a 20 huevos que son de forma ovalada, alargada y de cascara dura. El período de incubación es de cinco a seis meses, emergiendo en los meses de mayo a julio (Köhler 2003 p. 35; Lee 1969 p. 34; Polisar 1996 p.21). El desarrollo lento de los huevos puede ser debido a una diapausa embrionaria durante la temporada de lluvia con temperaturas bajas en donde siguen siendo viables aun cuando pueden estar sumergidos en el agua por más de 27 días (Polisar 1996, p.19, 22; Polisar, 1995, p. 13; Lee, 2000, p. 146)

La tortuga blanca presenta varios depredadores. Los huevos y las crías pueden ser consumidas por pizotes, rascón de cuello gris, mapache y algunas garzas. Por otro lado, las tortugas adultas son consumidas por los humanos y aparentemente las nutrias también se alimentan de estas. (Campbell, 1998, p. 112)

3.5. Distribución

La tortuga blanca se encuentra distribuida desde el centro de Veracruz hacia el sur, a través del sur de la península de Yucatán, norte y centro de Belice y el noreste de Guatemala. En Guatemala se encuentra ocupando ríos y lagos del sur y centro del Petén y en el Lago de Izabal y sus ríos asociados (Lee, 1996, p. 150; Lee, 2000, p. 146; Campbell, 1998, p. 113; Köhler, 2003, p. 35; Moll, 1986, p.89).

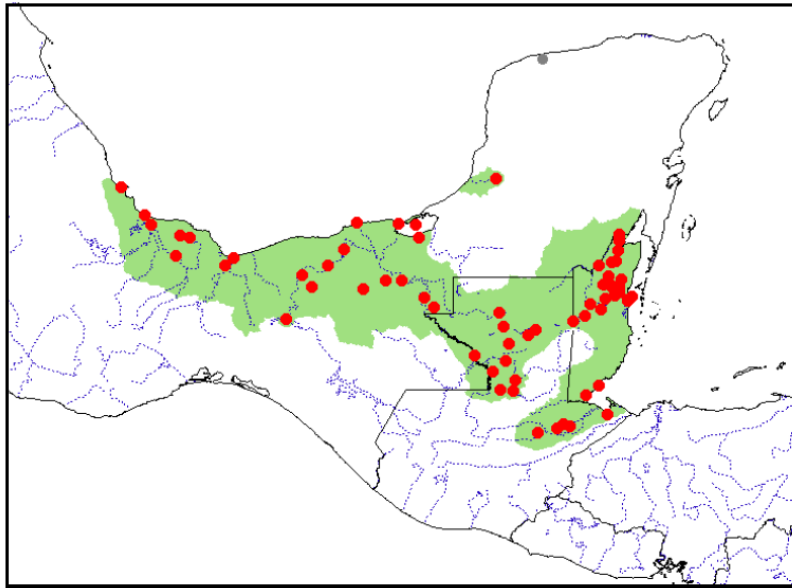


Fig. No. 1. Distribución de la tortuga blanca basado en registros de poblaciones nativas que se encuentran en museos y literatura (indicados por los puntos rojos). Extraído de Vogt y otros 2011.

3.6. Estatus poblacional

La tortuga blanca es una de las especies más amenazadas en la selva maya. Esta especie ha sido listada como especie en peligro crítico de la lista roja de la IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources), está dada como de “mayor prioridad” y es listada en el Apéndice II de CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) y en la lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- se encuentra como especie en peligro (Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p. 9; IUCN 2006; Baillie y Groombridge, 1996; CONAP, 2009, p. 79; Campbell, 1998, p. 112)

La población ha disminuido drásticamente en algunos habitats donde eran abundantes (Moll 1986 p.93). En Belice *La tortuga blanca* es cazada oportunísimamente durante todos los meses del año, presentando altas tasas de depredación y su estatus varía dependiendo de la proximidad a asentamientos humanos, historia de cacería y la disponibilidad del hábitat (Polisar 1992, p.16, 17; Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p.7). En México, en

áreas como Tabasco y Veracruz hubo una gran presión de cacería por pescadores. Presenta una gran amenaza ya que es buscada por su carne y huevos y se sabe que ha disminuido drásticamente.

El estatus de las poblaciones en Guatemala es pobremente conocido. En el departamento de Izabal, el complejo río Polochic, Lago de Izabal, río Chocón Machaca, probablemente constituye el hábitat más extenso y continuo para la tortuga blanca en su rango de distribución. Por otro lado en el Petén *La tortuga blanca* ha sido erradicada del Lago Petén Itza. Sin embargo todavía ocurre en el Río la pasión, río San Pedro en el norte, y otros tributarios significantes del sistema del río Usmacinta. También se ha reportado poblaciones en Yaxha, Río Azul, Sacluc, y Laguna El Perú adyacente al río San Pedro (García y otros, 2007, p.23, 24, 26).

La mortalidad por consumo humano es la principal amenaza que presenta *La tortuga blanca*. Sin embargo la degradación de los hábitats en algunas áreas ha sido un problema. En general, las poblaciones más intactas de *Dermatemyis* son aquellas que se encuentran remotas a asentamientos humanos, accesos a vías como puentes y rutas rivereñas tradicionales de desplazamiento por humanos (Vogt, Polisar, Moll, y Gonzalez-Porter, 2011, p.7).

3.7. Estructura poblacional

Para entender el concepto de estructura poblacional es importante definir a una población que es el *conjunto de individuos de una misma especie que habitan en un mismo lugar en un mismo tiempo* o simplemente, *un grupo de individuos de la misma especie bajo investigación* (Krebs 1998, p. 147) Las poblaciones naturales poseen una serie de características con dimensiones demográficas, como son el sexo, la edad, reproducción, entre otras, y estas pueden variar a lo largo del tiempo (Castañeda, 2009). Para saber cómo y por qué cambian las poblaciones los ecólogos han estudiado la estructura y la dinámica de las poblaciones (ecología de poblaciones). La estructura poblacional es un rasgo importante

para saber el estado actual de las poblaciones y la dinámica se basa en los cambios que puede surgir dentro de estas poblaciones a lo largo del tiempo. Ambas representan cambios ocurridos en la población a través del tiempo, para lo cual se consideran fundamentalmente variaciones en tamaño, proporción de sexo y edad (Ramos, 2009, pp 13-15; Lovich y Gibbons, 1990, p.127)

El análisis de esta variabilidad en el tamaño, proporción de sexo y edad puede ser empleada de diversas formas con el fin de estructurar a la población de la mejor manera posible. Una manera de emplear estos parámetros es por medio de la frecuencia de apariciones de machos y hembras, y de diferentes categorías de edades obtenidas. En este sentido, las proporciones registradas dependerán del número de muestra y permitirá conocer la tendencia de la población ya sea desde un aspecto temporal o espacial (Dreslik, Kuhns y Phillips, 2005, p. 174).

2.7.1 Clases de tamaño en tortugas

La mayoría de especies de tortugas presentan crecimientos lentos con promedios de vidas largos, por lo que se ha dificultado el conocimiento de las edades exactas (Congdon y van Loben 1993, p. 555). Sin embargo, se ha podido clasificar a las tortugas en “clases de edades” de acuerdo a la madurez sexual que se lleva a cabo a distintas tallas o tamaños del cuerpo (Souza y Abe 2001, p.58, 59; Bury, Germano y Bury, 2010, p.445). Previas estimaciones de las clases de edades en tortugas han usado tanto el tamaño del caparazón y/o del plastrón (Martins y Souza, 2008, p. 58; Martins y Souza, 2009, p. 83; Mogollones y otros, 2010, p.80, 83; Andreu 1987, p. 39; Lee 2007, p. 9).

En muchas poblaciones de tortugas se ha propuesto que las variaciones en el tamaño del cuerpo a los cuales los individuos maduran es un factor determinante en la dinámica de una población (Bury, Germano y Bury, 2010, p. 443; Congdon y van Loben Sels, 1993, p. 555). Así a cada edad o talla existe una proporción de individuos que son maduros o inmaduros hallándose poblaciones consistentes de numerosos adultos y pocos juveniles o viceversa

(Saborido-Rey sf. p. 18; Congdon, Dunham y van Loben Sels, 1994, p. 406). Autores afirman que esta estructuración de edades es un parámetro demográfico importante ya que diferentes clases de edades contribuyen de manera diferente en el crecimiento de la población de las tortugas ya sea temporal o espacialmente (Griffing, 2007, p.1, 9; Germano y Bury, 2009, p.510, 518).

2.7.2 Clases de tamaño en la tortuga blanca

Poblaciones de la tortuga blanca han sido clasificada en distintas “clases de edades” según el tamaño de caparazón. Esta clasificación está basada en el grado de madurez que presentan los individuos, asumiendo que los individuos maduros representan a los adultos y los inmaduros a los juveniles (Polisar 1995, p. 13). De acuerdo con Polisar (1995, p. 13, 1996p. 18), el largo de caparazón (LC) varía dependiendo del sexo. El reporto que las hembras maduras tienen un LC que va de 342mm a 480mm, y los machos maduros presentan un LC de 328-450mm. Asimismo, evidencio en 1996 (p. 18) que el LC varía entre cuerpos de agua, reportando diferencias entre ríos y lagunas, tal como se ha reportado en especies como *Trachemys scripta* (Miller, 2006, p. 31, 32).

Vogt y Flores Villeda (1992 p. 228) consideraron tres “clases de edad” en la población de tortuga blanca que se encuentra en el Río Lacantún y sus tributarios en la Reserva de la Biósfera Montes Azules, México: la primera entre los 100-220mm de LC, la segunda entre 240-380 mm de LC y la tercera de 400-480mm de LC (Vogt y Flores Villeda 1992 p. 228). Esta agrupación fue en función del LC que presentaron los individuos de dicha localidad correspondiendo a individuos juveniles, sub-adultos y adultos respectivamente.

2.7.3 Proporción de sexos

Proporción de sexos se refiere a la proporción relativa de machos y hembras que se encuentran en una población, dicha proporción puede tener influencia sobre ciertos aspectos de la dinámica de la población (Donald 2007, p. 672; Gibbons 1990, p. 172;

Skalski, Ryding, y Millspaugh, 2005, p. 5-6; Emlen y Oring 1977 p. 216). En poblaciones naturales de tortugas se ha observado en adultos una proporción de sexos que no difiere de la proporción esperada 1:1 (Litzgus y Mousseau 2004 p. 395; Griffing 2007. p. 100). Sin embargo, en varias especies de tortugas se ha reportado proporciones de sexo sesgados hacia las hembras (Martins y Souza 2009 p. 88; Mogollones y otros. 2010 p. 83; Roosenburg 1991, p. 228), o sesgada hacia los machos (Miller 2006. p. 31; Germano y Rathbun 2008. p. 191)

La proporción de sexos que difiere de la proporción esperada 1:1 ha sido de gran interés para muchos autores, y numerosas explicaciones han sido dadas para su existencia. Se han identificado cuatro características demográficas que influye en la proporción de sexo funcional de una población de tortugas: 1) proporción de sexo en neonatos (en donde influye la temperatura de incubación); 2) mortalidad diferencial de sexos ya sea por depredación o por acciones antropogénicas; 3) diferencia en la edad o tamaño de madurez de los sexos; y 4) emigración e inmigración entre machos y hembras (ej. en época reproductiva o de anidación) en la población a estudiar (Gibbons 1990, p. 172; Bull y Charnov 1989, p. 1562-1564; Gibbs y Steen, 2005, p. 553-554; Girondot y Pieau 1993, p. 648-650; Cagle 1944, p. 27,28; Kotenko 2000, p. 93).

Otro factor que han identificado algunos autores en poblaciones con proporción de sexo sesgada que es el resultado de un sesgo en el método de captura. Estos estudios ponen de manifiesto que los errores se pueden deber a la técnica o método de captura, diferencias en el comportamiento de los sexos debido a la temporada en que las observaciones se llevan a cabo, determinación de edad o tamaño en la madurez, o una combinación de estos factores (Gibbons 1970, pp. 252-254; Gibbons 1990, p. 172; Miller 2006, p. 32; Germano y Rathbun 2008, p. 191). Y según Gibbons (1990, p. 172), en estudios que involucren determinación de proporción de sexos en poblaciones naturales de cualquier animal es importante tomar en cuenta el sesgo de observación. En tortugas de agua dulce no existen suficientes registros para afirmar que la proporción de sexos varía en un patrón consistente. Ya sea como resultado de sesgos en las observaciones o mecanismos naturales, las

interpretaciones de las causas de la proporción de sexos en las poblaciones de tortugas implican un conjunto de consideraciones (Gibbons 1990, p. 180)

3. JUSTIFICACIÓN

La tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), es la tortuga dulceacuícola más grande de Mesoamérica y una de las especies más amenazadas en la selva maya. Diferentes organizaciones la han listado en alguna categoría de amenaza, se encuentra incluida en la IUCN como una especie en peligro crítico de extinción; se sitúa en el Apendice II de la Convención Internacional del Comercio de Especies Amenazadas (CITES 2009); y en Guatemala se encuentra como especie “en peligro” (Vogt y otros, 2011, p. 9; IUCN 2006; Baillie y Groombridge, 1996; CONAP, 2009, p. 79; Campbell, 1998, p. 112). Se ha reportado que las poblaciones de esta tortuga, está decreciendo rápidamente a lo largo de su área de distribución, Guatemala, Belice y México, principalmente por la destrucción de hábitat, por la cacería para el consumo humano y por el cambio climático global; encontrándose ahora sólo en áreas reducidas (Polisar y Horwich, 1994, p. 338-342; Turtle conservation Fund, 2002, p.4, 12).

En Guatemala se ha reportado que la especie se encuentra en el departamento de Petén e Izabal, sin embargo, el conocimiento sobre sus poblaciones esta pobremente estudiado (Vogt y otros, 2011, p. 4). García-Anleu y otros (2007, p. 5,6) ampliaron el conocimiento de la distribución de la tortuga blanca en el país, reportando la presencia de la especie en la Laguna El Perú, dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre, El Petén, argumentando que probablemente es un sitio de importancia para la alimentación, refugio y selección de sitios de anidación durante la temporada seca. Sin embargo, la destrucción del hábitat en los sistemas de agua del Parque Nacional Laguna del Tigre se ha incrementado debido principalmente a la deforestación y degradación como consecuencia del incremento de asentamientos cercanos a los cuerpos de agua en donde habita la especie (Vogt y otros, 2011, p. 8).

Si bien existen algunos estudios sobre la biología, alimentación comportamiento reproductivo y abundancia; el conocimiento actual sobre el estatus de las poblaciones en Guatemala es limitado, y estudios particularmente sobre la estructura poblacional de la

tortuga blanca o estimaciones sobre el tamaño de la población no han sido explorados a fondo (Rainwater, Pop, Cal, Garel, Platt y Hudson, 2012, p.97-107; Vogt y Flores Villeda 1992, p.221-231; Vogt y otros, 2011, p. 8; Polisar y Horwich, 1994, p.338-342; Polisar, 1995, p. 10-19; Polisar, 1996, p.13-25).

Este estudio será de gran importancia por estar relacionado directamente con la descripción de la estructura de la población que se encuentra en la laguna El Perú. Al ser una especie en estado vulnerable y poco conocida desde una perspectiva científica, la información obtenida representará una herramienta necesaria para entender la ecología, y generar información que permita formular recomendaciones de planes de manejo, a largo plazo, para las poblaciones de tortuga blanca tanto en el área como en otros cuerpos de agua donde se encuentre la especie.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Analizar la estructura poblacional de la tortuga blanca en la laguna El Perú, Petén durante el período de estudio.

4.2 Específicos

4.2.1 Estimar la abundancia poblacional de la tortuga blanca y comparar los cambios mensuales durante el período de junio 2012 a junio 2013.

4.2.2 Determinar la proporción de sexos de la tortuga blanca y su variación mensual durante el período de junio 2012 a junio 2013.

4.2.3 Establecer la estructura de edades de la tortuga blanca y evaluar sus cambios mensuales durante el período de junio 2012 a junio 2013.

5. HIPÓTESIS

La estructura poblacional de la tortuga blanca en la laguna El Perú varía temporalmente y está caracterizada por la presencia de adultos en una razón de hembras a machos de 2:1 (reportada para algunas poblaciones naturales de tortugas) (Martins y Souza 2009 p. 88; Mogollones y otros. 2010 p. 83; Roosenburg 1991, p. 228) y por la presencia de clases de edades en proporciones similares.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Universo

6.1.1 Población

Las tortugas blancas (*Dermatemys mawii*) de la laguna El Perú dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre.

6.1.2 Muestra

Número de tortugas capturadas durante el periodo de junio 2012 a junio 2013.

6.2 Materiales

6.2.1 Equipo

- Trasmallos
- Varas de madera
- 1 lancha
- Motor de 8 caballos de fuerza
- Gasolina
- Linterna de cabeza
- Linterna de mano
- Vernier
- Regla métrica
- Pesa calibrada
- Libreta de campo
- Microchips electrónicos
- Jeringas para insertar microchips
- Alcohol
- Algodón
- Lector de microchips

- Boletas de de datos
- Computadora
- Cámara fotográfica

6.3 Métodos

6.3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la laguna El Perú cercana al sitio arqueológico El Perú ubicada en la parte Este dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT).

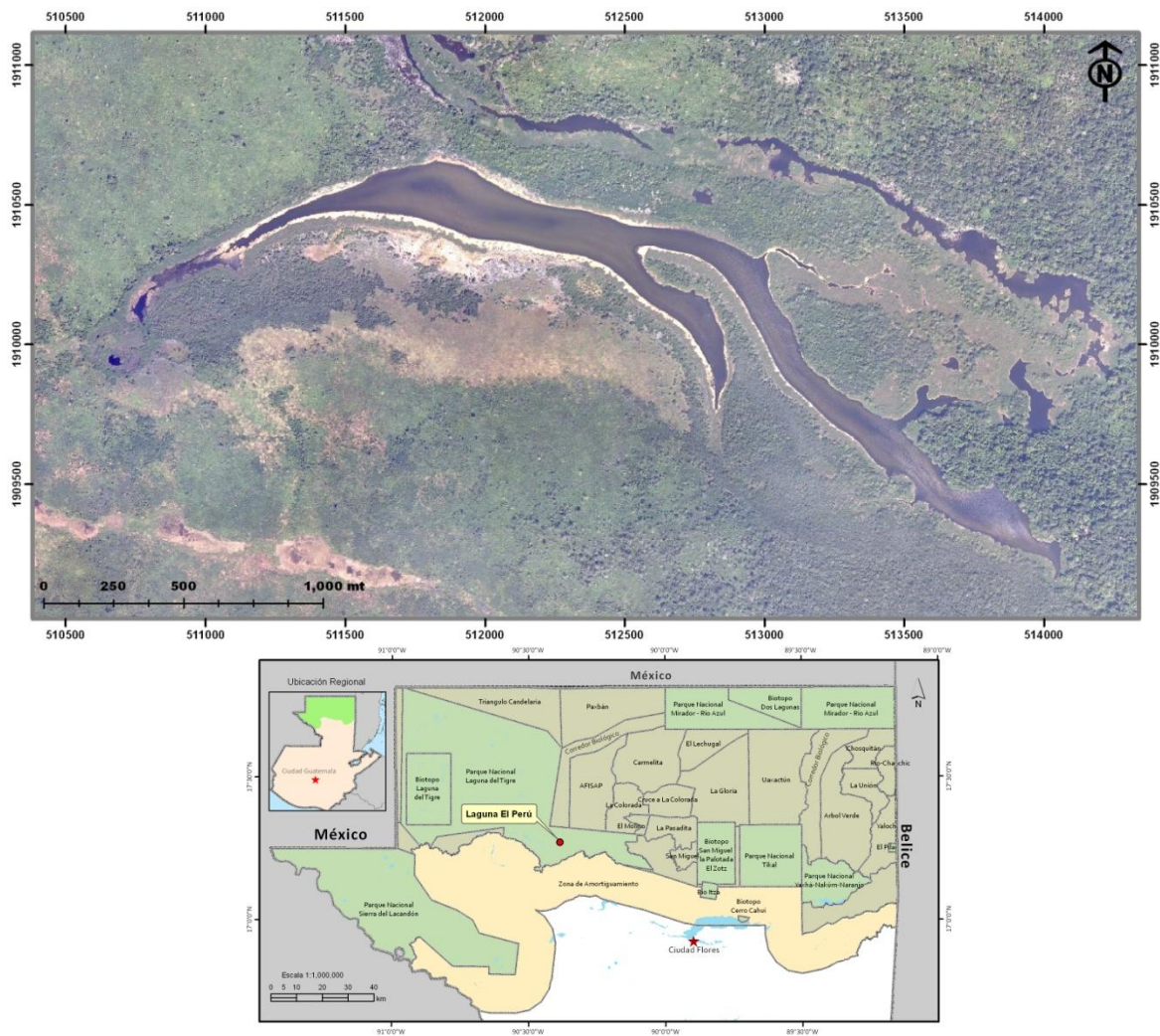


Figura No. 2. Ubicación de la Laguna El Perú, dentro del Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT).

6.3.2 Captura y marcaje de tortugas

Para estimar la estructura poblacional de la tortuga blanca se empleó el método de captura-marcaje y recaptura realizando una sesión de trampeo durante cada mes, desde junio 2012 a junio 2013. La sesión de trampeo estuvo conformada por ocho horas diarias x cuatro días consecutivos. La captura consistió en colocar cuatro trasmallos de dos tamaños diferentes: dos trasmallos de nylon de 50 m de longitud y dos trasmallos de seda de 100 m de longitud. Los trasmallos tienen 2 m de alto y con un tamaño de malla de 8x8 cm (García y otros, 2007, p.8; Vogt, 1980, p.368, 369; Vogt y otros, 2011, p.9). Estos fueron colocados con varas en cada punta para asegurarlas y que permanecieran fijas en los diferentes sitios de la laguna El Perú.

Cada individuo capturado fue marcado con PIT-tags que son microchips electrónicos encapsulados en un vidrio biocompatible con un tamaño de 8 milímetros de largo y 2 milímetros de diámetro (Easy TRAC-ID) (Gibbons y Andrews, 2004, p.447). Los PIT-tags se insertaron subcutáneamente en la pata posterior derecha del individuo y luego se liberó al individuo en el sitio donde fue capturado. Cada microchip presenta un número de identificación y el individuo recapturado fue identificado mediante un lector de microchip.

6.3.3 Datos biométricos

En cada individuo que fue capturado por primera vez se midieron parámetros como: peso (en kg, usando una balanza calibrada), largo de plastrón (mm), largo de cola (mm), largo y ancho de caparazón (mm), ancho y largo de cabeza (mm), sexo, fecha de medición y código de microchip. Cada medición del caparazón fue tomada en línea recta con un vernier (Vogt, 1980, p. 369,370).

6.3.4 Determinación de Sexo y Clases de edades

Criterios de determinación del sexo

El sexo se estableció examinando características sexuales secundarias reconocibles para adultos y sub-adultos (Polisar 1995, p. 13; Polisar 1996, p. 16; Lee 1969, p.33, Lee 1996, p.149-151, Gibbons 1990 p.13; Andreu, 1987 p.10; Campbel 1998, p. 112, Köhler 2003, p. 35):

1. El tamaño y forma del caparazón; hembras presentando tamaños relativamente más grandes que los machos.
2. La longitud de la cola; machos con cola más voluminosa y larga que en las hembras.
3. Condición reproductiva tomando en cuenta los siguientes criterios: gravidez en hembras la cual fue percibida mediante la palpación del vientre; y en el caso de los machos la condición reproductiva se determino por medio de la parte dorsal de la cabeza la cual se torna de color amarilla o anaranjado.

Criterios de determinación de edad

La edad se determinó de acuerdo al largo del caparazón (LC) en clases o categorías de edades. Tres clases de edades fueron definidas en este estudio (tomando como base datos de diferentes tamaños y madurez sexual), para poder clasificar a las tortugas: Clase I (juvenil), Clase II (sub-adulto) y Clase III (adulto). La clase I eran aquellas tortugas con $LC \leq 250\text{mm}$; la clase II consistiendo en tortugas con un LC de 251-390mm y la clase III eran aquellos que presentaron un $LC > 390\text{mm}$ (Vogt y Flores Villeda 1992, p.226, 228; Vogt y otros, 2011, p.4; Polisar, 1995, p.13; Polisar, 1996, p.18).

6.3.5 Abundancia

Para calcular la abundancia relativa durante los meses de: junio 2012 a junio 2013 se consideró la captura mensual por unidad de esfuerzo (CPUE). La CPUE se utilizó como un índice de abundancia relativa la cual fue determinada como el número total de los individuos capturados durante el periodo de trampeo dividido entre el número de trasmallos

colocados por las horas diarias que estuvieron abiertos (Zenteno, Barba, Bello, y Ochoa, 2010, p.1250; Lescano, Bonino, y Leynaud, 2008, p. 507). El cambio mensual de la abundancia relativa de la especie se determinó mediante la comparación del número de individuos capturados por el esfuerzo de captura mensual y se multiplico por 100 (Lescano y otros, 2008, p. 507).

Para determinar si las variables ambientales tienen relación con el número de individuos capturados en la época seca y lluviosa, se midieron datos de profundidad del agua. La profundidad del agua fue medida por medio de una piedra amarrada a un cordel el cual era introducido en distintos puntos de la laguna y posteriormente medido con un metro. La profundidad fue medida mensualmente en 16 puntos y luego se obtuvo el valor medio de los datos obtenidos por mes. Asimismo se realizó un recorrido por la laguna para observar la vegetación circundante y fue documentada por medio de fotografías.

6.3.6 Estructura poblacional

La descripción de la estructura poblacional de tortuga blanca se baso en la proporción de sexos y edades en las muestras mensuales (junio 2012 – junio 2013) de esta población.

Razón de sexos

La razón de sexos se obtuvo mediante el cociente del total de capturas entre machos y hembras para así poder observar si la razón estaba sesgada hacia las hembras (1 macho: 2 hembras). Para analizar la significancia de la razón de sexo observada y esperada se utilizó una prueba de Ji-cuadrado (X^2) y de una prueba de G (G-test). Las diferencias significativas entre la razón de sexos observada y esperada en los diferentes meses fueron analizados mediante una tabla de contingencia y se compararon mediante una prueba de Ji-cuadrado (X^2). Con los datos obtenidos se realizó un histograma, el cual fue útil para el cálculo de frecuencias (Crawley, 2007, p. 301, 303, 306).

Clase de edades

La estructura de edades de la población fue determinada mediante un histograma de frecuencias, asimismo se utilizó una prueba de Ji-cuadrado para evaluar si existe diferencia significativa entre el número de machos y hembras dentro de cada clase de edad (Crawley, 2007, p. 301, 303, 306). Por otro lado, para determinar la distribución mensual de las clases de edades se compararon los datos obtenidos en cada evento de captura mediante una prueba Box-plot la cual se construyó en base a percentiles que en general representan el grado de dispersión de los datos (Zar 2010 p. 112-114).

Para conocer si la distribución de clases de edades variaban entre temporadas (seca y lluviosa), se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis que hace comparaciones entre dos grupos (Quinn y Keough, 2002, p.195-196; Zar, 2010, p.214-215). Todas las pruebas se interpretaron con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Para determinar si existe asociación entre la profundidad de la laguna y el número de capturas de tortuga blanca, se realizó una correlación lineal de Spearman. El valor de Spearman (r_s), como estimación de coeficiente de correlación, puede encontrarse con números que varían entre -1 y +1. Los valores (+/-) son indicadores de una correlación perfecta directa o inversa y el grado de asociación entre las variables (Zar 2010, p. 398-400). Para evaluar la magnitud de la asociación entre las variables se utilizó la interpretación de Milton (2007): a) asociación débil (de 0—0.5); b) asociación moderada (de 0.5—0.9); c) asociación fuerte (de 0.9—1) y; d) asociación perfecta (1).

7. RESULTADOS

En un período de 13 meses se realizó una captura total de 121 individuos de tortuga blanca, completando un esfuerzo total de 124,800 hrs/m*trasmallo. Se obtuvo un porcentaje de recaptura del 21.48% (26 recapturas), de las cuales 20 fueron capturados dos veces (16.52%) y 6 fueron capturados en tres ocasiones (4.95%). La mayoría fueron capturadas una vez (95 individuos).

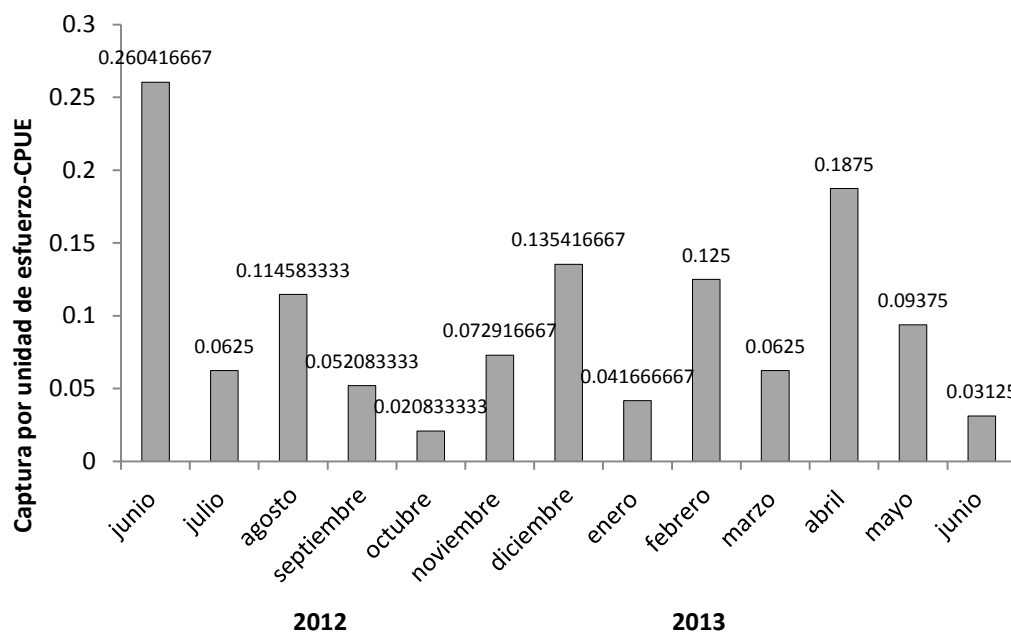


Figura 3. Abundancia relativa de *Dermatemys mawii* durante los meses muestreados en la Laguna El Perú, Petén.

Utilizando el índice de CPUE se obtuvo una abundancia relativa de 0.0009695 indv/hrs*m*trasmallo, expresada como el número total de individuos capturados por número de horas y por metros de trasmallos durante los eventos de captura. Para cada evento de captura se obtuvo la abundancia, encontrando que el mes de junio del 2012 presenta la mayor abundancia relativa con 0.2604indv/ hrs*m*trasmallo, seguido de abril

2013 con $0.1875 \text{ indv/ hrs} \cdot \text{m} \cdot \text{trasmallo}$ (Figura 3). Adicionalmente, se pudo observar que el número de individuos capturados y marcados durante cada evento de captura tienden a disminuir a medida que avanza el tiempo (con el mismo esfuerzo de captura) (Fig. 4).

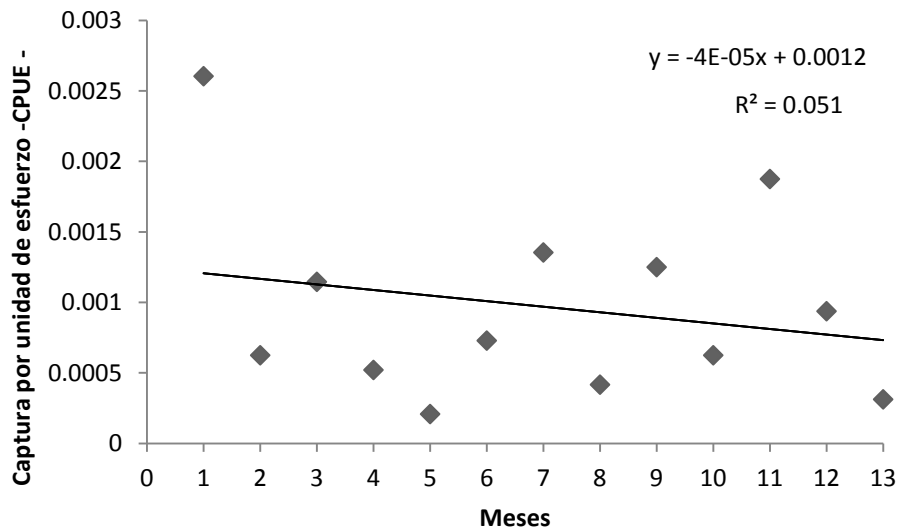


Figura 4. Diagrama de dispersión del número de individuos de *Dermatemys mawii* capturados durante cada evento de captura

Estructura poblacional

Para todos los individuos capturados se pudo determinar el sexo, y para el análisis de clase de edades se tomo en cuenta únicamente 116 tortugas debido a que no se pudo medir el largo de caparazón (LC) en el mes de julio del año 2012

Proporción de sexos

Se capturaron un total de 70 machos (♂) y 51 hembras (♀), siendo la razón de sexos de tortugas blancas que habitan en la Laguna El Perú de $1.37 \text{ ♂} : 0.72 \text{ ♀}$, diferente a la razón

de sexos esperada 1♂: 2♀ (Cuadro 1). Lo que significa que hay 1.37 machos por cada 0.72 hembras.

Cuadro 1. Evaluación de la razón de sexos observada durante los meses de junio 2012 a junio 2013.

	Machos	Hembras	n	X^2	$X^2_{0.05.1}$
Observados	70	51	121	32.74	3.841
Esperados	40.33	80.67			

α 0.05, $P=0.0001$, $X^2=Ji$ -cuadrado usando corrección de Yates para continuidad de dos categorías.

El resultado de la prueba de $G=30.43$, 1gl., $P=0.0001$, indica que existe diferencia significativa entre las razones de sexo, rechazando la hipótesis nula de que la razón de machos en la población es menor que la de hembras (Cuadro 2). Ambos Ji^2 y la prueba de G resultaron en la misma conclusión para la prueba de hipótesis.

Cuadro 2. Prueba de G para evaluar la razón de sexos durante los meses de junio 2012 a junio 2013.

	O	$Proporcion$ $Esperada$	E	Grados de libertad gl	$\ln\left(\frac{O}{E}\right)$	$O \ln\left(\frac{O}{E}\right)$	G test $2\sum O \ln\left(\frac{O}{E}\right)$	G_c Corrección de Yates
Machos	70	1	40.33	1	0.55	38.59	30.43	29.5
Hembras	51	2	80.67		-0.45	-23.38		

O=Observado; E= Esperado. G_c Corrección de Yates para la continuidad de dos categorías

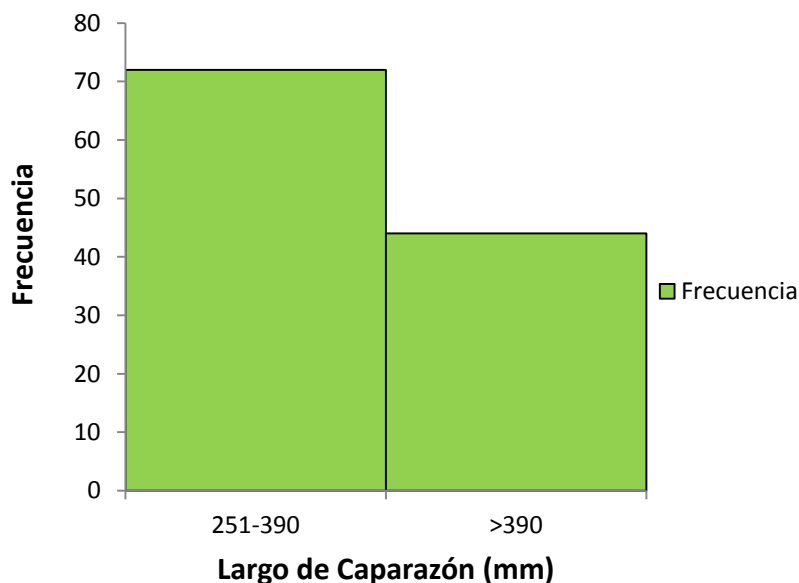
Según la tabla de contingencia construida en base al número de tortugas por sexo y por mes, se observan algunos meses con más machos, principalmente en Agosto, mientras que en otros meses se observan más hembras (Cuadro 3). Al analizar los datos con la prueba de Ji -cuadrado se observa que los meses son independientes del sexo $X^2= 19.271$., 12gl., $P=0.0822$ ($X^2_{0.05.12}=21.026$). Es decir, el sexo de los individuos en la población no está asociado con los meses de estudio.

Cuadro 3. Tabla de contingencia de la razón mensual de sexos de tortuga blanca en laguna El Perú.

Sexo	<i>Jun.</i> 2012	<i>Jul.</i> 2012	<i>Ago</i> 2012	<i>Sept</i> 2012	<i>Oct.</i> 2012	<i>Nov.</i> 2012	<i>Dic</i> 2012	<i>Ene</i> 2013	<i>Feb</i> 2013	<i>Mar</i> 2013	<i>Abr</i> 2013	<i>May</i> 2013	<i>Jun</i> 2013	Total
Machos	12	2	10	2	0	3	9	3	9	2	10	6	2	70
Hembras	13	4	1	3	2	4	4	1	3	4	8	3	1	51
Total	25	6	11	5	2	7	13	4	12	6	18	9	3	121

Clase de Edades

La distribución de clases en la laguna El Perú estuvo caracterizada por la presencia de dos clases de tamaño con un mayor número de sub-adultos (clase II), 72 individuos; seguido por 44 individuos adultos (clase III), obteniendo una desviación de 33.523 (Figura 5). La estructura de edades indica que la población de tortugas en la laguna El Perú está constituida principalmente por individuos de la clase II (sub-adultos), presentando una mayor proporción que representan el 62.1% de la muestra.

Figura 5. Distribución de frecuencia de la clase de edades de *Dermatemys mawii* en la laguna El Perú

La clase II se encontró representada con un 68% de machos y 54% de hembras, mientras que la clase III se encontró representada con un 32% de machos y 46% de hembras (Figura 6). Los tamaños de edades son independientes del sexo de los individuos $X^2= 2.173.$, 3gl., $P=0.5373$, lo que significa que la clase de edad y el sexo de la población no se encuentran relacionados (Cuadro 4).

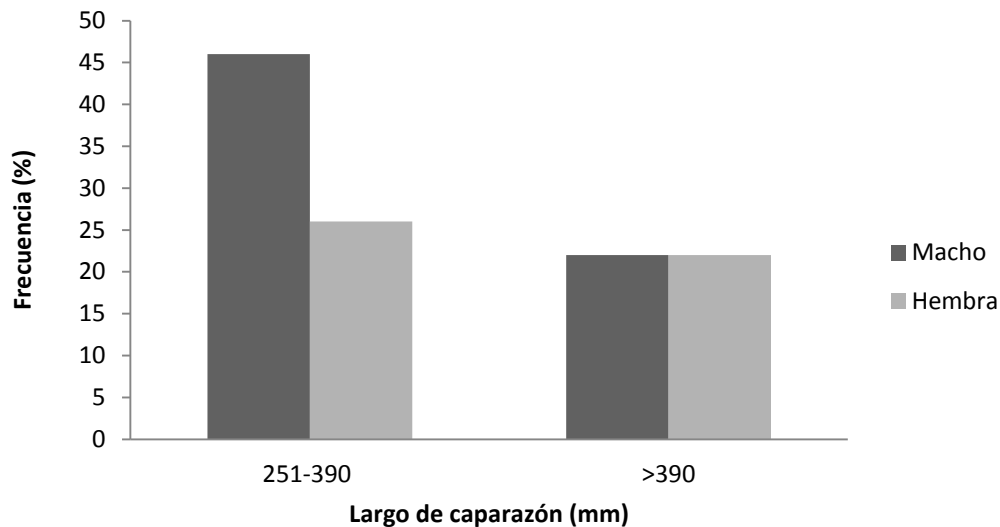


Figura 6. Histograma de frecuencia de las clases de edades de *Dermatemys mawii* capturadas en la zona de estudio.

Cuadro 4. Tabla de contingencia del número de individuos capturados por clases de edades.

<i>Sexo</i>	<i>Clase II</i> 251-390mm	<i>Clase III</i> >390mm	<i>Total</i>
Machos	46 *(42.20)	22 *(25.79)	68
Hembras	26 *(29.79)	22 *(18.20)	48
Total	72	44	116

$X^2_{0.05,3}=7.815$. * Frecuencia esperada

Por medio de un análisis exploratorio de los datos se realizó un diagrama de cajas que muestra la distribución de las clases de edades durante los meses de captura (Figura 7). El diagrama de cajas (Box plots) fue construido en base a las medianas, con intervalo de confianza al 95% en cada grupo de edad. En el gráfico de box plot de la figura 7 se proporciona la posición relativa de la mediana, cuartiles y extremos de la distribución, también se encuentra información sobre los valores atípicos, y se puede observar la simetría o asimetría de la distribución.

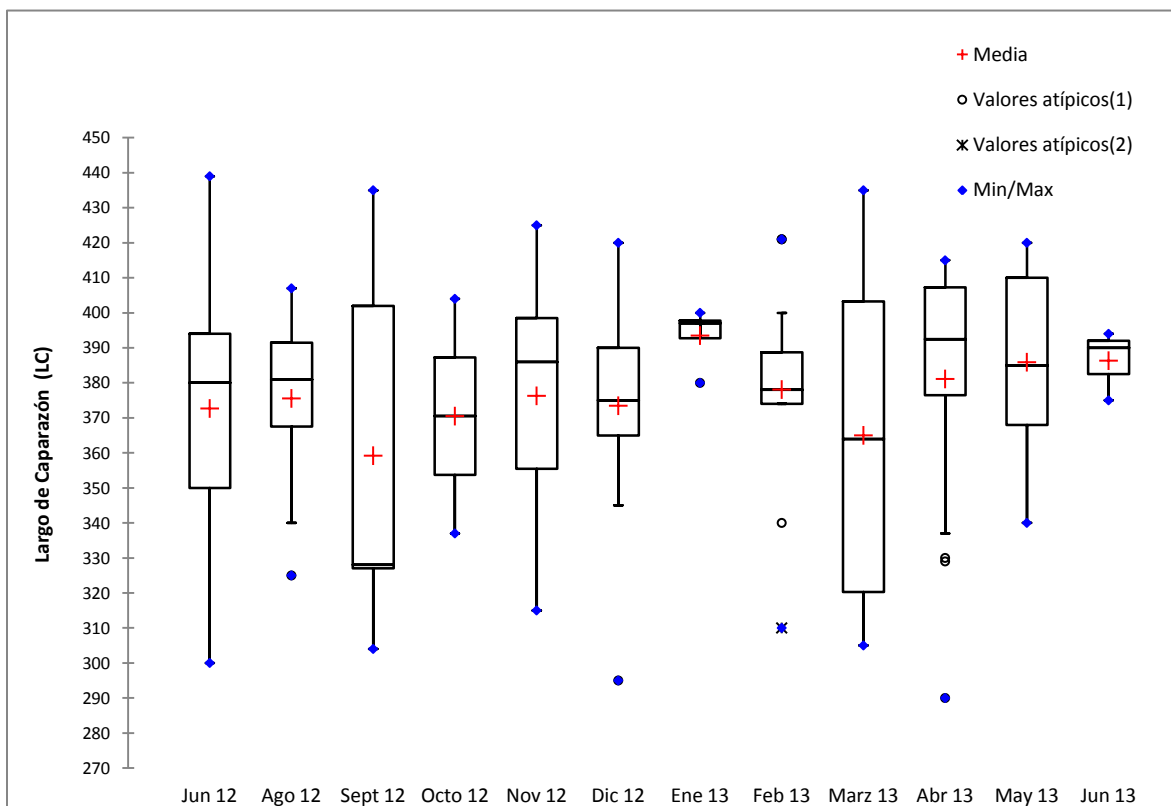


Figura 7. Diagrama de caja (Box plot) de la distribución del número de tortugas capturadas por mes en función a las categorías de edades. El recuadro representa el percentil del 25% y 75%. H: estadístico de Kruskal-Wallis, $H=172.17$, $p<0.0001$.

De acuerdo al box plot durante los meses de junio 2013, agosto, octubre y diciembre del año 2012, que corresponden a la época lluviosa, el número de capturas de individuos en las distintas clases de edades fue menor que en los meses de septiembre y noviembre del mismo año. Para la época seca se observó que los meses de enero y febrero 2013 presentan una menor cantidad de capturas en comparación con los meses de marzo y abril del mismo año (Figura 6). En el año 2013 enero presenta la mayor mediana de largo de caparazón (397mm) y el mes de marzo presenta mayor variabilidad en el largo del caparazón. En general enero 2013 y junio 2013 son los meses que presentan el menor número de tortugas capturadas por categorías de edades, teniendo un rango predecible de 379-407mm y 361-411mm respectivamente. Además el mes de febrero 2013 y de abril 2013 presentaron valores atípicos los cuales se encuentran alejados de los valores centrales de distribución o set de datos. De acuerdo al test de Kruskal-Wallis el largo del caparazón fue significativamente diferente en los meses de observación ($H=172.169$, $p < 0.0001$).

Al analizar la época lluviosa (mayo-noviembre) y época seca (diciembre-abril), se encontró que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) de clase de edades entre las dos temporadas o meses de observación, $H= 4.706$, 2gl, $p\text{-valor}=0.095$, $H_{0.05}= 5.99$ (valor crítico). La estructura de edades es la misma durante las temporadas para un año, aunque se observó una clara tendencia de aumento en la abundancia en la época lluviosa.

Estado reproductivo

En la Figura 8 se observa que la captura de hembras y machos de *Dermatemys* en estado reproductivo varía a lo largo de un año y estas diferencias fueron significativas ($X^2=18.66$, 12g.l, $P=0.0970$, $X^2_{0.05,12}= 21.026$). De las 51 hembras la mayoría se encontraron inactivas y únicamente se capturaron siete hembras grávidas. Las hembras grávidas fueron capturadas con mayor frecuencia en los meses de septiembre y noviembre del año 2012 y, abril y junio del año 2013, las cuales eran sub-adultas y adultas. De los 70 machos capturados únicamente 17 machos se encontraron en estado reproductivo (por la coloración de la cabeza), los cuales fueron capturados en su mayoría en los meses de abril y mayo del

año 2013, seguido por los meses de junio y diciembre del año 2012 y febrero y marzo del año 2013.

La mayor actividad reproductiva se concentro a finales de la época seca y principios de la época lluviosa. Las capturas de las hembras grávidas y machos en estado reproductivo coincidieron tanto con las clases de edades capturadas durante los meses de reproducción reportados para la especie, como con la precipitación en los meses de septiembre, noviembre, diciembre del 2012 y mayo 2013 (Figura 7 y 8).

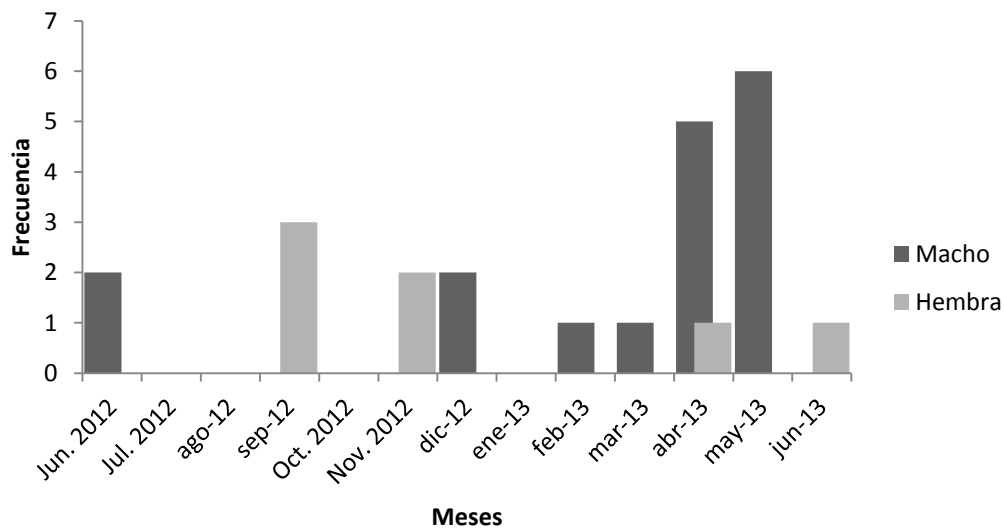


Figura 8. Distribución de frecuencia de machos y hembras de la tortuga blanca en estado reproductivo durante los meses de observación.

Características del hábitat

A través de observaciones directas realizadas durante los meses de captura, se hizo evidente que la laguna El Perú presenta variaciones que se hacen visibles a través del cambio en el nivel del agua. La laguna presento una profundidad promedio que vario entre 0.83 a 1.73m (para los meses de Octubre-Febrero y Abril), la mayor profundidad promedio se presentó en el

mes de noviembre (Cuadro5). De la temporada de lluvia a la temporada seca la laguna presentó un proceso de reducción en la profundidad promedio, obteniendo una profundidad de 1.17 en Enero disminuyendo a 0.83m en el mes de abril.

Cuadro 5. Matriz de correlación de las variables de la profundidad mensual del agua, captura de tortugas por clases de edades (Clase II y II) y total de capturas.

<i>Meses</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Clase II</i>	<i>Clase III</i>	<i>Total Capturas</i>
Octubre	1.71	1	1	2
Noviembre	1.73	5	2	7
Diciembre	1.38	10	3	13
Enero	1.17	1	3	4
Febrero	1.72	9	3	12
Abril	0.83	7	11	18
Spearman (r_s)*		-0.049	-0.85	-0.37

*Correlación de Spearman: $r_s = 1 - (6\sum d^2 / n^3 - n)$

El análisis de correlación de Spearman, para determinar si existía asociación entre el número de capturas con la profundidad del agua, indico una relación inversa débil de $r_s = -0.37$ (Cuadro 5). Este resultado indica que una variable puede aumentar a medida que la otra disminuye o viceversa. De igual manera, al realizar el análisis de correlación de Spearman con la variable de profundidad y las clases de edades se observó una relación inversa débil entre la profundidad y el número de sub adultos ($r_s = 0.049$) y una relación moderada entre profundidad y el número de adultos ($r_s = -0.85$) (Cuadro 5). Dicho resultado indica una asociación inversa, es decir, durante la temporada lluviosa en donde se reporta aumento de la profundidad, se capturan menos adultos, mientras que en la temporada seca en donde la profundidad disminuye, aumenta la cantidad de adultos capturados.

Durante algunos recorridos en la laguna se pudieron distinguir diez especies de plantas localizadas principalmente en las orillas de la laguna (Cuadro 6). Las especies vegetales estaban en su mayoría representadas por el tipo de vegetación riparia, caracterizada por presentar grupos de vegetación arbórea remanente que se encuentra en las orillas de los cuerpos de agua. También se encontró gran cantidad de pastos acuáticos en las orillas los cuales se encuentran dentro del tipo de vegetación acuática emergente.

Cuadro 6. Nombres comunes y especies observadas en la zona de Laguna El Perú su descripción por tipo de vegetación riparia y acuática (descripción basada en Bestelmeyer y Alonso, 2000, p. 23; Ureña 2007, p.30, 57).

No.	Nombre común	Especie	Tipo de vegetación
1	Árbol de pucté	<i>Bucida buceras</i>	Bosque bajo
2	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Guamil-Riparia
3	Árbol de zapote acuático	<i>Pachira aquatica</i>	Riparia
4	Amates	<i>Ficus spp</i>	Riparia
5	Chechén negro	<i>Metopium brownei</i>	Riparia
6	Árbol de tinto	<i>Haematoxylum campechianum</i>	Riparia
7	Sibal	<i>Cladium jamaicens</i>	Riparia
8	Junquillo	<i>Eleocharis sp.</i>	Riparia
9	Tule	<i>Typha domingensis</i>	Acuática Emergente
10	Pasto acuático	<i>Paspalum sp.</i>	Acuática Emergente

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Abundancia relativa

Los resultados de este estudio dan a conocer la estructura poblacional de la tortuga blanca a través de capturas realizadas en un periodo de 13 meses, lo cual contribuye al conocimiento sobre la abundancia, proporción de sexos y estructura de edades de la especie en la laguna El Perú. Durante el período de estudio se logro la captura de 121 individuos, de los cuales la mayoría fue capturado una sola vez (95 individuos), registrando únicamente 26 recapturas que equivale al 21.48% del total de las capturas. El nivel de las capturas puede estar relacionado con la conexión de la laguna El Perú con el río San Juan y el río San Pedro durante la temporada de lluvia como los descrito por Sousa y Abe (2001, p. 60). Asimismo García-Anleu y otros (2007, p. 22, 25), argumentan que la Laguna El Perú es el cuerpo de agua con la mayor densidad (841.6 tortugas/km²) de tortuga blanca estimada en tierras bajas de la Selva Maya.

En la laguna El Perú se estimo una abundancia relativa de 0.0009695 indv/hrs*m*trasmallo, con un esfuerzo de captura realizado durante un año. La mayor abundancia se observó durante el mes de junio 2012, seguida del mes de abril 2013 (Figura 3). En general, durante el periodo de lluvia (Mayo a Noviembre) la abundancia es menor que en los meses correspondientes a la época seca (Diciembre-Abril). Esta diferencia en la estimación de la abundancia podría ser debido a cambios en este parámetro en la población. Sin embargo, esta situación también puede estar asociada a las características de la laguna, ya que de acuerdo a algunos autores han argumentado que el nivel del agua reduce la eficiencia de captura de tortugas por dispersarse hacia las zonas inundadas (Polisar, 1995, p. 14; Ureña-Aranda, 2007, p. 59-60; Zenteno, 2011, p. 70).

8.2 Razón de sexos

Otro elemento que se consideró en la determinación de la estructura poblacional de la tortuga blanca fue la razón de sexos. La razón de sexos en la población fue de 1.37 machos (♂): 0.73 hembras (♀), favoreciendo a los machos, lo cual difiere de la razón planteada de

1♂: 2♀. Este mismo patrón de razón desigual favoreciendo a los machos fue encontrado en la laguna El Perú (2.3♂: 1♀) por Juárez, Quintana y Morales (2009, p. 42). La razón de sexos desigual es común en algunas poblaciones de tortugas, por ejemplo, la proporción de sexos favorecida hacia los machos ha sido descrita en poblaciones de seis especies de tortugas acuáticas encontradas en Carolina del Sur y en una especie de tortuga en la costa central de California en Estados Unidos (Gibbons, 1990, p. 181-183; Lovich and Gibbons, 1990, p. 129; Germano y Rathbun, 2008, p. 189-190). Gibbons (1990, p. 176, 181) identificó ciertas características a tomar en cuenta para la proporción de sexos favorecida por los machos: 1) diferencia en la edad o tamaño de madurez de los sexos; 2) emigración e inmigración entre machos y hembras; 3) método de captura; y 4) mortalidad diferencial de sexos.

En el caso de la madurez sexual entre machos y hembras de las poblaciones de *Dermatemys* se ha reportado que los machos maduran primero con un largo de caparazón de 328mm, mientras las hembras alcanzan la madurez con un largo de caparazón de 342mm. De acuerdo con Gibbons (1986, p. 176-181) el sexo que madura primero predominara numéricamente, ya que entran más temprano en la población reproductora. Al observar los resultados de la proporción mensual de sexos podemos ver que en los meses de abril a junio y en el mes de agosto hay un mayor número de machos (Cuadro 3). Estos resultados tienen relación con lo descrito anteriormente, ya que según Polisar (1996, p.12-13) la temporada de búsqueda y cortejo de hembras se da durante los meses de marzo a septiembre y documenta que los individuos con madurez temprana emplean la energía, destinada a crecer, en la búsqueda de parejas y comportamiento de cortejo (Andreu, 1987 p.147; Polisar, 1996 p. 21-22; Doody, Young y Georges, 2002 p.17). Sin embargo habría que estudiar a fondo el tema de predominancia de machos o hembras en base a madurez sexual para la población.

Se ha observado que los movimientos diferenciales entre ambos sexos también pueden hacer variar la proporción de sexos en poblaciones locales de algunas tortugas de agua dulce (Gibbons 1990, p. 176; Griffing 2007, p. 102-103). En este estudio se observó mayor número de captura de hembras en los meses de julio, septiembre, octubre y noviembre,

detectando mayor número de meses con machos, resultando ser una diferencia significativa (Cuadro 3). Lovich y Gibbons (1990, p. 131) argumentan que los machos adultos de muchas especies de tortugas tienden a moverse con más frecuencia y mayores distancias que las hembras, teniendo mayor posibilidad de ser capturados. Asimismo, autores reportan que las hembras de *Dermatemys*, son difíciles de atrapar durante el periodo de anidación (Septiembre-Noviembre) donde las aguas están crecidas (Polisar 1995, p. 17; 1996, p.12-13; Rostal y otros 1998, p. 235, 240). Durante el periodo de anidación las hembras se encuentran muy dispersas ya que están en busca de áreas para anidar, pero existe la posibilidad de que el incremento en la actividad durante esa época aumente el número de capturas (Doody Young y Georges 2002, p.17).

En este estudio se contabilizó el número de captura de machos y hembras en estado reproductivo, encontrando hembras grávidas en los meses de septiembre a noviembre lo cual se relaciona con las altas capturas de hembras durante estos meses (Figura 8). Por otro lado se observaron machos con cabeza amarilla o anaranjada (indicativo de estado reproductivo) durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo, lo cual también está relacionado con el número de capturas (Figura 8). De acuerdo con estudios realizados para la misma especie en otras regiones, probablemente se trate de una época de búsqueda de pareja y cortejo durante los meses de marzo a septiembre (evidencia de actividad espermatogénica) (Polisar, 1996, p. 12-13). También puede tratarse de un periodo de apareamiento a finales de abril y a principios de mayo; y un periodo de anidación durante los meses de Septiembre a Diciembre. Al comparar los datos obtenidos con los reportes de Polisar se puede evidenciar que existe relación entre las capturas de machos y hembras con las épocas de búsqueda, cortejo, apareamiento y anidación. Por otro lado, la actividad reproductiva de machos y hembras (busca de pareja, cortejo y anidación) puede estar relacionada a las condiciones ambientales durante cada temporada (Rostal y otros, 1998, p. 240)

En poblaciones naturales de tortugas, la razón de sexos favoreciendo a los machos también puede ser explicada por sesgos en el método de captura. Gibbons (1990, p.172) noto que algunas trampas son más selectivas por el sexo masculino que por el sexo femenino.

Gamble (2006, p. 311) explica que las tortugas del sexo masculino pueden ser atraídos por las trampas que contiene alguna hembra, y la eficacia de la trampa podría ser incrementada por la captura de machos durante periodos de actividad en busca de parejas. Esta explicación tiene relación con algunas observaciones directas en el campo en donde varios machos y una sola hembra fueron capturados en el mismo trasmallo (observaciones personales). Además, con el método de captura utilizado se pudieron documentar otras especies de tortugas como *Trachemys scripta* y *Staurotypus triporcatus*, algunos cocodrilos y peje lagartos (Ver anexo 1).

Comúnmente es propuesto que el desbalance en la razón de sexos entre machos y hembras que se registran en algunos estudios de poblaciones de tortugas es el resultado de sesgos durante el esfuerzo de captura ya que algunos estudios han reportado que el método de captura puede ser afectado por las características climáticas durante cada temporada (Dreslik, Kuhns, y Phillips, 2005, p. 174, 183; Gibbons, 1990, p.172; Gibbons, 1970, p. 253-254; Giraldo y otros, 2012, p. 116-119). En este estudio se observó que durante los meses que se reporta vientos fuertes y altas precipitaciones el número de tortugas capturadas en los trasmallos se ve afectado. Estos estudios nos demuestran que los errores pueden ser cometidos al momento de determinar la razón de sexo en tortugas, sin embargo habría que probar con diferentes trampas y diferente esfuerzo para la captura de tortugas blancas en la laguna El Perú y así poder comprobar este supuesto.

Ahora bien si suponemos una mortalidad diferencial de machos y hembras adultos para explicar las diferencias encontradas en la razón de sexos, se podría decir que las hembras sufren una mortalidad ligeramente mayor que los machos debido a que salen para anidar, esta diferencia aunque mínima podría relacionarse con la razón de sexos (Andreu, p. 191). Sin embargo, se reportaron tanto machos como hembras con lesiones o cicatrices en el caparazón y plastrón, provocadas posiblemente por ataque de depredadores. Depredadores naturales como cocodrilos de pantano, se observaron frecuentemente en el área y durante el estudio un total de ocho cocodrilos fueron capturados en los trasmallos (Anexo 1). Según Bestelmeyer y Alonso (2000, p. 106-107) la laguna El Perú tiene abundancia relativamente alta de cocodrilos adultos, por lo cual se podría considerar a la tortuga blanca como

vulnerable a la predación. Sin embargo, los datos de mortalidad no fueron cuantificables por lo tanto no se puede evidenciar una mortalidad diferencial.

En algunas especies de tortugas la diferencia en la madurez sexual, el método de captura, la actividad diferencial, emigración e inmigración, mortalidad o la producción de sexos al nacimiento puede influenciar el resultado de las poblaciones locales (Gibbons, 1970, p. 253-254; Giraldo y otros, 2012, p. 116-119; Eskew, Price y Dorcas, 2010, p. 247). Sin embargo, en este estudio no se tiene evidencia significativa sobre el fenómeno que explique la desproporción de sexos.

8.3 Clase de edades

La población de tortugas blancas que se encuentra en la laguna El Perú parece estar compuesta de dos clases de edades: sub-adultos (Clase II) y adultos (Clase III). Se obtuvo un porcentaje grande de sub-adultos (62%) y una proporción de adultos del 37%, sin ninguna captura de juveniles (Fig.3 y 4). Al comparar las proporciones de sub-adultos y adultos entre sexos, se observa una mayor cantidad de machos de la clase II y una proporción similar de machos y hembras en la clase III (Figura 6 y Cuadro 4). Si tomamos como base la madurez temprana de los machos, podríamos suponer que esta característica tiene un efecto en el número de capturas.

En ciertos meses la proporción de clase de edades incrementa, por ejemplo, en el mes de junio y diciembre los sub-adultos son muy numerosos mientras los adultos son pocos, en cambio durante el mes de abril se encuentran más adultos. La distribución de las clases de edades en los meses de estudio tuvo una variación significativa ($p < 0.0001$) (Figura 7), observándose mayor variación durante los meses de septiembre y marzo. Los resultados también coinciden con las capturas de machos en estado reproductivo (Figura 8). Es probable que la diferencia en el número de individuos por clase de edad en cada mes pudieron estar afectadas por patrones de actividad de machos y hembras, lo que sugiere la presencia de estrategias conductuales diferentes en cada uno de los sexos de *Dermatemys* (Andreu, 1987, p. 147; Rostal y otros 1998, p. 235).

El comportamiento observado de la estructura de edades y el hecho de que no haya ningún reporte de juveniles (Clase I), podría deberse a que los individuos juveniles salen poco y por tanto no están al alcance de las trampas, ya que tienden a ubicarse en zonas con densa vegetación acuática como medida de protección; además de que el tipo de trasmallo seleccionado posiblemente no fue adecuado para la captura de juveniles (Miller, 2006, p. 30,32). Sin embargo se reportaron encuentros visuales de tortugas de la clase I en la laguna.

En este estudio fue importante tomar en cuenta las características de la laguna, por ejemplo profundidad, y la cobertura vegetal disponible ya que al ser una especie completamente acuática y herbívora, todos sus requerimientos de hábitat son cubiertos dentro del cuerpo de agua y pueden tener relación con el comportamiento de la estructura poblacional de tortuga blanca (Lee, 1969, p. 33; Köhler, 2003, p. 35; Lee, 200, p. 145; Campbel, 1998, p. 112; Vogt y otros, 2011, p. 5; Otis, 2000, p. 109). De esta manera, con respecto a la variable de profundidad del agua, utilizada para medir la asociación del hábitat con el número de captura de tortugas, se observa una relación inversa indicando que el número de capturas aumenta a medida que la profundidad disminuye, o viceversa (Cuadro 5). Esta asociación puede estar relacionada con los cambios temporales en el ambiente ya que durante las temporadas de lluvias incrementa la profundidad del agua con una profundidad promedio de 1.73m, y las tortugas podrían estar más dispersas en busca de recursos, disminuyendo de esta manera la captura.

El hecho de que la laguna El Perú está conectada con el río San Juan y San Pedro durante la época lluviosa contribuye a que los organismos tengan acceso a esos cuerpos de agua. Así, estos ambientes representan potencialmente áreas de refugio para individuos de algunas clases de tamaño, por ejemplo los juveniles de los que se tiene poco conocimiento sobre los ambientes que ocupan en relación sus hábitos de naturaleza cautelosa (Moll y Moll 2004, p. 97, 152-153). Por otro lado, durante la época seca la profundidad promedio fue de 0.83m, bajando el nivel del agua con respecto a la época de lluvia (Cuadro 5), en esta temporada se capturaron más tortugas en los trasmallos, probablemente debido a que se encuentran concentradas en la laguna por la presencia de condiciones favorables (principalmente de agua y alimento) (Zenteno 2011, p. 34). En abril en donde se reporta que disminuye la

profundidad, se observa que existe relación entre la disminución del nivel del agua y el número de machos capturados, lo cual coincide con el mes de inicio del comportamiento de búsqueda de parejas reportado para la especie.

Con respecto a la cobertura vegetal se pudo observar en las orillas sitios con alta cobertura boscosa en donde predomina el pasto acuático (*Paspalum sp.*), árbol de pucté (*Bucida buceras*), el árbol de zapote acuático (*Pachira aquatica*), amates (*Ficus spp.*), el Chechén negro (*Metopium brownei*), árbol de tinto (*Haematoxylum campechianum*), guarumo (*Cecropia petata*), sibal (*Cladium jamaicens*) y junquillo en gran cantidad. Estas especies conforman los bosques rivereños pertenecientes a bosques bajos, los cuales se encuentran en su mayoría en las orillas de la laguna y ríos adyacentes (Bestelmeyer y Alonso, 2000, p. 105, 136). Se ha reportado que estas especies son parte de la dieta de la tortuga blanca y como producen materia vegetal durante todo el año, se constituyen en un suministro constante de alimento (Polisar, 1996, p. 23). También este hábitat resulta ser importante para el establecimiento de nidos ya que se pudo observar varios nidos en las orillas de la laguna.

Juárez, Quintana y Morales (2009, p. 42) argumentan que la disponibilidad del bosque rivereño esta relacionado con la estructura poblacional de las poblaciones de tortuga blanca presentes en un cuerpo de agua. Ellos observaron que en sitios con alta cobertura vegetal como en la laguna El Perú se puede encontrar una mayor cantidad de machos, mientras que en sitios con alta insolación en las orillas, como Salpetén, se encuentra una mayor cantidad de hembras. Algunas especies de tortugas aprovechan las condiciones de cobertura vegetal y se mueven ya sea en busca de alimento, en busca de sitios para descanso o para aparearse, y en busca de espacios para anidar (Cagle, 1944, p.13; Gibbons, 1990, p.176). Debido a este movimiento de los sexos, las poblaciones locales pueden ser dinámicas en la razón de sexos dentro de una región lo que conecta a estas poblaciones en una unidad demográfica funcional mayor a una escala regional (Griffin, 2007 p. 34-35).

Autores discuten que tanto la profundidad del cuerpo de agua como la cobertura vegetal en los alrededores están relacionadas con la presencia de la tortuga blanca. Sin embargo existe

evidencia que la variable de mayor relevancia para explicar la presencia de la especie son las características de la vegetación (Zenteno 2011, p. 70-79; Ureña, 2007, p. 60-61).

La información obtenida en este trabajo enriquece el conocimiento acerca de la ecología de la tortuga blanca y proporciona elementos para el diseño de propuestas de manejo y conservación de la especie y su hábitat. Conocer los cambios en la abundancia, la estructura sexual y de edades en la población permitirá predecir el futuro de las poblaciones en condiciones naturales y ante la transformación de su hábitat (Griffing 2007, p. 11).

9. CONCLUSIONES

1. En los meses de junio 2012 y abril 2013 se presentan los registros con mayor abundancia. Esta abundancia de tortugas blancas en la laguna El Perú puede estar relacionada con las variaciones temporales que afectan la estructura de la laguna.
2. Se pudo observar en esta población que la razón de sexos es favorable a los machos con 1.39 ♂: 0.71 ♀.
3. La mayor actividad de tortugas se observó en los meses abril y noviembre, lo cual puede estar relacionado con la temporada de busca de parejas y de anidación.
4. En la mayoría de los meses en que se realizaron observaciones predominaron los sub-adultos (Clase II), seguido por adultos (Clase III). Ambas clases de edades pueden ser resultado del comportamiento de las tortugas así como del método de captura utilizado para este estudio.
5. Es posible que el tamaño del trasmallo utilizado permitió únicamente la captura de tortugas de Clase II y III, excluyendo así a la Clase I.
6. Según el análisis de correlación de Spearman, las medidas de profundidad obtenidas en la laguna presentaron una relación inversa con el número de capturas, lo que puede ser evidencia del comportamiento diferencial entre especies durante la temporada seca y lluviosa.
7. Las especies de plantas observadas en la laguna El Perú son reportadas como parte de la dieta de la especie, por lo que se relaciona como un sitio importante para la alimentación.
8. El estudio poblacional de las tortugas blancas puede dar indicios de la importancia ecológica de estos organismos en los ecosistemas y el impacto de las actividades antropogénicas sobre dichas poblaciones. Este tipo de estudios pueden servir para tomar medidas de protección adecuadas en la zona.

10. RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar estudios constantes a lo largo de varios ciclos anuales completos, con el propósito de monitorear los procesos reproductivos y tener información más confiable sobre los factores que afecten la estructura poblacional.
2. Evaluar distintos métodos de captura para estimar si tiene algún efecto en la captura diferencial de sexos o estructura de edades.
3. El seguimiento de las tortugas para explicar no sólo la movilidad, sino también para estimar los rangos de hogar sería de gran utilidad para denotar el comportamiento el cual puede estar relacionado con la estructura poblacional de la especie.
4. Evaluar las características del hábitat como por ejemplo la cobertura vegetal es de utilidad para poder indicar el comportamiento de las tortugas a lo largo de una temporada y con ello los sitios de importancia para la conservación. Investigaciones futuras también deberían concentrarse en los efectos de la depredación en estas poblaciones de tortugas.
5. Determinar la estructura poblacional de otras poblaciones de tortugas blancas en localidades con condiciones similares y diferentes a la laguna El Perú las cuales pueden ser comparadas para lograr acciones de manejo.
6. Con base a los resultados de este trabajo, se sugiere el seguimiento de estudios a largo plazo sobre la estructura poblacional de la tortuga blanca por ser una especie longeva. Además de poner en práctica y reforzar medidas de manejo para lograr la conservación de la especie.
7. En general ninguno de los supuestos discutidos en el presente estudio tienen pruebas puntuales. Sin embargo, esto no significa que las actividades o estrategias reproductivas de las tortugas no afectaran a la estructura poblacional. Por lo que se necesitan más investigaciones antes de que los efectos de la estructura poblacional de la tortuga blanca en la laguna El Perú pueda ser del todo entendida.

11. ANEXOS

Anexo 1. Especies capturadas en los trasmallos colocados en la laguna El Perú, incluyendo el número de capturas durante el periodo de estudio.

Familia	Especie	Nombre común	Numero de captura
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea	1
Kinosternidae	<i>Staurotypus triporcatus</i>	Tortuga tres quillas o Guao	1
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo pantanero	8
Lepisosteidae	<i>Atractosteus tropicus</i>	Peje lagarto	5

Anexo 2. Fotografías de campo



Foto1. Revisión de trasmallos colocados en la laguan El Perú.

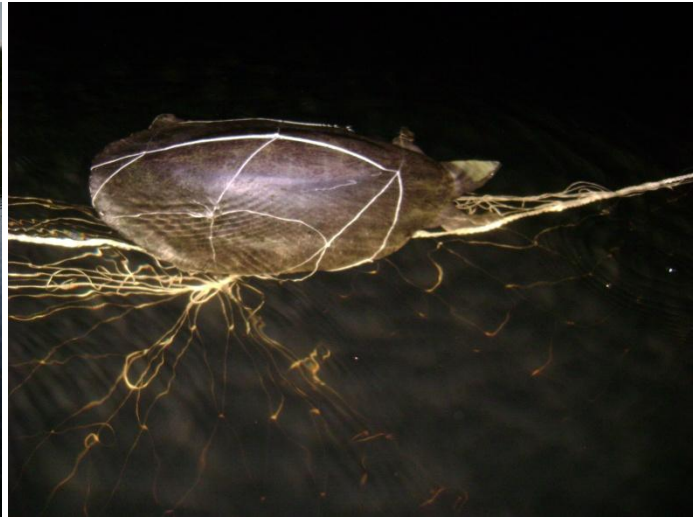


Foto 2. Captura de tortugas en los trasmallos



Foto 3. Identificación de tortugas mediante un lector de microchips.



Foto 4. Determinación de machos y hembras a través del tamaño de cola. Izquierda hembra y Derecha macho.



Foto 5. Medición del largo del caparazón para la determinación de clases de edades.



Foto 6. Diferentes clases de tamaño de la tortuga blanca reportadas en la laguna El Perú.



Foto 7. Macho de tortuga blanca durante la temporada de apareamiento (coloración de la cabeza mostaza)



Foto 8. Liberación de tortuga blanca (previamente marcada) en el sitio de estudio



Foto 9. Tortuga Jicotea capturada en el trasmallo.



Foto 10. Cocodrilo de pantano capturado en el trasmallo.



Foto 11. Tortuga juvenil capturada por medio de observación directa.



Foto 12. Cobertura vegetal a la orilla de la laguna El Perú.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Andreu, A. (1987). Ecología y dinámica poblacional de la tortuga mora, *Testudo graeca graeca* L., En Doñana, Huelva. (Tesis de Doctorado). Universidad de Sevilla Facultad de Biología. Unidad de Zoogeografía y Sistemática. Estación Biológica de Doñana CSIC. Sevilla. España

Bailie, J. y Groombridge, B. (1996). Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Bestelmeyer, B. y Alonso, L. (2000). Evaluación Biológica de los Sistemas Acuáticos del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala. Boletín RAP de Evaluación biológica, *16*, 221pp

Bickham, J., y Carr, J. (1983). Taxonomy and Phylogeny of the Higher Categories of Cryptodiran Turtles base on a Cladistic Analysis of Chromosomal data. *Copeia*, *4*, 918-932.

Bull, J., y Charnov, E. (1989). Enigmatic reptilian sex ratios. *Evolution*, *43*(7), 1561-1566.

Bury, B., Germano, D., y Bury, G. (2010). Population structure and growth of the turtle *Actinemys marmorata* from the Kamath-Siskiyou Ecoreion: age, not size, matters. *Copeia* *3*, 443-451.

Cagle, F. (1944). *Home range, homing behavior, and migration in turtles*. Museum of Zoology, University of Michigan, USA: Miscellaneous publications.

Campbell, J., (1998). Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan peninsula and Belize, *University of Oklahoma Press*, pp.1-380

Castañeda, E.S. (2009). Parámetros demográficos de *Dioon spinulosum* Dyer & Eichler (Zamiaceae), en San Miguel Soyaltepec, Oaxaca. (Tesis de maestría) Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.

Congdon, J., y van Loben Sels, R. (1993). Relationships of reproductive traits and body size with attainment of sexual maturity and age in Blanding's turtles (*Emydoidea blandingi*). *Journal of Evolutionary Biology*, 6, 547-557.

Congdon, J. Dunham, A. y van Loben Sels, R. (1994). Demographics of common snapping turtles (*Chelydra Serpentina*): Implications for conservation and management of Long-Lived Organisms. *American Zoologist*, 34(3), 397-408.

CONAP. (2007). Plan Maestro Parque Nacional Laguna del Tigre y Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido. *Wildlife Conservation Society*, pp.156.

CONAP (2009). Lista de especies amenazadas de Guatemala-LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres CITES de Guatemala, 67 (02), 120.

Crawley, M. (2007). *The R Book*. Imperial College London at Silwood Park, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Donald, P. (2007). Adult sex ratios in wild bird populations. *Ibis*, 149, 671-692.

Doody, J., Young, J., y Georges, A. (2002). Sex differences in activity and movements in the pig-nosed turtle *Carettochelys insculpta*, in the wet-dry tropics of Australia. *Copeia*, 1, 93-103.

Dreslik, M., Kuhns, A., y Phillips, C. (2005). Structure and Composition of a Southern Illinois Freshwater turtle assemblage. *Northeastern Naturalist*, 12(2), 173-186.

Emlen, S., y Oring, L. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197(4300), 215-223.

Eskew, E., Price, S., y Dorcas, M. (2010). Survivorship and population densities of painted turtles (*Chrysemys picta*) in recently modified suburban landscapes. *Chelonian Research Foundation*, 9(2), 244-249.

Frair, W. (1972). Taxonomic relations among Chelydrid and Kinosternid turtles elucidated by serological tests. *Copeia*, 1, 97-108.

Gamble, T. (2006). The relative efficiency of basking and hoop traps for painted turtles (*Chrysemys picta*). *Herpetological Review*, 37(3), 308-312.

García-Anleu, R., Balas, R., Soto, J., Espejel, V., Moreira, J., Ponce, G., Ramos, V., Oliva, F., González, E., Tut, H., Tut, K., Xol, T., Xoc, P., Córdova, M., Córdova, F., y Morales, L. (2007). Distribution and ecology of the Central America river turtle (*Dermatemys mawii*: Dermatemidae) in the lowland Maya forest, Guatemala. *United States Agency for International Development (USAID)*, p. 28.

García-Anleu, R., Balas, R., Moreira, J., Ponce, G., Mérida, M., Ruano, G., González, E., Muñoz, E., Córdova, M., Bosarreyes, B. (2010). Where do they go? Determining the spatial and hábitat requirements of the CA river turtle (*Dermatemys mawii*: Dermatemidae) in El Perú Lagoon, Selva Maya of Guatemala. *Turtle Conservation Fund*. p. 21

Germano, D., y Bury, R. (2009). Variation in body size, growth, and population structure of *Actinemys marmorata* from lentic and lotic habitats in southern Oregon. *Journal of Herpetology*, 43(3), 510-520.

Germano, D., y Rathbun, G. (2008). Growth, population structure, and reproduction of Western pond turtles (*Actinemys marmorata*) on the Central coast of California. *Chelonian Conservation and Biology*, 7(2), 188-194.

Gibbons, J. (1970). Sex ratios in turtles. *Researches on Population Ecology (Kyoto)*, 12, 252-254.

Gibbons, J. (1990). Sex ratio and their significance among turtle populations. En: J. Whitfield Gibbons (Ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle*, (pp. 171-182) Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

Gibbons, W., y Andrews, K. (2004). PIT tagging: Simple Technology at its Best. *BioScience*. 54(5), 447-454.

Gibbs, J., y Steen, D. (2005). Trends in sex ratios of turtles in the United States: implications of road mortality. *Conservation Biology*, 9(2), 552-556.

Giraldo, A., Garcés-Restrepo, M., Carr, J., Loaiza, J. (2012). Tamaño y estructura poblacional de la tortuga sabaletera (*Rhinoclemmys nasuta*, Testudines: Geoemydidae) en un ambiente insular del pacífico colombiano. *Caldasia* 34 (1), 109-125.

Girondot, M., y Pieau, C. (1993). Effects of sexual differences of age at maturity and survival on population sex ratio. *Evolutionary Ecology*, 7, 645-650.

Griffing, K. (2007). Spatial population dynamics of western painted turtles in a wetland ecosystem in northwestern Montana. (PhD. Thesis). University of Montana Missoula, MT. United States of America.

Hughes, E.J. (2011). The effect of sex ratio on male reproductive success in painted turtles (*Chrysemys picta*). (PhD Thesis). The University of Guelph. Guelph, Ontario, Canada.

IUCN. (2006). 2012 IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>.

Juárez, D., Quintana, Y., y Morales, J. (2009). Estimación de diferencias morfométricas de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) a lo largo de su distribución. Proyecto Fodecyt, p.72.

Köhler, G. (2003). *Reptiles de Centroamérica*. Alemania: Herpeton. p. 367.

Kotenko, T. I. (2000). The European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Steppe zone of the Ukraine. *Landesmuseums, Neue Folge, 149*, 87-106.

Knauss, G., Joyce, W., Lyson, T., y Pearson, D. (2011). A new kinosternoid from the Late Cretaceous Hell Creek formation of North Dakota and Montana and the origin of the *Dermatemys mawii* lineage. *Springer, 85*, 125-142

Krebs, C.J. (1998). *Ecological Methodology*. (2nda ed.). Addison Wesley Longman, Inc. C.A.USA. pp. 620.

Lee, R.C. (1969). Observing the tortuga blanca. *International Turtle tortoise Society Journal, 3(3)*, 32-34.

Lee, J. (1996). The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula. *Cornell University Press, Ithaca*, New York. pp. 500.

Lee, J., (2000). A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya world: The lowlandas of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. *Cornell University Press*, 402.

Lee, P. (2007). The ecology of freshwater turtle communities on the upper-coastal plain of South Carolina. (Thesis Master of Science) Clemson University, Wildlife and Fisheries Biology. USA.

Lescano, J., Bonino, M., y Leynaud, G. (2008). Density, population structure and activity pattern of *Hidromedusa tectifera* (Testudines-Ghelidae) in a mountain stream of Córdoba province, Argentina. *Amphibia-Reptilia* 29, pp.505-512.

Litzgus, J., y Mousseau, T. (2004). Demography of a Southern Population of the spotted turtle (*Clemmys guttata*). *Southeastern Naturalist*, 3 (3), 391-400.

Lovich, J.E., y Gibbons, J.W. (1990). Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. *Oikos* 59, pp. 126-134.

Martins, F., y Souza, F. (2008). Estimates of growth of the Atlantic Rain forest Freshwater turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology*, 42(1), 54-60.

Martins, F. y Souza, F. (2009). Demographic parameters of the neotropical freshwater turtle *Hidromedusa maximilliani* (Chelidae). *Herpetologica*, 65(1), 82-91.

Miller, V. (2006). Selected demography and population estimation of *Trachemys scripta* (Yellow-Belled slider) in North Carolina as it relates to turtle harvesting. (Thesis) Faculty of North Carolina State University. United States of America.

Mogollones, S., Rodríguez, D., Hernández, O. y Barreto, G. (2010), A Demographic study of the Arrau turtle (*Podocnemis expansa*) in the middle Orinoco River, Venezuela. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(1), 79-89.

Moll, D. (1986). The distribution, status, and level of exploitation of the freshwater turtle *Dermatemys mawei* in Belize, Central America. *Biological Conservation*, 35, 87-96.

Moll, D., y Moll, E. (2004). The ecology, exploitation, and conservation of river turtles. *Oxford University Press*. USA. 393pp.

Ojasti, J. (2000). Manejo de fauna silvestre neotropical. Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. *SI/MAB Biodiversity Program* (5), p. 290.

Polisar, J. y Horwich, R. (1994). Conservation of the large, economically important river turtle *Dermatemys mawii* in Belize. *Conservation Biology*, 8(2), 338-342.

Polisar, J. (1995). River turtle reproductive demography and exploitation patterns in Belize: implications for management. *Vida Silvestre Neotropical* 4(1), 10-19.

Polisar, J. (1996). Reproductive biology of a flood-season nesting freshwater turtle of the northern neotropics: *Dermatemys mawii* in Belize. *Chelonian Research Foundation*. 2 (1), 13-25.

Quinn, G. y Keough, M. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. New York: Cambridge University Press, p.527.

Rainwater, T., Pop, T., Cal, O., Platt, S., y Hudson, R. (2010). A recent survey of the critically endangered Central American river turtle (*Dermatemys mawii*) in Belize. *Belize Fisheries department*, Belize city, Belize, Central America., pp. 76.

Rainwater, T., Pop, T., Cal, O., Garel, A., Platt, S. y, Hudson, R. (2012). A recent countrywide status survey of the critically endangered Central American river turtle (*Dermatemys mawii*) in Belize. *Chelonian Conservation and Biology*, 11(1), 97-107.

Ramos, C.L. (2009). Estudio poblacional de especies silvestres del género *Arachis* (Maní) en Bolivia. (Tesis Licenciatura). Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y Tecnología. Chochabamba, Bolivia.

Roosenburg, W. (1991). The diamond terrapin: Population dynamics, habitat requirements, and opportunities for conservation. New perspectives in the Chesapeake system: a research and management partnership. Proceeding of a conference. Chesapeake Research Consortium Publication, 137, 227-234.

Rostal, D., Owens, D., Grumbles, J. Mackenzie, D., y Amoss, M. (1998). Seasonal reproductive cycle of the kemp's ridley sea turtle (*Lepidochely kempi*). *General and comparative Endocrinology* (109), pp. 232-243.

Saborido-Rey, F. (sf). Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC) Universidad de Vigo. 71pp.

Skalski, J., Ryding, K., y Millspaugh, J. (2005). Wildlife demography. Analysis of Sex, Age, and Count Data. *Elsevier Inc.* 636pp.

Souza, F., y Abe, A. (2001). Population Structure and Reproductive Aspects of the Freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical fauna and environment*, 36(1), 57-62.

Trivers, R., y Willard, D. (1973). Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*, 179(4068), 90-92.

Turtle Conservation Fund. (2002). A global action plan for conservation of tortoises and freshwater turtles, Strategy and funding prospectus 2002–2007. *Conservation International and Chelonian Research Foundation*.

Ureña-Aranda (2007). Evaluación de hábitat de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*, Gray 1847) en humedales de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz. (Tesis de Maestría). Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.

Vogt, R. (1980). New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*, pp. 368-371

Vogt, R. y Flores-Villeda. (1992). Aspectos de la ecología de la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. En: Vásquez-Sánchez, M.A. y M.A. Ramos (eds.). Reserva de la Biósfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. Publicación Especial Ecosfera. 1, 221-231.

Vogt, R., Polisar, J., Moll, D. y, Gonzalez-Porter, G. (2011). *Dermatemys mawii* Gray 1847-Central American river turtle, tortuga blanca, hickatee. Conservation Biology of Freshwater turtles and tortoises. *Chelonian Research Monographs*, (5), pp. 1-12.

Zar, J. (2010). *Biostatistical analysis*. (5th ed.). New Jersey: Pearson.

Zenteno, C., Barba, E., Bello, J., y Ochoa, 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.

Zenteno, C. (2011). Análisis espacio-temporal del hábitat y presencia de *Dermatemys masii* (Gray, 1847) en la reserva de la biosfera pantanos de centla. (Tesis de Doctorado). ECOSUR. México.