



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

IMPACTO DE LA RETENCIÓN DE NEONATOS DE
TORTUGA GOLFINA (*Lepidochelys olivacea*) SOBRE SU
ORIENTACIÓN Y VELOCIDAD EN LA
TRAYECTORIA HACIA EL MAR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

ANA ALÍ SIMÓN GUTIÉRREZ



DIRECTOR DE TESIS:
BIOL. ANA REBECA BARRAGÁN ROCHA

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos del jurado

<p>1. Datos del alumno Simón Gutiérrez Ana Alí 04455 91106973 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 098040676</p>
<p>2. Datos del tutor Biól. Barragán Rocha Ana Rebeca</p>
<p>3. Datos del sinodal 1 Dr. Reynoso Rosales Victor Hugo</p>
<p>4. Datos del sinodal 2 M. en C. Jiménez Fernández Elvia Josefina</p>
<p>5. Datos del sinodal 3 M. en C. Garza Castro Juana Margarita</p>
<p>6. Datos del sinodal 4 Biól. León Pérez José</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito Impacto de la retención de neonatos de tortuga golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>) sobre su orientación y velocidad en la trayectoria hacia el mar 67 pp. 2009</p>

Agradecimientos

Para Argelia Zapata,
más tierna que la ternura,
más ángel que mi ángel bueno.
Mis logros siempre serán también tuyos.

A Tía Nadima, eres un ejemplo de vida, te admiro, sin ti no lo hubiera logrado.

A mi tutora Ana Rebeca Barragán, por su infinito apoyo.

A mis sinodales, por su apoyo y por aguantarme.

A mis hermanos y a mi cuñada Mari, gracias por mis lindos sobrinos.

A mi familia por ser mis amigos.

A mis amigos por ser mi familia.

A mis preciosas mujeres Sauza Dones. Te adoro Elita.

A los Arredondo, siempre un apoyo incondicional.

A mi abuela y a mis padres... mírenme!!!!

A mi sol, mi olor a tierra recién nacida y mi color favorito. Mi Zari. Te almo.

A la vida, al mar, a la esperanza y a los sueños por hacerse realidad.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	6
1.1. Abstract.....	7
2. INTRODUCCIÓN.....	8
2.1. Objetivo General.....	9
2.2. Objetivos particulares.....	9
2.3. Hipótesis.....	10
3. ANTECEDENTES.....	11
3.1. Rasgos morfológicos.....	11
3.2. Ciclo de vida	12
3.3. Crías.....	13
3.3.1. Cómo encontrar el mar.....	15
3.3.2. Frenesí infantil.....	17
3.4. Amenazas antropogénicas.....	18
3.5. Conservación y situación actual.....	19
3.6. Retención de neonatos tras su emergencia del nido.....	22
4. MATERIALES Y MÉTODO.....	25
4.1. Área de estudio.....	25
4.1.1. Conservación en el área de estudio.....	26
4.2. Colecta de ejemplares.....	27
4.3. Tratamientos.....	27
4.4. Zona de liberación.....	28
4.5. Toma de datos.....	29
4.6. Análisis de los datos.....	30
4.7. Análisis estadístico.....	31
5. RESULTADOS.....	34
5.1. Velocidad.....	34
5.1.1. Medias de tendencia central y dispersión.....	34
5.1.2. Diferencias entre las medias.....	36
5.1.3. Comportamiento de la velocidad con respecto a las variables independientes	37

5.1.4. Estimación del valor de la velocidad en función de las variables predictoras.....	38
5.2. Grados de desviación.....	42
5.2.1. Medias de tendencia central y dispersión.....	42
5.2.2. Diferencias entre las medias.....	43
5.2.3. Comportamiento de los grados de desviación de la recta hacia el mar con respecto a las variables independientes.....	45
5.2.4. Estimación del valor de los grados de desviación de la recta hacia el mar en función de las variables predictoras.....	45
5.3. Índice de rectitud.....	47
5.3.1. Medias de tendencia central y dispersión.....	47
5.3.2. Diferencias entre las medias	48
5.3.3. Comportamiento del índice de rectitud con respecto a las variables independientes.....	49
5.3.4. Estimación del valor del índice de rectitud en función de las variables predictoras.....	50
6. DISCUSIÓN.....	52
6.1. Efecto del tiempo de retención en la capacidad de las crías para llegar al mar.....	52
6.2. Efecto del tipo de retención en la capacidad de las crías para llegar al mar.....	53
6.3. Efecto de las variables ambientales en la capacidad de las crías para llegar al mar.....	54
7. CONCLUSIONES.....	57
8. BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXO A.....	65
ANEXO B.....	67

I. RESUMEN

El retener neonatos de tortugas marinas antes de su liberación es una actividad común usada cada día con más frecuencia. Estas prácticas, realizadas con diversos fines, pueden tener varios efectos negativos en la supervivencia de las crías. Con base en esto el objetivo del presente estudio fue analizar si la retención de crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) afecta su capacidad para llegar al mar. Para ello se midió la velocidad, los grados de desviación de la recta hacia el mar y el índice de rectitud. Se establecieron cuatro tiempos de retención: 6, 12, 24 y 48 h y se analizaron los efectos de cuatro tipos de retención: arena en sombra, arena en oscuridad, agua en sombra y agua en oscuridad. En los resultados se encontró que el tiempo de retención afectó de manera significativa e inversa únicamente al índice de rectitud. El número de crías que no avanzaron hacia el mar en un lapso mayor a 5 minutos aumentó conforme aumentaron los periodos de retención. El tipo de retención afectó de manera significativa únicamente a la velocidad. Las crías retenidas en agua, tanto en sombra como en oscuridad, presentaron las mayores medias para esta variable. El tipo de retención que presentó más casos donde las crías no pudieron avanzar hacia el mar, en el lapso de 5 minutos, fue arena sombra. Las variables ambientales (temperatura superficial de la arena, temperatura ambiental y humedad) presentaron el mayor porcentaje de explicación de la variabilidad en la capacidad de las crías para llegar al mar. Al aumentar ambas temperaturas, y disminuir la humedad, condiciones que se presentan durante el día, la velocidad y el índice de rectitud de las crías aumentaron, y los grados de desviación de la recta hacia el mar disminuyeron. Sin embargo, los neonatos comúnmente emergen de noche, lo cual se puede deber a una relación costo-beneficio. Durante la noche el número de depredadores disminuye y no hay riesgo de deshidratación o de sufrir quemaduras.

1.1. Abstract

To retain sea turtle hatchlings with diverse purposes is a common practice frequently used. These practices may have negative effects in the survival of the hatchlings. In this study we analyze how retention of olive ridley's turtles (*Lepidochelys olivacea*) hatchlings affect their capacity to reach the sea. This capacity was measured in terms of: speed, degrees of deviation from the straight way to the sea, and straightness index. Four periods of retention were established: 6, 12, 24 and 48 h, with four different types of retention: sand in shadow, sand in darkness, water in shadow and water in darkness. Results showed that the retention time affected in a significant way only the straightness index. We observed that as the retention period increased, the number of hatchlings that were not able to move forward to the sea, in a period of 5 minutes, increased. The retention type only affected the speed in a significant way. Hatchlings kept in water, either in shadow or darkness, showed the higher speed average. Sand in shadow was the retention type that exhibited the largest amount of cases where hatchlings were not able to move towards the sea, in the 5 minute period. The environmental variables (sand superficial temperature, environmental temperature and humidity) showed the highest percentage of the variability explanation for the capacity of the hatchlings to reach out the sea. As both temperatures increased, and the humidity decreased, normal conditions during daytime, the speed and straightness index increased, and the degrees of deviation from the straight way to the sea decreased. Al aumentar ambas temperaturas, y disminuir la humedad, condiciones que se presentan durante el día, la velocidad y el índice de rectitud de las crías aumentaron, y los grados de desviación de la recta hacia el mar disminuyeron. However, hatchlings usually emerge during the night. A cost-benefit relation may explain it. At night the number of predators decreases and there is no risk of suffering burns or dehydration.

II. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas son componentes únicos de sistemas ecológicos complejos. Juegan un papel importante en el mantenimiento de los ecosistemas costeros, llevando nutrientes y energía de los ecosistemas costeros y pelágicos donde se alimentan hacia las playas donde depositan sus huevos (Bouchard y Bjorndal, 2000).

Las tortugas golfinas son propensas a declinar debido a su lenta tasa de crecimiento combinada con impactos antropogénicos. Esto se acumula con su prolongado desarrollo a través de varias etapas de vida, hábitats múltiples y amplias expansiones geográficas (Abreu-Grobois y Plotkin, 2008). De cada 100 huevos desovados sólo alrededor del 0.5% llega a la etapa adulta (Márquez et al., 1976). Dentro de los factores antropogénicos se encuentran las malas prácticas de conservación, por ejemplo, métodos inadecuados de liberación de crías pueden producir grandes tasas de mortalidad (Mortimer, 2000).

Actualmente los neonatos son retenidos después de su emergencia del nido. Esto se ha hecho con fines muy variados, desde actividades educativas hasta atracciones turísticas (Chacón et al., 2007). En México, la retención de crías con fines turísticos se ha vuelto una actividad común usada cada día con más frecuencia (Zenteno et al., 2008). Estas practicas también se desarrollan dentro de los programas de protección que se realizan en diversas playas del país con la finalidad de hacerle publicidad a los resultados de las actividades de protección (Márquez, 2004).

Estas prácticas pueden tener varios efectos negativos en la supervivencia de las crías. Por ejemplo, pueden comenzar el llamado “frenesí infantil” o “frenesí natatorio”, que es un periodo de alta actividad (Lohmann et al., 1997), y estar quemando invaluable calorías que deberían ser usadas para migrar mar adentro (Wyneken, 2000). Una vez que entran al mar su sobrevivencia depende de que inicien oportunamente su alimentación. Cualquier factor que afecte su capacidad de llegar a la zona de alimentación incrementará su mortalidad (Márquez, 1996).

Está claro que las tortugas marinas necesitan ser conservadas hoy en día. Sin embargo, si no se tiene la suficiente información sobre su biología, es muy difícil implementar estrategias de conservación apropiadas (Shanker et al., 2003). Sólo a través del conocimiento de las interacciones de las tortugas marinas con el ambiente se podrán establecer técnicas efectivas de conservación (INE, 2002).

Para determinar cuales acciones tienen el mayor potencial para tener éxito, es necesario examinar críticamente las técnicas de conservación que han sido sugeridas para las tortugas marinas (Ehrenfeld, 1982; Pandav y Choudhury, 2000). Con base en esto se decidió evaluar el efecto del tiempo de retención en la capacidad de las crías para llegar al mar y examinar los efectos causados por diferentes tipos de retención.

El estudio que aquí se presenta analiza cómo la retención de neonatos afecta la velocidad y la orientación de las crías al dirigirse hacia el mar. Para medir la orientación de las crías se utilizaron dos parámetros: grados de desviación de la recta hacia el mar y el índice de rectitud.

2.1. Objetivo General

Analizar el efecto de la retención de neonatos de *Lepidochelys olivacea* en su capacidad para llegar al mar.

2.2. Objetivos particulares

1. Analizar si la velocidad y la orientación de las crías al dirigirse al mar se ve afectada por diferentes periodos de retención.
2. Examinar si el tipo de retención tiene efectos sobre la velocidad y la orientación de las crías para llegar al mar.

3. Evaluar el efecto de las variables ambientales en la velocidad y la orientación de las crías al dirigirse hacia el mar.

2.3. Hipótesis

La retención de neonatos de *Lepidochelys olivacea* tras su emergencia del nido afecta su capacidad para llegar al mar.

Al aumentar el tiempo de retención disminuirá la velocidad y el índice de rectitud de las crías al dirigirse hacia el mar y aumentarán los grados de desviación de la recta hacia el mar.

Retener a las crías en agua aumentará su velocidad al dirigirse hacia el mar.

Se espera que la mayor velocidad y mejor orientación se presente a bajas temperaturas y alta humedad debido a que son las condiciones existentes durante la noche, periodo del día cuando la mayoría de los neonatos emergen del nido.

III. ANTECEDENTES

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz, 1829) pertenece a un antiguo grupo de reptiles que se ha adaptado a la vida en el océano (Lohmann y Lohmann, 2006). Es un animal en gran medida ectotérmico, ya que necesita el calor de su medio circundante como energía para poder llevar a cabo actividades diarias básicas como moverse de un lugar a otro y digerir sus alimentos (Seminoff et al., 2008).

Es la especie más abundante de las tortugas marinas y se encuentra en todos los mares tropicales y subtropicales del mundo (Pritchard, 1997; Marcovaldi, 2001) excepto el Golfo de México (Pritchard, 1969, citado en Abreu-Grobois y Plotkin, 2008; Pandav y Choudhury, 2000).

3.1. Rasgos morfológicos

La tortuga golfina es la más pequeña de todas las tortugas marinas (Pandav y Choudhury, 2000). La cabeza es mediana y subtriangular y presenta dos pares de escamas prefrontales. El escudo precentral está en contacto con el primer par de escudos laterales. Cada puente del plastrón tiene cuatro escudos inframarginales, cada uno con un poro muy conspicuo cercano a su borde externo-posterior (Márquez. 1996; Márquez et al., 1976).

Las crías son dorsal y ventralmente de color gris oscuro a negro. En ocasiones la concha y aletas presentan un delgado borde amarillento. En las crías la cabeza es comparativamente mayor que en el adulto (Márquez. 1996; Márquez et al., 1976).

Los escudos de las crías son ligeramente imbricados, carácter que se pierde con la edad. Durante las primeras etapas de crecimiento, los escudos dorsales y ventrales desarrollan unas quillas espinosas, las cuales se interrumpen entre escudo y escudo, conforme los animales van creciendo. Estas quillas, que al principio son muy agudas, van suavizándose y desapareciendo (Márquez et al., 1976). La longitud del carapacho alcanza un promedio de 42 mm y su peso oscila por lo general entre los 16-19 g (Marcovaldi, 2001).

3.2. Ciclo de vida

Cuando llegan a la edad de la primera reproducción, las tortugas golfinas adultas migran de sus áreas de alimentación a las áreas de anidación (Frazier, 2001). Estudios genéticos muestran que las tortugas marinas reproductivas regresan a la región de su nacimiento y tienden a anidar en lugares próximos a sus playas natales (Bowen et al., 1992). Ésto sucede debido a que las hembras recuerdan su playa natal por medio de un proceso denominado impronta o fijación del sitio. Este proceso se da cuando emergen del nido los neonatos y se desplazan hacia el mar (Chacón et al., 2007).

En contraste con otras especies de tortugas marinas, el ciclo reproductivo de las tortugas golfinas es casi anual (más del 60% anida cada año; Márquez, 1990). El número de huevos depositados en cada nidada varía entre las nidada al igual que entre las poblaciones (Hirth, 1980; Limpus, 1985, citado en Miller et al., 2003).

El período de incubación varía de 42 a 50 días, dependiendo de la época y área de desove (Márquez et al., 1976). Eclosionan a cualquier hora del día, pero usualmente emergen del nido durante la noche (Davenport, 1997).

Después de emerger del nido, las tortugas marinas entran al mar, comenzando una fase pelágica que se cree dura varios años. Ésta etapa de vida es la menos conocida y se le llama el “año perdido” (Carr, 1982; Bolten y Balazs, 1995). En este periodo se dejan llevar pasivamente por corrientes mayores que los dispersan lejos de sus sitios natales (Kopitsky et al., 2000).

La fase de cría dura desde el tiempo de la eclosión hasta el momento en que el animal se alimenta de manera independiente y ya no requiere primordialmente de la fuente de energía del saco vitelino (Musick y Limpus, 1997). Una vez que el animal alcanza las características morfológicas definitivas y la madurez sexual, siendo ya considerado un

adulto, efectúa su primera migración reproductiva hacia las zonas de anidación (Márquez, 1996), comenzando así nuevamente el ciclo.

3.3. Crías

Una vez que las crías rompen el cascarón permanecen inactivas por aproximadamente un día. Durante este periodo el saco vitelino es absorbido en la cavidad corporal y el plastrón se endereza (Lohmann et al., 1997). La ruptura de los cascarones dentro de la cámara de incubación puede ocupar entre 2 y 3 días (Márquez, 1996). La primera cría en eclosionar no comienza a cavar al momento sino que espera hasta que otras crías se liberen del huevo ya que enfrentan el reto de emerger del nido en una acción grupal (Carr y Hirth, 1961) (Fig. 1).

La actividad de una tortuga dispara el movimiento de las otras (Van Meter, 1992). Comienzan a excavar hacia la superficie en contra de la gravedad (Frazier, 2001). Las tortugas en la capa superior arañan el techo, aquellas en el fondo pisotean y compactan la arena que se filtra desde la parte superior a la inferior (Carr y Hirth, 1961) (Fig. 1).

La alta temperatura de la arena puede inhibir el movimiento de las crías. Así que cuando las crías de más arriba se aletargan la inactividad se esparce a las crías que están un poco más abajo en el nido, aún cuando ellas están en condiciones más frías. El resultado es que las crías emergen durante la noche *en masse*, más que en pequeños números (Fig. 1). Sin embargo pueden emerger temprano en la mañana o durante el día si llueve (Lohmann et al., 1997; Davenport, 1997).

Las crías que eclosionan de manera tardía o que son menos activas emergen en días posteriores, o en ocasiones ni siquiera son capaces de emerger del nido (Witherington, 1986, citado en Lutz y Musick, 1997).

Después de abandonar el nido las tortuguitas se desplazan directamente hacia el mar, recorriendo rápidamente cortos trechos (0.5 a 2 m) y descansando sólo unos segundos para reiniciar la marcha a fin de sortear en el menor tiempo posible los numerosos peligros que

acechan. La velocidad de este recorrido es en promedio de 0.02 m/seg (Márquez et al., 1976).

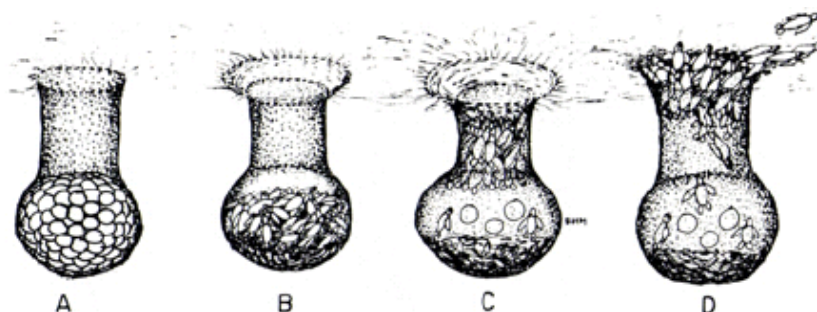


Figura 1. Conducta colectiva de las crías para salir del nido. a) Huevos incubándose; b) crías rompiendo y saliendo del cascarón; c) crías subiendo en grupo; d) salida del nido. Tomado de Márquez (1996).

Si emergen durante el día, las crías afrontan dos problemas significativos: las temperaturas potencialmente letales y los depredadores. En algunas playas de anidación la temperatura superficial de la arena durante el medio día puede exceder los 45°C bajo el sol directo. Bajo estas condiciones las crías mueren por insolación y deshidratación por el exceso de calor. También pueden recibir quemaduras severas por la arena, causándoles una muerte posterior o incapacitándolas para nadar (Miller et al., 2003; Márquez, 1996).

En un estudio realizado por Drakea y Spotila (2002) se determina que a los 41.3°C de temperatura superficial de la arena la actividad locomotora de las crías de *L. olivacea* se vuelve caótica. Comienzan a exhibir las primeras señales de movimientos no coordinados a una temperatura media de 35.7°C.

Las crías recién eclosionadas aprovechan el vitelo almacenado como fuente de energía durante los primeros días (Musick y Limpus, 1997). A pesar de que al emerger del nido ya han absorbido la mayor parte del saco vitelino (Márquez, 1996), las crías de tortuga golfina pueden vivir hasta tres semanas sin alimentarse (Jones et al., 2007). Una vez que alcanzan el agua ya no se detienen y se dirigen hacia el mar abierto efectuando cortas inmersiones (Márquez et al., 1976).

Gyuris (1994) observó que mientras nadan al océano las crías de tortuga verde (*Chelonia mydas*) no toman ninguna acción evasiva cuando se les acercan depredadores acuáticos. Su única táctica anti depredadores parece ser el nadar lo más rápido posible a través de las someras aguas cerca de la costa ricas en depredadores y por lo tanto minimizando el tiempo que están expuestas a una alta depredación por peces.

3.3.1. Cómo encontrar el mar

Las crías aparentemente no tienen un sentido innato de la posición del océano, ya que no pueden anticipar dónde anidarán sus madres. El sistema de orientación debe ser flexible y estar diseñado para responder a atributos generales que indican confiablemente la dirección hacia el mar en cualquier playa (Salmon y Wyneken, 1994). El comportamiento para alcanzar el mar desde el nido es muy similar en todas las especies de tortugas marinas (Márquez et al., 1976).

Una cría andando en una playa con superficie irregular no puede ver directamente el mar, debe encontrar su camino usando claves simples y confiables pero indirectas (Salmon, 2003). Primero ponen atención a las claves visuales dentro de un cono restringido de aceptación a lo largo del horizonte. Este cono de aceptación es de 180 grados a lo ancho y por debajo de los 30 grados para las crías de tortuga caguama (*Caretta caretta*), y de 180° a lo ancho y por debajo de “algunos grados” para la tortuga golfna y verde (*Chelonia mydas*) (Lohmann et al., 1997).

Bajo condiciones naturales, las crías de todas las especies de tortugas marinas encuentran el mar avanzando hacia el horizonte oceánico, que está a un nivel más bajo y es más brillante. Se alejan de las siluetas oscuras y elevadas de la vegetación y las dunas que usualmente limitan con el borde de la playa hacia la tierra (Lutz and Musick, 1997). En la playa la dirección más brillante es la vista del cielo nocturno y su reflejo en el océano (Witherington y Martin, 1996).

El color o longitud de onda de la luz también es usada por las crías para encontrar el mar (Salmon, 2003). Esta preferencia evita que se orienten hacia el sol saliente o poniente. La luz polarizada también puede ser usada por las crías para orientarse hacia el mar (Russell et al., 2005).

Aún cuando estudios han sugerido que las crías pueden responder a la pendiente de la playa, claves no visuales como ésta parecen tener poca influencia en el movimiento direccional de crías de tortuga verde, caguama y laúd (*Dermochelys coriacea*). Probablemente estas claves no entran en juego cuando hay claves visuales disponibles (Van Rhijn, 1979; Salmon et al., 1992, citado en Tuxbury y Salmon, 2005). Usando estos elementos las crías rara vez se desvían a más de 20 grados del rumbo directo hacia el mar (Salmon, 2003).

La conducta de orientarse hacia el mar puede tomar lugar durante cualquier fase y posición de la luna, lo cual indica que las crías no dependen de la luz lunar para encontrar el mar (Witherington y Martin, 1996). Sin embargo, estudios realizados por Mrosovsky (1970) indican que en algunas circunstancias el sol y la luna pueden distraer a las crías de la ruta más corta hacia el mar.

Una vez que entran al mar, las claves visuales ya no son esenciales. Las crías inicialmente mantienen el camino en dirección mar adentro nadando hacia las olas superficiales. Subsecuentemente usan un compás magnético para continuar moviéndose en la misma dirección (Salmon y Wyneken, 1994). Las crías no emergen de los nidos con un compás magnético definido, sino que deben definirlo (Lohmann et al., 1997).

Lohmann et al. (1990) indican que crías de tortuga laúd y verde no requieren de una trayectoria orientada desde la playa hasta el mar para poderse orientar correctamente una vez que comienzan la travesía oceánica. Sin embargo, Lorne y Salmon (2007) reportaron que al no haber olas, crías de tortuga caguama nadaban en direcciones no apropiadas cuando su andar hacia el mar había sido interrumpido.

3.3.2. Frenesí infantil

El “frenesí infantil” o “frenesí natatorio” es un periodo de alta actividad durante el cual las crías entran al mar y nadan lejos de la tierra (Lohmann et al., 1997). El momento en el que se considera que comienza el frenesí varía. Lohmann et al. (1997) y Dial (1987) consideran que comienza al momento de emerger del nido, para este caso el término correcto es “frenesí infantil” y otros autores indican que es al entrar al agua (Carr, 1962, citado en Wyneken, 2000).

La hiperactividad de las crías aparentemente responde a un mecanismo que les permite moverse de la playa hacia el mar en el menor tiempo posible, reduciendo la oportunidad de ser depredadas en áreas relativamente densas de depredadores. Durante este período, las crías pueden nadar a una velocidad de hasta 1.57 Km/h Si esta actividad se mantuviera, les rendiría alrededor de casi 40 Km por día (Musick y Limpus, 1997). Un estudio realizado por Clusella Trullas et al. (2006) indican que en el saco vitelino residual las crías de tortuga golfina tienen reservas suficientes para mantener 72 h de nado sostenido en su frenesí.

Dalton (1979) propuso la hipótesis de que el nado en frenesí sirve para transportar a las crías a sistemas de corrientes mar adentro, apropiadas para su dispersión (citado en Wyneken y Salmon, 1992). En contraste Salmon y Wyneken (1987) propusieron que el frenesí desplazaba a las crías desde aguas someras cerca de la costa hasta aguas mar adentro, con lo cual después del frenesí las crías continuaban el nado en cursos orientados hasta que alcanzaban los sistemas de corrientes oceánicas. Poco se sabe sobre la duración del frenesí específica para cada especie o cómo se compara entre las poblaciones de una misma especie. Variaciones en la conducta del frenesí puede reflejar diferencias funcionales específicas en la especie o población (Wyneken y Salmon, 1992).

Wyneken y Salmon (1992) establecieron en crías de tortuga verde, laúd y caguama, que una vez que el frenesí termina las crías usualmente se reactivan alrededor de media o una hora antes del amanecer. Las crías de estas especies nadaron casi continuamente durante las primeras 24 h en estudios realizados en tanques. Subsecuentemente, hubo una disminución

en la actividad del nado conforme se volvían menos activas en la noche. Después del periodo de frenesí todas las especies continuaron nadando principalmente durante las horas del día.

Arista y Hernández (2006) realizaron un estudio midiendo el frenesí infantil a través de la velocidad de desplazamiento en la arena de crías de tortuga golfina bajo retención. Este estudio reportó que durante los primeros 15 días en cautiverio, las crías retenidas pueden ser igual o incluso más rápidas que las crías que emergen *in situ* y que la pérdida del frenesí natatorio en las crías de tortuga golfina se da en el día 29.

Después del frenesí las crías tienen una transición en su conducta que establece patrones de actividad en relación al motociclo. Esta transición es llamada “postfrenesí”. El nado en postfrenesí difiere entre especies. Sirve para conservar energía mientras las crías completan el viaje a corrientes oceánicas favorables y/o localizan sitios apropiados en las zonas de alimentación (Wyneken, 2000).

3.4. Amenazas antropogénicas

Hoy en día los números de las tortugas marinas se han reducido drásticamente, al punto de que todas las especies son consideradas globalmente amenazadas o en peligro (Pandav y Choudhury, 2000). De cada 100 huevos desovados sólo alrededor del 0.5% llega a la etapa adulta (Márquez et al., 1976). Sin lugar a dudas la interferencia humana es la mayor causa para el colapso de estos animales (Pandav y Choudhury, 2000).

Un factor antropogénico que afecta a las tortugas marinas es el turismo sin control o guía. El retener a las crías después de su emergencia del nido para atraer turistas es una práctica común (Zenteno et al., 2008; Chacón et al., 2000, 2007) También se deben mencionar las malas prácticas de conservación, por ejemplo, métodos inadecuados de liberación de crías pueden producir grandes tasas de mortalidad (Mortimer, 2000). Una vez que entran al mar su sobrevivencia depende de que inicien oportunamente su alimentación. Cualquier factor

que afecte su capacidad de llegar a la zona de alimentación incrementará su mortalidad (Márquez, 1996).

3.5. Conservación y situación actual

Márquez (1996) indicó que “La permanencia de las tortugas marinas en el mundo ya no depende exclusivamente de la capacidad intrínseca que estos organismos tienen para sostener y recuperar por sí mismos sus poblaciones, sino de las actividades que a favor de ellas desarrolle el hombre”.

Actualmente la mayoría de las acciones de conservación a favor de la tortuga golfinia a nivel internacional se han basado en ubicarla bajo la categoría de *en peligro* en la Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), aunque en 2007 se revisó su estatus y fue recategorizada en dicha lista como *Vulnerable* (Abreu-Grobois y Plotkin, 2008). También se encuentra en el Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Otro instrumento internacional importante que lista a la tortuga golfinia como en peligro es la CMS (Convención de Especies Migratorias) y la IAC (Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas) (Todas las siglas se presentan en inglés, Abreu-Grobois y Plotkin, 2008). La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 determina incluye a las siete especies de tortuga marina en la categoría de: en peligro de extinción.

En México los esfuerzos de conservación y manejo de tortugas marinas incluyen una veda en la cosecha y el comercio, el requerimiento de usar dispositivos excluidores de tortugas (DET's) en los barcos camaroneros, investigación, patrullaje de las playas de anidación, talleres regionales para investigadores, conservación del hábitat, educación en escuelas, contacto con medios de comunicación y la aplicación de la ley (Flemming, 2001) (Cuadro 1).

Paralelamente a las medidas legales adoptadas dependencias de Gobierno, organizaciones no gubernamentales y otros, colaboran en la investigación de campo y proyectos de

conservación a lo largo de México. Administran por lo menos 127 campamentos tortugeros para proteger nidos y tortugas anidadoras (Flemming, 2001).

Las actividades de los campamentos durante los periodos de anidación incluyen: patrullaje de las playas para proteger a las hembras, nidos y crías; marcaje y recolección de datos biológicos de las hembras anidadoras; estudios de anidación y del éxito de eclosión; en caso de ser necesario, la reubicación de nidadas a áreas protegidas; y reclutamiento de las crías a la población silvestre (Arenas-Fuentes et al., 2000; Flemming, 2001)

Cuando los nidos están amenazados por robo, erosión o inundación, por ejemplo, se transfieren a otros sitios (Flemming, 2001). Generalmente esta transferencia es a un vivero, que es un área delimitada de la playa para reubicar los nidos. Allí se incuban los huevos y se liberan los neonatos al mar con la finalidad de proveer una mejor probabilidad de supervivencia a los huevos y atenuar el impacto de la recolección intensiva entre otros (Chacón et al., 2007). Pero los programas con viveros tienen varios riesgos y serias limitaciones que pueden producir un impacto negativo en las poblaciones de tortugas marinas (Mortimer, 2000).

Cuadro 1. Leyes y acciones de conservación que afectan a las tortugas marinas en México. Modificada de INE (2000), Márquez (2004) y Seminoff et al. (2008).

AÑOS	LEYES Y ACCIONES
1925-1946	Promulgación de vedas temporales a la pesca, prohibición temporal a la recolección de huevos y decreto de tallas mínimas de captura.
1963	Prohibición definitiva a la cosecha y comercio de huevos.
1966	Establecimiento del programa de investigación de tortugas marinas por el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras.
1968	Implementación de reglas de captura, uso y comercio para las tortugas por la Secretaría de Comercio
1971-1972	Veda total a la captura de tortugas marinas, excepto a cooperativas.
1978	Incorporación del Programa de Tortugas Marinas a los Programas binacionales MEXUS-Golfo y MEXUS-Pacífico.
1986	Decreto como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio a 17 playas de anidación de tortugas marinas en todo el país.
1990	Acuerdo que establece la veda total de todas las especies de tortuga
1990	Se crea el Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas
1991	México se integra como miembro de CITES
1993	Se publican las Normas Oficiales Mexicanas en las que se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET's) en el Golfo de México y Mar Caribe.
1994	Se publica la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, por la que se determina las siete especies de tortuga marina en la categoría de: en peligro de extinción.
1996	Reformas y Derogaciones al Código Penal en materia de Fuero Federal para sancionar la captura, colecta y comercialización de especies en peligro de extinción como las tortugas marinas, sus productos y derivados.
1996	Se publica la NOM en la que se establece el uso obligatorio de DET's en las redes de arrastre durante las operaciones de pesca de camarón en el Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California.
1998	Firma y Ratificación por México de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas
2000	Se crea la Ley General de Vida Silvestre

Las opciones para conservar tortugas marinas están limitadas por varias cosas, especialmente por la biología de los animales y por nuestro inadecuado conocimiento sobre ella. Para que un programa de conservación sea biológicamente efectivo debe estar firmemente basado en el conocimiento de cómo y en qué extensión los humanos amenazan la supervivencia de las tortugas. Para determinar cuales acciones tienen el mayor potencial para tener éxito, es necesario examinar críticamente las técnicas de conservación que han sido sugeridas para las tortugas marinas (Ehrenfeld, 1982; Pandav y Choudhury, 2000).

3.6. Retención de neonatos tras su emergencia del nido

El retener a las crías en estanques o piletas se ha hecho con fines muy variados, desde actividades educativas hasta atracciones turísticas. Estas actividades usualmente “educativas” incluyen: carreras, liberación durante el día, manipulación por visitantes, liberación directamente en el agua, entre otras (Chacón et al., 2007).

En México la retención de crías de tortuga marina con fines turísticos se ha vuelto una práctica común usada cada día con más frecuencia (Zenteno et al., 2008). Se han mantenido las crías unos días y en ocasiones hasta más de un año antes de liberarlas en el medio silvestre. Este “cultivo” informal se ha desarrollado generalmente dentro de los programas de protección que se realizan en diversas playas del país. Sin embargo, la mayoría de las veces ha sido con la única finalidad de hacerle publicidad a los resultados de las actividades de protección (Márquez, 2004).

Se tiene la idea errónea de que con un mayor crecimiento las tortugas evitarán más fácilmente la depredación. Sin embargo, como en la mayoría de los casos se desconocen las áreas naturales de distribución de las tortugas de tallas similares, es frecuente que éstas sean liberadas en lugares y momentos inadecuados, por lo que es difícil que encuentren organismos de su talla, se reúnan con la población silvestre y sobrevivan apropiadamente (Márquez, 2004).

Es crítico que la biología de las tortugas marinas no se ignore cuando se diseñan las prácticas de conservación y manejo. Por ejemplo, el uso de viveros o la crianza en cautiverio son las herramientas de manejo usadas más comúnmente alrededor del mundo. Pero si los viveros no son manejados apropiadamente también pueden incrementar la mortalidad en las crías (Wyneken, 2000).

El criar en cautiverio involucra remover a la tortuga de una secuencia compleja y desconocida de experiencias que hubiera tenido en su ambiente natural. Estas experiencias

pueden jugar un rol necesario en su desarrollo (Ehrenfeld, 1982). Por ejemplo, cuando las crías de tortuga golfina son mantenidas en cautiverio por unos cuantos días, al ser liberadas en la playa, la velocidad que se observa de su desplazamiento hacia el mar es mucho más lenta que cuando acaban de salir del nido, y al llegar a agua pueden ser rechazadas varias veces por el oleaje y regresadas a la playa (Márquez et al., 1976). Ésto también puede resultar en heridas o en hacerlas muy letárgicas como para tener un comportamiento apropiado después de entrar al mar (Shanker et al., 2003b).

Al no ser liberadas inmediatamente después de que emergen de los nidos en el vivero pueden continuar su actividad frenética, quemando invaluable calorías que deberían ser usadas para migrar mar adentro. Esto puede implicar un cambio en sus tasas de nado antes de que se hayan distanciado lo suficiente de las aguas costeras o hayan alcanzado sus zonas de alimentación (Wyneken, 2000).

Un estudio realizado por Okuyama et al., (2006) indica que las crías de tortuga verde retenidas por un periodo mayor a 28 h necesitaron periodos de tiempo mucho más largos para alcanzar el mar abierto y que la dirección de su movimiento no era directa hacia el mar abierto. Esto sugiere que las crías puedan no alcanzar el mar abierto de manera tan efectiva como si hubieran sido liberadas naturalmente desde la playa. Pilcher y Enderby (2000) realizaron un estudio con crías de tortuga verde en el cual registraron que el rendimiento del nado decreció en condiciones de cautiverio prolongado. Las distancias recorridas en el nado cayeron en un 11% bajo 6 h de retención.

Dada la ignorancia en los procesos de la impronta y la calibración del compás magnético, el interferir en cualquier manera en el curso de las experiencias y eventos del desarrollo de las crías es una estrategia riesgosa de manejo. La supervivencia y éxito reproductivo de las tortugas criadas en cautiverio también es desconocida (Ehrenfeld, 1982). Estas prácticas también pueden afectar la aptitud de las crías liberadas en maneras no anticipadas (Wyneken, 2000).

En general la recomendación es que los neonatos deben ser liberados inmediatamente después de su emergencia (Chacón et al. 2007; Shigenaka, 2003; Shanker et al., 2003b; Mortimer, 2000). Pero se indican algunas excepciones, por ejemplo, que la liberación debe ocurrir preferiblemente de noche, cuando las temperaturas son bajas y cuando no hay presencia de aves u otros depredadores (Chacón et al. 2007), o que no se deben liberar entre las 9 h y el atardecer. También es mejor no liberarlas si hay un sol brillante o arena caliente (Shanker et al., 2003b).

Cuando la liberación inmediata no es posible, algunos autores recomiendan usar un contenedor o recipiente con entrada de aire, con arena húmeda para mantener la temperatura baja y “tapados” en un lugar oscuro (Chacón et al. 2007). Otros recomiendan cajas o hieleras de espuma de poliestireno (Mortimer, 2000) con arena húmeda colocando la tapa de la hielera suelta sobre la superficie para proporcionar un ambiente casi oscuro (Shigenaka, 2003). En lugar de colocar la tapa también se puede colocar una toalla húmeda para proveer un ambiente oscuro y húmedo (Department of Natural Resources, 2007). Shanker et al. (2003b) y Mortimer (2000) mencionan que las crías deben ser mantenidas en un saco de tela húmedo en un lugar frío y oscuro.

La principal sugerencia es que los neonatos no se deben colocar en contenedores con agua ya que comenzarán el frenesí natatorio y gastarán sus reservas de energía almacenadas en el saco vitelino (Department of Natural Resources, 2007; Mortimer, 2000; Shanker et al., 2003b; Chacón et al. 2007). Además pueden improntar las condiciones del contenedor en lugar de las marinas (Mortimer, 2000).

Zenteno et al. (2008) realizaron un estudio cuestionando las prácticas de retención. Encontraron que las crías de tortuga golfina retenidas en arena húmeda presentaron mayor variación en los niveles de glucosa que aquellas retenidas en agua. Este incremento en los niveles de glucosa puede ser debido al estrés generado por las condiciones de retención.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la playa de Cahuitán, Oaxaca. Se encuentra localizada aproximadamente a 25 Km del poblado de Cuajinicuilapa, estado de Guerrero, y a unos 5 Km de Llano Grande, Tapextla, Oaxaca, entre las coordenadas $16^{\circ} 18' 42''$ N $98^{\circ} 32' 26''$ W y $16^{\circ} 16' 58''$ N $98^{\circ} 27' 48''$ W (Fig. 2). Cahuitán se encuentra en el municipio de Santiago Tapextla, cuya cabecera es el poblado del mismo nombre. El asentamiento humano más cercano a esta zona de anidación es la comunidad de Cahuitán, pero existen otras comunidades cercanas a la playa, como La Culebra, ubicada aproximadamente a 2 Km de la costa, o Tecoyame, cercana a Punta Maldonado. Esta playa, adyacente a la playa de Tierra Colorada en el límite de los estados de Guerrero y Oaxaca, está delimitada en su extremo noroeste por una zona de riscos que se conoce localmente como “Las Piedras”, y continúa prácticamente sin interrupción hasta la barra de Corralero, 40 Km al sureste (Tavera et al., 2005).

La playa está formada por una larga franja arenosa con medidas muy variables. Al noroeste presenta una zona rocosa (Las Piedras) que en ciertos días de la temporada se encuentra afectada por las mareas altas, encontrándose nada o casi nada de la franja de arena. Al sureste se encuentra la franja de arena de una amplitud mayor, con un promedio de 90 m que se reducen a aproximadamente 80 m en las mareas más altas en los meses de marzo y abril, por lo que es una zona muy estable (Barragán et al., 2004).

En la playa anidan tres especies de tortugas marinas: laúd (*Dermochelys coriacea*), prieta (*Chelonia mydas*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*). La anidación no se distribuye uniformemente a lo largo de toda la zona, las anidaciones más densas se presentan en un segmento no mayor de 12 Km. Esta es la zona donde se realizan los recorridos diarios y trabajo nocturno que entran dentro de las actividades de conservación que se realizan en la playa. Para delimitar la zona de trabajo del campamento, se estableció el entronque del camino hacia Llano Grande como límite sureste; dentro de esta extensión de playa se

definieron 5 estaciones: Salida-Platanar (S-P), Platanar-Cahuitán (P-C), Cahuitán-Encanto (C-E), Encanto-Piedras (E-P) y Piedras (P) para facilitar los estudios que en ella se realizan (Tavera et al., 2005) (Fig. 2).

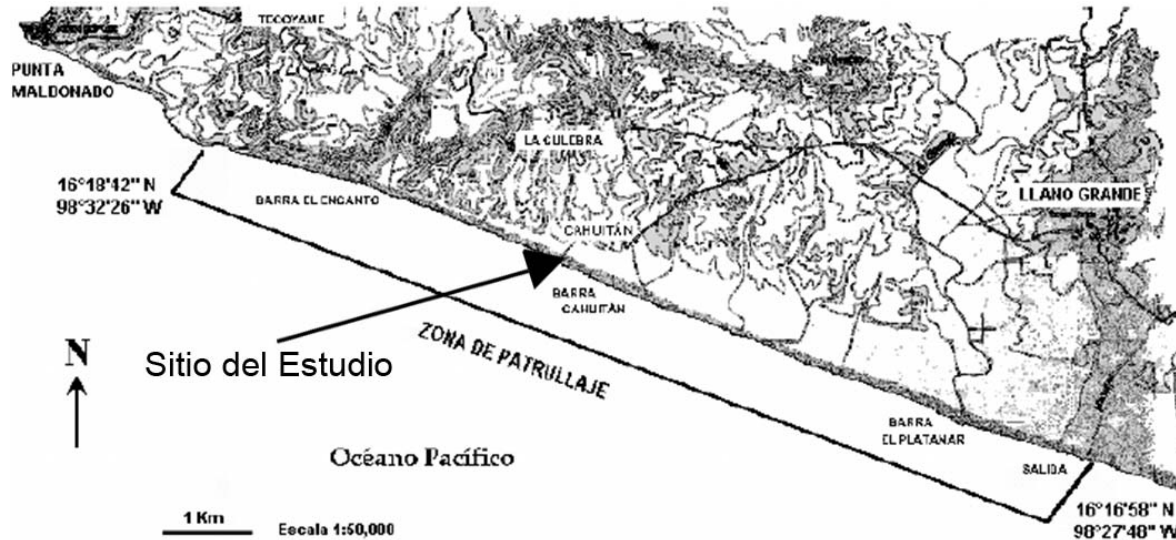


Figura 2. Mapa de la playa de Cahuitán, Oaxaca. Tomado de Tavera et al. (2005).

4.1.1. Conservación en el área de estudio

En este lugar se lleva a cabo el “Programa de conservación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en la playa de Cahuitán Oaxaca.”, proyecto realizado por Kutzari, Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas, A. C., en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Para asuntos de inspección y vigilancia se cuenta con personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Marina. El trabajo de protección también es apoyado por los miembros del “Comité Comunitario de Protección de las Tortugas Marinas de Cahuitán, Oaxaca” (Tavera et al., 2005). Dentro de las actividades normales del proyecto se encuentra el realizar recorridos nocturnos en los que se colecta el mayor número posible de nidadas de las tres especies, que son trasladadas lo antes posible al vivero (Tavera et al., 2005).

4.2. Colecta de ejemplares

Se extrajeron los neonatos de un nido cuando habían emergido totalmente a la superficie para ser medidos con un vernier. Se eligieron únicamente los individuos que midieran entre 37 y 41 mm, para evitar sesgos debidos a la diferencia de tamaño. Únicamente se usaba ese nido si el número de individuos dentro de ese rango de tamaño era de 40 como mínimo. Se utilizaron en total 15 nidos dando un total de 600 ejemplares.

4.3. Tratamientos

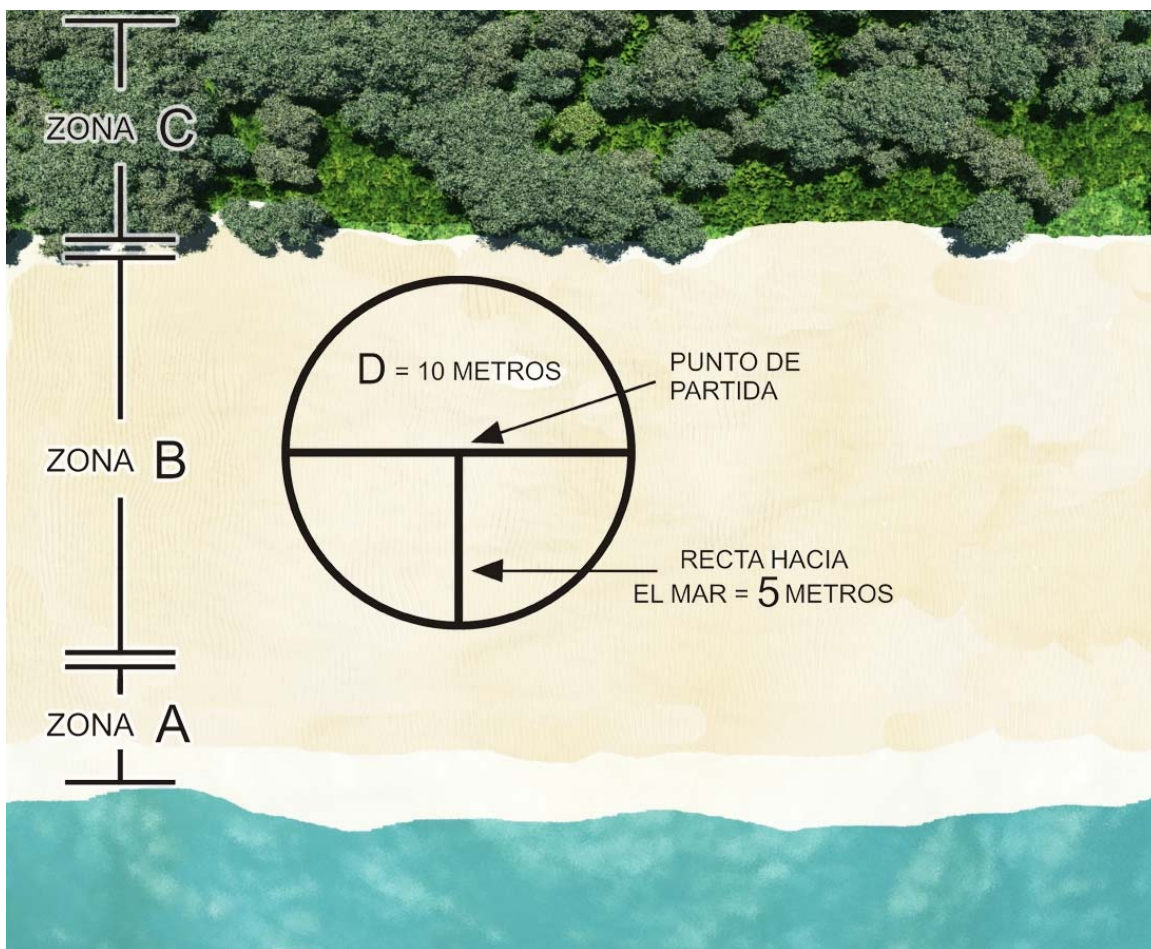
De las 40 tortugas elegidas de cada uno de los 15 nidos, ocho se liberaron lo antes posible, conformando así el grupo control. Para evitar sesgos debidos al genotipo, se asignaron el mismo número de individuos de cada nido para cada uno de los tratamientos. Las 32 crías restantes fueron elegidas al azar y asignadas de manera sistemática a cuatro contenedores que consistían en cajas de plástico de color verde oscuro de 25 x 30 cm con 15 cm de profundidad. Dos de los contenedores tenían arena húmeda, los otros dos, agua de mar. Uno de los contenedores con arena y uno con agua de mar se mantuvieron descubiertos a la sombra. Los otros dos contenedores se taparon con tela de gabardina negra para que no entrara luz. Esto resultó en cuatro tipos de retención: Arena sombra, arena oscuridad, agua sombra y agua oscuridad (Anexo A).

Se liberaron dos crías por tratamiento en los cuatro tiempos de liberación: 6, 12, 24 y 48 h, resultando el total de las crías separadas por nido, hasta completar los 15 nidos. Las tortugas fueron marcadas con pintura de agua de diferentes colores, llevando un registro para saber de que tratamiento provenían. En varias ocasiones antes de extraer las crías se tomó la temperatura dentro de los contenedores con un termo-higrómetro Radio Shack, o en ocasiones con un termómetro de bulbo.

4.4. Zona de liberación

Para decidir el sitio donde se realizaron las liberaciones de las crías, la playa se dividió en tres zonas. La zona A, zona que abarca desde la línea de marea alta hasta aproximadamente 3 m en la franja de la arena. La zona B, área de playa abierta donde no hubiera cubrimiento de vegetación. La zona C incluyó el área de vegetación supralitoral. A pesar de que en las prácticas comunes de manejo de crías éstas son liberadas mucho más cerca del mar, se decidió realizar el experimento en la zona B para que la vegetación no interrumpiera el andar de las crías y para que no se tuviera que cambiar de sitio en la marea alta (Fig. 3). Este sitio se encontraba a un costado del vivero de donde provenían las crías.

Figura 3. Esquema de la zona de liberación.



Utilizando una cuerda de 5 m amarrada a dos palos se marcaron dos circunferencias de 10 m de diámetro. El centro de los círculos se dejó marcado con un palo (Anexo A). Con otro palo se marcó la intersección de la circunferencia con la recta del camino más corto hacia el mar a partir del centro del círculo (Fig. 3). Las crías se liberaron en el centro del círculo.

4.5. Toma de datos

Poco antes, o durante las liberaciones se tomaron datos de temperatura ambiental, humedad, y temperatura superficial de la arena utilizando un termo-higrómetro o un termómetro de bulbo.

En cada uno de los dos círculos se liberaron únicamente dos tortugas, ambas provenientes del mismo tratamiento, por lo que para cubrir los cuatro tratamientos (arena sombra, arena oscuridad, agua sombra y agua oscuridad) se realizó el mismo procedimiento dos veces en cada tiempo de liberación (6, 12, 24 y 48 hr). Antes de realizar cada liberación se limpiaron los círculos para retirar trozos de madera u otros objetos para que no entorpecieran el camino de las crías y para borrar los rastros de la liberación anterior.

Las crías se colocaron en el centro del círculo mirando hacia el mar, detenidas con la mano. Se comenzó a contar el tiempo con cronómetros una vez retirada la mano. Se pararon los cronómetros cuando la mitad del cuerpo del neonato atravesaba la circunferencia marcada en la arena. Las crías se capturaron de nuevo y se depositaron en una cubeta.

Una vez retiradas las crías se midió la distancia recorrida usando piolas marcadas cada 10 cm poniéndolas sobre el rastro de cada cría, obteniendo así la “longitud total del recorrido”. También usando un flexómetro se midió la distancia entre el palo localizado en la circunferencia que marcaba la recta hacia el mar y el punto por donde había salido la cría (distancia entre puntos) (Anexo A). Estos datos se recopilaron en la hoja de toma de datos que se presenta en el Anexo B.

Las crías que permanecieron quietas por más de 5 minutos fueron retiradas del círculo y no formaron parte del análisis estadístico.

4.6. Análisis de los datos

Para analizar la capacidad de las crías para llegar al mar se utilizaron tres parámetros: velocidad, grados de desviación de la recta hacia el mar e índice de rectitud.

La velocidad se obtuvo dividiendo la longitud del recorrido entre el tiempo en el que lograron salir del círculo.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{longitud del recorrido}}{\text{tiempo}}$$

Para obtener los grados de desviación de la recta hacia el mar se utilizó con base en el teorema de Pitágoras la siguiente fórmula para obtener el seno de α (Fig. 4):

$$\text{Sen } (\alpha) = \frac{(0.5) (\text{distancia entre puntos})}{\text{radio del círculo}}$$

Posteriormente se obtuvo el valor de los grados de α en una tabla de funciones trigonométricas. Multiplicando este valor por 2 se obtuvieron finalmente los grados de desviación de las crías de la recta hacia el mar.

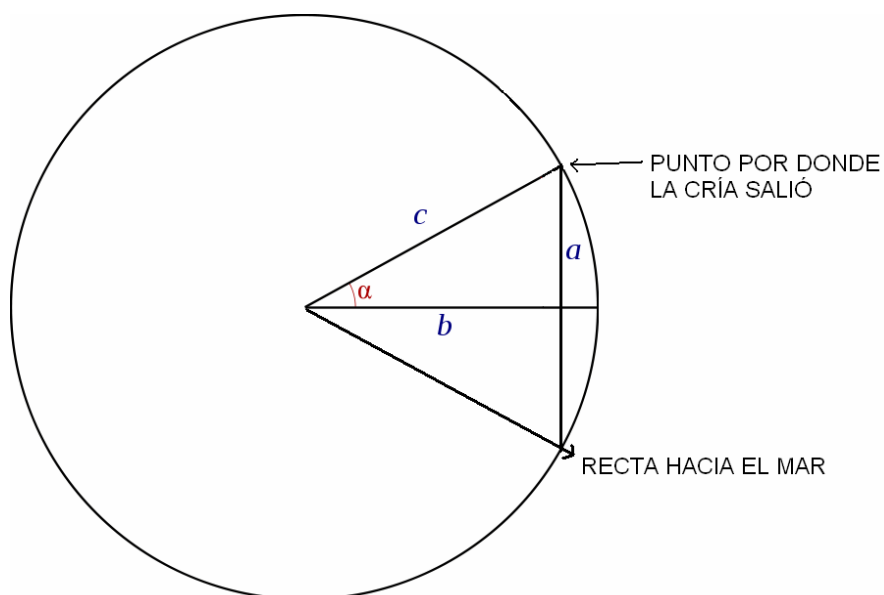


Figura 4. Esquema del teorema de Pitágoras aplicado para obtener los grados de desviación. a = distancia entre puntos; b = línea que divide en dos la distancia entre puntos; c = radio del círculo; α = ángulo.

Para obtener el índice de rectitud, medida propuesta por Batschelet (1981, citado en Benhamou, 2004), se dividió los 5 m del radio del círculo entre la longitud total del recorrido realizado por la cría.

$$\text{Índice de rectitud} = \frac{\text{longitud total del recorrido}}{\text{radio del círculo}}$$

El índice de rectitud es una medida que va del 0 al 1. En este estudio los valores más cercanos al 1 indican que la cría realizó un recorrido más directo.

4.7. Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 11.0. De acuerdo a las hipótesis y los objetivos planteados para el estudio se tomaron como variables dependientes la velocidad, los grados de desviación de la recta hacia el mar y índice de rectitud. Como variables independientes establecieron el tiempo de retención (6, 12, 24 y 48 horas) y el tipo de retención (arena sombra, arena oscuridad, agua sombra y agua

oscuridad). Como covariables se consideraron la temperatura superficial de la arena, la temperatura ambiental, la humedad y la temperatura del contenedor.

El tamaño de las muestras originalmente debió ser de 600, sin embargo, se redujo a 536, debido a que 32 crías no se movieron por un periodo mayor a 5 minutos o no alcanzaron a salir del círculo y cuatro liberaciones correspondientes a 32 crías no se realizaron por la alta temperatura de la arena. Para determinar si los datos presentaron una distribución normal se realizó la prueba de Kolmogorof Smirnov.

Se realizó un análisis descriptivo que incluyó la media aritmética, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada una de las variables dependientes, considerando los tipos y tiempos de retención. Para comparar las medias de las variables dependientes en los diferentes tipos y tiempos de retención se realizó un análisis de varianza múltiple (MANOVA). Como estadístico de prueba se utilizó la F de Fisher. Para localizar entre que medias se encontraban las diferencias se realizó un análisis Post Hoc utilizando la prueba de Tukey.

Para establecer la proporción de la variación de las variables dependientes atribuible a cada variable independiente se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), donde se controlaron los efectos de las covariables que cumplieran con los criterios de inclusión. Dentro de las covariables se consideró la temperatura superficial de la arena, la humedad y la temperatura ambiental.

También se calcularon las correlaciones de Pearson para cada una de las variables dependientes con las variables independientes y las covariables. Esto con el fin de saber si existía una correlación directa o inversa entre ellas. Para que los tipos de retención pudieran entrar al análisis se convirtieron a variables dummies (0,1), codificación que permite transformar datos no métricos en datos métricos.

Finalmente se utilizó un análisis de regresión múltiple para estimar el valor de cada variable dependiente en función de las variables independientes y las covariables (variables

predictoras). El modelo de regresión obtenido también permitió determinar el porcentaje de explicación de cada variable predictora para la variabilidad de las variables dependientes. Las variables dependientes fueron la velocidad, los grados de desviación de la recta hacia el mar y el índice de rectitud. Como variables predictoras se consideraron los tipos de retención (convertidos a variables dummies: 0,1), los tiempos de retención (medidos en horas), la humedad (media en porcentaje), la temperatura del contenedor, la temperatura superficial de la arena y la temperatura ambiental (los últimos tres medidos en grados centígrados).

Se utilizó un modelo de regresión a pasos (stepwise) para cada una de las variables dependientes. En el análisis realizado para la velocidad, entraron al modelo las variables temperatura superficial (Temp. Sup.), humedad (Hum.), temperatura del contenedor (Temp. Cont.), agua oscuridad (Ag. Os.) y agua sombra (Ag. Somb.). En el modelo obtenido para los grados de desviación de la recta hacia el mar entraron las variables temperatura del contenedor (Temp. Cont.), y humedad (Hum.). En el modelo del índice de rectitud entraron las variables tiempo de retención (Tiemp. Ret.), temperatura superficial (Temp. Sup.) y humedad (Hum.). Para contrastar la hipótesis de que la cantidad de variación explicada por el modelo de regresión es más que la variación explicada por la media se utilizó el estadístico F . Todas las variables que entraron a los modelos de regresión fueron significativas según el estadístico T , con un nivel de significación $p \leq .01$. El estadístico T prueba la significación estadística de los coeficientes estimados del análisis de regresión.

Se excluyeron de los modelos todas las variables que no cumplieron con el criterio del estadístico F de entrada de .05 y F de salida de 0.10.

Debido a que sólo en la liberación de 305 ejemplares se tomaron todos los datos de las covariables, ese es el número de casos válidos que se tomó al realizar todos los análisis de regresión realizados.

V. RESULTADOS

Se comprobó que las muestras tuvieran una distribución normal utilizando la prueba Kolmogorov-Smirnov. Para las tres variables dependientes la significación de la prueba fue < 0.001 .

5.1. Velocidad

5.1.1. Medias de tendencia central y dispersión

Cuadro 2. Medidas de tendencia central y dispersión de la velocidad.

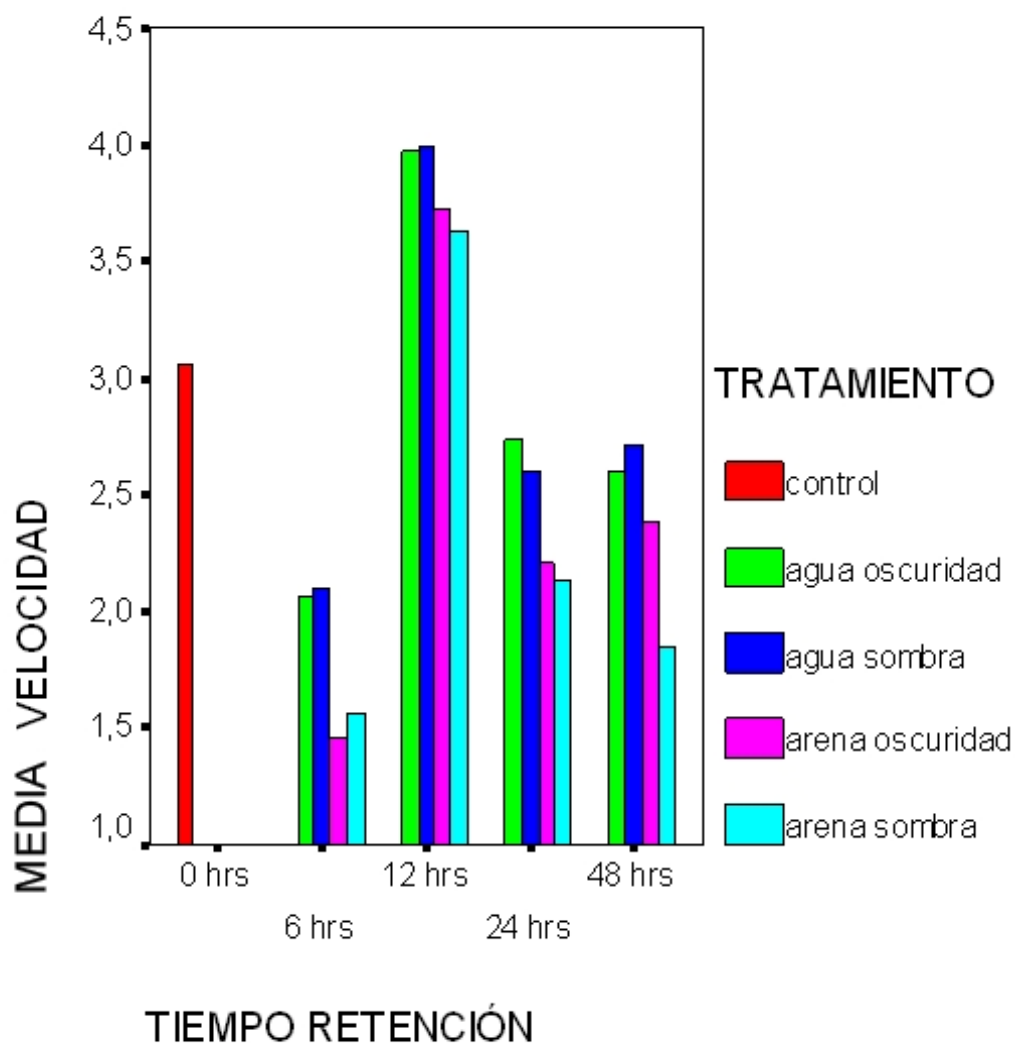
Tiempo de retención	Tipo de retención	N	Media Velocidad	Desviación Estándar	Coficiente de Variación
0 h	control	12	3.04	1.4815	0.4866
6 h	agua oscuridad	26	2.09	0.6278	0.3004
6 h	agua sombra	28	2.10	0.6655	0.3172
6 h	arena oscuridad	28	1.49	0.6604	0.4435
6 h	arena sombra	27	1.56	0.5988	0.3836
12 h	agua oscuridad	24	3.73	2.0285	0.5437
12 h	agua sombra	24	3.90	2.2702	0.5823
12 h	arena oscuridad	23	3.48	2.2004	0.6321
12 h	arena sombra	24	3.52	2.4318	0.6906
24 h	agua oscuridad	26	2.84	1.2999	0.4578
24 h	agua sombra	28	2.69	1.4854	0.5520
24 h	arena oscuridad	30	2.23	1.0923	0.4897
24 h	arena sombra	26	2.19	1.3820	0.6314
48 h	agua oscuridad	28	2.60	1.5567	0.5986
48 h	agua sombra	27	2.71	1.6487	0.6089
48 h	arena oscuridad	28	2.38	1.5249	0.6417
48 h	arena sombra	19	1.85	0.4334	0.2341

En el cuadro 2 puede observarse que los mayores promedios de velocidad de las crías corresponden a 12 horas de retención en agua, tanto en oscuridad como en sombra. Los

menores promedios se encontraron a las 6 horas de retención para arena oscuridad y sombra (Fig. 5).

En el coeficiente de variación del cuadro 2 también se observa que la mayor variabilidad en la velocidad de las tortugas para llegar al mar correspondió a un tiempo de retención de 12 horas en arena sombra y la menor variabilidad se presentó en el tiempo de retención de 48 horas en arena sombra.

Figura 5. Medias de la velocidad en los tiempos de retención agrupadas por los tipos de retención.



De las 32 crías que no avanzaron dentro del círculo 3 pertenecieron al grupo de 6 h de retención, 1 al de 12 h, 10 crías al de 24 h y 17 crías al grupo de 48 h de retención. De éstas 8 fueron retenidas en agua oscuridad, 5 en agua sombra, 2 en arena oscuridad y 17 en arena sombra.

El tamaño de muestra más pequeño corresponde a 48 h de retención en arena sombra, donde 3 crías no alcanzaron a salir del círculo, 6 crías no avanzaron y 2 crías se encontraron muertas en el contenedor al parecer por deshidratación.

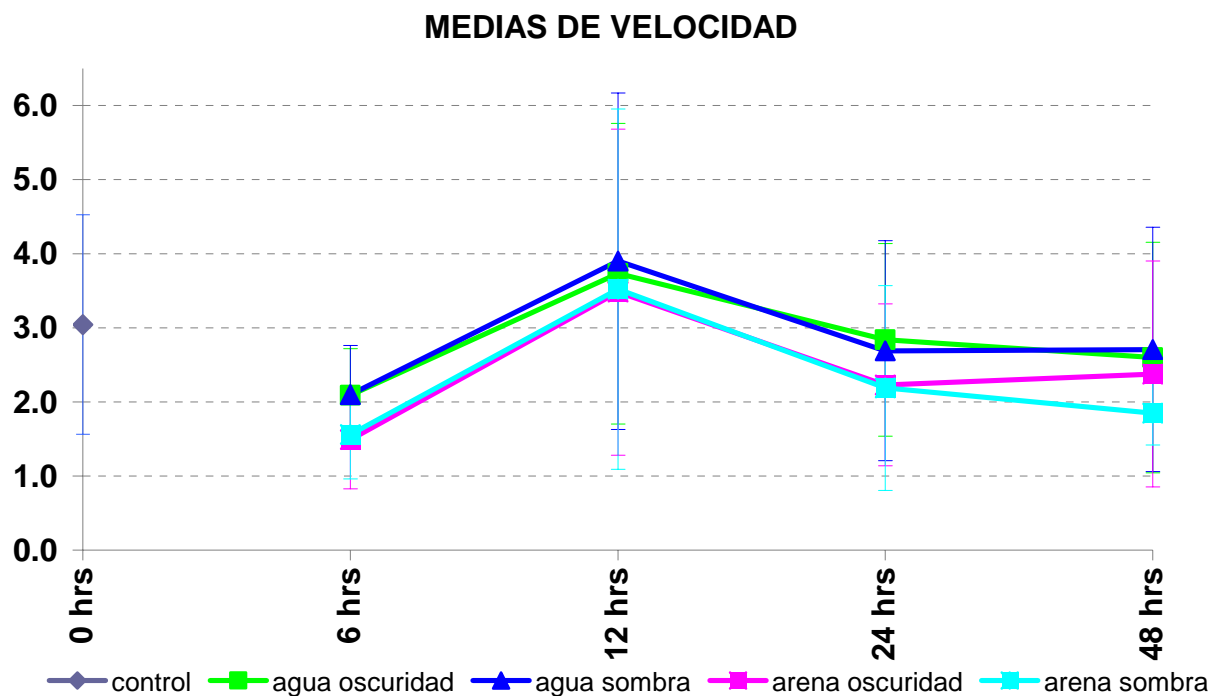
5.1.2. Diferencias entre las medias

En el análisis de varianza múltiple no se encontró interacción significativa entre los tipos y los tiempos de retención. Para la variable tiempo de retención se obtuvo un valor de $F = 34.04$ ($p = 0.000$). Lo anterior significa que se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tiempos de retención. En la prueba de Tukey se encontró que las únicas medias entre las cuales no hubo una diferencia significativa fueron las liberaciones de 24 y 48 h (Fig. 6).

En el caso de los tipos de retención se obtuvo un valor de $F = 3.638$ ($p = 0.013$). Esto significa que se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tipos de retención. Con la prueba de Tukey se observó que las diferencias significativas se encontraban entre control y arena oscuridad, y entre control y arena sombra (Fig. 6).

En el análisis de covarianza la única covariable que cumplió con los criterios de inclusión fue temperatura superficial de la arena ante los tratamientos. Los resultados indicaron que el 56.3 % de las variaciones en la velocidad son explicables por la temperatura superficial de la arena. Los diferentes tipos de retención representan el 7 % de la explicación de la variación.

Figura 6. Medias y desviación estándar de la velocidad.



5.1.3. Comportamiento de la velocidad con respecto a las variables independientes

En el cuadro 3 se presentan las variables que correlacionaron con la velocidad.

Cuadro 3. Correlaciones de Pearson (velocidad).

	Velocidad		
	N	Sig.	p
Tiempo de retención	536	- .086	< .05
Índice de rectitud	536	.284	< .01
Temperatura ambiental	509	.689	< .01
Temperatura superficial arena	520	.738	< .01
Humedad	512	- .645	< .01
Temperatura del contenedor	313	- .263	< .01
Retención: arena oscuridad	536	- .096	< .05
Retención: arena sombra	536	- .113	< .01

La correlación de la velocidad con tiempo de retención fue inversa, al aumentar el tiempo de retención la velocidad de las crías al ser liberadas disminuirá. Sin embargo, en la Figura 6 se observa que a las 12 h la velocidad aumentó, lo cual se debe a las covariables, encontrándose correlaciones directas altas de la velocidad con la temperatura superficial de la arena y la temperatura ambiental, es decir, a mayor temperatura, las crías van con mayor velocidad al mar. La velocidad y humedad presentaron una correlación inversa alta, lo cual significa que a menor humedad mayor velocidad. Lo mismo sucede con la temperatura del contenedor. A una temperatura baja en el contenedor las crías presentan mayor velocidad. También se encontró una correlación inversa significativa con los tipos de retención arena sombra y arena oscuridad, lo cual quiere decir que las crías retenidas en estos dos tratamientos presentan una menor velocidad.

5.1.4. Estimación del valor de la velocidad en función de las variables predictoras

Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple estadísticamente significativo con una $F=120.786$, con una significación $p < .0001$. Los coeficientes no estandarizados de las variables en el modelo, se presentan a continuación:

$$\text{Velocidad} = 3.815 + .172 \text{ Temp. Sup.} - .0252 \text{ Hum} - .165 \text{ Temp.Cont.} \\ +.480 \text{ Ag Os} + .326 \text{ Ag Som}$$

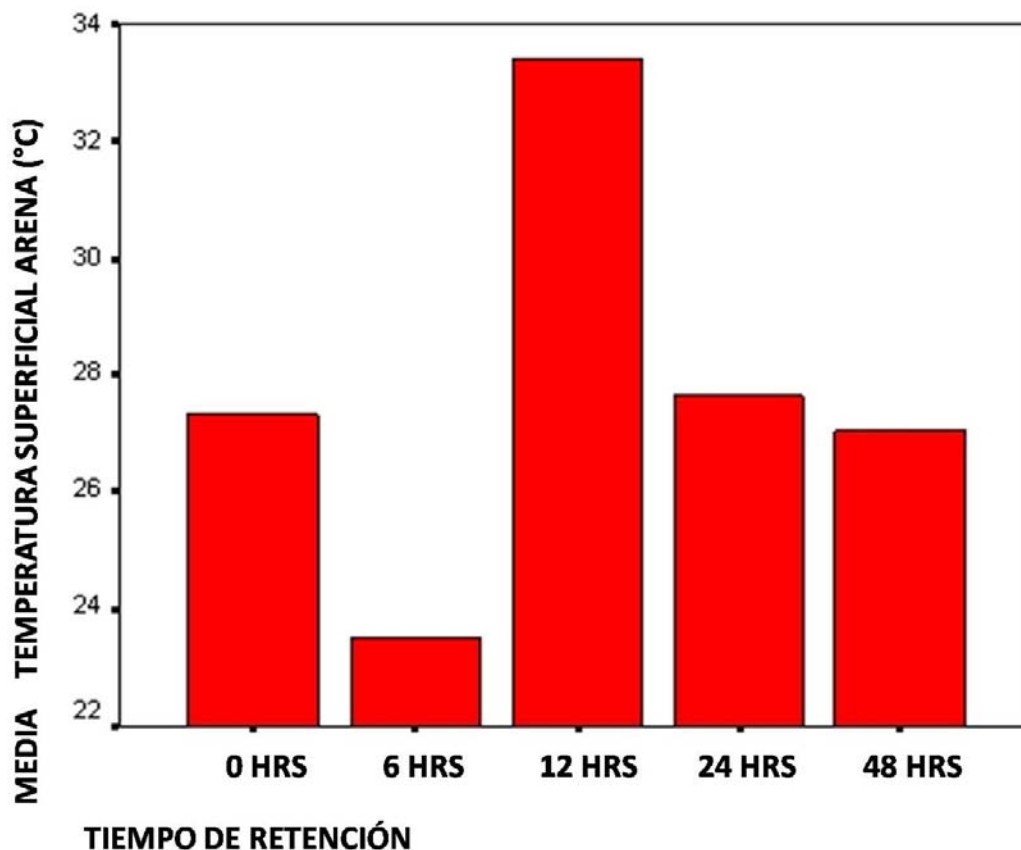
Estas variables explican en conjunto el 66.9% de la variabilidad de la velocidad. La variable del modelo que más explicación tuvo fue temperatura superficial de la arena con un 60%, porcentaje que se fue incrementando al incorporarse más variables al modelo como sigue: humedad (4.1%), temperatura de caja con un 1.4%, agua oscuridad y agua sombra (.9% y .6% respectivamente).

Como puede observarse en el modelo de regresión, al aumentar la temperatura superficial de la arena, la velocidad se verá incrementada positivamente. Los tipos de retención agua sombra y agua oscuridad también presentan una relación directa, o sea que si las crías son retenidas bajo estas condiciones, al momento de liberarlas la velocidad aumentará. Sin

embargo, las variables humedad y temperatura de la caja tienen una relación inversa, lo que significa que la velocidad disminuye cuando el valor de dichas variables es mayor.

La media más alta de temperatura superficial de la arena se presentó en la liberación de 12 h de retención (Fig. 7). Como se observa en el modelo de regresión y en la correlación de Pearson, la velocidad aumenta al presentarse una mayor temperatura superficial de la arena, razón por la cual las crías van más rápido al liberarlas tras 12 h de retención. Pero esto también tiene un límite ya que como menciona Miller et al. (2003), altas temperaturas son potencialmente letales para los neonatos.

Figura 7. Medias de la temperatura superficial de la arena en la liberación ante los diferentes tiempos de retención.

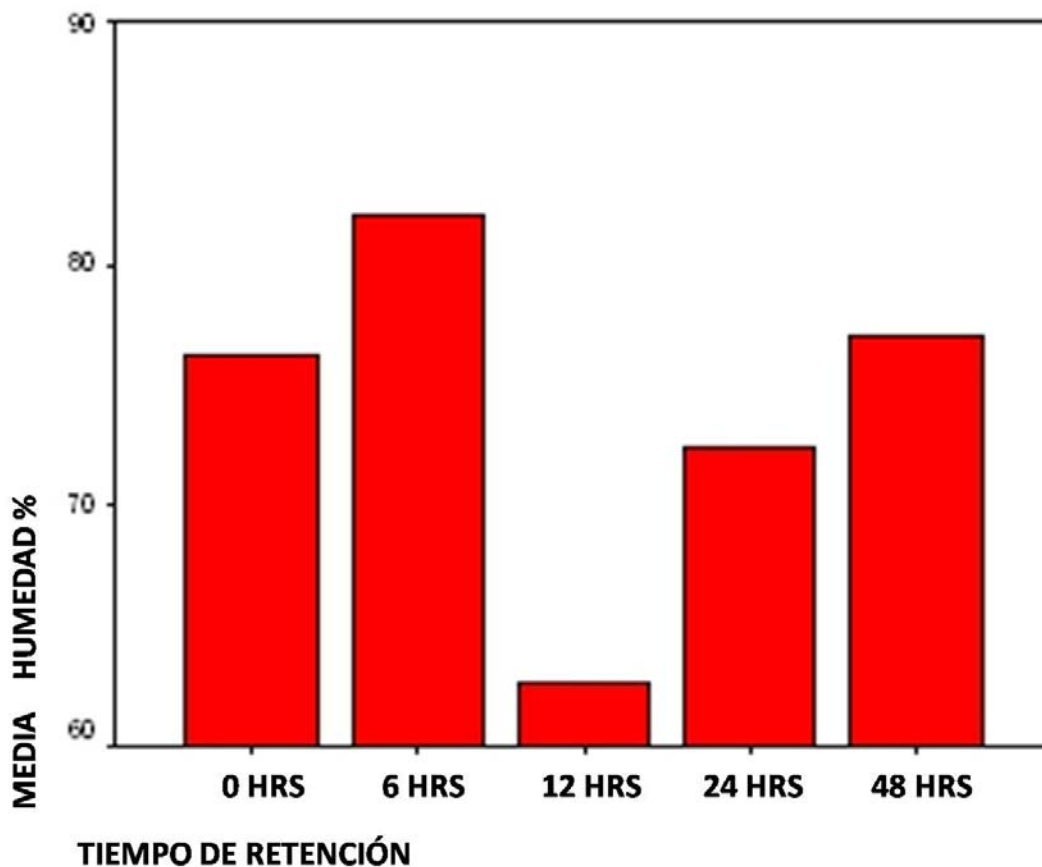


Al realizarse una liberación cuando la temperatura superficial de la arena era de 44.8°C, las crías avanzaron unos pocos centímetros y después se detuvieron, comenzando a usar sus

aletas para intentar separarse de la arena. Por esta razón cuatro de las liberaciones no se pudieron realizar pues la temperatura de la arena iba desde los 46.6°C hasta los 51°C. Tres de estas ocasiones fue en la liberación de 12 h de retención, la restante fue en 6 h de retención. Estos datos no entraron al análisis estadístico y explican en parte la diferencia en el tamaño de las muestras. El registro de temperatura de la arena más alto donde las crías presentaron un movimiento locomotor coordinado fue de 43.9°C.

Debido a que la humedad es inversamente proporcional a la temperatura superficial de la arena, el mayor porcentaje de humedad se encuentra a las 6 h y el menor a las 12 h (Fig. 8).

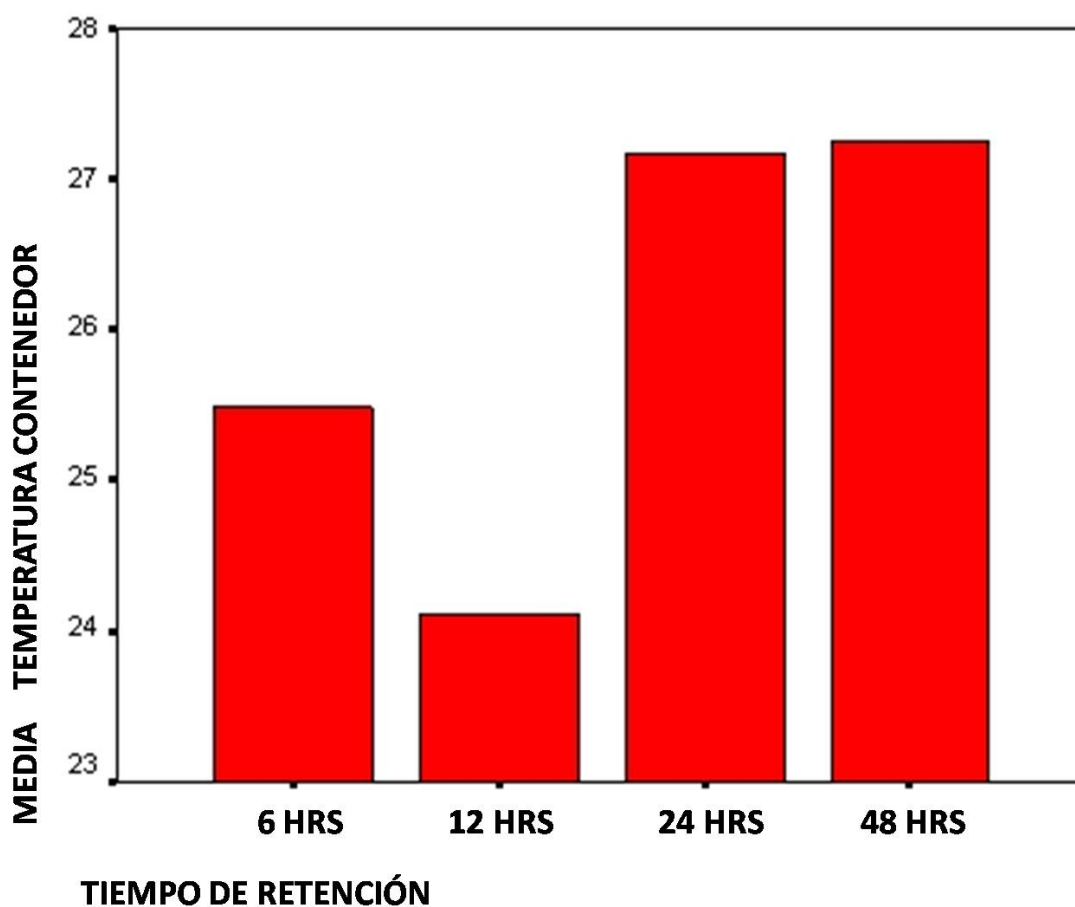
Figura 8. Medias de la humedad en la liberación ante los diferentes tiempos de retención.



La menor media de temperatura de los contenedores se presenta a las 12 h de retención, y las más altas a las 24 y 48 h de retención (Fig. 9). La variable temperatura del contenedor

presenta una relación inversa, tanto en la correlación de Pearson como en el modelo de regresión, esto quiere decir que a menor temperatura en el contenedor las crías presentarán una mayor velocidad al ser liberadas.

Figura 9. Medias de la temperatura del contenedor en los diferentes tiempos de retención.



5.2. Grados de desviación

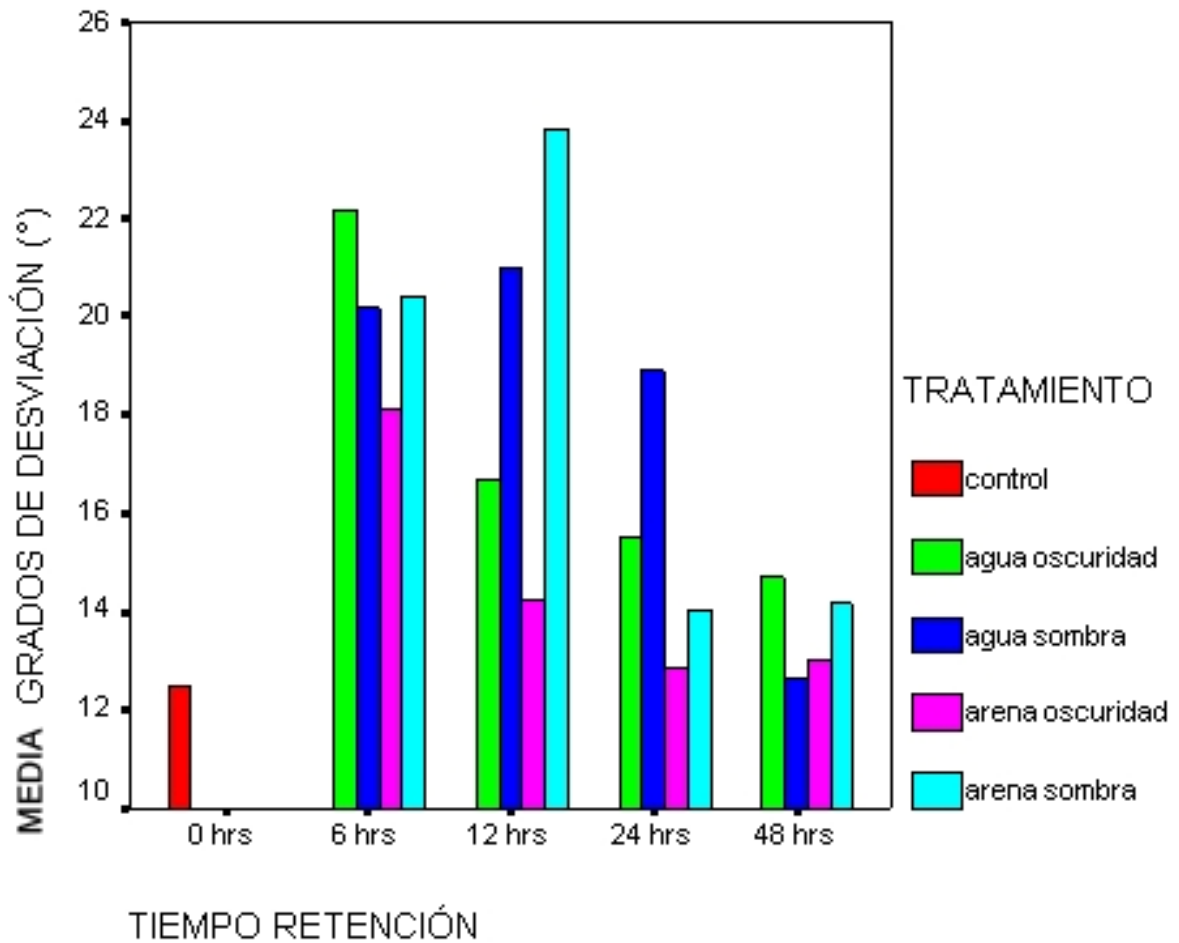
5.2.1. Medias de tendencia central y dispersión

Cuadro 4. Medidas de tendencia central y dispersión de los grados de desviación.

Tiempo de retención	Tipo de retención	N	Media Grados de desviación	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
0 h	control	120	12.50	9.5865	0.7670
6 h	agua oscuridad	26	22.30	22.7957	1.0222
6h	agua sombra	28	21.23	26.6146	1.2536
6 h	arena oscuridad	28	18.46	13.7176	0.7430
6 h	arena sombra	27	21.44	11.3584	0.5298
12 h	agua oscuridad	24	16.76	11.1775	0.6668
12 h	agua sombra	24	21.15	15.9697	0.7549
12 h	arena oscuridad	23	13.24	8.0602	0.6089
12 h	arena sombra	24	24.15	13.1752	0.5457
24 h	agua oscuridad	26	16.34	8.3895	0.5134
24 h	agua sombra	28	19.39	15.2787	0.7879
24 h	arena oscuridad	30	12.92	11.7392	0.9085
24 h	arena sombra	26	14.38	10.6292	0.7394
48 h	agua oscuridad	28	14.70	12.6291	0.8591
48 h	agua sombra	27	12.64	8.6915	0.6874
48 h	arena oscuridad	28	13.04	9.2123	0.7064
48 h	arena sombra	19	14.17	9.4243	0.6652

En el cuadro 4 se observa que el mayor promedio de grados de desviación de la recta hacia el mar corresponde a 12 horas de retención en arena sombra y a 6 horas en agua oscuridad. Los menores promedios se encontraron a las 48 horas de retención para agua sombra y en el grupo control (Fig. 10). El cuadro 4 también se observa que la mayor variabilidad en los grados de desviación correspondió a un tiempo de retención de 6 horas en agua sombra y la menor variabilidad se presentó en el tiempo de retención de 24 horas en agua oscuridad.

Figura 10. Medias de los grados de desviación en los tiempos de retención agrupadas por los tipos de retención.

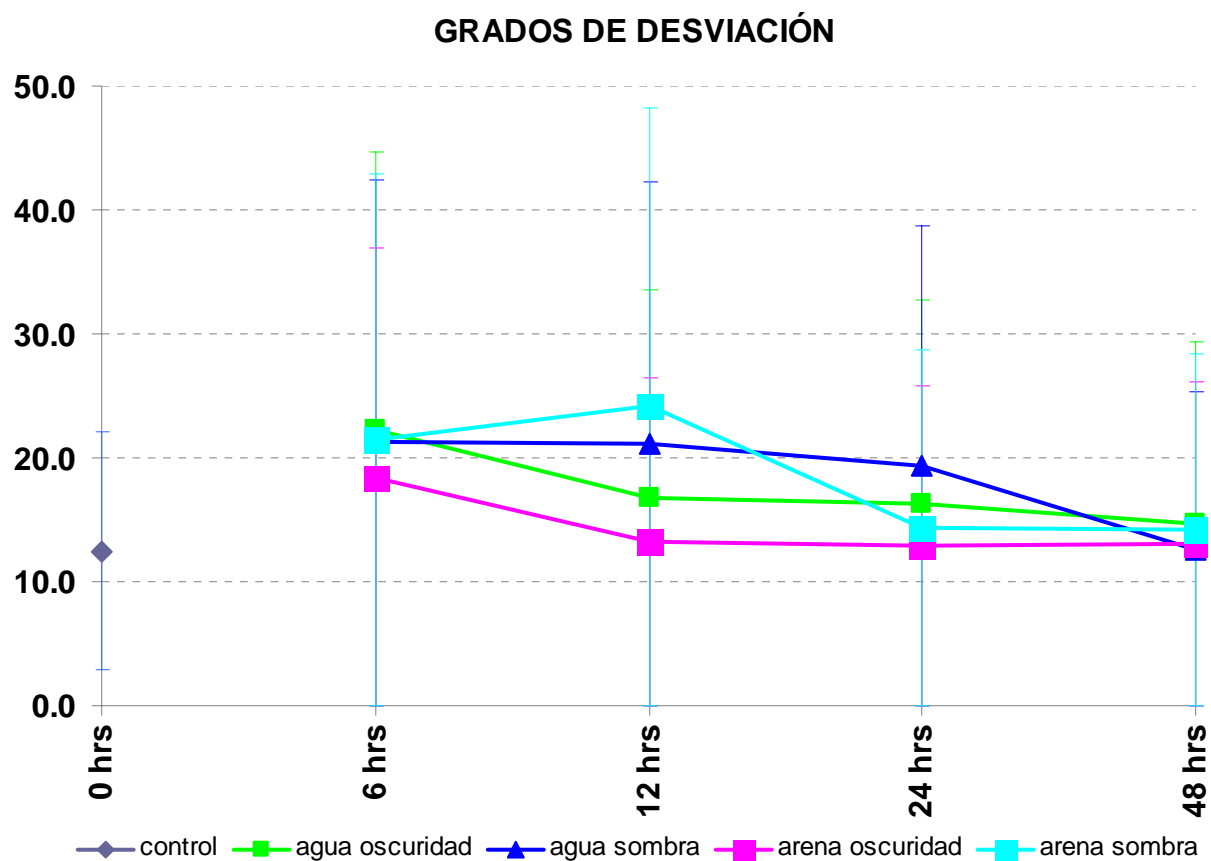


5.2.2. Diferencias entre las medias

En el análisis de varianza múltiple no se encontró interacción significativa entre los tipos y los tiempos de retención. Para la variable tiempo de retención se obtuvo un valor de $F = 5.80$ ($p = 0.001$). Lo anterior significa que se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tiempos de retención. Con la prueba de Tukey se observó que entre el grupo control, 24 h y 48 h no hubieron diferencias significativas entre las medias, pero diferían del grupo 6 h También se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y 12 h y entre 12 hr y 48 h (Fig. 11).

En el caso de los tipos de retención se obtuvo un valor de $F = 1.805$ ($p = 0.145$). Esto significa que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tipos de retención.

Figura 11. Medias y desviación estándar de los grados de desviación de la recta hacia el mar.



En el análisis de covarianza se encontró que las covariables no explican la variabilidad de los grados de desviación. Los resultados indicaron que el 5.2 % de las variaciones en la velocidad son explicables por el tiempo de retención. Los diferentes tipos de retención representan el 3.5 % de la explicación de la variación.

5.2.3. Comportamiento de los grados de desviación de la recta hacia el mar con respecto a las variables independientes

En el cuadro 5 se presentan las variables que correlacionaron con los grados de desviación de la recta hacia el mar.

Cuadro 5. Correlaciones de Pearson (grados de desviación).

	Grados de desviación		
	N	Sig.	p
Tiempo de retención	536	- .062	.149
Índice de rectitud	536	- .161	< .01
Temperatura del contenedor	313	- .259	< .01

La correlación de los grados de desviación de la recta hacia el mar con tiempo de retención fue de -.062. Sin embargo, se observa que las mayores medias de grados de desviación se encontraron en las crías retenidas por 6 y 12 h y fueron disminuyendo conforme aumentaron los periodos de retención.

Se encontró una correlación inversa alta entre la temperatura del contenedor y los grados de desviación, lo cual implica que a una temperatura baja en el contenedor los grados de desviación de la recta hacia el mar aumentan.

5.2.4. Estimación del valor de los grados de desviación de la recta hacia el mar en función de las variables predictoras

El modelo de regresión lineal múltiple fue estadísticamente significativo con una $F= 13.225$ con una significación $p = .001$. Los coeficientes no estandarizados de las variables en el modelo, se presentan a continuación:

$$\text{Grados de desviación} = 80.297 + .147 \text{ Hum} - 2.856 \text{ Temp. Cont.}$$

Estas variables explican en conjunto el 8.1% de la variabilidad los grados de desviación. La variable del modelo que más explicación tuvo fue temperatura del contenedor con un 6.6 %. La humedad aporta un 1.5 %.

Como puede observarse en el modelo de regresión, la variable humedad presenta una relación directa, lo cual significa que a un incremento de esta variable, los grados de desviación se verán incrementados positivamente. La variable temperatura del contenedor presenta una relación inversa, lo que significa que cuando la temperatura en el contenedor disminuye, los grados de desviación de la recta hacia el mar aumentarán.

5.3. Índice de rectitud

5.3.1. Medias de tendencia central y dispersión

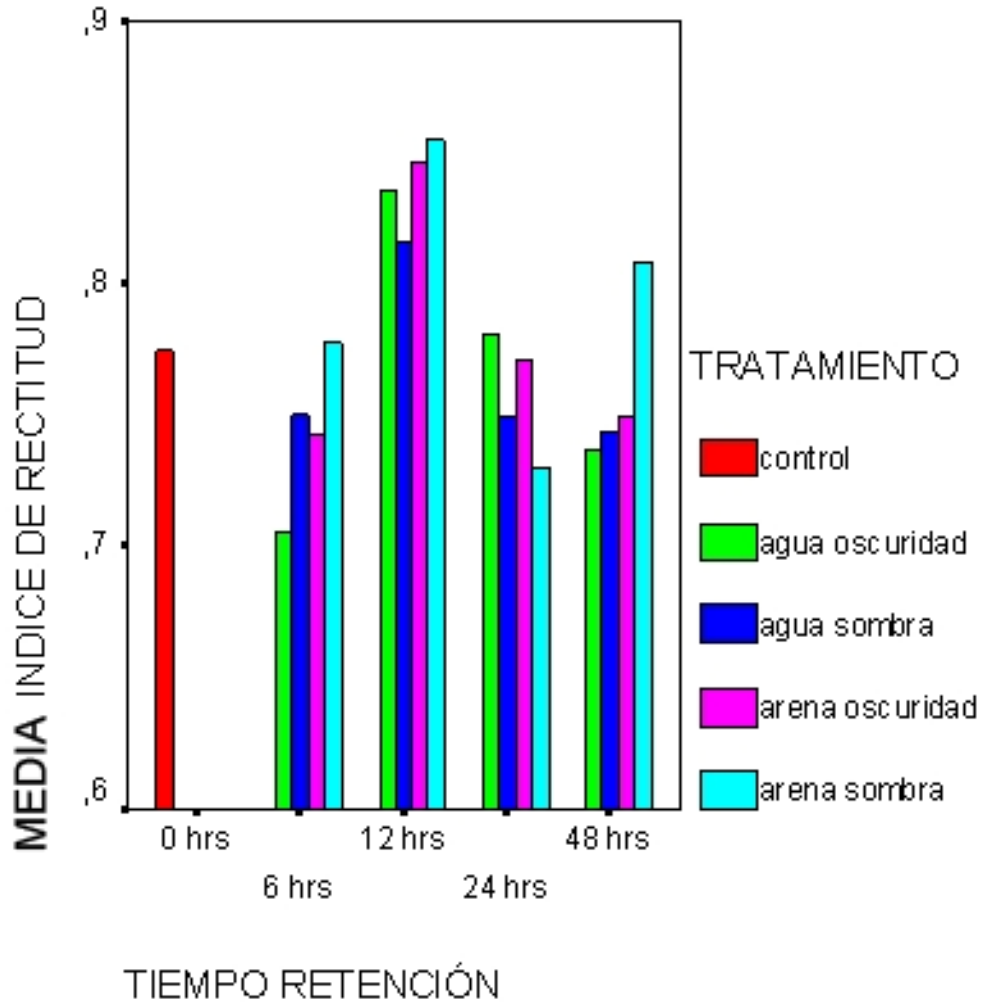
Cuadro 6. Medidas de tendencia central y dispersión del índice de rectitud.

Tiempo de retención	Tipo de retención	N	Media Índice de Rectitud	Desviación Estándar	Coficiente de Variación
0 h	control	120	0.77	0.1140	0.1472
6 h	agua oscuridad	26	0.71	0.1696	0.2404
6h	agua sombra	28	0.75	0.1600	0.2135
6 h	arena oscuridad	28	0.74	0.1451	0.1954
6 h	arena sombra	27	0.78	0.1362	0.1751
12 h	agua oscuridad	24	0.84	0.0913	0.1094
12 h	agua sombra	24	0.82	0.0977	0.1198
12 h	arena oscuridad	23	0.85	0.0798	0.0943
12 h	arena sombra	24	0.85	0.0819	0.0958
24 h	agua oscuridad	26	0.78	0.1170	0.1498
24 h	agua sombra	28	0.75	0.1442	0.1927
24 h	arena oscuridad	30	0.77	0.1015	0.1316
24 h	arena sombra	26	0.73	0.1362	0.1867
48 h	agua oscuridad	28	0.74	0.1663	0.2259
48 h	agua sombra	27	0.74	0.1842	0.2477
48 h	arena oscuridad	28	0.75	0.1449	0.1933
48 h	arena sombra	19	0.81	0.1399	0.1730

Como se observa en el cuadro 6 los mayores promedios de índice de rectitud corresponden a 12 horas de retención en los cuatro tratamientos. Los menores promedios se encontraron a las 6 horas de retención en agua oscuridad y a 24 horas de retención en arena sombra (Fig. 12).

En el mismo cuadro se observa que la mayor variabilidad en el índice de rectitud de la trayectoria de las tortugas para llegar al mar correspondió a un tiempo de retención de 6 horas en arena oscuridad y al tiempo de retención de 48 horas en agua sombra. La menor variabilidad se presentó en arena oscuridad y sombra a 12 horas de retención.

Figura 12. Medias del índice de rectitud en los tiempos de retención agrupadas por el tipo de retención.

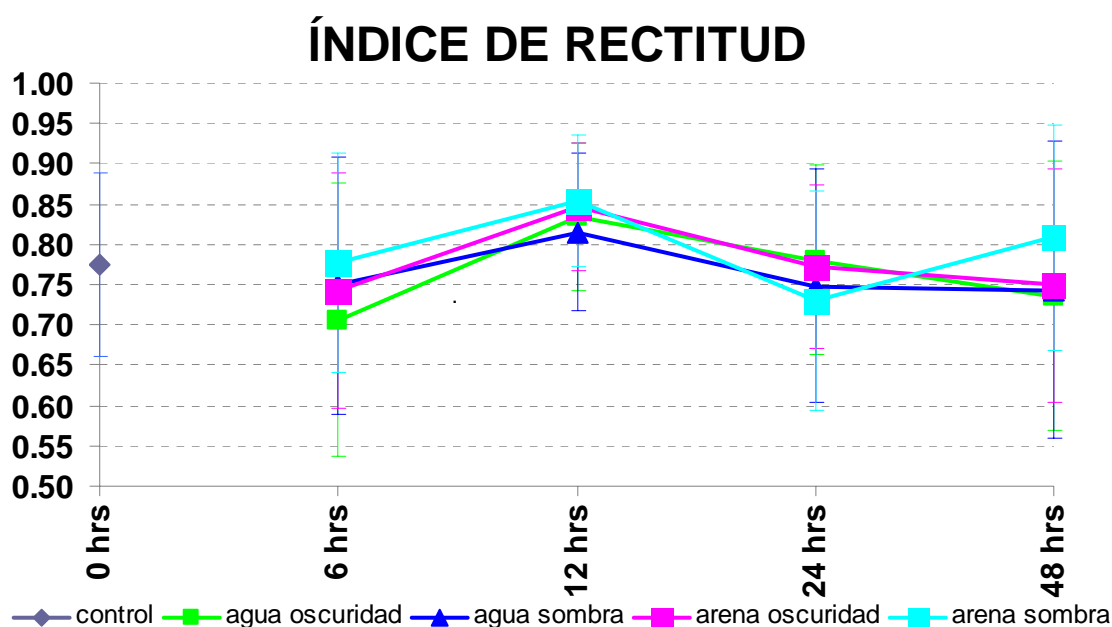


5.3.2. Diferencias entre las medias

En el análisis de varianza múltiple no se encontró interacción significativa entre los tipos y los tiempos de retención. Para la variable tiempo de retención se obtuvo un valor de $F = 10.432$ ($p = 0.001$). Lo anterior significa que se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tiempos de retención. Con la prueba de Tukey se observó que la diferencia entre las medias se debe a que el grupo retenido por 12 h difiere de los demás (Fig. 13).

Para los tipos de retención se obtuvo un valor de $F = 1.032$ ($p = 0.378$). Esto significa que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes tipos de retención.

Figura 13. Medias y desviación estándar del índice de rectitud.



Debido a que las tres covariables interactuaban de manera significativa con el tiempo de retención, sólo se pudo realizar este análisis para los tipos de retención. Se encontró que la temperatura superficial de la arena representa el 1.6 % de la explicación de la variabilidad. El 4.6 % de la variabilidad es explicable por la humedad. Los tratamientos no presentaron ningún porcentaje de explicación.

5.3.3. Comportamiento del índice de rectitud con respecto a las variables independientes

En el cuadro 7 se presentan las variables que correlacionaron con el índice de rectitud.

Cuadro 7. Correlaciones de Pearson (índice de rectitud).

	Índice de rectitud		
	N	Sig.	p
Tiempo de retención	536	- .055	.203
Velocidad	536	.284	< .01
Grados de desviación	536	- .161	< .01
Temperatura ambiental (n=509)	509	.291	< .01
Temperatura superficial arena (n=520)	520	.303	< .01
Humedad (n=512)	512	- .360	< .01
Temperatura del contenedor (n=313)	313	- .215	< .01

La correlación del índice de rectitud con el tiempo de retención fue de -.024. Sin embargo, como se observa en la Figura 13, a 12 h el índice de rectitud aumentó, lo cual se debe a las covariables, encontrándose relaciones directas altas del índice de rectitud con la temperatura superficial de la arena y la temperatura ambiental, es decir, a mayor temperatura, las crías van en un camino más recto en su trayectoria hacia el mar. El índice de rectitud y humedad presentaron una relación inversa alta, lo cual significa que a menor humedad mayor índice de rectitud. Lo mismo sucede con la temperatura del contenedor, a menor temperatura el índice de rectitud aumenta.

5.3.4. Estimación del valor del índice de rectitud en función de las variables predictoras

El modelo de regresión lineal múltiple fue estadísticamente significativo con una $F= 20.65$ con una significación $p < .0001$. Los coeficientes no estandarizados de las variables en el modelo, se presentan a continuación:

$$\text{Índice de rectitud} = .841 - .00212 \text{ Hum} - .00147 \text{ Tiemp. Ret} + .004844 \text{ Temp. Sup.}$$

Estas variables explican en conjunto el 17.1% de la variabilidad del índice de rectitud. La variable del modelo que más explicación tuvo fue humedad con un 12.2 %. El tiempo de retención aporta un 2.5 % y la temperatura superficial de la arena un 2.4%.

Como puede observarse en el modelo de regresión, la variable humedad presenta una relación inversa, lo cual significa que a un incremento de esta variable, los grados de desviación disminuirán. La variable temperatura del contenedor presenta una relación positiva, lo que significa que cuando la temperatura en el contenedor disminuye, los grados de desviación de la recta hacia el mar aumentarán.

VI. DISCUSIÓN

6.1. Efecto del tiempo de retención en la capacidad de las crías para llegar al mar

Márquez et al., (1976) mencionaron que cuando las crías de tortuga golfina son mantenidas en cautiverio por unos cuantos días, al ser liberadas en la playa, la velocidad que se observa de su desplazamiento hacia el mar es mucho más lenta que cuando acaban de salir del nido. En el estudio que aquí se presenta se encontró que existe una correlación inversa significativa con respecto al tiempo de retención y la velocidad de las crías al ser liberadas.

De acuerdo a Clusella Trullas et al. (2006) la reserva del saco vitelino residual tiene reservas suficientes para mantener 72 h de nado sostenido en su frenesí. Sin embargo en este estudio se observa una diferencia significativa en las medias de velocidad a partir de las 24 h de retención. También es importante mencionar que como indica Wyneken (2000), durante el tiempo que están retenidas, las crías pueden estar quemando calorías que deberían ser usadas para migrar mar adentro y puede implicar un cambio en sus tasas de nado antes de que se hayan distanciado lo suficiente de las aguas costeras o hayan alcanzado sus zonas de alimentación.

El hecho de que la menor media de velocidad se encuentre a las 6 h de retención y la mayor a las 12 h se debe principalmente a las variables ambientales. Al aumentar la temperatura superficial de la arena y la temperatura ambiental la velocidad de las crías aumenta. Al disminuir la humedad, la velocidad aumenta.

Es también importante mencionar que se encontró que la media de la velocidad del grupo control, que no fue sometido a ningún tipo de retención, fue de 3 cm./seg., mientras que Márquez et al., (1976) indicaron que la velocidad promedio de las crías de tortuga golfina es de 2 cm./seg.

No se encontró ningún resultado que indicara que el tiempo de retención se relacione con los grados de desviación de la recta hacia el mar.

En las correlaciones de Pearson se encontró que al aumentar la velocidad, el índice de rectitud aumenta, y al aumentar el índice de rectitud los grados de desviación disminuyen.

De acuerdo a la regresión lineal al aumentar el tiempo de retención, el índice de rectitud disminuye, pero esto solo explica el 2.5% de la variabilidad, siendo nuevamente las variables ambientales las que tienen el mayor porcentaje de explicación. Al aumentar la temperatura superficial de la arena y la temperatura ambiental el índice de rectitud aumenta. Al disminuir la humedad el índice de rectitud aumenta.

También es necesario resaltar que en el análisis estadístico no entraron los 32 casos donde las crías no lograron salir del círculo. En estos casos se nota claramente que el tiempo de retención sí afecta la capacidad de las crías para llegar al mar, ya que 10 de estos casos pertenecieron al grupo retenido por 24 h y 18 casos al grupo retenido por 48 h

6.2. Efecto del tipo de retención en la capacidad de las crías para llegar al mar

Las crías retenidas en agua presentaron mayores medias de velocidad que las retenidas en arena, encontrando la menor en arena sombra. Esto fue estadísticamente significativo en todas las pruebas que se realizaron. Probablemente se debe a que como menciona Carr (1962, citado en Wyneken, 2000) al entrar al agua comienzan el “frenesí natatorio” que es un periodo de alta actividad. Debido a esto varios autores sugieren que las crías no se deben colocar en contenedores con agua, ya que al comenzar el frenesí natatorio gastan las reservas de energía almacenadas en el saco vitelino (Department of Natural Resources, 2007; Mortimer, 2000; Shanker et al., 2003b; Chacón et al. 2007).

El tipo de retención no presentó ninguna relación significativa con los grados de desviación de la recta hacia el mar, ni con el índice de rectitud.

Se sugiere que en caso de ser necesario retener neonatos, se haga en arena húmeda en condiciones de oscuridad (contenedor con una tapa). Esto con base en que de las crías retenidas bajo estas condiciones únicamente dos no pudieron avanzar hacia el mar. También se disminuye el riesgo de que las crías comiencen el frenesí.

Apoyando esta sugerencia está el hecho de que las crías retenidas en agua a pesar de que presentaron medias significativamente mayores de velocidad, presentaron los menores índices de rectitud y medias altas de grados de desviación de la recta hacia el mar.

De las crías retenidas en arena sombra, 15 no pudieron avanzar hacia el mar y dos se encontraron muertas en el contenedor. Por esta razón se considera que de los cuatro tipos de retención analizados en este estudio, arena sombra es el que más afecta negativamente a la capacidad de las crías para llegar al mar. El tipo de retención arena sombra no contó con ninguna tapa sobre el contenedor, lo cual permitía que las crías se deshidrataran más fácilmente. Probablemente fue la deshidratación la que provocó el mal desempeño de las crías al ser liberadas.

Resulta importante mencionar que no se encontró ninguna interacción significativa entre los tiempos y los tipos de retención.

6.3. Efecto de las variables ambientales en la capacidad de las crías para llegar al mar

Debido a que las crías comúnmente emergen del nido durante la noche, 11 de los 15 nidos utilizados en este estudio emergieron entre las 19:00 y las 23:30. Por esta razón la liberación realizada tras 6 h de retención presentó la media de temperatura más baja y la de 12 h de retención presentó la más alta.

Ya que los neonatos comúnmente emergen del nido durante la noche, se esperaba que el mejor desempeño al dirigirse hacia el mar se presentara a temperaturas bajas y humedad alta. Sin embargo, en este estudio se encontró lo contrario.

La temperatura superficial de la arena afecta significativamente a la velocidad de las crías y al índice de rectitud. La correlación encontrada fue positiva, o sea que al aumentar la temperatura de la arena aumenta la velocidad y el índice de rectitud.

El hecho de que la temperatura de la arena aumente la velocidad, como se mencionó previamente en los resultados tiene un límite, ya que temperaturas altas son potencialmente letales para los neonatos (Miller et al., 2003).

Drakea y Spotila (2002) indican que a los 41.3°C de temperatura superficial de la arena la actividad locomotora de las crías de *L. olivacea* se vuelve caótica. En este estudio se observó este comportamiento hasta los 44.8°C, razón por lo cual cuatro de las liberaciones no se pudieron realizar pues la temperatura de la arena iba desde los 46.6°C hasta los 51°C. Tres de estas ocasiones fue en la liberación de 12 h de retención, la restante fue en 6 h de retención. Como ya se mencionó, estos datos no entraron al análisis estadístico y explican en parte la diferencia en el tamaño de las muestras. Estos autores también mencionan que las crías comienzan a exhibir las primeras señales de movimientos no coordinados a una temperatura media de 35.7°C. Sin embargo, en este estudio se observó un movimiento locomotor coordinado hasta los 43.9°C de la temperatura superficial de la arena.

Las menores velocidades se presentaron tras 6 horas de retención que corresponde a las temperaturas más bajas. Esto se debe a que las tortugas son animales ectotérmicos y necesitan el calor de su medio circundante como energía para poder llevar a cabo actividades como moverse de un lugar a otro (Seminoff et al., 2008).

La temperatura ambiental, a pesar de que no entró en los modelos de regresión, correlacionó de manera positiva con la velocidad y con el índice de rectitud, teniendo los mismos efectos que la temperatura superficial. Esto es lógico debido a que hay una correlación positiva entre ambas temperaturas. La humedad entró en los tres modelos de regresión, afectando de manera inversa a como afectó la temperatura superficial, esto debido a que cuando la temperatura ambiental y superficial aumentan, el porcentaje de

humedad disminuye. Si la humedad aumenta la velocidad y el índice de rectitud disminuyen, pero los grados de desviación de la recta hacia el mar aumentan.

El que los neonatos comúnmente emerjan de noche, aún cuando presentan mayor velocidad y mejor orientación durante el día se puede deber a una relación costo-beneficio. Emerger de día les permite disminuir el tiempo en el que están expuestas a depredadores terrestres (que durante el día presentan mayor abundancia), sin embargo, aumenta el riesgo de deshidratación o de sufrir quemaduras. El emerger durante la noche provoca que los neonatos estén expuestos por más tiempo a los depredadores terrestres pero evita el riesgo de deshidratarse o sufrir quemaduras.

La temperatura del contenedor correlacionó de manera significativa e inversa con las tres variables dependientes, o sea que mientras menor sea la temperatura del contenedor, la velocidad, el índice de rectitud y los grados de desviación de la recta hacia el mar aumentarán. El hecho de que una mayor temperatura en el contenedor provoque que las crías presenten una menor velocidad probablemente se deba a que como mencionan Lohmann et al. (1997) y Davenport (1997), cuando las crías aún están en el nido la alta temperatura de la arena puede inhibir su movimiento.

También resulta importante mencionar que en los tres modelos de regresión el porcentaje de explicación fue bajo, siendo 66.9% para la velocidad, 8.1% para los grados de desviación de la recta hacia el mar y un 17.1% para el índice de rectitud. Debido a esto se recomienda la realización de un posterior estudio que identifique las demás variables que afectan la capacidad de las crías para llegar al mar, ya que como menciona Wyneken (2000), es crítico que la biología de las tortugas marinas no se ignore cuando se diseñan las prácticas de conservación y manejo. También debido a que como indica Márquez (1996), una vez que entran al mar su sobrevivencia depende de que inicien oportunamente su alimentación y cualquier factor que afecte su capacidad de llegar a su zona de alimentación incrementará su mortalidad.

VII. CONCLUSIONES

- No existe una interacción significativa entre los tiempos y los tipos de retención.
- Al aumentar el tiempo de retención la velocidad y el índice de rectitud de los neonatos disminuye.
- Al aumentar el periodo de retención aumentaron los casos donde las crías no pudieron avanzar hacia el mar.
- La media de la velocidad de las crías que no fueron retenidas es de 3 cm./seg. y difiere con la encontrada en la literatura que es de 2 cm./seg.
- El tipo de retención afecta de manera significativa únicamente a la velocidad. Las crías retenidas en agua presentan mayor velocidad que las retenidas en arena. Esto se atribuye al inicio del frenesí natatorio.
- Arena húmeda en oscuridad (contenedor con tapa) es el tipo de retención que presenta menos efectos negativos en la capacidad de las crías para llegar al mar
- Arena sombra es el tipo de retención que más afecta de manera negativa la capacidad de las crías para llegar al mar. Esto se atribuye a que este tipo de retención no considera ningún tipo de tapa para el contenedor y permite una mayor deshidratación.
- Las variables ambientales son las que más explican la variabilidad de la velocidad, índice de rectitud y grados de desviación de la recta hacia el mar.
- Durante el día los neonatos presentan una mayor velocidad y mejor orientación en su trayectoria hacia el mar.
- Al aumentar la temperatura ambiental y superficial de la arena y al disminuir la humedad, aumenta la velocidad y el índice de rectitud.
- Al aumentar la humedad los grados de desviación de la recta hacia el mar disminuyen.
- Al aumentar la temperatura en el contenedor, la velocidad, el índice de rectitud y los grados de desviación de la recta hacia el mar disminuyen.

- Las crías no deben ser liberadas cuando la temperatura superficial de la arena sea de 44°C o mayor. Esto se puede evitar liberándolas siempre sobre arena húmeda, donde llega la línea de marea.
- Se recomienda la realización de un posterior estudio con el fin de identificar que otras variables afectan la capacidad de las crías para llegar al mar.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abreu-Grobois, A. y Plotkin, P. 2008. *Lepidochelys olivacea*. En: 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Sitio web: <http://www.iucnredlist.org/>.

Arenas-Fuentes, P., L. Sarti y P. Ulloa. 2000. Conservation and management of sea turtles in México. En: Abreu-Grobois, F.A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez, and L. Sarti, compilers. 2000. Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-436, 293 pp.

Arista, E. y A. A. Hernández. 2006. Determinación de la relación frenesí natatorio-tiempo en cautiverio en crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Mazunte, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. México.

Barragán, A., A. Tavera, E. Ocampo y A. Escudero. 2004. Informe Final de Investigación de las actividades de conservación desarrolladas en la playa de Cahuitán durante la temporada 2003-2004. En: Sarti y Barragán (eds.) Conservación y Evaluación de la población de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico mexicano, temporada de anidación 2003-2004. DGVS-SEMARNAT; Kutzari, Asociación para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas, A. C.

Batschelet, E. 1981. Circular Statistics in Biology. Academic Press. Londres. Citado en: Benhamou, S. 2004. How to reliably estimate the tortuosity of an animal's path: straightness, sinuosity, or fractal dimension? *Journal of Theoretical Biology*. 229: 209-220.

Bolten, A. B. y G. H. Balazs. 1995. Biology of the Early Pelagic Stage - The "Lost Year". En: Bjorndal, K.A. (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles*, revised edition. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. and London:579-581.

Bouchard, S. y K. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* 81(8): 2305-2313.

Bowen, B. W., A. B. Meylan, J. P. Ross, C. J. Limpus, G. H. Balazs y J. C. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. *Evolution* 46:865-881.

Carr, A. 1982. Notes on the behavioral ecology of sea turtles. En: Bjorndal, K.A. (ed.). *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.:19-26.

Carr, A. F. 1962. Orientation problems in the high seas travel and terrestrial movements of marine turtles. *Am. Sci.* 50:359-374. Citado en: Wyneken, J., y M. Salmon. 1992. Frenzy and postfrenzy swimming activity in loggerhead, green and leatherback hatchling sea turtles. *Copeia*, 1992: 478-484.

Carr, A. y H. Hirth. 1961. Social facilitation in green turtle siblings. *Anim. Behav.* 9(1-2):69-70.

Chacón, D., N. Valerín, V. Cajiao, H. Gamboa y G. Marín. 2000. Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. PROARCACostas, PROARCA-CAPAS. 139 pp.

Chacón, D., J. Sánchez; J. Calvo y J. Ash. 2007. Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Gobierno de Costa Rica. San José. 103 pp.

Clusella Trullas, S., J. R. Spotila y F. V. Paladino. 2006. Energetics during hatchling dispersal of the olive ridley turtle *Lepidochelys olivacea* using doubly labeled water. *Physiol. Biochem. Zool.* 79, 389–399.

Dalton, S. 1979. Temporal patterns of locomotor activity in hatchling sea turtles. Ph.D. diss. Univ. of Florida, Gainesville. Citado en: Wyneken, J., y M. Salmon. 1992. Frenzy and postfrenzy swimming activity in loggerhead, green and leatherback hatchling sea turtles. *Copeia*, 1992: 478-484.

Davenport, J. 1997 Temperature and the life-history strategies of sea turtles. *J. Thermal Biol.* 22:479–488

Department of Natural Resources . 2007. Guidelines for Marine Turtle Permit Holders: Nest Protection Management. South Carolina, USA. Sitio web: <http://www.dnr.sc.gov/seaturtle/ht/nestguide.pdf>

Dial, B. E. 1987. Energetics and performance during nest emergence and the hatchling frenzy in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Herpetologica*, 43 (3) 307-315.

Drakea, D.L. y J. R. Spotila. 2002. Thermal tolerances and the timing of sea turtle hatchling emergence *Journal of Thermal Biology* 27, 71–81

Ehrenfeld, D. 1982. Options and limitations in the conservation of sea turtles. En: Bjorndal, K. A. (ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 457-464

Flemming, E. H. 2001. Swimming against the tide: Recent surveys of exploitation, trade and management of marine turtles in the Northern Caribbean. *Traffic North America*, Washington D. C.

Frazier, J. G. 2001. Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas. En: Eckert, K. L. y F. A. Abreu Grobois (eds.). *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo*. Traducción al español por R. Briseño Dueñas y F. A. Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. pp. 3-18.

Gyuris, E. 1994. The rate of predation by fishes on hatchlings of the green turtle. *Coral Reefs*. 13, 137 -144.

Hirth, H. F. 1980. Some aspects of the nesting behaviour and reproductive biology of sea turtles. *American Zoologist* 20:507–523.

INE. 2002. Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. SEMARNAT, 1° ed., 72 pp.

Jones, T. T., R. Reina, C. A. Darveau, y P. L. Lutz. 2007. Ontogeny of energetics in leatherback (*Dermochelys coriacea*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtle hatchlings. *Comp. Biochem. Physiol. A* 147,313 -322.

Kopitsky, K., R. L. Pitman, y P. Plotkin. 2000. Investigations on at-sea mating and reproductive status of olive ridleys, *Lepidochelys olivacea*, captured in the eastern tropical Pacific. En: Kalb, H.J. y T. Wibbels (eds.). Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-443. pp. 160-162.

Limpus, C. J. 1985. A study of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in eastern Australia. Ph.D. Dissertation, University of Queensland, St Lucia, Australia. Citado en: Miller, J.D., C. L. Limpus, M. H. Godfrey. 2003. Nest site selection through hatchling emergence. En: Bolten, A., B. Witherington (eds.). Loggerhead Sea Turtle. Washington, D. C., Smithsonian Books. pp. 125-143.

Lohmann, C. y K. Lohmann. 2006. Sea turtles. *Current Biology*, Volume 16, Issue 18, pp. R784-R786.

Lohmann, K. J., B. E. Witherington, C. M. F. Lohmann y M. Salmon. 1997. Orientation, Navigation and Natal Beach Homing in sea Turtles. En: Lutz, P. L. y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 107-135.

Lohmann K. J., M. Salmon y J. Wyneken. 1990. Functional autonomy of land and sea orientation systems in sea turtle hatchlings. *Biol Bull* 179:214–218.

Lorne, J. K. y M. Salmon. 2007. Effects of exposure to artificial lighting on orientation of hatchling sea turtles on the beach and in the ocean. *Endang Species Res.* Vol. 3: 23–30.

Lutz, P. L. y J. A. Musick (eds.). 1997. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 432 pp.

Marcovaldi, M. A. 2001. Estado de Conservación y Distribución de *Lepidochelys olivacea*. En: Eckert, K. L. y F. A. Abreu Grobois (eds.). 2001. Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Traducción al español por R. Briceño Dueñas y F. A. Abreu Grobois. WIDECAS, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. pp. 54-58.

Márquez, R. 1990. FAO Species catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No 125, Vol. 11. Rome. 81 pp.

Márquez, R. 1996. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. Fondo de Cultura Económica, México. 1ª ed. 98 pp.

Márquez-M., R. 2004. Las tortugas marinas del Golfo de México. Abundancia, distribución y protección. En: Caso M, I. Pisanty, E. Ezcurra. 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. 1ª ed. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) Vol. 1, 626 pp. 173-197

Márquez-M, R., A. Villanueva-L., y C. Peñaflores-S. 1976. Sinopsis de datos biológicos de la tortuga golfina. INP-SIC, México.

Miller, J. D., C. L. Limpus y M. H. Godfrey. 2003. Nest site selection through hatchling emergence. En: Bolten, A. y B. Witherington. (eds.). *Loggerhead Sea Turtle*. Washington, DC, Smithsonian Books. pp. 125-143.

Mortimer, J. A. 2000. Reducción de las Amenazas a los Huevos y a las Crías: Los Viveros. En: Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). (Traducción al español). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4. pp. 199-203.

Mrosovsky, N. 1970. The Influence of the Sun's Position and Elevated Cues on the Orientation of Hatchling Sea Turtles. *Anim. Behav.*, 18, 648-651

Musick, J. A. y C. J. Limpus. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. En: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 137-163.

Okuyama, J., H. Nishizawa, A. Abe, M. Kobayashi, K. Yoseda y N. Nobuaki. 2006. Dispersal movements of green turtle (*Chelonia mydas*) reared for one month after emergence. En: *Proceedings of the 3rd International Symposium on SEASTAR 2000 and Asian Bio-logging Science (The 7th SEASTAR 2000 workshop)*. Sitio web: <http://hdl.handle.net/2433/49737>

Pandav, B. y B. C. Choudhury. 2000. Conservation and management of olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Orissa. Final report. Wildlife Institute of India.

Pilcher, N. J. y S. Enderby. 2000. Green Turtle Hatchling Swimming Performance and the Effects of Prolonged Captivity. En: Abreu-Grobois, F.A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez, y L. Sarti, compilers. *Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-436, 293 pp.

Pritchard, P. C. H. 1997. Evolution, phylogeny, and current status. En: Lutz PL, J. A. Musick (eds.). The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Raton, FL

Pritchard, P. C. H. 1969. Studies of the systematics and reproductive cycles of the genus *Lepidochelys*. Ph.D. dissertation, University of Florida, FL. Citado en: **Abreu-Grobois, A.** y Plotkin, P. 2008. *Lepidochelys olivacea*. En: 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Sitio web: <http://www.iucnredlist.org/>.

Russell, A. P., A. M. Bauer, y M. K. Johnson. 2005. Migration in amphibians and reptiles: an overview of patterns and orientation mechanisms in relation to life history strategies. En: Ashref, M. T. E. (ed.). Migration of organisms. Springer-Verlag. New York, U.S.A. pp. 151–203.

Salmon, M. 2003. Artificial night lighting and sea turtles. *Biologist* 50: 163–68.

Salmon, M., J. Wyneken, E. Fritz y M. Lucas. 1992. Seafinding by hatchling sea turtles: role of brightness, silhouette and beach slope as orientation cues. *Behaviour* 122:56–77. Citado en: Tuxbury, S. M. y M. Salmon. 2005. Competitive interactions between artificial lighting and natural cues during seafinding by hatchling marine turtles. *Biol Conserv* 121:311–316

Salmon, M. y J. Wyneken. 1994. Orientation by hatchling sea turtles: Mechanisms and implications. *Herpetological Natural History*. 2 (1). pp. 13-24.

Salmon, M., y J. Wyneken. 1987. Orientation and swimming behaviour of hatchling loggerhead turtles *Caretta caretta* L. during their offshore migration. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 109:137-153.

Seminoff, J. A., A. Reséndiz-Hidalgo, B. Jiménez, W- J. Nichols y T. Todd-Jones. 2008. Tortugas marinas. Capítulo 16. En: Danemann, G.D. y E. Ezcurra (eds.). Bahía de los Ángeles recursos naturales y comunidad. línea base. 2008. SEMARNAT-INE-Pronatura Noroeste A.C.-San Diego Natural History Museum. México, D.F. pp. 457-494.

Shanker, K., B. Pandav y H. V. Andrews. 2003a. Sea Turtle Conservation: Research and Management Techniques. A GOI-UNDP Project Manual, Centre for Herpetology/Madras Crocodile Bank Trust, Mamallapuram, Tamil Nadu, India.

Shanker, K., B. C. Choudhury y H. V. Andrews. 2003b. Sea turtle conservation: Beach management and hatchery programmes. A GOI-UNDP Project Manual. Centre for Herpetology/Madras Crocodile Bank Trust, Mamallapuram, Tamil Nadu, India.

Shigenaka, G. 2003. Oil and sea turtles: biology, planning and response. Jacksonville: NOAA publication. 111 pp.

Tavera, A., E. Ocampo, A. Escudero, C. Palmerín, A. Barragán, L. Sarti y P. Dutton. 2005. Programa de conservación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en la playa de Cahuitán, Oaxaca, temporada 2004-2005. Informe Final de Investigación. Kutzari, Asoc.

para el Estudio y Conservación de las Tortugas Marinas A.C.; DGVS-SEMARNAT. 23 pp. + 2 anexos.

Van Meter, V. B. 1992. Florida's Sea Turtles. Florida Power and Light Company. Florida Department of Natural Resources, Tallahassee, FL.

Van Rhijn, F. A. 1979. Optic orientation in hatchlings of the sea turtle, *Chelonia mydas*. I. Brightness: not the only optic cue in sea finding orientation. *Mar. Behav. Physiol.*, 122, 56.

Witherington, B. E. . 1986. Human and Natural Causes of Marine Turtle Clutch and Hatchling Mortality and Their Relationship to Hatchling Production on an Important Florida Nesting Beach. Tesis de maestría. University of Central Florida, Orlando. Citado en: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). 1997. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York.

Witherington, B. E., y R. E. Martin. 1996. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. 73 p.

Wyneken, J. 2000. The migratory behavior of hatchling sea turtles beyond the beach. En: N. J. Pilcher y G. Ismail, (eds.). *Sea turtles of the Indo-Pacific*. ASEAN Academic Press, London. pp. 121–142.

Wyneken, J., y M. Salmon. 1992. Frenzy and postfrenzy swimming activity in loggerhead, green and leatherback hatchling sea turtles. *Copeia*: 478-484

Zenteno, M., M. Herrera, A. R. Barragán y L. Sarti. 2008. Impact of different kinds and times of retention in olive ridley's (*Lepidochelys olivacea*) hatchlings in blood glucose levels. En: Rees, A.F., M. Frick, A. Panagopoulou y K. Williams (eds.). *Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569, 262 pp.

ANEXO A.



Tratamientos.



Centro del círculo marcado con un palo.



Piola marcada cada 10 cm sobre el rastro del recorrido de la cría.



Medición de la distancia entre la recta hacia el mar (marcada con un palo) y el punto de salida de las crías.

ANEXO B

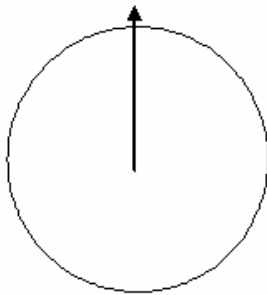
Hoja de toma de datos

NIDO # _____

CÍRCULO _____

Fecha de emergencia _____

Hora de emergencia _____

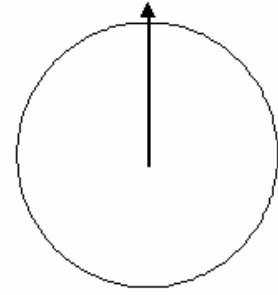


Hora de liberación _____

T. amb. _____

T. sup _____

Humedad _____



t. de recorrido _____

t. de recorrido _____

dist. entre puntos _____

dist. entre puntos _____

distancia recorrido _____

distancia recorrido _____

OBSERVACIONES: