

© 0344
3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**CARACTERIZACION DEL SITIO DE ANIDACION EN
LA PLAYA DE "LAGUNAS DE CHACAHUA" OAX.,
PARA LA ESPECIE *Lepidochelys olivacea*
(TORTUGA GOLFINA).**

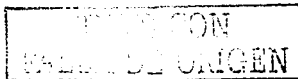
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A :
BIOL. MARIA TERESA ESPINO CHAVEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. GUSTAVO CASAS ANDREU

MEXICO, D. F.



2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS

A MI MADRE, POR SU EJEMPLO Y AMOR
INCONDICIONAL

A MI HERMANA Y A RODRIGO, POR
COMPARTIR CONMIGO SUEÑOS Y
ESPERANZAS

A SERGIO, POR FORMAR PARTE DE MI
VIDA

A MI PADRE, POR SU APOYO

A MI FAMILIA Y CADA UNO DE MIS
AMIGOS.

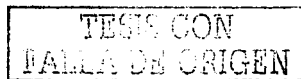
LOS QUIERO

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no se hubiera podido llevar a cabo sin la colaboración de innumerables personas, primeramente le doy las gracias al Dr. Casas Andreu por su confianza en mí en la dirección de este proyecto. También quiero agradecer por sus comentarios y observaciones, que enriquecieron y dieron forma a este trabajo, al Dr. Fausto R. Méndez de la Cruz, a la Dra. Guadalupe de la Lanza Espino, al Dr. Carlos Dias Avalos y al Dr. Alberto Abreu Grobois.

Por su paciencia e invaluable apoyo a mi hermana Alicia quien me acompañó muchas noches de trabajo y quien compartió conmigo este amor por las tortugas, a Sergio y Memo que también se desvelaron y conocieron la maravillosa experiencia de ver desovar una tortuga, a Lupita, Hector y Juan Carlos por su compañía, apoyo y por habernos alojado tantas veces en el campamento de Chacahua. Al Dr. Michel Morfin y a la Dra. J. Mortimer, por la información proporcionada.

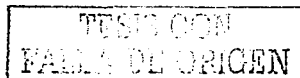
No sería justo decir que este trabajo es de una sola persona ya que sin el apoyo incondicional de Martín Aguilar no lo hubiera podido terminar. También quiero agradecer a Claudia Lara, Rogelio Moran, Rogelio Macías, Ella Vázquez, Gabriela Carranza, Concepción de la Rosa, Josefina Gabriel, Ignacio González, Laura Sarti, Debora, MaryCarmen, Cesar, José Luis y Luis Manuel, amigos que me ayudaron de diversas formas.



El apoyo que recibí de todos y cada uno de mis amigos que creyeron en mí, y que siempre me impulsaron con palabras de aliento, Conchita, Maru, las Osas, Anita, Vlados, Citlati, Rita, Lorenzo, Ernesto, Pepe, Sharky, Alfonso, Mauro, Glori, Maritza, Claudia Z., Roberto, Paco, Javier, al "Scuba Team" y Claudia y Mario por su ejemplo.

Quiero dar las gracias a Conacyt y a la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología, así como a mis amigos y colaboradores, Ara, Ger, Alex, Iveth y Lety.

Por último quiero reconocer el trabajo que llevan y han llevado a cabo, todas las personas que de una u otra forma participan en la protección, conservación e investigación de las tortugas marinas, por sus desvelos y su trabajo tan pocas veces reconocido, ya que gracias a ellos algún día nuestros hijos podrán ir a la playa y tener la maravillosa experiencia de ver una Tortuga.



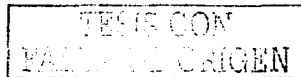
D

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	12
CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE	13
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
MÉTODO	22
Trabajo en Campo	22
<i>Caracterización de nidos naturales</i>	22
<i>Caracterización de nidos transplantados</i>	24
<i>Selección del sitio de anidación</i>	24
<i>Línea de marea y vegetación frontal</i>	25
Trabajo de laboratorio	25
<i>Porcentaje de Humedad</i>	26
<i>Granulometría</i>	26
<i>Pruebas estadísticas</i>	27
RESULTADOS	28
Caracterización de nidos naturales y nidos transplantados	28
<i>Temperatura</i>	28
<i>Porcentaje de Humedad</i>	33
<i>Granulometría</i>	38
<i>Temperatura- Porcentaje de Humedad</i>	41
<i>Temperatura- Porcentaje de Humedad- Tipo de grano</i>	43
<i>Profundidad</i>	47
<i>Localización de nidos naturales</i> <i>y del corral de incubación</i>	48
<i>Nidos Naturales</i>	49
<i>Nidos transplantados</i>	50

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

<i>Comparación general de nidos naturales y nidos transplantados</i>	51
Selección del sitio de anidación	52
Relación entre la ubicación de los nidos naturales y la línea de marea y entre el sitio de anidación y la línea de vegetación frontal	57
DISCUSIÓN	61
Caracterización de los nidos naturales	61
<i>Temperatura en la superficie de nidos naturales y transplantados</i>	61
<i>Temperatura en la parte media de nidos naturales y transplantados</i>	62
<i>Temperatura del fondo de nidos naturales y transplantados</i>	63
<i>Relación de la temperatura entre nidos naturales y transplantados</i>	65
<i>Porcentaje de humedad en la superficie de nidos naturales y transplantados</i>	67
<i>Porcentaje de humedad en la parte media de nidos naturales y transplantados</i>	68
<i>Porcentaje de humedad en el fondo de nidos naturales y transplantados</i>	69
<i>Relación del porcentaje de humedad entre nidos naturales y de transplantados</i>	70
<i>Tipo de grano en los diferentes niveles de profundidad en nidos naturales y transplantados</i>	71
<i>Relación entre temperatura, porcentaje de humedad y tipo de grano de arena</i>	75



Selección del sitio de anidación.....	76
<i>Temperatura.....</i>	<i>76</i>
<i>Porcentaje de humedad.....</i>	<i>79</i>
<i>Tipo de grano de arena.....</i>	<i>80</i>
<i>Línea de marea - Vegetación frontal y su relación con el sitio de anidación.....</i>	<i>84</i>
CONCLUSIONES.....	88
ANEXO 1. Recomendaciones a campamentos tortugueros.....	91
ANEXO 2. Fotos.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la playa de San Juan Chacahua, Oaxaca, México. El objetivo fue caracterizar y comparar los nidos naturales y transplantados de la tortuga *Lepidochelys olivacea* en función de tres variables (temperatura, porcentaje de humedad y granulometría). Las variables se analizaron en tres estratos del nido: superficie (S, 3-5 cm), parte media (PM, 20-22 cm) y fondo (F, 40-44cm). Los nidos naturales y transplantados presentaron temperaturas similares en S (30.3°C y 30.50 °C) y en PM (32.10°C y 32.9°C) excepto en F (32.3°C y 34°C). El porcentaje de humedad en S entre ambos tipos de nido fue significativamente diferente (1.39% y 2.23%, $p < 0.01$), mientras que en PM y F fueron similares, (PM, 3.14% y 3.08%; F, 3.87% y 3.55%, $p > 0.05$ respectivamente). En nidos naturales el 45.45% de las muestras de S y PM presentó arena media asimétrica hacia granos finos y el 42.42% de las muestras en F fueron arena media simétrica. En nidos transplantados más del 79% de las muestras en los tres estratos correspondieron a arena media asimétrica hacia granos finos. Las correlaciones de la temperatura entre los diferentes estratos fueron mayores en nidos naturales (desde $r_s = 0.82$ hasta 0.95 $p < 0.0000$) que en nidos transplantados (desde $r_s = 0.49$ hasta 0.74 $p < 0.005$). La correlación del porcentaje de humedad en nidos naturales también fue mayor (desde $r_s = 0.57$ hasta 0.76 $p < 0.001$) que en transplantados (desde $r_s = 0.47$ hasta 0.56 $p < 0.01$). Las correlaciones entre temperatura y humedad fueron significativas en nidos naturales (desde $r_s = -0.69$ hasta -0.46 , $p < 0.005$). Mientras que en nidos transplantados sólo se presentó correlación entre la temperatura y el porcentaje de humedad en S ($r_s = -0.57$, $p < 0.001$). Sobre el rastro de la tortuga se analizó la temperatura, el porcentaje de humedad y la granulometría y se registraron gradientes de temperatura y del porcentaje de humedad (positivo y negativo, respectivamente) a partir de la línea de marea hacia playa adentro. No presentó relación de la distancia entre sitio de anidación a la línea de marea y a la vegetación frontal. El 67% de las tortugas anidó a una distancia promedio de 25.5 m (DS = 12.46) de la línea de marea en una franja de 20 m a lo ancho de la playa.



PAGINACIÓN DISCONTINUA

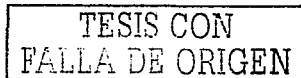
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

La mayor parte del ciclo de vida de la tortuga marina se desarrolla en el mar, característica que limita el estudio de la biología de estas especies. Si bien se tiene conocimiento sobre su anatomía, desarrollo embrionario, hábitos alimentarios, entre otros, la forma de vida de estas restringe la investigación sobre otros aspectos como conducta y hábitos, ya que este tipo de estudios requieren de seguimiento y monitoreo constante.

La comprensión de las características físicas que presentan los nidos en condiciones naturales permitirá hacer varias conjeturas, desde identificar las condiciones que seleccionan las tortugas marinas para anidar, hasta poder inferir el éxito de sobrevivencia de las crías, la proporción sexual dentro de la población y la definición de líneas de acción que deben contener las políticas de protección y conservación que se aplican en las playas de anidación, por mencionar algunas.

Los aspectos más estudiados de las tortugas marinas, son aquellos que se desarrollan en tierra, como es la anidación y la conducta que presentan algunas especies para seleccionar el sitio de anidación, el desarrollo embrionario, el éxito de eclosión, la distribución y características de las playas de anidación, así como las características morfológicas de las especies. También se ha estudiado como la temperatura, la humedad y el tipo de grano -que conforma la cámara del nido que alberga los huevos depositados-, influyen en la incubación de los huevos, ya que guardan una estrecha relación con el desarrollo embrionario, el éxito de eclosión y la diferenciación sexual entre otros. Sin embargo, los resultados obtenidos en diferentes estudios no permiten observar patrones específicos respecto a los requerimientos de las hembras grávidas, en cuanto a humedad, temperatura y características del sustrato.



En relación con la humedad del sustrato del nido, se ha mostrado la importancia del agua presente y disponible en la arena, debido a que su intercambio con los huevos permite un mejor desarrollo de los embriones, ya que en condiciones de balance hídrico favorable, el embrión usa su reserva de energía metabólica para crecer. Esto ha sido observado en estudios de tortugas acuícolas específicamente en *Chelydra serpentina* (tortuga lagarto), cuyas crías emergidas a partir de huevos incubados en arenas con condiciones hídricas favorables son mayores que las crías de huevos incubados en condiciones desfavorables, lo cual les puede permitir mayor sobrevivencia durante el primer año de vida (Packard *et al.*, 1981; Packard *et al.*, 1987; Janzen, 1993).

Lo señalado anteriormente aplica también a las diferentes especies de tortugas marinas. De hecho se ha observado que los huevos de estos organismos son más sensibles a la desecación que los huevos de otros reptiles. Se ha observado que la humedad de la arena es un factor importante para el desarrollo de los embriones, ya que un sustrato muy húmedo o muy seco puede afectar el tamaño de las crías, así como provocar malformaciones o su muerte (Packard *et al.*, 1981; Seymour y Ackerman, 1980; ver: Mortimer, 1990). Bustart y Greenham (1967) observaron que *Chelonia mydas* necesitaba en condiciones de laboratorio de 25% de agua destilada ó 50% de agua de mar, para que se produjeran crías, y que el mayor éxito de avivamiento se obtenía entre 27 y 32 °C.

En playa Ostional, Costa Rica, estudios con *L. olivacea*, muestran que se presenta aproximadamente el doble de mortalidad de embriones en áreas de la playa con arena seca, que en áreas más húmedas, también se observó que el porcentaje de mortalidad de crías depende en forma significativa de la zona de la playa donde se localice el nido (Acuña, 1983). Estudios realizados por I-Jiunn (1998), señalan que los nidos incubados en un sustrato muy seco, presentan un menor porcentaje de eclosión.

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Clax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

La humedad también es importante en la construcción de los nidos. Se ha observado que en arena muy seca hay más intentos de anidación -nidos falsos- debido a que los nidos se derrumban fácilmente, imposibilitando el proceso de ovoposición (Mortimer, 1982). Estudios realizados en Baja California, México, señalan que es necesaria suficiente humedad para retener los nidos cavados a aproximadamente 40 cm de profundidad, y se señala la posibilidad de que las diferencias de humedad en la arena estén relacionadas con el perfil de la playa (Fritts *et al.*, 1982). Se ha observado que la falta de humedad de la arena causa el derrumbamiento de los nidos, provocando la muerte de crías (Mortimer, 1990). Galicia *et al.* (1988) indican que la humedad por sí sola no es un factor determinante para el desarrollo, eclosión y avivamiento de las crías de tortuga marina, específicamente en *L. olivacea* y *Dermochelys coriacea*, debido a que son varios elementos los que influyen en la sobrevivencia de las crías (profundidad del manto freático, distancia de la línea de marea, temporada de anidación, vegetación, tipo de arena, inundaciones, etc.),

La temperatura es también un factor importante en la composición de nido, ya que en el caso de algunos reptiles y específicamente de tortugas marinas, es común que la diferenciación sexual esté dada por la temperatura (Bull, 1980; Vog y Flores 1986; Janzen y Paukstis, 1991). Para las tortugas marinas se determinó que la temperatura umbral (cuando se obtiene 50% machos y 50% hembras) se encuentra en 29°C variando en algunas décimas de grado según la especie de que se trate (Mrosovsky, 1994). Los resultados de diferentes estudios muestran una fuerte relación entre la temperatura de los nidos y la proporción de sexos en crías (Yntema y Mrosovsky, 1980; Bull, 1980; Mohanty, 1986; Merchant *et al.*, 1990; Mrosovsky, 1994, Marcovaldi *et al.*, 1997 Mathew *et al.*, 1996). Se ha sugerido que la temperatura de los nidos también es importante en el proceso de emergencia de las crías (Hays *et al.*, 1992).

El grano de la arena de las playas de anidación es otro elemento importante, puesto que influye en la conservación de la humedad, en la difusión de calor y de gases en el nido, características relevantes el desarrollo y éxito de eclosión de las crías de tortuga marina. Al respecto, Mortimer (1982) señala que el tipo de arena también es importante durante la construcción del nido, ya que ésta tiene que ser lo suficientemente fina para prevenir un excesivo deslizamiento. Se ha observado que las principales playas de anidación de *Ch. mydas*, presentan arena moderadamente clasificada con un diámetro de partícula entre 0.2 –1.00 mm y señala que el potencial hídrico y la capacidad de difusión del sustrato, dependen del tamaño y forma del grano de arena (Mortimer, 1990).

Estudios realizados en Colola y Maruata, Michoacán, sobre la relación entre las características de incubación en ambiente natural y el avivamiento en nidos transplantados en *Chelonia agassizii*, indican que la humedad, la temperatura y el tamaño de grano junto con variables físicas, químicas y biológicas, interactúan para producir un microambiente de incubación que influye en el porcentaje de avivamiento de las crías (Naranjo, 1988). Sarti *et al.* (1995b), señalan que existen diferencias de las características fisicoquímicas del sustrato (pH, salinidad, materia orgánica, material magnético, tamaño de grano), entre diferentes playas de anidación y sugieren que la combinación de estas características hace posible que cada playa sea apropiada para la anidación de algunas especies de tortugas marinas en particular. En este sentido es necesario llevar a cabo estudios enfocados a las características físicas de los nidos y su influencia sobre diferentes aspectos como la diferenciación sexual y las tasa de sexos en condiciones naturales, así como en la selección del sitio de anidación (Janzen y Paukstis, 1991; Wood y Bjorndal, 2000).

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chocahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

Los estudios relacionados con la selección del sitio de anidación de la tortuga marina, se han llevado a cabo bajo dos enfoques, a) con relación a las playas de anidación y b) respecto a la ubicación del nido dentro de la playa. En la selección de la playa de anidación, se indica que influyen principalmente características de tipo batimétrico y topográfico que facilitan la accesibilidad de la tortuga a la playa. Otra particularidad que se ha sustentado es que las tortugas prefieren playas sin luces y relativamente libres de rocas -según la especie-, con arena no muy gruesa y con suficiente humedad, además de que sean playas con poca cantidad de depredadores y preferentemente sin vegetación (Mortimer, 1990).

Una de las teorías que existen acerca de la selección de la tortuga marina por una playa en particular, es la tan discutida hipótesis de la "impronta", la cual supone que la hembra regresa a anidar a la playa en que nació. Existen investigaciones como las realizadas por Owens *et al.* (1982) y Grassman *et al.*, (1984) donde se observó que individuos de *Lepidochelys kempii* muestran cierta preferencia por agua infiltrada en arena de los sitios donde fueron "improntadas". Otro supuesto es que las tortugas marinas usan la visión para seleccionar el hábitat de anidación para evitar a los depredadores así como para localizar su alimento, aunque se reconoce que el conocimiento para entender las relaciones entre la anatomía del ojo y la ecología de la tortuga marina es aún rudimentario, (Granda y Maxwell, 1978 ver: De Carlo *et al.*, 1998).

Autores como Hendrickson (1966) y Mortimer (1982), consideran que características de la arena como la humedad, el tamaño de grano de la arena y la temperatura, son factores importantes en la selección de la playa de anidación e influyen directamente en el crecimiento del embrión, diferenciación sexual y sobrevivencia de las crías. Kikukawa *et al.* (1999) observaron que en tortugas de la especie *C. caretta*, factores como el tipo de arena, la presencia de lagunas así como la pendiente y amplitud de la playa están relacionados con la selección de la playa de anidación.

Sobre la selección del sitio de anidación Mrosovsky (1994) y Ehrenfeld (1979) recomiendan hacer estudios extensivos sobre el comportamiento de la hembra al anidar y las consecuencias de la selección del sitio de anidación en las crías. Un aspecto interesante en la selección del sitio de anidación es la conducta que se ha observado en especies como *L. olivacea*, *Ch. mydas*, *C. caretta*, donde se supone que las hembras "olfatean" la arena para elegir el sitio donde depositar sus huevos (Owens *et al.*, 1982; ver: Casas-Andreu, 1978).

Ehrenfer (1979) menciona que el comportamiento de olfateo puede deberse a una identificación olfativa del área general de anidación por tortugas que han migrado una gran distancia, o bien, a la preferencia de los individuos por una parte específica de la playa o por un cierto tipo de arena. En ambos casos, dicho comportamiento estaría asociado con un posible olor o textura distintivo, aunque también es posible que los movimientos que han sido caracterizados como "olfateo de la arena" en realidad no estén asociados con una discriminación sensorial espacial.

La temperatura, la humedad y el tipo de grano de la arena se han señalado como elementos importantes en la selección del sitio de anidación. La estrategia aparente de seleccionar un sitio específico de la playa para anidar de alguna forma beneficia el éxito de la especie, ya que al parecer esta conducta está influenciada por fuerzas selectivas que conducen la ubicación del nido. De hecho se ha observado que la selección del sitio de anidación en reptiles puede afectar la adaptación de la especie a través de la sobrevivencia de sus descendientes, debido a que los factores ambientales influyen en la sobrevivencia de los embriones, en la salud de las crías y en la proporción de sexos (Vogt y Flores, 1986; Wood y Bjorndal, 2000). Estudios en Iguana sugieren que los sitios y la temporada de anidación están cercanamente relacionados con las temperaturas requeridas para el éxito de eclosión (Stanley, 1972).

Tanto la temperatura como la humedad y el tipo de arena han sido señalados como elementos que influyen en la selección del sitio de anidación, estudios realizados por Stoneburner y Richardson (1981), señalan que las hembras grávidas de *C. caretta* anidan inmediatamente después de encontrar un incremento abrupto de temperatura de 2 °C ó más. Trindell *et al.* (1999) encontraron para *C. caretta* que el tamaño de grano de arena así como su coeficiente de clasificación pueden influir en la selección de la playa de anidación, ya que en algunas playas donde han cambiado estas características, se ha observado que declina el número de hembras anidadoras. Con relación a la humedad se ha sugerido que los niveles de humedad pueden ser parcialmente responsables de una mayor anidación de tortuga verde en una zona de la playa en Tortuguero, Costa Rica (Bjorndal y Bolten 1992). Estudios de la proporción sexual en crías de nidos naturales, muestran que la localización de los sitios de anidación influye en la tasa sexual y que en general algunos nidos producen sólo machos, algunos sólo hembras y algunos nidos producen crías de ambos sexos (Bull, 1980, Vogt y Flores 1986, Mrosovsky, 1994, Aguilar *et al.*, 1989).

Como se ha podido observar, tanto la distribución de anidación de las tortugas como la selección del sitio de anidación, están determinadas por un conjunto de presiones selectivas (temperatura, humedad disponible, conductividad de gases, erosión, inundación, depredación, acceso a la playa, inclinación, la vegetación de la playa y la pendiente, así como la distancia entre la marea y el sitio de anidación) a las cuales las tortugas responden (Mortimer, 1990). Indicándose que estos factores pueden influir de manera independientemente o combinada en la selección del sitio de anidación (ver: Garmestani *et al.*, 2000).

Actualmente, parámetros como la temperatura y humedad no se consideran en el establecimiento de los corrales de incubación -donde se reubican los nidos-. Esto es evidente cuando se lleva a cabo una revisión de los documentos técnicos que se refieren a la construcción de corrales de incubación. Solamente se consideran algunas características señaladas por Márquez (1976) así como particularidades de cada una de las playas, (vegetación, acceso, y pendiente, entre otras) -comentarios personales de los técnicos que trabajan en campo-, además se prevé que no sea inundado por las mareas altas o por algún estero o lagunas cercanas que se desbordan en época de lluvias. Otro requisito indispensable para la construcción del corral es ubicarlo en un lugar en que pueda estar continuamente vigilado para evitar la depredación por parte de cazadores furtivos. Así mismo, es importante que el corral no obstruya el acceso de las hembras anidadoras al sitio de anidación (Cruz y Ruiz, 1984). Sin embargo, la ubicación del corral no contempla estudios específicos del sustrato como serían la temperatura, humedad y tipo de grano de la arena, entre otras.

Tal como lo indican algunos autores (Pritchard, 1980, Hirt y Samson, 1987), es necesario que la ubicación del corral simule las características del nido natural tanto como sea posible con el fin de alterar en menor medida, las implicaciones que la reubicación de los nidos traería en consecuencia en aspectos como la proporción sexual de crías, éxito de eclosión y procesos como la impronta.

JUSTIFICACIÓN

La investigación y el conocimiento de las especies de flora y fauna que se encuentran en peligro de extinción, son herramientas necesarias para el diseño de políticas de protección y conservación de la vida silvestre.

L. olivacea, al igual que muchas otras especies, se encuentra catalogada dentro del Apéndice I (especies en peligro de extinción) del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), por lo que el comercio de esta especie está sujeto a una reglamentación particularmente estricta con el fin de no poner en peligro aún mayor su sobrevivencia. Este convenio aplica para todos los países firmantes que en algún momento se unieron a este esfuerzo internacional por mantener la biodiversidad.

México es uno de los países comprometidos a respetar y cumplir con las disposiciones que establece dicho convenio. Aunado a este esfuerzo, se cuenta con la legislación interna del país, la cual regula cualquier actividad que se dé en torno de las especies de flora y fauna silvestre. En 1994 se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, en donde se enlistan diferentes especies que requieren protección. Esta norma fue sujeta a revisión y en el 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo que establece la Norma. En ambas ocasiones, *L. olivacea* ha sido considerada dentro de la categoría de mayor prioridad, como *especie en peligro de extinción*.

Es bien sabido que estas medidas no son suficientes para proteger y mantener a las especies de flora y fauna silvestre que se encuentren amenazadas o en peligro de extinción, por lo que es necesario emprender diferentes acciones que minimicen el impacto ocasionado a las poblaciones de estas y muchas otras especies.

En este sentido, la investigación científica juega un papel crucial, ya que para la obtención de mayores y mejores resultados es necesario que las medidas de protección que se establezcan dentro de los planes y programas de conservación y protección de las especies en su medio natural, se realicen con base en el conocimiento que se tiene de cada especie así como de su hábitat.

Al respecto, Hendrickson (1982) menciona que el estudio de las características de los nichos de diferentes especies de tortugas marinas, permite identificar las relaciones causa-efecto ligadas a los procesos de anidación. El conocimiento generado por estos estudios podría indicar los lineamientos apropiados para el diseño y la aplicación de políticas en el manejo de las playas de anidación para la conservación específica de cada especie.

El presente estudio aporta datos que describen una parte de la ecología de la especie, en particular de las características del nido y las compara con las que presentan los nidos transplantados. Señala la ubicación de los nidos naturales a lo ancho de la playa de anidación en la Playa de Chacahua. Presenta las tendencias de la temperatura y el porcentaje de humedad que se registraron sobre los rastros de las tortugas. Así como las características en función de temperatura, porcentaje de humedad y granulometría, donde más anidaciones hubo. Este estudio señala que existieron diferencias entre nidos naturales y transplantados. Sugiriendo que debieran hacerse repeticiones del presente estudio en las diferentes playas de anidación, para establecer los corrales de incubación. Ya que entre más cercanía exista entre éstos y los requerimientos de una anidación en condiciones naturales, se podría incrementar la sobrevivencia de crías en nidos transplantados, tal como lo mencionan Pritchard (1980), Hirt y Samson (1987), Janzen y Pukstis (1991), Wood y Bjorndal (2000), Hendrickson (1966) y Mortimer (1982) entre otros.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Describir las características (temperatura, humedad y granulometría) del sitio de anidación de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea*.

Objetivos Particulares

- Determinar la granulometría, el porcentaje de humedad y la temperatura de la arena en nidos naturales y transplantados.
- Comparar la temperatura, porcentaje de humedad y granulometría entre nidos naturales y transplantados.
- Identificar si existe relación intra y entre las variables consideradas (temperatura, humedad y granulometría) a diferentes niveles de profundidad, tanto en nidos naturales como en nidos transplantados.
- Determinar si sobre el rastro de la tortuga *L. olivacea*, la temperatura, humedad y granulometría presentan un patrón relacionado con la selección el sitio de anidación.
- Establecer si existe relación entre la distancia de la línea de marea al sitio donde anida la tortuga y la distancia a la línea de vegetación.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS *Lepidochelys olivacea*

La tortuga marina *Lepidochelys olivacea* (Escholtz, 1829) comúnmente llamada tortuga golfina, es considerada una de las más pequeñas. Perteneció a la familia Cheloniidae, género *Lepidochelys*, al igual que la tortuga lora (*Lepidochelys kempi*), de la cual se distingue por tener típicamente más de cinco escudos laterales o costales, un caparazón más alto y aplanado en la parte dorsal, por el color de su caparazón (en forma de corazón) gris olivo que le da nombre a la especie y porque la cara interna del maxilar presenta un reborde triturador muy marcado. Los organismos de esta especie miden aproximadamente 60-70 cm, con un peso aproximado entre 35-50 Kg y en cada aleta presenta una o dos uñas (Márquez *et al.*, 1976).

En su forma adulta el macho se distingue de la hembra por presentar una cola más desarrollada que sobresale del caparazón; en algunos sobrepasa ligeramente el borde de las aletas posteriores y sus uñas son más desarrolladas y arqueadas. Las hembras presentan un caparazón más redondeado, mientras que los machos presentan un plastrón más cóncavo. La edad de maduración sexual para esta especie es desconocida, pero se ha observado que las tortugas anidadoras presentan un tamaño aproximado de 63.3 cm (National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service, 1998).

La mayor parte de su alimentación se basa principalmente en organismos bentónicos en su mayoría crustáceos, aunque también se alimenta de peces, cangrejos, ostras, tunicados y algas. Su dieta también incluye organismos pelágicos como las medusas. Se ha observado que los adultos machos presentan una dieta diferente a la de las hembras, ya que mientras en los machos el 57% de su dieta es a base de peces, en hembras éstos constituyen sólo el 13% (National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service, 1998).

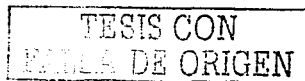


Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

L. olivacea es considerada la especie más abundante de tortugas marinas en el mundo (National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service, 1998). Esta especie se distribuye mundialmente, tanto en el Océano Atlántico como en el Pacífico y en el Índico, en latitudes cercanas a los trópicos, habitando principalmente en el hemisferio Norte y teniendo como límite de distribución las regiones isotérmicas de los 20°C. Las playas de anidación más importantes en la actualidad son: Escobilla en México, Ostional y Nancite en Costa Rica, Guiana, Surinam y Gahimarta, en el distrito de Orissa en la India (Márquez, 1990).

En México, *L. olivacea* se ha considerado como la especie más abundante de tortugas marinas, se distribuye a lo largo de toda la Costa del Pacífico incluyendo el Golfo de California. Según datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2002), se han identificado 51 playas como áreas de anidación. De acuerdo con Abreu el número aproximado de hembras anidadoras de *L. olivacea* en México anualmente es: Baja California Norte 3, Baja California Sur 71; Sinaloa, 672; Nayarit 100; Jalisco 830; Michoacán 500; Guerrero 1,415; Oaxaca 157,500; Chiapas, 430, haciendo un total de 161,501 (National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service, 1998). Márquez (1990) estima más de 200,000 nidos por año en las playas de La Escobilla, Morro Ayuta, Chacahua, Piedra de Tlacoyunque y Mismaloya-La Gloria.

Esta especie anida individualmente (de forma aislada) o en grandes grupos, lo que se conoce como arribadas o arribaciones, fenómeno que se da actualmente sólo en esta especie y sólo en algunas playas como es el caso de la Escobilla en Oaxaca (Márquez, 1990). La anidación es en su mayoría nocturna aunque se han observado emergencias diurnas, especialmente durante las arribadas. La época de anidación en el Océano Pacífico ocurre prácticamente durante todo el año, con un máximo de septiembre a diciembre. Esta especie migratoria es altamente gregaria y en el mar se han visto grandes flotillas (National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service, 1998).



Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

El apareamiento ocurre generalmente en las cercanías a las áreas de anidación, por lo común desde el principio de la temporada de reproducción la cual abarca desde junio a diciembre. El ciclo reproductivo obedece principalmente a las fases lunares, ya que la anidación ocurre alrededor del cuarto menguante, generalmente dos a tres días antes o después, durante el efecto de luna, cuando se producen las mareas bajas y de menos intensidad (Casas-Andreu, 1978).

Se ha observado que una tortuga anida por lo menos dos veces en la misma temporada (Plotkin *et al.* 1994), y el periodo entre una anidación y otra es de aproximadamente 14 días en hembras que anidan aisladamente y de 28 días en hembras que anidan en grandes grupos (arribazones). Generalmente la cantidad de huevos entre su primer y último desove disminuye, con un promedio de entre 110 y 80 huevos. El periodo de anidación entre una temporada y la siguiente en su gran mayoría es de dos años, sin embargo, en algunas partes como en Surinam se han registrado anidaciones anuales (ver: Márquez *et al.*, 1990).

El proceso que ocurre durante el desove lo describen varios autores (Hendrickson, 1982, Ehrenfeld, 1979, Márquez *et al.*, 1976) y se puede dividir en las siguientes etapas:

- Emergencia desde la zona de rompientes.
- Búsqueda ("olfateo") del sitio de anidación.
- Excavación de la "cama".
- Excavación de la cámara para los huevos.
- Desove.
- Disimulación de la "cama".
- Compresión de la arena.
- Regreso a la rompiente.
- Cruce de la rompiente.

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacabua" Caxi, para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

Todo éste proceso se lleva acabo entre 40 y 100 minutos, contados a partir de la salida y vuelta al mar. Las hembras no siempre tienen éxito en las anidaciones, ya que algunas veces al salir son perturbadas e inmediatamente regresan al mar; otras veces encuentran obstáculos en el camino o al excavar el nido y buscan un nuevo sitio o regresan para emerger en otro lugar cercano ese mismo día o al siguiente. El período de incubación va de 50 a 60 días, pero puede variar dependiendo de la temperatura, humedad, tamaño de grano de la arena y del contenido orgánico.

Después del periodo de incubación las crías emergen del nido principalmente por la noche y se dirigen al mar donde pasan el mayor tiempo de su ciclo de vida, y sólo las hembras en su etapa adulta regresan a la playa a desovar. (Figura 1.)

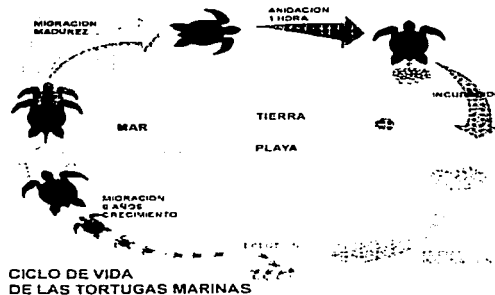


Figura No.1 -Ciclo de Vida de las Tortugas Marinas

Esta especie prefiere anidar en playas adyacentes a desembocaduras de ríos, que presentan mayor abundancia de arena clara y grano fino, con plataforma amplia sobre el nivel de mareas y pendiente algo pronunciada mayor a 5°. El tipo de vegetación es aparentemente insignificante, pues las playas de anidación van desde vegetación tropical alta, hasta arbustos y gramíneas e incluso plantaciones de coco.

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacohua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

Una práctica muy peculiar y frecuente de las hembras de esta especie, es que invariablemente al salir del agua para desovar, hincan el hocico en la arena y avanzan algunos metros en ésta posición. Este comportamiento también se ha observado en la *L. kempii* y en *Ch. mydas* (ver: Márquez *et al.*, 1976); el objeto de éste hábito no ha sido aclarado. Sin embargo, se especula sobre su posible significado para reconocer las playas de anidación por su olor o el sitio más adecuado para hacer el nido. Los huevos de ésta especie son blandos, esféricos, de color blanco y del tamaño de una pelota de golf.

Existe una alta depredación de sus huevos, crías y jóvenes, por lo que se puede decir sin exagerar que de cada 100 huevos desovados sólo alrededor de uno o dos logra sobrevivir a través de todas las etapas hasta llegar a la etapa adulta. Los principales depredadores de los huevos son: hombre, perro, coyote, mapache, tejón, cangrejo, zopilote y cerdos; en crías: perro, coyote, zopilote, gaviotas, zanate, fragata, cangrejo, tiburón, cherna, robalo, huauchinango, atún, barracuda, jurel; y de adultos: el hombre y el tiburón. Se puede suponer que en forma natural llegan a alcanzar edades mayores de 20 años (Márquez, 1976).

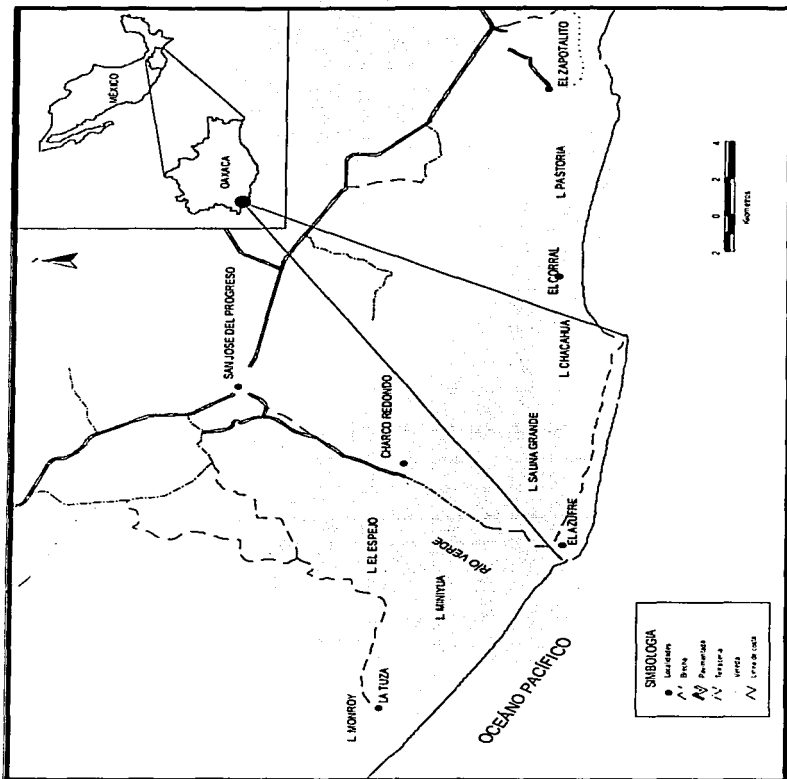
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en la playa de San Juan Chacahua, Oaxaca, en esta playa se realiza el desove de distintas especies de tortugas marinas, principalmente *Lepidochelys olivacea* y en menor proporción *Der. nochelys coriacea*, aunque también se tienen registros de *Chelonia agassizii*.

Esta playa tiene una extensión aproximada de 12.4 km que va de Punta Galera a la desembocadura del Río Verde. Su ubicación geográfica se sitúa entre los paralelos 15° 58' 64" y 15° 57' 72" de latitud norte y los meridianos 97° 40' 55 " y 97° 47' 25" de longitud oeste (Figura 2). El clima predominante es tropical subhúmedo. La temperatura media anual es de 26.7°C; la temperatura del mes más cálido es de 28°C; la temperatura del mes más frío es de 25.6°C, la oscilación térmica es de 2.4°C. La precipitación media anual es de 1,201.1 mm, el mes más lluvioso es septiembre y el más seco es marzo. Existe una marcada estacionalidad entre la época de secas y la de lluvias (Sánchez, 1994).

La playa presenta amplias longitudes y anchuras sin acantilados y se caracteriza por presentar baja energía del oleaje. (Ramírez y Torres, 1995); tiene vientos dominantes del sur, de baja intensidad (2 - 4 m/seg). La masa de agua se desplaza en verano de Este a Oeste y en invierno es variable y poco importante su temperatura se mantiene constante durante el año entre los 28°C y 30°C. (Atlas Nacional de México, 1996).

Figura 2. Playa de San Juan Chacahua, Oaxaca, Mex.



Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

La vegetación adyacente a la playa corresponde al bosque espinoso donde predomina el nopal (*Opuntia stricta*) y el mezquite (*Prosopis juliflora*), además se pueden observar mechones aislados de plantas rastreras como riñonina (*Ipomea pescaprae*) y *Pectis multiflosculosa*, así como algunos pastos de marismas (Fuentes, 1980). El inventario faunístico, asociado al Parque Nacional "Lagunas de Chacahua", comprende 136 especies de aves, 23 de reptiles, 4 de anfibios y 20 de mamíferos. En el parque también se encuentra un criadero de cocodrilos de pantano (*Crocodylus moreletii*) y de río (*Crocodylus acutus*).

La Playa de San Juan Chacahua forma parte del Parque Nacional "Lagunas de Chacahua", este parque fue establecido el 30 de junio de 1937, mediante el decreto publicado el 7 de julio del mismo año, con una superficie total 13 mil 274 ha, se localiza en la llanura costera del Océano Pacífico, en el estado de Oaxaca, en el municipio de San Pedro Tututepec. Esta región está en un valle amplio con fondo plano y tiene un sistema lagunar compuesto por la laguna de Chacahua y Pastoría, y otras lagunas menores comunicadas todas ellas por canales angostos. Sus límites son: al norte y este con las estribaciones de la Sierra Madre del Sur; al oeste con el Río Verde y al sur con Bahía de Chacahua donde se une con el Océano Pacífico.

Hasta 1983 fue administrado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y desde ese año hasta 1994 por la Sedue (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología), año en que su administración pasa a la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, hoy Semarnat, la cual se encarga de su operación.

En cuanto a los asentamientos humanos, existen cinco poblados: El Azufre, Barra Quebrada, Chacahua, El Corral y Zapotalito, con una población total de 1,872 habitantes (INEGI, 1990). La principal actividad económica en esta región es la pesca, aunque se llevan a cabo actividades como la agricultura, la ganadería y la forestal. La cacería ilegal, la tala clandestina, la ganadería extensiva, la ampliación de la frontera agropecuaria y las actividades de recreación turística son problemas comunes en el área. La cacería furtiva afecta a las tortugas marinas que llegan a desovar a las playas ya que, a pesar de los esfuerzos gubernamentales, muchos de los nidos son saqueados y comercializados.

Entre las acciones que ha llevado a cabo la Semarnat en coordinación con la delegación estatal de ecología y diversas instituciones, se encuentra el Programa de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre, donde se incluyen a las tortugas marinas. Este programa contempla acciones de inspección y vigilancia, marcaje de hembras anidadoras, rescate e incubación de huevos y liberación de crías. El campamento encargado de las acciones de protección se ubica físicamente en el poblado de "La Grúa", hacia el sur de la Laguna de Chacahua. Desde 1995, con recursos del Programa Temporal de Empleo, se ha apoyado el programa de Conservación de Tortugas, experiencia que ha permitido integrar a habitantes de las comunidades de Chacahua, La Grúa, El Azufre y El Corral a las acciones de protección (Dirección General de Vida Silvestre, Semarnat, 2002).

MÉTODO

Trabajo en Campo

Caracterización de nidos naturales.

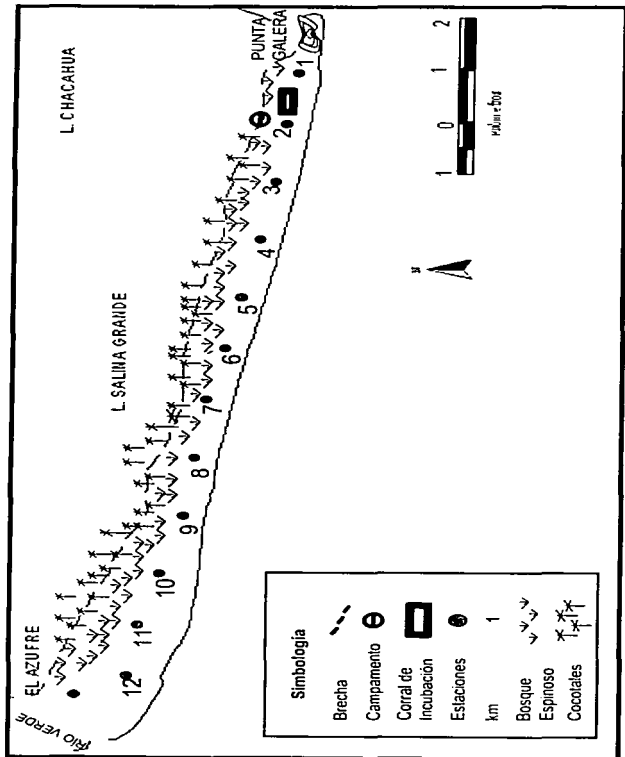
En el año de 1993 se realizaron cuatro salidas a campo en agosto, septiembre, octubre y noviembre y en 1994 una en septiembre y otra en noviembre a la Playa de Anidación, San Juan Chacahua, Oax. (Figura 3). Se analizaron las características de la arena de 33 nidos naturales, 24 en 1993 y 9 en 1994. Las variables analizadas para cada nido natural fueron: temperatura, porcentaje de humedad y tamaño de grano de la arena (granulometría).

El registro de la temperatura *in situ* (termómetro de lectura rápida -Shulteis, 10-50°C), se realizó en tres niveles de profundidad en nidos naturales, sobre la superficie (S, 3 a 5 cm), a una distancia aproximada de un metro –a un costado- del sitio de anidación, en la parte media (PM, 20 - 22 cm), al final del túnel del nido, antes de donde comienza la cavidad que alberga a los huevos de la nidada y en el fondo o en la base del nido (F, 40 – 44 cm).

Para obtener el porcentaje de humedad y el tamaño de grano de la arena, se recolectaron muestras de arena en bolsas de plástico, de las mismas partes del nido donde se registro la temperatura-, cerrándose herméticamente para que no perdieran humedad. Las muestras de arena húmeda se pesaron en el campamento y luego se trabajaron en laboratorio para obtener el porcentaje de humedad y la granulometría de las mismas.

Cabe mencionar que tanto los registros de temperatura, así como las muestras de arena, se tomaron en algunos casos inmediatamente después de que la tortuga terminó de depositar sus huevos en el nido y en otros casos durante la misma noche de anidación -en un periodo no mayor de 7 horas-.

Figura 3.- Playa de Anidación, San Juan Chacahua, Oaxaca, Méx.



Caracterización de nidos transplantados.

En la temporada de anidación 1993 se tomaron registros de 25 nidos transplantados, mientras que en 1994 se tomaron 9. En el corral de incubación, se cavaron nidos, simulando las características de la forma de los nidos naturales (un pequeño túnel y al final una cámara en forma de "olla").

Antes de empezar a cavar se registró la temperatura de la superficie (3 – 5 cm) y se tomó una muestra de arena de la misma parte, inmediatamente después de haber cavado el nido se midió la temperatura y se tomaron muestras de arena de la parte media (20 – 22 cm) y del fondo (40 – 44 cm) de cada uno de los nidos transplantados, para determinar porcentaje de humedad y tamaño de grano de la arena. Dichas muestras se procesaron en el laboratorio de la misma forma que las de los nidos naturales.

Selección del sitio de anidación.

Para determinar si la tortuga marina sigue un gradiente de temperatura, humedad o tipo de grano a lo ancho de la playa en la selección del sitio de anidación, se tomaron muestras sobre 26 rastros de tortuga, en el año de 1993. La temperatura se tomó *in situ* sobre el rastro a una distancia aproximada de 4 metros, a partir de la línea de marea hasta el sitio de anidación. En el mismo sitio donde se tomaron las temperaturas, se extrajeron muestras de arena para determinar el porcentaje de humedad y la granulometría de las mismas; a estas muestras se les dio el mismo tratamiento que a las muestras colectadas para la caracterización de los nidos.

Línea de marea y vegetación frontal

Durante las salidas a campo realizadas en la temporada de anidación 1993, se midió la distancia que había desde posición de la línea de marea al nido. También se midió la distancia en línea recta entre los nidos naturales y la vegetación.

La línea de marea se determinó empíricamente, considerándose a partir de donde se presentó la primera huella dejada en la arena por la tortuga marina al salir del mar para anidar. La tortuga nada en dirección de la playa y es llevada por las olas hasta la orilla de la playa, siendo empujada playa dentro con cada ola, hasta un punto donde la tortuga se desplaza lentamente sobre la arena hacia el sitio de anidación (apreciación personal).

Cabe señalar que todas las tomas de muestras se llevaron a cabo durante la noche, por lo que según el calendario de mareas (Instituto de Geofísica, UNAM), durante los días de muestreo, la marea osciló desde -0.25 hasta 1 m considerándose como nivel de bajamar media inferior y pleamar media superior. Más del 50% de los datos se registraron cuando la marea osciló entre $0 - 0.7$ m.

Trabajo de Laboratorio

El trabajo de laboratorio necesario para obtener el porcentaje de humedad se realizó en el Instituto de Geografía de la UNAM. Las muestras de arena colectadas para realizar el análisis de granulometría se procesaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

Porcentaje de Humedad

El porcentaje de humedad de la arena, se obtuvo por medio del método de Kezdi (1980). Las muestras de arena húmeda se pesaron en una balanza granataria en campo y ya en laboratorio se colocaron en una cámara de secado a 105 °C. Las muestras se pesaron cada 24, 48 y 72 hrs, hasta comprobar que el peso se mantuvo constante a través de la comparación del peso obtenido en los diferentes intervalos de tiempo, asegurándose de esta forma que las muestras se encontrasen completamente secas. Al valor del peso húmedo de cada muestra se le restó su valor en peso seco y se dividió entre 100 para obtener el porcentaje de humedad.

Granulometría

Para obtener el tipo de grano de las muestras colectadas, se utilizó la Metodología para el análisis granulométrico de arenas de playa (Castro, 1991). Se pesaron 100 gr. de cada una de las muestras de arena colectadas (completamente secas) y se virtieron sobre una columna de tamices de diferente luz de malla, procediendo a una agitación de 30 minutos utilizando un agitador mecánico RO-TAP. Con los datos obtenidos se realizaron los análisis estadísticos que indica el método (curvas acumulativas y porcentajes -%-) hasta llegar a la clasificación de las muestras de arena colectada (Tabla 1).

Tabla 1.- Clasificación de la arena (Carranza, 1986).

Clasificación	Md ϕ ó M ϕ (Unidades phi (ϕ))	Diámetro (mm)
Arena muy gruesa	-1 a 0	2 a 1
Arena gruesa	0 a 1	1 a 0.50
Arena media	1 a 2	0.50 a 0.25
Arena fina	2 a 3	0.25 a 0.125
Arena muy fina	3 a 4	0.125 a 0.0625

Pruebas Estadísticas

Se realizó un análisis descriptivo de las variables a través de medidas de tendencia central no paramétricas, utilizándose además pruebas de correlación (coeficiente de Correlación de Spearman), así como análisis de varianza por rangos de Kruskal – Wallis y Tablas de Contingencia Cochran-Mantel-Haenzel (Conover, 1999; Everitt, 1992; Siegel, 1991, Mc Garigal *et al.*, 2000).

RESULTADOS

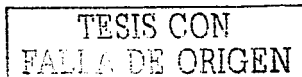
Caracterización de nidos naturales y nidos transplantados.

La descripción de los nidos naturales de la tortuga marina *L. olivacea*, así como de los nidos transplantados de la Playa de Chacahua, se realizó con base en el análisis de los datos de las variables consideradas: temperatura, porcentaje de humedad y granulometría, a tres niveles de profundidad, superficie (S, 3 a 5 cm), parte media (PM, 20 - 22 cm), fondo del nido (F, 40 - 44 cm).

Temperatura

Primeramente se obtuvieron las medidas de tendencia central y se observó la distribución de la variable en los diferentes niveles de profundidad: S, PM y F, (Tabla 2). Debido a la asimetría de la distribución, se decidió utilizar a la mediana como estadística representativa para la temperatura (Conover, 1979). A través de un polígono de frecuencias se observó el comportamiento de la variable según el nivel de profundidad (Figura 4).

También se realizó un análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis el cual permite determinar si existe diferencia significativa entre las temperaturas de los tres niveles de profundidad para cada nido, este mismo análisis se realizó para obtener la diferencia significativa de la temperatura por nivel de profundidad entre nidos (Tabla 2).



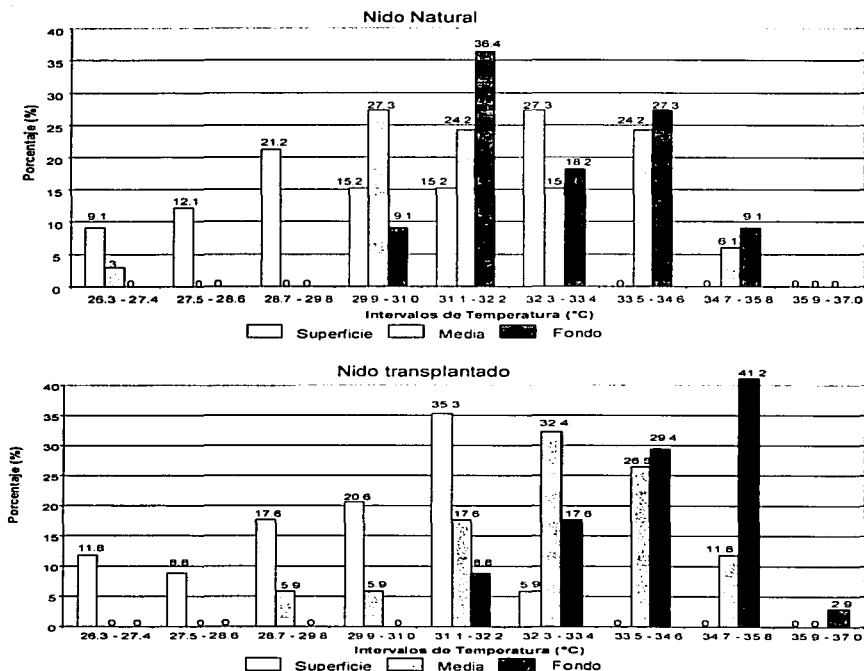


Figura 4.- Distribución del Porcentaje de Frecuencias de la Temperatura en los tres niveles de profundidad por nido.

Las figuras anteriores muestran como la temperatura tanto en nidos naturales como en nidos transplantados se desplaza a valores mayores conforme aumenta la profundidad. Observándose que los valores de temperatura en nidos naturales en las tres partes del nido son menores a los registrados en nidos transplantados.

Niveles de Profundidad		Temperatura		Valor de P*
		Nidos Naturales	Nidos de Vivero	
Superficie	Media (aritmética)	30.49	30.18	P= 0.40
	Moda	31.90	31.40	
	DS	2.00	1.66	
	Mínimo	26.30	27.00	
	q 0.25	29.30	29.03	
	Mediana	30.30	30.50	
	q 0.75	32.40	31.40	
	Máximo	33.40	32.50	
Parte Media	Media (aritmética)	32.10	32.79	P= 0.10
	Moda	31.50	34.80	
	DS	1.80	1.53	
	Mínimo	26.70	28.90	
	q 0.25	30.60	32.00	
	Mediana	32.10	32.95	
	q 0.75	33.50	33.95	
	Máxima	35.00	34.80	
Fondo	Media (aritmética)	32.75	34.12	P<0.0001
	Moda	34.00	35.00	
	DS	1.38	1.20	
	Mínimo	30.50	31.30	
	q 0.25	31.70	33.50	
	Mediana	32.30	34.30	
	q 0.75	34.00	35.00	
	Máximo	35.40	36.00	
Valor de P*		P< 0.001	P< 0.001	P=0.0244

Tabla 2.- Medidas de tendencia central y análisis estadístico Kruskal-Wallis de la temperatura entre diferentes niveles de profundidad por nido y entre nidos por niveles de profundidad.

En la tabla anterior, se observa una diferencia significativa entre la temperatura registrada a los diferentes niveles de profundidad tanto en nidos naturales como en nidos transplantados con un nivel de significancia menor a 0.001.

La temperatura de S y PM del nido entre nidos naturales y nidos transplantados no muestra diferencia significativa ($p = 0.40$ y $p = 0.10$ respectivamente). Sin embargo en F la diferencia es significativa, lo cual indica que la temperatura registrada en esta parte no es igual entre nidos naturales y nidos transplantados.

Para conocer si existía una relación entre la temperatura a las diferentes partes de los nidos se graficaron los datos (Figura 5a, 5b), para nidos naturales y transplantados.

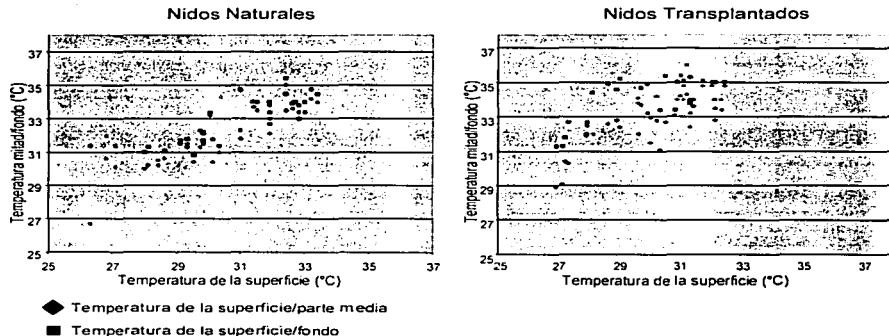


Figura 5a.- Temperatura por tipo de nido y por nivel de Profundidad

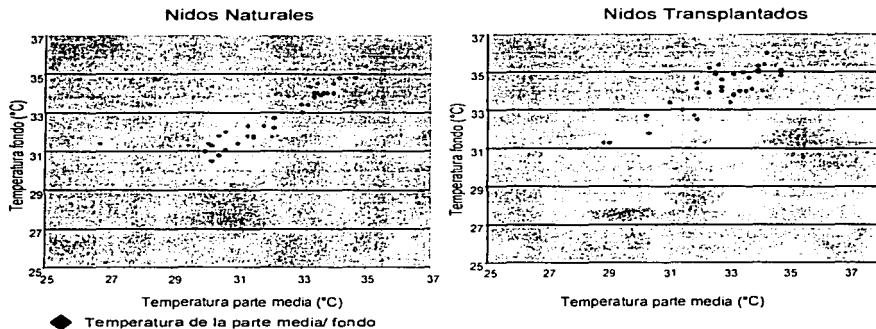


Figura 5b.- Temperatura por tipo de nido y por nivel de Profundidad

En las figuras anteriores se puede observar que existe una relación de la temperatura entre los niveles de profundidad; según el coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 3).

	Nidos Naturales		Nidos Transplantados	
	Temperatura de la parte media	Temperatura del fondo	Temperatura de la parte media	Temperatura del fondo
Temperatura de la superficie	$r_s = 0.84$ $p < 0.0000$	$r_s = 0.82$ $p < 0.0000$	$r_s = 0.74$ $p < 0.0000$	$r_s = 0.49$ $p < 0.005$
Temperatura de la parte media		$r_s = 0.95$ $p < 0.0000$		$r_s = 0.73$ $p < 0.0000$

Tabla 3.- Coeficiente de Correlación de Spearman (r_s) de la temperatura entre los tres niveles de profundidad por tipo de nido.

Los resultados muestran una correlación positiva entre la temperatura de las tres partes del nido, tanto para naturales como transplantados. Por lo tanto cualquier aumento de temperatura en S, PM o F del nido, se verá reflejado en un aumento de temperatura en las otras partes, y viceversa; también se puede observar que la correlación es mayor en nidos naturales que en nidos transplantados.

Porcentaje de Humedad

Para determinar las características de humedad de los nidos en los tres niveles de profundidad, se llevó a cabo un análisis de las medidas de tendencia central (Tabla 4 y Figura 6a, 6b). Se utilizó el análisis de Kruskal-Wallis, para detectar si existía diferencia significativa de la variable entre los diferentes niveles de profundidad para cada uno de los tipos de nidos, entre los nidos a los diferentes niveles de profundidad y entre un nido y otro.

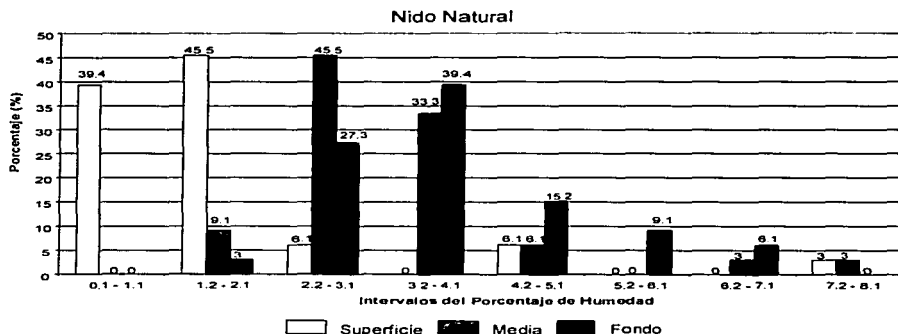


Figura 6a.- Porcentaje de Frecuencias del Porcentaje de Humedad en los tres niveles de profundidad del nido

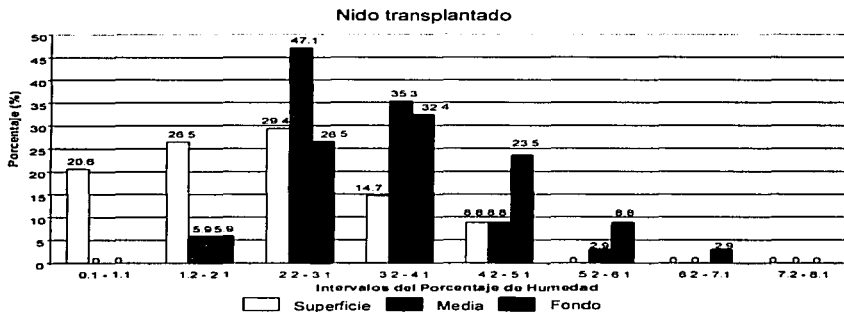


Figura 6b.- Porcentaje de Frecuencias del Porcentaje de Humedad en los tres niveles de profundidad del nido

En las figuras se puede observar que la humedad es menor en S de los nidos naturales que en los nidos transplantados, mientras que la humedad en PM y F de los nidos es mayor en nidos naturales. El comportamiento del porcentaje de humedad es semejante al de la temperatura ya que aumenta a mayor profundidad.

Niveles de Profundidad		Porcentaje de humedad		Valor de P*
		Nidos Naturales	Nidos de Vivero	
Superficie	Media (aritmética)	1.69	2.20	P= 0.0163
	Moda	-	-	
	DS	1.56	1.24	
	Mínimo	0.15	0.07	
	q 0.25	0.57	1.34	
	Mediana	1.39	2.23	
	q 0.75	1.95	2.99	
	Máximo	8.04	5.07	
Parte Media	Media (aritmética)	3.36	3.26	P= 0.8655
	Moda	2.96	2.74	
	DS	1.24	0.87	
	Mínimo	1.34	1.77	
	q 0.25	2.87	2.71	
	Mediana	3.14	3.08	
	q 0.75	3.60	3.74	
	Máxima	7.21	5.87	
Fondo	Media (aritmética)	3.83	3.81	P= 0.95
	Moda	-	3.54	
	DS	1.21	1.09	
	Mínimo	2.02	1.98	
	q 0.25	2.89	3.03	
	Mediana	3.87	3.55	
	q 0.75	4.38	4.64	
	Máximo	6.87	6.56	P=0.3089
Valor de P*		P< 0.001	P< 0.001	

Tabla 4.- Medidas de tendencia central y análisis estadístico Kruskal-Wallis del porcentaje de humedad entre diferentes niveles de profundidad por nido y entre nidos por niveles de profundidad.

Se observa que la mediana del porcentaje de humedad en S es mayor en nidos transplantados que en naturales ($p < 0.05$), mientras que en los otros niveles de profundidad la mediana es mayor en nidos naturales ($p > 0.8$, n.s.), lo que indica que PM y F en nidos naturales contenían mayor humedad que los nidos transplantados. Considerando los valores obtenidos de humedad, para nidos

transplantados y naturales, se observa como influye en las temperaturas obtenidas en para cada una de las partes del nido.

Los valores obtenidos en el análisis Kruskal-Wallis indican que existe una diferencia significativa del porcentaje de humedad entre las tres partes del nido tanto en nidos naturales como en nidos transplantados con una $P < 0.001$. Sólo en S se presenta una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tipos de nidos ya que en PM y F entre nidos naturales y nidos transplantados no hay diferencia significativa ($P > 0.1$). En general, considerando los tres niveles del nido, no se observa diferencia significativa del porcentaje de humedad entre nidos.

Se graficaron los datos de porcentaje de humedad (Figura 7a, 7b) para detectar si existe alguna relación de la variable entre los niveles de profundidad.

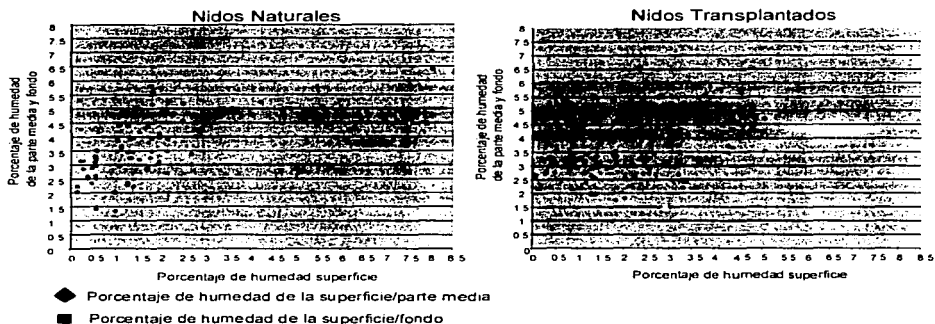
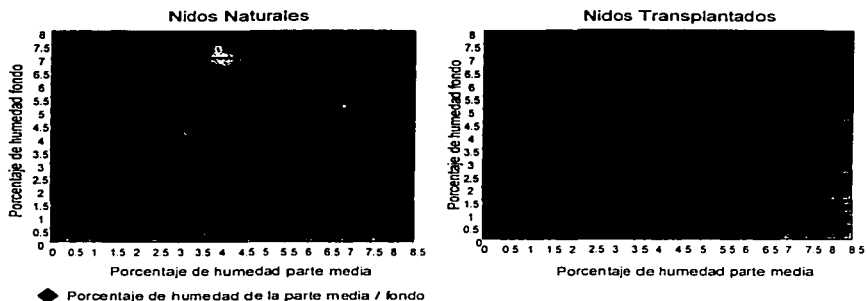


Figura 7a- Porcentaje de humedad entre los niveles de profundidad en nidos naturales y nidos transplantados.



◆ Porcentaje de humedad de la parte media / fondo

Figura 7b- Porcentaje de humedad entre los niveles de profundidad en nidos naturales y nidos transplantados.

En las gráficas se observa menor dispersión de los registros en nidos naturales que en nidos transplantados y debido a que se observó una relación aproximadamente lineal entre el porcentaje de humedad a los diferentes niveles de profundidad, se realizó un análisis de correlación (Coeficiente de Correlación de Spearman) para cuantificar el grado de asociación entre las variables consideradas (Tabla 5).

	Nidos Naturales		Nidos Transplantados	
	Porcentaje de humedad de la parte media	Porcentaje de humedad del fondo	Porcentaje de humedad de la parte media	Porcentaje de humedad del fondo
Porcentaje de humedad de la superficie	$r_s = 0.68$ $p < 0.0001$	$r_s = 0.57$ $p < 0.001$	$r_s = 0.56$ $p < 0.001$	$r_s = 0.47$ $p < 0.01$
Porcentaje de humedad de la parte media		$r_s = 0.76$ $p < 0.0000$		$r_s = 0.47$ $p < 0.01$

Tabla 5.- Coeficiente de Correlación de Spearman (r_s) del porcentaje de humedad entre los tres niveles de profundidad por tipo de nido.

Los resultados indican que existe una relación positiva del porcentaje de humedad entre los diferentes niveles de profundidad. La correlación del porcentaje de humedad en las diferentes partes del nido es mayor a la observada en nidos transplantados. La correlación registrada indica que un cambio de la humedad en alguna parte del nido, inducirá un cambio en el porcentaje de humedad en los otros niveles de profundidad del nido.

Granulometría

Para conocer cual fue el tipo de arena con mayor representación en el nido se utilizó la moda (Figura 8a, 8b). Para nidos naturales el tipo de arena predominante en S y en PM fue el mismo: arena media asimétrica hacia granos finos, mientras que en F predominó arena media simétrica. Para nidos transplantados el tipo de arena predominante en los tres niveles de profundidad correspondió a arena media con asimetría hacia granos finos.

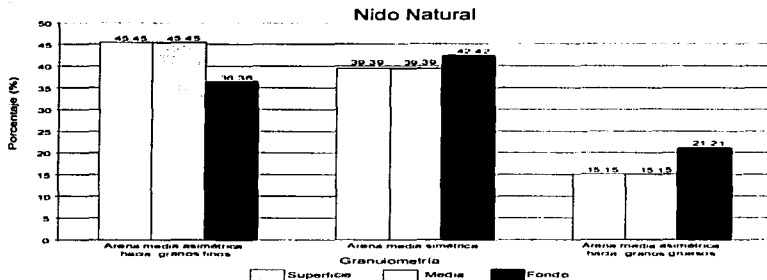


Figura 8a.- Distribución del porcentaje de frecuencia del tipo de grano presente en los tres niveles de profundidad del nido

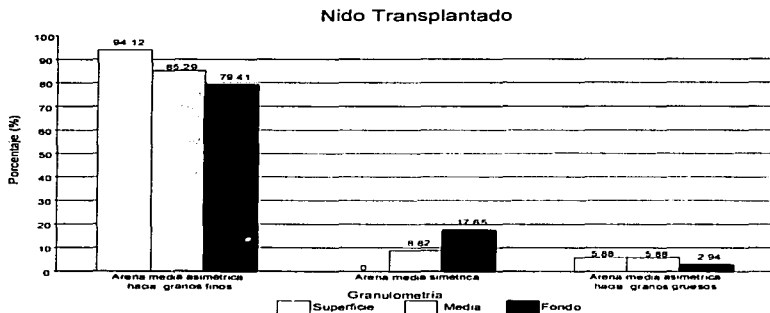


Figura 8b.- Distribución del porcentaje de frecuencia del tipo de grano presente en los tres niveles de profundidad del nido (la escala es mayor que en la figura 8a)

El análisis que se aplicó para el tipo de grano de arena fue la Tabla de Contingencia Cochran-Mantel-Haenzel (Tabla 6), el cual indica que sí existió diferencia significativa entre las muestras obtenidas a los tres niveles de profundidad tanto para nidos naturales como para nidos transplantados y entre tipos de nidos según el tipo de arena por nivel de profundidad.

Nivel del nido	Tipo de arena	Nidos Naturales	Nidos Vivero	Valor de P
Superficie del nido	Arena media asimétrica hacia granos finos	15 (45.45 %)	32 (94.12 %)	P < 0.0001
	Arena media simétrica	13 (39.39 %)	-	
	Arena media asimétrica hacia granos gruesos	5 (15.15%)	2 (5.88 %)	
Parte media del nido	Arena media asimétrica hacia granos finos	15 (45.45 %)	29 (85.29 %)	P = 0.0027
	Arena media simétrica	13 (39.39 %)	3 (8.82 %)	
	Arena media asimétrica hacia granos gruesos	5 (15.15%)	2 (5.88 %)	
Fondo del nido	Arena media asimétrica hacia granos finos	12 (36.36 %)	27 (79.41 %)	P = 0.0013
	Arena media simétrica	14 (42.42 %)	6 (17.65 %)	
	Arena media asimétrica hacia granos gruesos	7 (21.21 %)	1 (2.94 %)	
Valor de P		P = 0.0056		P < 0.0001

Tabla 6.- Tabla de Contingencia Cochran-Mantel-Haenzel del tipo de arena en diferentes niveles de profundidad por nido y entre nidos.

En la tabla anterior se observa que existe una diferencia significativa entre el tipo de grano encontrado en los tres niveles de profundidad para nidos naturales, no así para nidos transplantados (debido a la alta frecuencia de un sólo tipo de arena por nivel de nido de estos últimos). La diferencia entre tipos de nidos a diferentes niveles de profundidad es significativa en todos los niveles, lo que indica que entre nidos naturales y nidos transplantados se presentan características diferentes en niveles de profundidad semejantes. La diferencia global entre nidos también es significativa.

Temperatura-Porcentaje de Humedad

Se graficaron los valores de temperatura y porcentaje de humedad por nivel de profundidad para observar si se presentaba alguna relación entre estas variables (Figura 9).

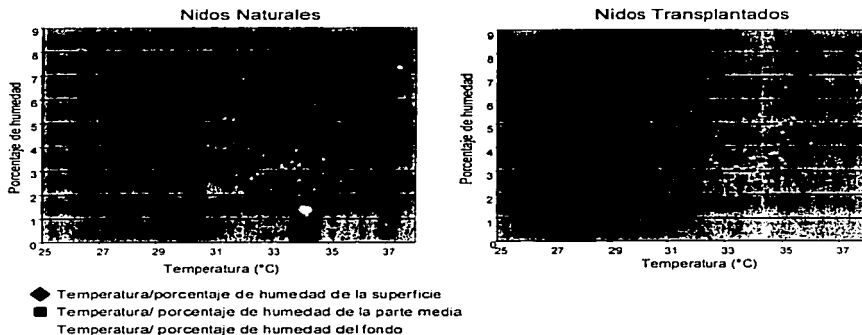


Figura 9.- Temperatura y Porcentaje de humedad por nivel de Profundidad

En las gráficas anteriores se puede observar que existe una relación entre la temperatura y el porcentaje de humedad por nivel de profundidad. Para conocer el valor de la relación a los distintos niveles de profundidad, se utilizó el Coeficiente de Correlación de Spearman (Tabla 7).

	Nidos Naturales			Nidos Transplantados		
	Temperatura de la superficie	Temperatura de la parte media	Temperatura del fondo	Temperatura de la superficie	Temperatura de la parte media	Temperatura del fondo
Porcentaje de humedad de la superficie	rs = -0.64 p < 0.0003	rs = -0.69 p < 0.0001	rs = -0.63 p < 0.0004	rs = -0.57 p < 0.001	rs = -0.29 p < n.s.	rs = 0.13 p < n.s.
Porcentaje de humedad de la parte media	rs = -0.59 p < 0.0008	rs = -0.48 p < 0.006	rs = -0.46 p < 0.009	rs = -0.38 p < n.s.	rs = -0.23 p < n.s.	rs = 0.04 p < n.s.
Porcentaje de humedad del fondo	rs = -0.58 p < 0.0009	rs = -0.51 p < 0.003	rs = -0.52 p < 0.003	rs = -0.20 p < n.s.	rs = -0.07 p < n.s.	rs = 0.15 p < n.s.

n.s. = no significativo

Tabla 7.- Coeficiente de correlación de Spearman (r_s) entre temperatura y porcentaje de humedad de los tres niveles de profundidad por tipo de nido.

Los resultados muestran que para nidos naturales existe una correlación negativa entre la temperatura y el porcentaje de humedad de las diferentes partes del nido, en tanto que para nidos transplantados se presenta esta correlación sólo entre la temperatura y el porcentaje de humedad en S; la correlación indica que al incrementar el valor de una de las variables, disminuye la otra y viceversa.

Temperatura-Porcentaje de Humedad-Tipo de Grano

En este caso el método de análisis utilizado para observar la relación entre las variables fue la "Tabla de Contingencias" (Figura 10); este método permite ordenar los datos en una matriz con respecto a una o más variables cualitativas, en más de una dimensión, con el fin de obtener los conteos o frecuencias de los datos con respecto a las variables consideradas; en este caso, la tabla de contingencia es tridimensional con base en la temperatura, el porcentaje de humedad y el tipo de grano de arena. El análisis se realizó para cada uno de los niveles de profundidad del nido.

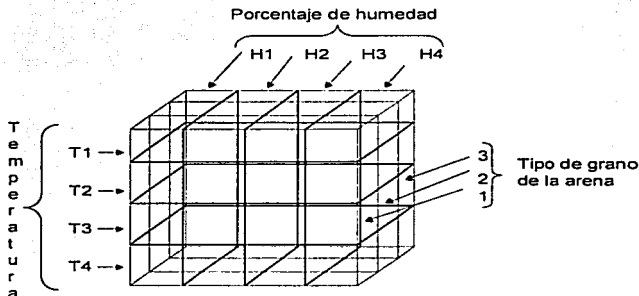


Figura 10.- Tabla de contingencia

El análisis se llevó a cabo utilizando el programa estadístico S-Plus, y los intervalos (1, 2, 3 y 4) de las variables (temperatura y porcentaje de humedad), se definieron en función de los cuartiles obtenidos con base en los valores tanto de nidos naturales como de nidos transplantados; el tipo de grano de arena se manejó de acuerdo a cada uno de los tipos de arena presentes en el nido: 1= Arena media con asimetría hacia granos finos, 2 = Arena media simétrica, 3 =

Arena media con asimetría hacia granos gruesos. El análisis de las tres variables se realizó para cada nivel de profundidad en ambos tipos de nidos (Tabla 8a, 8b, 8c).

	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)								Total	
		H1 (0.07-2.13)		H2 (2.14 - 3.03)		H3 (3.04 - 3.88)		H4 (3.89 - >)			
Arena media asimétrica hacia granos finos	T1 (26.3 - 30.9)	9	7	2	3	0	3	0	4	11	17
	T2 (30.91 - 32.2)	3	6	0	6	0	1	0	0	3	13
	T3 (32.21 - 33.8)	1	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	T4 (33.8 - >)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	13	14	2	9	0	4	0	5	15	32
	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)								Total	
		H1 (0.07-2.13)		H2 (2.14 - 3.03)		H3 (3.04 - 3.88)		H4 (3.89 - >)			
Arena media simétrica	T1 (26.3 - 30.9)	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0
	T2 (30.91 - 32.2)	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	T3 (32.21 - 33.8)	4	0	1	0	0	0	0	0	5	0
	T4 (33.8 - >)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	Total	10	0	1	0	0	0	2	0	13	0
	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)								Total	
		H1 (0.07-2.13)		H2 (2.14 - 3.03)		H3 (3.04 - 3.88)		H4 (3.89 - >)			
Arena media asimétrica hacia granos gruesos	T1 (26.3 - 30.9)	1	1	0	0	0	1	1	0	2	2
	T2 (30.91 - 32.2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3 (32.21 - 33.8)	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	T4 (33.81 - >)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	4	1	0	0	0	1	1	0	5	2

Tabla 8a.- Tabla de Contingencia (Nido Natural | Nido Transplantado). Frecuencia de las características en la superficie y nidos naturales y nidos transplantados según temperatura, porcentaje de humedad y tipo de arena.

En la tabla anterior se puede observar que gran parte de nidos naturales y de los nidos transplantados presentaron en S las siguientes características: arena media con asimetría hacia granos finos, en un intervalo de temperatura de 26.3C - 30.9°C y un porcentaje de humedad de 0.07% - 2.13%.

	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)				Total					
		H1 (0.07-2.13)	H2 (2.14 - 3.03)	H3 (3.04 - 3.88)	H4 (3.89 - >)						
Arena media asimétrica hacia granos finos	T1 (26.3 - 30.9)	0	0	2	1	3	0	1	2	6	3
	T2 (30.91 - 32.2)	0	1	0	1	2	2	2	0	4	4
	T3 (32.21 - 33.8)	0	1	2	7	2	4	1	1	5	12
	T4 (33.8 - >)	0	0	0	3	0	5	0	1	0	9
	Total	0	2	4	12	7	11	4	4	15	29
	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)				Total					
		H1 (0.07-2.13)	H2 (2.14 - 3.03)	H3 (3.04 - 3.88)	H4 (3.89 - >)						
Arena media simétrica	T1 (26.3 - 30.9)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	T2 (30.91 - 32.2)	0	0	1	1	3	0	0	0	4	1
	T3 (32.21 - 33.8)	2	0	2	0	1	1	0	1	5	2
	T4 (33.8 - >)	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0
	Total	2	0	5	1	5	1	1	1	13	3
	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)				Total					
		H1 (0.07-2.13)	H2 (2.14 - 3.03)	H3 (3.04 - 3.88)	H4 (3.89 - >)						
Arena media asimétrica hacia granos gruesos	T1 (26.3 - 30.9)	0	0	0	0	0	0	2	1	2	1
	T2 (30.91 - 32.2)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	T3 (32.21 - 33.8)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T4 (33.81 - >)	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0
	Total	1	0	1	0	1	0	2	2	5	2

Tabla 8b.- Tabla de Contingencia (Nido Natural ; Nido Transplantado). Frecuencia de las características en el nivel medio para nidos naturales y transplantados según temperatura, porcentaje de humedad y tipo de arena.

Para PM en nidos naturales, las características dominantes fueron: arena media con asimetría hacia granos finos, temperatura entre 26.3°C y 30.9°C y humedad de 3.04% a 3.88%, así como arena media simétrica en un intervalo de 3.04% - 3.88% de humedad y temperatura entre 30.91°C y 32.2°C. Mientras que la mayor parte de los transplantados presentaron arena media asimétrica hacia granos finos, una mayor temperatura (32.21°C - 33.8°C) y humedad entre 2.14 % y 3.03 %.

	Temperatura °C	Porcentaje de humedad (%)				Total
		H1 (0.07-2.13)	H2 (2.14-3.03)	H3 (3.04-3.88)	H4 (3.89->)	
Arena media asimétrica hacia granos finos	T1 (26.3-30.9)	0	0	0	1	3
	T2 (30.91-32.2)	0	0	1	3	3
	T3 (32.21-33.8)	0	0	0	1	0
	T4 (33.8->)	0	1	6	2	7
	Total	0	0	7	9	12
Arena media simétrica	T1 (26.3-30.9)	0	0	0	0	0
	T2 (30.91-32.2)	0	2	0	1	5
	T3 (32.21-33.8)	0	0	1	0	3
	T4 (33.8->)	1	0	0	2	3
	Total	1	2	3	6	14
Arena media asimétrica hacia granos gruesos	T1 (26.3-30.9)	0	0	0	0	0
	T2 (30.91-32.2)	0	0	0	1	3
	T3 (32.21-33.8)	0	0	0	0	0
	T4 (33.81->)	0	0	3	1	4
	Total	0	0	3	1	7

Tabla 8c.- Tabla de Contingencia (Nido Natural | Nido Transplantado). Frecuencia de las características en el fondo para nidos naturales y nidos transplantados según temperatura, porcentaje de humedad y tipo de arena.

En F, la combinación de las variables con mayor predominio para nidos naturales fue de arena media simétrica, temperatura de 30.91°C-32.2°C y un porcentaje de humedad mayor a 3.89%, mientras que los nidos transplantados presentan arena media con asimetría hacia granos finos, una humedad de 3.04%-3.88% y una temperatura mayor a 33.8°C.

Profundidad

Para conocer la distribución central de la profundidad del nido se utilizó la mediana (Figura 11), que para nidos naturales fue de 43.5 cm, en tanto que para nidos transplantados fue de 41 cm.

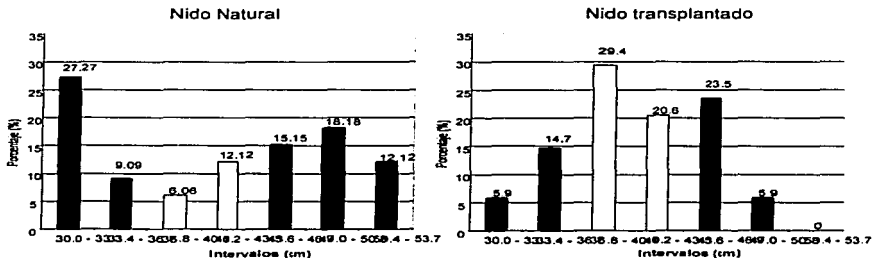
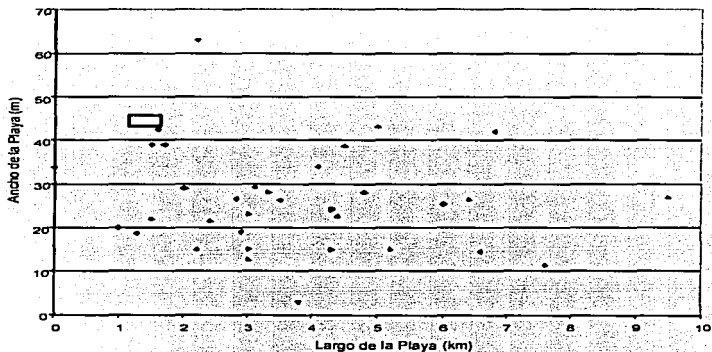


Figura 11.- Frecuencia de la profundidad del nido

Localización de nidos naturales y del corral de incubación

A continuación se muestra la ubicación de los nidos naturales en la playa donde se muestra la distribución de los nidos naturales con respecto a lo largo y ancho de la playa, tomando como punto de origen (0) –sobre el eje y- la línea de la marea.



▭ Corral de incubación

Figura 12.- Localización y distribución de nidos naturales en la playa de Chacahua

Nidos Naturales

Con base en los resultados obtenidos, se considera que los nidos de *L. olivacea* en la playa de Lagunas de Chacahua, Oax., presentaron en general las siguientes características: en la superficie del nido (profundidad aproximada de 3 a 5 cm) una temperatura (mediana) de 30.3°C, y porcentaje de humedad de 1.39; la parte media del nido (aproximadamente a 22 cm de profundidad), presentó una mediana de temperatura de 32.1°C y 3.24% de humedad, el tipo de grano en ambas partes es de arena media con asimetría hacia granos finos; por último, el fondo del nido con una profundidad promedio de 43.5 cm, presentó una mediana de temperatura de 32.3°C, una mediana de porcentaje de humedad de 3.87% y tipo de arena media simétrica.

En general, las temperaturas registradas en las tres partes del nido se relacionaron positivamente al igual que entre el porcentaje de humedad, lo que significa que un aumento o disminución de la temperatura en alguna de las partes del nido, correspondió a incremento o decremento en las otras partes; este mismo comportamiento presentó el porcentaje de humedad. Por el contrario, la correlación entre las temperaturas y el porcentaje de humedad fue negativa, lo que significa que a valores altos de temperatura correspondieron valores bajos de humedad y viceversa.

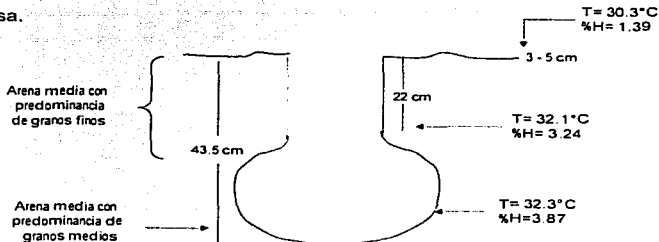


Figura 13.- Características del Nido Natural

Nidos transplantados

Los nidos transplantados presentaron las siguientes características: en la superficie del nido la temperatura (mediana) fue de 30.5°C y la del porcentaje de humedad de 2.22%, en la parte media del nido la temperatura (mediana) fue de 32.9°C y la del porcentaje de humedad de 3.08%; en el fondo del nido la temperatura fue de 34.3°C y la del porcentaje de humedad de 3.54%. El tipo de grano de arena en los tres niveles de profundidad correspondió a arena media con asimetría hacia granos finos, la profundidad promedio de los nidos fue de 41 cm.

Los nidos transplantados presentaron una correlación positiva entre la temperatura de los tres niveles de profundidad de los nidos al igual que el porcentaje de humedad. Entre estas dos variables la correlación sólo fue significativa en la superficie del nido ($r_s = -57$, $p < 0.001$), lo cual indicó que cuando se presenta mayor humedad en la superficie la temperatura es menor.

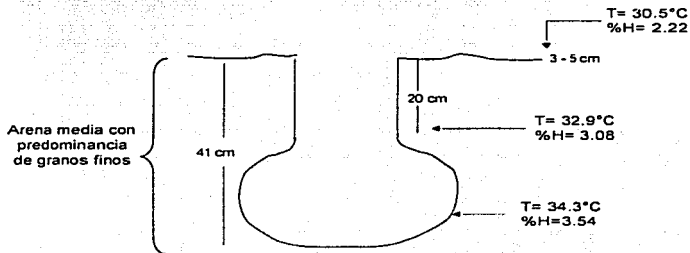


Figura 14.- Características del Nido Transplantado.

Comparación general de nidos naturales y nidos transplantados.

La caracterización de nidos naturales y nidos transplantados mostró que estos presentaron en las tres partes estudiadas características significativamente diferentes en función de la temperatura y tipo de grano de arena, aunque el porcentaje de humedad fue similar.

En nidos naturales se presentaron dos tipos de arena, arena media con asimetría hacia granos finos en S y PM y arena media simétrica en F. En los nidos transplantados predominó un sólo tipo (arena media con asimetría hacia granos finos) en las tres partes del nido.

La temperatura en S en nidos naturales y transplantados fue semejante, mientras en nidos transplantados fue mayor en PM y F, con una diferencia de 0.8°C en PM y hasta 2°C en F. Los resultados (Kruskal-Wallis) indican que en función a la temperatura los nidos naturales mostraron ser diferentes.

Con relación al porcentaje de humedad, en S de nidos naturales fue menor que en nidos transplantados, mientras que en PM y F los nidos naturales presentaron mayor humedad que los nidos transplantados. Sin embargo no se encontró diferencia significativa entre ambos con respecto a la humedad.

En nidos naturales y nidos transplantados se observó que la temperatura y el porcentaje mostraron una relación directa entre las tres partes del nido, por lo que los cambios que se presenten en alguna parte del nido, reflejan un cambio en el mismo sentido las otras partes del mismo. Cabe mencionar que la correlación en nidos transplantados es menor. Los nidos naturales presentaron una relación inversa entre la temperatura y la humedad en las tres partes del nido, mientras que en nidos transplantados sólo se observó en la superficie.



Selección del sitio de anidación

Se utilizó la prueba de Cox-Stuart (Sprent y Smeeton, 1989) para comprobar si las variables registradas sobre el rastro dejaron o no una tendencia. Los resultados obtenidos señalan que la temperatura presentó una tendencia creciente, mientras que el porcentaje de humedad mostró una tendencia decreciente y la granulometría no presentó ningún tipo de tendencia. Este comportamiento se puede observar en las gráficas de cada variable para cada uno de los rastros (Figuras 15 y 16).

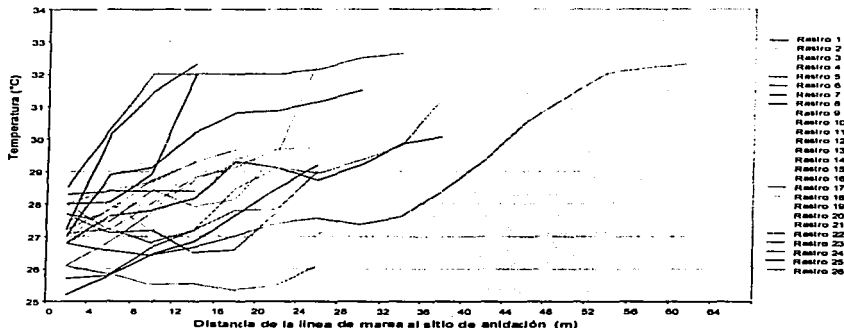


Figura 15.- Registros de temperatura a lo largo de cada rastro

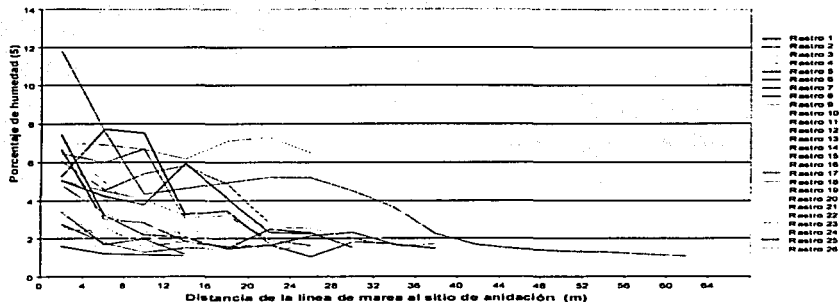


Figura 16.- Registros del porcentaje de humedad a lo largo de cada rastro

Se analizó la diferencia que había entre la temperatura de la primera muestra obtenida del rastro y la temperatura presente en el sitio de anidación a través de un polígono de frecuencias (Figura 17) donde se observó que más del 45% de las tortugas anidó donde la diferencia entre estas era mínima, entre 0.1-2 °C.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

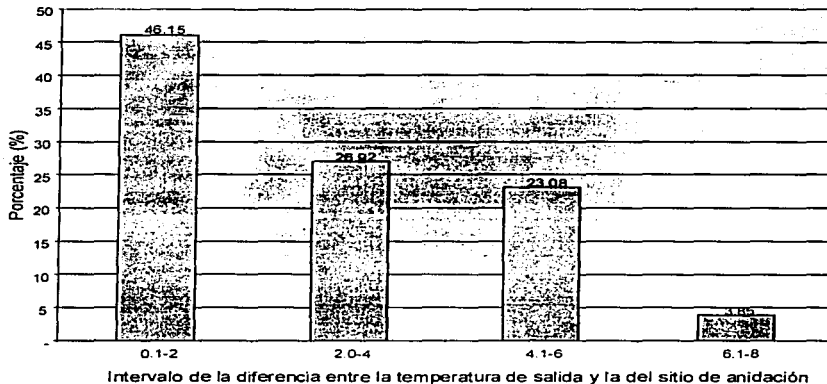


Figura 17.- Polígono de frecuencias la diferencia entre la temperatura de salida y la del sitio de anidación

Se aplicó el mismo procedimiento con el porcentaje de humedad, obteniéndose un polígono de frecuencias (Figura 18) donde se observó que cerca del 43% de las tortugas anidó cuando la diferencia fue mínima (0 -1.9%).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

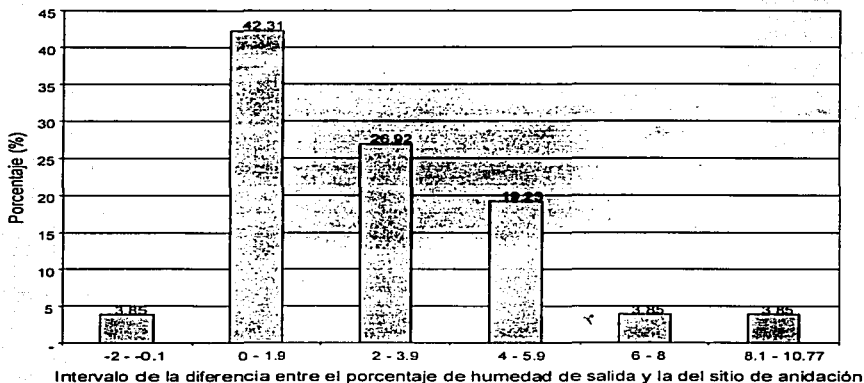
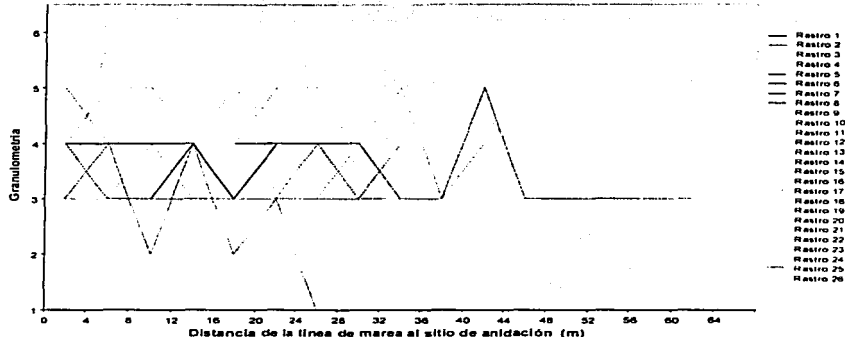


Figura 18.- Polígono de frecuencias de la diferencia entre el porcentaje de humedad de salida y la del sitio de anidación

Así mismo, se realizó un análisis de diferencia de medias para determinar si se presentaba una diferencia significativa entre la preferencia por anidar a un intervalo de temperatura o de humedad. No se encontró diferencia significativa entre los intervalos de frecuencia de las variables mencionadas.

Respecto al tipo de grano de arena sobre el rastro, se observó que se presentaron hasta seis tipos de arena (Figura 19), donde el tipo con mayor frecuencia sobre los rastros correspondió a arena media con asimetría hacia granos finos.

Caracterización del tipo de anidación en la playa de "Lagunas de Chacabua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).



- 1 = Arena fina simétrica
 2 = Arena fina con asimetría hacia granos medios
 3 = Arena media con asimetría hacia granos finos
 4 = Arena media simétrica
 5 = Arena media con asimetría hacia granos gruesos
 6 = Arena muy gruesa simétrica

Figura 19.- Registros del tipo de arena a lo largo de cada rastro de tortuga marina

El 52% del total de muestras registradas sobre los rastros correspondieron a arena media con asimetría hacia granos finos y el 36.7% a arena media simétrica, mientras que del tipo uno, dos y seis, representaron menos del 5% de las muestras.

A través de un modelo lineal generalizado con error tipo Poisson, se determinaron los valores de las variables más frecuentes en los sitios seleccionados por las tortugas marinas de la especie *L. olivacea*, en las playas de Lagunas de Chacabua. El resultado del análisis muestra que, en la superficie de los nidos, la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

variable que más posibilidad presenta fue el porcentaje de humedad del primer intervalo de la tabla de contingencia (0.07-2.13%), independientemente del tipo de grano de arena y del intervalo de temperatura, así como la temperatura del primer intervalo (26.3° – 30.9°C) en un tipo de arena media con asimetría hacia granos finos y el intervalo de temperatura de 32.21°-33.8°C en un tipo de arena media simétrica.

Relación entre la ubicación de los nidos naturales y la línea de marea y entre el sitio de anidación y la línea de vegetación más cercana al nido.

Para conocer si existía relación entre el sitio del nido y la distancia a la línea marea, se graficó un polígono de frecuencias (Figura 20), el cual muestra que el 63.6% de los nidos se encuentran entre los 13 y 33 m de la línea de marea.

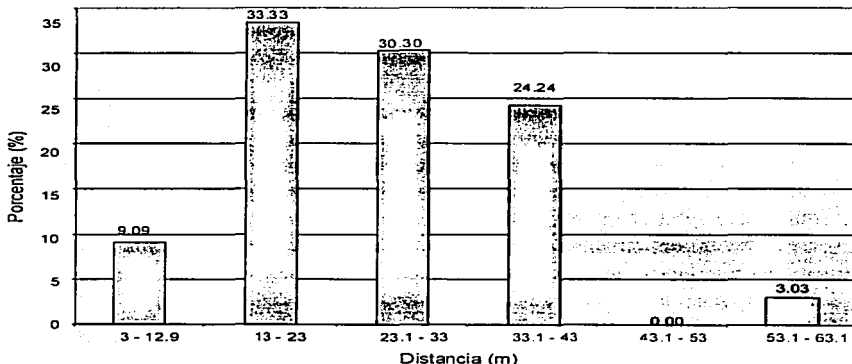


Figura 20.- Porcentaje de incidencia en la distancia recorrida entre la línea de marea y el sitio de los nidos naturales

Se realizó una correlación de Spearman para observar si había relación entre la distancia de la marea y la temperatura sobre el nido y el porcentaje de humedad. Los resultados muestran que no existe una correlación entre la distancia que avanzó la tortuga y el valor de estas variables.

Con respecto a la distancia entre el lugar del nido natural y la distancia a la vegetación, se graficaron las frecuencias de incidencia (Figura 21) observándose que aproximadamente el 25% de las tortugas anidaron a una distancia entre los 11 y 19.3 m de la vegetación, y que cada uno de los intervalos de frecuencia (2.5 - 10.9, 27.9 - 36.2 y 43.8-53.1) comprendieron un 18.18%.

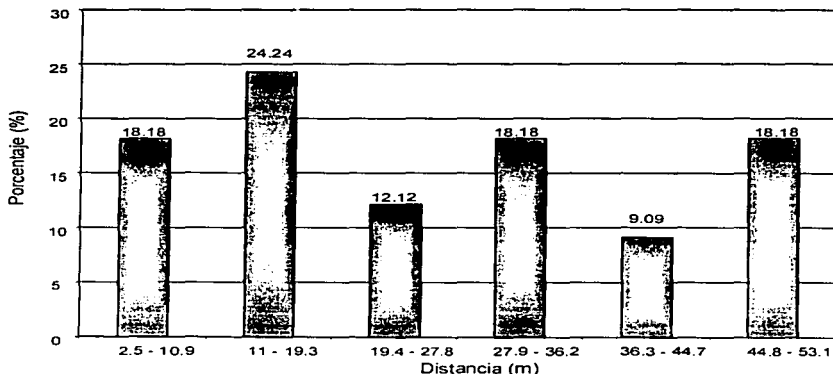


Figura 21.- Porcentaje de incidencia entre el sitio de anidación y la distancia a la vegetación

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El coeficiente de correlación de Spearman muestra que no hay relación entre la distancia a la vegetación y la temperatura ni con el porcentaje de humedad encontrados sobre el nido.

La siguiente figura muestra la distancia recorrida por la tortuga desde la marea y el sitio de anidación y la distancia del nido a la vegetación.

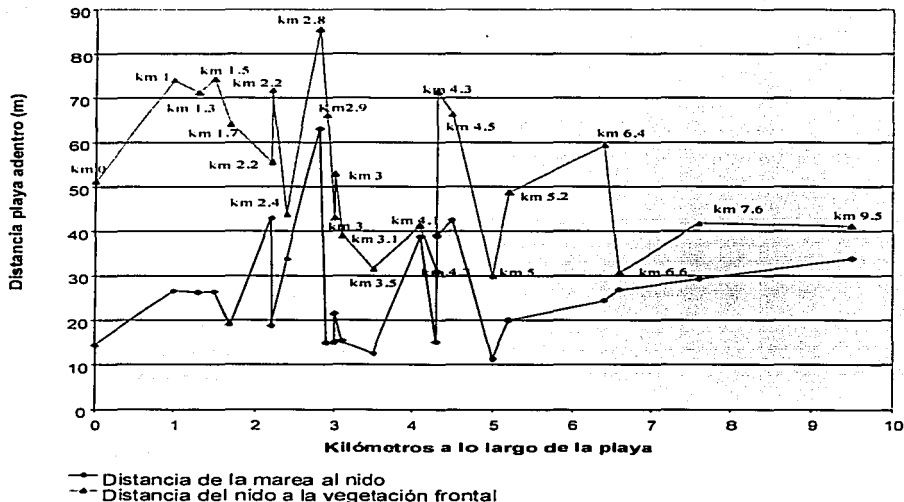


Figura 22.- Distancia de la línea de marea al nido y distancia del nido a la vegetación frontal

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahu" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

Se realizó una prueba de Spearman para determinar la relación entre la distancia recorrida desde la línea de marea al sitio de anidación y la distancia del nido a la vegetación frontal. Los resultados no indican correlación entre estas dos variables ($r_s = 0.42$ $p = n.s$). Sin embargo, en la figura 21 se observa que los sitios de anidación ubicados en los kms. 2.2, 2.4, 2.8, 4.3, 4.1, 4.3, 5, 5.2 y 6.4 podrían presentar una relación con la vegetación frontal. Es importante señalar que las tortugas observadas no anidaron en el área de vegetación.

DISCUSIÓN

Caracterización de los nidos naturales

La descripción de nidos naturales al momento de anidar, con base en la temperatura, porcentaje de humedad y tipo de grano de arena a diferentes niveles de profundidad es un tema poco investigado. Los estudios existentes relacionados, abarcan principalmente descripciones de las características de las playas en general, como son; accesibilidad, tipo de grano, temperatura, pendiente, humedad y color de la arena, entre otras (Mortimer, 1982 y 1990), las cuales se relacionan más con la caracterización del entorno del nido que con su descripción específica. Los estudios referentes a la temperatura, porcentaje de humedad y granulometría, con frecuencia se realizan analizando las características del fondo del nido durante el período de incubación y sobre todo, durante la etapa de diferenciación sexual, estos estudios por lo general no especifican los valores encontrados o el comportamiento que presentan estas variables entre sí en el momento de anidación de la tortuga marina (Ruiz, 1995, Morreale *et al.*, 1982; Bautista, 1992; Cervantes, 1996; Acuña, 1993; Galicia *et al.*, 1988; Morison, 1992; Mrosovsky y Provencha, 1989, Naranjo, 1988, Mohan, 1986), como a continuación se presenta.

Temperatura en la superficie (S, 3-5 cm) de nidos naturales y transplantados

La temperatura de la superficie de la arena en las playas presenta una amplia variación, principalmente durante el día. La mayoría de las tortugas marinas al anidar en la noche se ven menos expuestas a enfrentar temperaturas altas o cambios bruscos, pudiendo anidar en intervalos de temperatura más restringidos (Davis *et al.*, 1999). En el presente estudio el 48% de las tortugas (*L. olivacea*) anidó a un intervalo de 26.3 °C a 30 °C. En S no se presentó diferencia entre nidos naturales y nidos transplantados.

La temperatura observada en S de nidos naturales (30.3 °C) y en nidos transplantados (30.50 °C) es mayor a lo registrado en otras playas de anidación.

En Barra de la Cruz Oaxaca, Alvarado (1991), bajo condiciones semejantes, registró que en el área entre la pleamar y vegetación rastrera la temperatura de la superficie fue de 27.41 °C, mientras que para el área con vegetación rastrera se presentó una temperatura menor (26.48 °C). La diferencia entre los valores registrados en Chacahua y Barra de la Cruz puede deberse a diferentes causas como son latitud, longitud, tipo y color de arena, distancia de la línea de marea, nivel freático, año de muestreo o a la diferencia estacional, ya que los datos se registraron entre Diciembre y Marzo (1990).

Temperatura en la parte media (PM, 20–22 cm) de nidos naturales y transplantados

Morison (1992), realizó un estudio con cuatro pares de nidos de *C. caretta*, donde analizó la diferencia de la temperatura a diferentes niveles de profundidad durante el periodo crítico de incubación, entre nidos naturales y transplantados; para la parte de la superficie de la nidada (mitad de nido), registró que todos los grupos comparados presentaron diferencia significativa ($p < 0.05$), aun cuando las condiciones del estudio se realizaron con regímenes de temperaturas semejantes, ya que los nidos transplantados se colocaron a una distancia no mayor de 3 m de los nidos naturales. Estos resultados difieren a lo observado para Chacahua en una parte del nido semejante, donde no se obtuvo diferencia significativa ($p = 0.10$), las diferencias de temperatura registradas por Morison (1992), posiblemente se deban al calor metabólico que desprenden los huevos durante el periodo de incubación, por lo cual estas diferencias no se presentaron en el momento que se registraron los datos en la playa de Chacahua.

Temperatura del fondo (F, 40- 44 cm) de nidos naturales y transplantados

La temperatura en F de los nidos presentó menos variaciones en comparación con la temperatura de S, tal como lo señalan otros autores (Mohan, 1986, Milton *et al.*, 1997), debido a que a mayor profundidad, la temperatura de la arena se ve menos afectada por factores como la precipitación, pérdida de calor o la radiación solar a los que se somete la parte superior del nido. Estudios realizados por Yakup *et al.* (1997), señalan que los nidos de *Ch. mydas* no se ven afectados por los cambios diarios de temperatura en comparación con los nidos de *C. caretta*, presumiblemente porque los de la tortuga verde son más profundos. Al respecto Mohan (1986), señala que los huevos incubados a menor profundidad se ven sujetos a las variaciones extremas de la temperatura diaria, mientras que aquellos que se encuentran a mayor profundidad están menos expuestos a estas fluctuaciones. En la India (Mohan, 1986) registró que nidos de *L. olivacea* presentan temperaturas semejantes (32 °C), durante el periodo de incubación, a las observadas en los nidos naturales en Chacahua. Se observó que la temperatura en nidos naturales (32.3 °C) y nidos transplantados (34.3 °C) en F fue mayor a la registrada en los estratos superiores.

Estudios realizados por Naranjo (1988) durante el periodo de incubación (tres temporadas), en dos localidades de Michoacán (Colola y Maruata), en nidos transplantados de *Chelonia agassizii*, a una profundidad de 50 cm, muestran que la temperatura para Colola (30.9 °C, 30.70 °C y 30.6 °C) y Maruata (31.2 °C, 31.0°C y 30 °C, es menor a lo registrado para nidos naturales y nidos transplantados en la playa de Chacahua, los valores obtenidos en el presente estudio, son aún mayores a lo registrado por Alvarado (1991) en Barra de la Cruz, Oaxaca, a una profundidad aproximada de 75 cm en nidos naturales de *D. coriacea*, donde la temperatura fue de 30.49 °C.

Morison (1995) señala que la temperatura del fondo entre nidos transplantados y naturales presentó diferencias significativas en sólo uno de cuatro sitios comparados, donde la temperatura para nidos naturales fue de 28.79 °C y para nidos transplantados de 29.30 °C. Estudios realizados en Praia Do Forte, Brasil (Naro *et al.*, 1996), señalan que el promedio de temperaturas a 30 y 60 cm de profundidad no mostró diferencias significativas entre áreas naturales y áreas del corral con características similares. Cervantes, 1996, señala que en Las Coloradas, Yucatán, la temperatura registrada en el fondo (20 –50 cm), de nidos *in situ* (27 °C a 28 °C) y nidos transplantados (28.5 °C a 29 °C) de *Eretmochelys imbricata* no presentan diferencias significativas entre si durante el periodo de incubación. Para Chacahua los resultados obtenidos difieren a lo señalado anteriormente ya que la temperatura en nidos naturales fue diferente de la registrada en nidos transplantados hasta más de 2 °C a una profundidad semejante (41 cm) con una $p < 0.0001$. También se observó que mientras el 40% de nidos naturales presentó una temperatura entre 32.21 °C y 33.8 °C, en nidos transplantados el 70.5 % tuvo una temperatura entre 33.8 °C y 36 °C.

Mc Gehee (1979) indica que una temperatura inferior o superior de los niveles óptimos, no necesariamente inhibe el desarrollo embrionario, pero si puede disminuir significativamente la eclosión. Bustard y Geernham (1968) observaron que el calor metabólico en nidos de *Ch. mydas*, incrementa hasta 6 °C la temperatura del nido y que en condiciones experimentales los intervalos de temperatura que presentaron mayores éxitos de eclosión fueron a 27 °C, 30 °C y 32 °C. Yakup *et al.* (1998), encontraron que durante el periodo de incubación la temperatura en el fondo del nido de *C. caretta* en Turquía, presentó incrementos hasta en 9.6°C debido al calor metabólico generado. Cervantes (1996), señala que para *Eretmochelys imbricata* en Yucatán, se observaron incrementos de temperatura durante el periodo de incubación hasta de 7.1°C en nidos transplantados y de 7°C en nidos *in situ*, al final del periodo de incubación. Sarti *et al.* (1993) registraron para las playas de

Michoacán, incrementos de temperatura de 2 °C, entre el comienzo del periodo de incubación (31 °C), hasta al finalizar el periodo (33 °C).

Pequeñas diferencias (0.2°C) en la temperatura umbral en diferentes playas de anidación de una misma especie han sido observadas para otras especies (Marcovaldi et al., 1997). Bajo condiciones de laboratorio se observó que huevos de *L. olivacea* incubados a 32°C producen 100% hembras y a 25°C 100% machos, mientras que muestras incubadas a 30°C producen una proporción cercana 1:1, por lo que la temperatura umbral para esta especie se registró aproximadamente a 30°C (Mc Coy et al. 1983). Mohanty-Hejmadi y Dimond (1986) indican que en la India, para la misma especie, la temperatura umbral es de 29.5°C. Martínez (1998) señala que en condiciones naturales en la playa La Cuevita, Colombia, se observó que a una temperatura de 29°C durante el periodo crítico de incubación, se produjeron sólo machos, y que entre el 40 y 70% de hembras se incubaron a temperaturas entre 30 °C y 31 °C, sólo un nido produjo una proporción 1:1 con una temperatura de incubación promedio de 30.5°C. Aguilar et al., (1989), señalan que para la población de Escobilla, Oaxaca, México, obtuvieron que la temperatura umbral se desplaza hacia los 31°C, y señala que este desplazamiento, podría explicarse porque el Ecuador térmico de América se encuentra muy cercano a la zona de estudio (ver: Aguilar et al., 1989). Con base en estas observaciones, se podría inferir que los huevos en los nidos transplantados, al presentar mayores temperaturas, las cuales se incrementarían durante el periodo de incubación, podrían tener bajos niveles de eclosión así como provocar que las crías obtenidas en estos nidos sean 100% hembras.

Relación de la temperatura entre nidos naturales y transplantados

La temperatura que registró Milton (1997), a diferentes niveles de profundidad en dos tipos de sustrato (aragonita y arena de silicato), es prácticamente la misma (30°C-33.4°C) a 23 cm que a 30, mientras que a 46 cm el valor registrado es

menor (29 °C –32.5 °C). Resultados similares registró Morison (1992), en un Cayo en Florida U.S.A., donde se observó una temperatura mayor en la parte media del nido (28.31°C a 32.42 °C) y menor (28.47 °C a 29.21 °C) en el fondo del mismo. Yakup (1997), para Turquía, señala que en la parte superior del nido, la temperatura fue mayor que la registrada en el fondo del nido durante el periodo de incubación, mientras que la parte media del nido conservó una temperatura intermedia entre estas, la cual se incrementó durante el último tercio de la incubación debido al calor metabólico, llegando a ser igual que la temperatura de la superficie del nido. Los resultados mencionados difieren a los obtenidos en este estudio, ya que en Chacahua se observó que a mayor profundidad, mayor temperatura, lo cual puede ser explicado en función de la diferencia de substratos que conforman las playas de Florida y Turquía, con respecto a la de Chacahua, así como a la humedad contenida en la arena a su color, al tamaño de grano, distancia a la línea de marea, pendiente y nivel freático. Al respecto debido a la carencia de información, no se puede establecer con seguridad si el fenómeno observado en temperatura (de menor a mayor) a través del nido (nidos naturales y transplantados), se encuentre en alguna otra playa de anidación donde anide *L. olivacea*.

Las diferencias significativas de la temperatura a través de los nidos tanto naturales como transplantados, permiten señalar que las partes del nido estudiadas fueron diferentes entre si, observándose una tendencia al aumento de la temperatura desde la superficie hacia el fondo del nido (Figura 4) así como una correlación entre la temperatura a diferentes profundidades, lo que permite inferir que algún cambio en la temperatura de la superficie de la arena ocasionará un cambio de temperatura en cualquier otra parte del nido; esta relación fue señalada por Milton *et al.* (1997), donde un aumento de temperatura registrado a 23 cm provocó un cambio de temperatura a 30 cm en las siguientes 1-2 horas, y algunas horas más tarde se detectó un aumento de temperatura a 46 cm. Además en el presente estudio en

nidos transplantados se observó una correlación menor entre los tres niveles de profundidad que la que se presenta en nidos naturales. Estas correlaciones no han sido cuantificadas anteriormente, por lo que es necesario realizar más estudios al respecto.

Por último, aunque S y PM entre nidos naturales y nidos transplantados no presentaron diferencias, en F si, se observó que en general los nidos naturales y nidos transplantados, presentaron características térmicas diferentes entre ellos; Swimmer (1993), al comparar nidos *in situ* y nidos transplantados, observó que los nidos transplantados son significativamente más calientes durante el periodo de incubación. Sin embargo no se encontraron estudios realizados en condiciones similares a los efectuados en Chacahua, para comparar resultados.

Porcentaje de humedad en la superficie (S, 3- 5 cm) de nidos naturales y transplantados

El porcentaje de humedad al igual que la temperatura, presenta mayores variaciones en la superficie que en el fondo del nido, debido a los cambios producidos por la precipitación o evaporación del agua presente en el sustrato. En esta parte del nido, se observaron los valores más bajos del porcentaje de humedad, tanto en nidos naturales (1.39%) como en nidos transplantados (2.23%). Mohan (1986), registró un porcentaje de humedad (0.09%) menor en nidos de *L. olivacea*. Martínez (inédito), en un estudio realizado entre 1981 (junio y noviembre) y 1982 (mayo), obtuvo en diferentes áreas de la playa de Chacahua porcentajes de humedad entre 0.1% y 17.2%, (el autor no menciona a qué parte de la playa corresponden estos resultados); este mismo autor registró intervalos parecidos de humedad para las playas: Escobilla (0.1 a 20.1%); Punta Maldonado (0.2-19.5%); Tierra Colorada (0.2-20.5%) y Mexiquillo (0.1-17.8%) donde anida la tortuga *L. olivacea*, desafortunadamente no fue posible comparar los resultados que obtuvimos con esos datos, ya que al parecer los valores no fueron tomados en el

sitio de anidación. Sin embargo, se observa que los valores registrados en el presente estudio se encuentran dentro de los intervalos señalados por Martínez (inédito) en diferentes playas de anidación de *L. olivacea*. También es importante señalar que el porcentaje de humedad entre nidos naturales y nidos transplantados presentó una diferencia significativa entre ellos, por lo que podemos inferir que el porcentaje de humedad no es igual a lo largo y ancho de la playa.

Las diferencias que se presentaron entre nidos naturales y nidos transplantados durante el presente estudio son difíciles de explicar, ya que se esperaría que fuera menos húmedo debido a que el corral se ubica a una mayor distancia de la línea de mar en comparación a la ubicación de nidos. La mayor humedad (2.23%) en la superficie de nidos transplantados posiblemente se debió al rocío de la madrugada debido a que los datos de los nidos transplantados siempre se registraron más avanzada la noche que los nidos naturales o a la influencia del sistema lagunar.

Porcentaje de humedad de la parte media (PM, 20-22 cm) en nidos naturales y transplantados

Los porcentajes de humedad registrados por Mohan (1986), a una profundidad de 15 y 30 cm durante el periodo de incubación, son menores (0.23 % -1.04 %) a lo observado tanto para nidos naturales (3.14 %) como para nidos transplantados (3.08 %) a una profundidad aproximada de 21 cm; en este nivel de profundidad, variables como la humedad pueden presentar cambios debido al proceso de incubación, y muy posiblemente esto pueda explicar en parte las diferencias observadas al comparar los resultados, dado que la humedad tiende a verse disminuida; otra causa puede ser la diferencia del tipo y tamaño de grano de la arena o a variables que no se consideraron en este estudio.

Aunque a esta profundidad no se encontraron diferencias entre los nidos naturales y transplantados, se observó que 40 % de los nidos naturales presentó un intervalo

de humedad de 3.04 %-3.88% mientras que el 38% de los nidos transplantados presentó una humedad menor (2.14%-3.03%).

Porcentaje de humedad del fondo (F, 40-44 cm) en nidos naturales y transplantados

La comparación del porcentaje de humedad en el fondo del nidos naturales y nidos transplantados con otros estudios realizados tanto en playas del Pacífico Mexicano como en el Atlántico, es poco factible de realizar, ya que los estudios se refieren a valores obtenidos durante el periodo de incubación, cuando la humedad se ve afectada por los procesos metabólicos de desarrollo embrionario de los huevos; esta situación no se da al principio de la incubación, etapa durante la que se tomaron los datos para este estudio.

Los valores que se obtuvieron en nidos naturales (3.87 %) y en nidos transplantados (3.55 %) son menores a lo observado por Alvarado (1991) para el fondo del nidos naturales de *D. coriacea* en la playa de Barra de la Cruz, Oaxaca, tanto para los nidos localizados en la zona de plataforma (9.29 %) como en la zona de vegetación rastrera (4.5%), a una profundidad mayor (75 cm), tenemos que, para nidos en corral, en Michoacán, en la playa de Colola (4.58 %) y Maruata (3.88 %), (Naranjo, 1989) y para Mexiquillo (1.2% - 5.3%), (Galicia *et al.*, 1988), se observan valores semejantes, contrario a lo observado por Mohan 1986 (1-1.3%), en la India.

El porcentaje de humedad a esta profundidad entre nidos naturales y nidos transplantados fue prácticamente el mismo, ya que no existió una diferencia significativa entre los valores obtenidos. Sin embargo se observa que los nidos transplantados (3.55 %) presentaron menor humedad que los nidos naturales (3.87 %), posiblemente por que los nidos transplantados presentan mayor temperatura en esta parte del nido. Cervantes (1996), señala que en nidos de *Eretmochelys*

imbricata en Yucatán, no existió diferencia del porcentaje de humedad entre nidos transplantados y nidos *in situ*, durante el periodo de incubación.

Bustard y Greenham (1968), encontraron que el porcentaje de humedad en el fondo del nido está correlacionado con la presencia de raíces; los valores obtenidos por ellos se encuentran en promedio entre el 4.70 % y 7.92 % observándose que a menor humedad es necesaria la presencia de mayor número de raíces de arboles, ya que los bajos valores de humedad provocan el derrumbamiento de la cámara de huevos, por lo que las tortugas buscan humedades mayores o la presencia de raíces para el éxito de la construcción de las cámaras de huevos. En Chacahua, si bien se encontraron valores bajos de humedad en comparación con los valores reportados por otros autores, los nidos no se localizaron en áreas donde hubiera vegetación, por lo que aparentemente la humedad encontrada es suficiente para la construcción de los nidos, así mismo se puede interpretar que el tamaño de grano de la arena y el porcentaje de humedad permite que los nidos puedan ser contruidos sin problemas de derrumbamiento (Mortimer 1982; Bustard y Greenham, 1968).

Relación del porcentaje de humedad entre nidos naturales y transplantados

Al igual que la temperatura, el porcentaje de humedad presentó un gradiente asociado a la profundidad (a mayor profundidad mayor humedad), esto mismo se puede observar en los resultados registrados por Mohan (1986) quien en la superficie encontró 0.09%, a 15 cm 0.23 %, a 30 cm 1.04, a 45 cm 1.15 % y a 60 cm 1.32%). Rimkus y Ackerman, (1992) observaron un patrón semejante de humedad en Florida, donde la superficie del nido es más seca, y con humedad relativamente constante por debajo. Faltaría establecer si en los estudios anteriores también presentan una correlación entre los diferentes niveles de profundidad tal y como se observa en el presente trabajo. Al respecto, Wood y Bjorndal (2000) indican que es poco probable encontrar una relación entre el

contenido de humedad de la superficie y el contenido de humedad en el fondo del nido, sin embargo en los resultados del presente estudio, sí se encontró una relación del porcentaje de humedad entre los tres niveles de profundidad en los nidos naturales. Estos autores señalan que en Carolina del Norte el contenido de humedad en el fondo del nido (a 50 cm) permanece relativamente constante hasta más allá de 6 metros detrás de la línea de marea, por lo que sería necesario realizar estudios en otras partes de la playa para poder confirmar esto. Sin embargo esta correlación -aunque sea menor- se encontró también en nidos transplantados.

Es importante señalar que algunos valores registrados para la humedad superficial y parte media del nido se presentaron como valores extremos debido a que fueron tomados en días de lluvia o posterior a un día de lluvia, con estos también coinciden los valores más bajos de temperatura registrados en la superficie de los nidos. Sin embargo, los resultados de los análisis no se ven afectados significativamente si consideramos o no estos datos, por lo que se decidió incluirlos en el análisis, debido a que fueron condiciones ambientales que se presentan de forma natural cuando la tortuga anida. Por otro lado, el nivel freático es un factor que posiblemente influye en la humedad del fondo del nido tal y como lo señalan Wood y Bjorndal (2000).

Tipo de grano en los diferentes niveles de profundidad en nidos naturales y nidos transplantados.

Con respecto al tipo de arena de la superficie del nido, estudios realizados por Carranza *et al.* (1988) en diferentes playas del estado de Oaxaca señalan que predominan las arenas media, moderadamente bien clasificadas a moderadamente clasificadas, simétricas o asimétricas hacia tamaños finos. Martínez (inédito), en un estudio realizado en junio y noviembre de 1981 y en mayo 1982, muestra que el tipo de arena dominante en diferentes playas del Pacífico Mexicano donde anida la *L. olivacea*, corresponde a arena media -Playa

la Escobilla, Oax., (96.9 %); Playas Punta Maldonado y Tierra Colorada Gro., (100 y 62.7% respectivamente); Mexiquillo, Michoacán, (95%)-, así mismo encontró que la arena de la playa de Chacahua, Oaxaca, corresponde 100% a éste tipo. Los mismos resultados se obtuvieron tanto en diferentes partes de la playa –muestras tomadas sobre los rastros- así como en los tres niveles de profundidad de los nidos naturales y transplantados, sólo que en nuestros resultados el tipo de arena se registró considerando la asimetría hacia granos finos, gruesos o simetría que ésta presenta.

Estudios realizados en Colola, Michoacán, México (Naranjo, 1988), indican que a una profundidad de 50 cm en vivero se presentó arena de tamaño mediano tendiendo a las arenas gruesas, mientras que el vivero de Maruata fueron arenas medias con tendencia a arenas finas. Márquez *et al.* (1976) mencionan que al parecer *L. olivacea* anida en playas de grano fino, lo cual no concuerda con los valores observados por los autores mencionados anteriormente ni con lo registrado en el presente estudio; es posible que esta diferencia se deba a una generalización con respecto a otras playas del mundo donde también anida *L. olivacea*.

Ramírez y Torres (1995) registraron a diferentes profundidades en la playa de Chacahua arena media, simétrica, moderadamente clasificada entre 0-10 cm de profundidad; arena media, muy asimétrica hacia finos, moderadamente bien clasificada entre 30 y 40 cm y arena media, asimétrica hacia finos moderadamente clasificada entre los 70 y 80 cm. Estos tipos de arena se presentan también en playas como Colola Mich. y Barra de la Cruz, Oax., donde también anida *L. olivacea*. Estos resultados coinciden con lo obtenido para algunos de los nidos naturales, posiblemente porque los autores tomaron el registro sólo en una parte de la playa, mientras que en este estudio se hizo para varios los nidos naturales ubicados en diferentes partes de la playa.

La baja diversidad de tamaños de granos, se puede atribuir a que se trata de una playa de baja energía del oleaje, con amplias longitudes y anchuras, donde no se presentan acantilados. (Ramírez y Torres, 1995).

Mohan (1986), señala que en las Playas de la Costa de Calicut, India, donde anida *L. olivacea*, la composición de los nidos consiste en una mezcla de arenas de grano medio y muy fino, lo cual se asemeja a lo encontrado para Chacahua. Este mismo autor presenta una tabla de frecuencias de tipos de arena, donde se observa que los tipos de grano (medio, fino y muy fino) se presentan en porcentajes similares, tanto en la superficie, como a 15 cm de profundidad, sin embargo a 45 y 60 cm de profundidad se observa un incremento en el porcentaje de grano grueso; esta situación se observa de forma semejante en los nidos naturales, no así en los nidos transplantados.

Los resultados obtenidos por Mohan (1986), muestran diferencias entre el tipo de arena registrado a diferentes niveles de profundidad, sin embargo no reporta si existió una diferencia significativa. En los nidos naturales de Chacahua sí se presentó una diferencia significativa del tipo de arena entre los tres niveles de profundidad (Tabla 6). La composición de los nidos transplantados, indica una clara manipulación de la arena (com. pers. Carranza, A.), debido a que el corral de incubación se ubica siempre en el mismo lugar, lo que provoca que la arena sea removida constantemente, lo cual da como resultado la homogeneidad de la composición de la arena en las diferentes partes del nido.

Podemos suponer que la predominancia de la arena media con simetría o asimetría hacia un grano u otro en nidos transplantados, afecta la relación que pudiera establecerse en variables como la humedad y temperatura, así como en lo que respecta a la relación del intercambio de gases del proceso metabólico (CO₂, O₂), difusión del calor, etc. Rimkus y Ackerman (1992), observaron que las

playas recuperadas de la Florida son muy homogéneas en su estructura, mientras que las playas naturales no lo son, ya que en estas la arena guarda una estructura por tamaño de grano. Esto al parecer modifica el contenido de agua en las playas recuperadas. Sin embargo, aunque esto no se puede afirmar, se observó que tanto la temperatura como el porcentaje de humedad tuvieron un comportamiento diferente según el tipo de arena y el nivel del nido en el que se encuentren (Tabla 8a, b, c). En este sentido, Milton *et al.* (1997), mencionan que cualquier cambio en la distribución del tamaño de grano en una playa puede afectar la compactación de la arena y por lo tanto el espacio de los poros a través del cual se mueven los gases y el vapor de agua. Speakman *et al.* (1998), señalan que la conductividad térmica también se ve afectada por el tamaño de arena y mencionan que los granos pequeños de arena se relacionan con un incremento de la conductividad. Prange *et al.* (ver: Ramírez y Torres, 1995), indican que la tasa de difusión de oxígeno puede variar en distintas arenas dependiendo del tamaño de las partículas y de la humedad de la arena. Schwartz (1982), señala que en Carolina, EU., los huevos de *C. caretta*, presentaron un mayor éxito de eclosión en arenas finas que en arenas gruesas.

La composición del nido con respecto al tipo de arena podría influir, como ya se señaló, en relaciones como las mencionadas anteriormente. Como lo indica Mortimer (1990), es importante indicar la influencia que tiene el tamaño de las partículas de arena en la difusión del calor o la capacidad de retención de agua, sin embargo, este efecto puede ser moderado por otros factores como son la salinidad del sustrato, la composición de los granos de arena, la lluvia o el nivel freático, factores que también tienen un papel importante en las interacciones que se presentan entre variables como el porcentaje de humedad y temperatura.

Relación entre temperatura, porcentaje de humedad y tipo de grano de arena

Las relaciones que se presentaron entre las variables de temperatura y porcentaje de humedad como entre la misma variable a diferentes profundidades, nos indican que en los nidos naturales fueron "consistentes", al menos para algunos sitios de la playa, lo que podría confirmarse mediante la realización de un estudio de caracterización semejante aplicado a diferentes partes de la playa. Grant y Beasley (1995), observaron que a una profundidad de 50 cm en la isla Topsail, E.U. la humedad y la temperatura presentan una correlación negativa en nidos naturales.

Los nidos transplantados no presentaron esta relación (tabla 7), debido posiblemente al tipo de arena presente, pues como ya se mencionó anteriormente, el tamaño de la arena está estrechamente relacionado con la humedad y con la temperatura presentes (Ackerman *et al.*, 1985; Rimkus y Ackerman, 1992). Otra posibilidad para explicar las diferencias entre la temperatura y el porcentaje de humedad entre nidos naturales y nidos transplantados la señala el Dr. Carranza (com. pers.) al indicar que debido a que en nidos transplantados, al presentar prácticamente un mismo tipo de arena lo largo del nido, donde existe asimetría hacia granos finos (colores más oscuros debido a la presencia de magnetita, gránate y feldespatos), proporciona a la arena colores más oscuros, habrá una mayor absorción y retención de calor a profundidades mayores. Ramírez y Torres (1995) registraron para Chacahua una coloración gris rosado.

También podría deberse a la profundidad en que se encuentre el nivel freático en relación de los nidos naturales y los nidos transplantados, ya que al variar con respecto a la elevación del mar, permitiría que la humedad fuera mayor y más constante en nidos naturales que en nidos transplantados (que se encuentran más alejados de la línea del mar), lo cual evitaría que las temperaturas del fondo en nidos naturales fueran tan altas como las que se registraron en nidos transplantados.

Las correlaciones negativas observadas en nidos naturales, entre la humedad y la temperatura entre las diferentes partes, podrían influir en el éxito de eclosión y avivamiento de las crías. Ramirez y Torres (1995) señalan que el éxito de avivamiento en tortuga laúd depende de determinadas condiciones de agua y gases, y que estas pueden darse de distintas maneras en cada una de las playas, y que un conjunto de características podría permitir dichas condiciones.

Packard *et al.* (1987), encontraron que durante la incubación de huevos de la tortuga lagarto (*Chelydra serpentina*), tanto la absorción neta del agua por los huevos, como el tiempo de incubación y el tamaño de las crías, está correlacionado positivamente con la humedad del sustrato y negativamente con la temperatura. Este tipo de correlación se observó en nidos naturales al momento que la tortuga anida, por lo que se podría esperar que esta relación se mantenga durante el periodo de incubación, pudiendo influir de esta manera en el éxito reproductivo de la tortuga.

Con el fin de establecer si existe diferencia entre la combinación que se da de las variables temperatura, porcentaje de humedad y tipo de arena, en las tres partes del nido tanto en los nidos naturales como en nidos transplantados, es necesario que se realicen estudios con un mayor número de registros para realizar los análisis correspondientes.

Selección del Sitio de Anidación

Temperatura

Es conocido que muchos animales escogen la ubicación de sus nidos en respuesta de factores microclimáticos como la temperatura, por ejemplo: aves, (Walsberg, 1981; With y Webb, 1993; Wachob, 1996), mamíferos, (Rhodes y Richmond, 1985) y tortugas de agua dulce, (Dodi *et al.*, 1996 ver: Speakman *et. al.*, 1998) entre otros.

Experimentos de laboratorio con lagartijas (*Eublepharis macularius*) muestran la preferencia de algunos reptiles a anidar en intervalos de temperatura específicos, el experimento mostró que cuando la lagartija podía seleccionar entre substratos con diferentes temperaturas ellas tendían a escoger substratos de temperaturas intermedias en donde anidar, (Janzen y Paukstis, 1991). Estudios realizados por Stoneburner y Richardson (1981), señalan que las hembras grávidas de *C. caretta* anidan inmediatamente después de encontrar un incremento abrupto de temperatura de 2°C o más. Los resultados obtenidos para *L. olivacea* en las playas de Chacahua no coinciden con lo señalado por estos autores, lo anterior puede deberse a la diferencia de métodos utilizados, ya que ellos llevaron a cabo un registro continuo de temperaturas a lo largo del rastro, mientras que para Chacahua el registro de datos se tomó a intervalos (4 m aproximadamente) sobre el rastro. Sin embargo, al igual que lo registrado por ellos, se encontró que las tortugas grávidas atraviesan un gradiente de temperatura desde la zona de la línea de marea a una zona más seca de la playa, volviéndose progresivamente más caliente playa adentro. El método utilizado por estos autores es difícil de repetir en las condiciones que se llevó a cabo el presente estudio, tanto por la amplia extensión de la playa (12 Km), como por la dificultad de tomar muestras continuas a lo largo del rastro, ya que no sólo se registró la temperatura sino también se tomaron muestras para determinar el porcentaje de humedad y del tipo de grano de arena.

Los registros sobre el rastro de la tortuga no presentaron un aumento continuo de la temperatura, sino que algunas veces la temperatura sobre el rastro fue menor, por lo que la tortuga algunas veces anidó a temperaturas menores que las registradas en puntos anteriores del rastro (Figura 15). Grant y Beasley, (1995) observaron que a una profundidad de 50 cm en la isla Topsail, la temperatura aumenta desde la línea de marea (29.1 °C) más alta hacia playa adentro (32.0 °C) y después de 15 m se observa que la temperatura disminuye (29.3 °C). Camhi (1993) (ver: Wood y Bjorndal, 2000), observó que las tortugas caguamas no seleccionan los sitios de

anidación en tramos fríos o calientes de una playa heterogénea. En Tortuguero, Costa Rica, la distribución de anidación de la tortuga verde no es constante en las diferentes zonas termales de la playa (Bjorndal y Bolten, 1992). Wood y Bjorndal (2000) señalan que en Tortuguero no se observa un patrón consistente en la distribución de anidación en tortugas verdes ni en tortugas Carey, ni entre individuos ni individualmente, por lo que señalan que no seleccionan un sitio de anidación basado en la temperatura; ellos indican que no hubo diferencias significativas entre las temperaturas de los sitios de anidación y las temperaturas registradas sobre el rastro (mediciones a intervalos de 1.5 m).

Hays *et al.*, 1995, indican que la relación observada por Stoneburner y Richardson (1981), entre el incremento abrupto de temperatura (2 °C o más) y la anidación de las tortugas, se debe posiblemente a un error de muestreo, debido a que registraron la temperatura de la arena que había sido expuesta por la tortuga durante la excavación del nido; esta conclusión es la única que consideran razonable para explicar el hecho de que este incremento en la temperatura sólo se haya encontrado inmediatamente después de la anidación y no a lo largo de los trayectos.

Las tortugas anidaron a diferentes temperaturas, observándose que el 46% de las tortugas anidó en un intervalo donde la diferencia de temperaturas entre el primer registro (la línea de marea) y el último (0.1°C - 2 °C) fue mínima, los resultados no indicaron una diferencia significativa entre los intervalos de temperatura a los cuales anidó la tortuga. Sin embargo, se puede señalar que cerca del 50% de las tortugas anidaron en un intervalo de temperatura entre 26.3 °C - 30.9 °C. Los resultados obtenidos en el modelo lineal generalizado con error tipo Poisson mostraron que hay una alta probabilidad de que *L. olivacea* en Chacahua anide en este intervalo de temperatura, siempre y cuando se presente el tipo de arena media con

asimetría hacia granos finos, así como en el intervalo de temperatura 32.21 °C a 33.8 °C con arena media simétrica.

Porcentaje de humedad

Al igual que la temperatura, se ha señalado que la humedad es un factor decisivo en el éxito de eclosión de los huevos de tortuga marina. De hecho, se ha indicado que la tortuga marina puede ser capaz de influir en el éxito de las crías al seleccionar sitios de anidación con un contenido particular de humedad (Wood y Bjorndal, 2000). Los resultados obtenidos sobre el rastro de tortuga en la playa de Chacahua, Oax., mostraron que el porcentaje de humedad presentó un gradiente negativo, lo que implica que la humedad disminuyó conforme la tortuga se aleja de la línea de marea; las tortugas anidaron con mayor frecuencia en un intervalo de porcentaje de humedad mínimo, lo cual podría considerarse como una preferencia por parte de la tortuga, como lo señalan algunos autores (Davis *et al.*, 1999). Grant y Beasley (1995), observaron que en un transecto perpendicular a la línea de marea -a 50 cm de profundidad- el porcentaje de humedad de la arena en la zona de marea fue alto y disminuyó playa adentro.

Estudios realizados por Bjorndal y Bolten (1992), señalan que posiblemente los niveles de humedad pueden ser parcialmente responsables de una mayor anidación de tortuga verde en una zona de la playa en Tortuguero, Costa Rica. En el presente estudio, los resultados obtenidos en el modelo lineal generalizado con error tipo Poisson, muestran que existe una alta probabilidad de encontrar nidos naturales donde la superficie de la arena presente un porcentaje de humedad entre 0.07 % y 2.13%, independientemente de la temperatura y del tipo de arena.

También se observó que las tortugas anidaron con mayor frecuencia donde existió una diferencia entre -1.9 y 0 del porcentaje de humedad entre el primer registro (línea de marea) y el registro tomado sobre la superficie del nido, pero no se

observó que este fuera significativamente diferente de los otros intervalos. Bustard y Greenham (1968) señalan que el porcentaje de humedad en diferentes muestras de arena entre la línea de marea hasta una elevación por encima del nivel del mar, no muestran diferencias significativas debido quizás a la eficiencia de la acción de capilaridad entre los granos de la arena y la retención de humedad. Wood y Bjørndal (2000), mencionan que el contenido de humedad probablemente no tiene una utilidad como indicador para anidar, debido a que varía rápidamente con la lluvia, sin embargo no descarta la posibilidad de que exista una preferencia por anidar a ciertos intervalos de humedad, como se observó para la *L. olivacea* en las playas de Chachahua.

Que no hubiera diferencia entre los valores de humedad registrados de la línea de marea y el valor sobre el nido, podría interpretarse como que el porcentaje de humedad no es un factor que la tortuga utilice como indicador en la selección del sitio de anidación. Sin embargo, se observa que existió una alta frecuencia (82 %) de anidación en un intervalo específico (0.07% y 2.13%) de humedad. Esta variable es importante en el desarrollo embrionario y en el tamaño de las crías (Janzen y Paukstis, 1991; Ackerman *et al.*, 1985), también se ha observado que un sustrato muy húmedo o muy seco puede provocar malformaciones o la muerte de las crías (Seymour y Ackerman, 1980; ver: Mortimer, 1990).

Tipo de grano de Arena

Trindell *et al.* (1999) encontraron para *C. caretta* que el tamaño de grano de arena así como su coeficiente de clasificación pueden influir en la selección de la playa de anidación, ya que en algunas playas donde han cambiado estas características, se ha observado que declina el número de hembras anidadoras.

Hendrickson y Balsingham, 1966; Carr y Hirth, 1962; Miller, 1985, (ver: Speakman *et al.*, 1998) han sugerido que la tortuga marina selecciona sus sitios de anidación

usando como indicador la textura de la arena, sin embargo estudios realizados posteriormente por Hirth y Carr 1970, Hirth, 1971 (ver: Mortimer, 1982), muestran que el tamaño de grano de la arena varía dentro de una zona de anidación y que una misma colonia de tortugas utiliza un amplio intervalo de tipos de arena, lo que podría indicar que este no es un factor que influya en la selección del sitio de anidación.

En cuanto a la preferencia por anidar en un tipo específico de arena, autores como Stancyk y Ross (1978), indican que la tortuga verde (*Ch. mydas*) no muestra inclinación por anidar en playas con algún tipo de grano en particular, ya que anida en arenas finas y gruesas con una densidad relativamente alta en ambas. Mortimer (1982), señala que aunque existe un intervalo óptimo del tamaño de grano para el éxito de eclosión en nidadas de tortuga verde, no se observó correlación entre el porcentaje de eclosión y la densidad de anidación en las playas de Isla Ascensión, ya que las tortugas anidan en arenas con textura desde muy fina hasta arenas muy gruesas (grava), indicando que el tamaño de grano de la arena no parece ser un factor importante en la selección de las playas de anidación y que tienen mayor peso otros factores como pendiente o accesibilidad a la playa.

Speakman *et al.* (1998), no encontraron evidencias que apoyen la hipótesis de que *C. caretta* en Isla Captiva, Florida, seleccione los sitios de anidación utilizando el tipo de arena. Aunque señalan que existe la posibilidad de que las tortugas, que pueden seleccionar el sitio de anidación auxiliándose con comportamiento de "olfateo", probablemente no lo explotan por diferentes razones, una de ellas sería la baja correlación entre la estructura de la arena en el fondo del nido con la estructura de la arena en la superficie del nido. Como se puede apreciar, las opiniones en cuanto a la preferencia de tipo de arena difieren entre sí. Sarti *et al.* (1995b), mencionan que *L. olivacea* anida en playas que pueden diferir drásticamente en lo que a características fisicoquímicas se refiere, y suponen que esta especie tiene un

amplio espectro de tolerancia para diversos factores, lo que les permite un amplio espectro de distribución. Ehrenferd (1979), señala que las tortugas marinas anidan en varios tipos de arenas, no importando el tamaño de grano de las mismas, aunque existe la posibilidad de que algunos individuos tengan preferencias que sean consistentes durante el año y entre años.

Para las Playas de Chacahua, los resultados indican que el tipo de arena encontrado con mayor frecuencia sobre los rastros de tortuga en distintas partes a lo ancho de la playa corresponde en su mayoría a arena media con asimetría hacia granos finos (52%), así como, a arena media simétrica (37%); la distribución de estos tipos de arena sobre cada uno de los rastros fue irregular, ya que algunas veces se presentó un tipo de arena en todo el rastro o dos tipos de arena alternados sin un patrón en particular (Figura 19), por lo tanto se puede inferir que el tipo de arena por sí sólo no influye en la selección del sitio de anidación.

Ramírez y Torres (1995), señalan que playas del Pacífico Mexicano, donde anida *L. olivacea*, como, Colola, Mexiquillo, Barra de la Cruz y Chacahua presentan arena media, con asimetría hacia finos o grueso y diferentes grados de clasificación. Carranza *et al.* (1988), señalan que varias playas de Oaxaca incluyendo Escobilla y Maruata, presentan arenas medias. Los valores obtenidos por Martínez (inédito) coinciden con lo señalado por Ramírez y Torres, (1995) y Carranza *et al.* (1988). Con base en estos estudios y con los resultados obtenidos en el presente estudio podríamos indicar que *L. olivacea* anida principalmente en playas con arena media; faltaría conocer si existe mayor preferencia hacia una u otra playa y si ésta depende de la simetría o asimetría de los granos de arena, así como del grado de clasificación de las mismas. Estas diferencias también podrían señalar la preferencia por anidar en un sitio específico de la playa, sin embargo sería necesario conocer si la tortuga es capaz de discriminar hasta este grado las diferencias entre los tipos de grano de arena.

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

En el presente estudio, el modelo lineal generalizado con error tipo Poisson señala que las tortugas de la especie *L. olivacea* que aniden en las playas de Chacahua, posiblemente lo hagan en arena media con asimetría hacia granos finos en combinación con el intervalo de temperatura de 26.3 % –30.9 % y en un intervalo de temperatura de 32.21 °C-33.8 °C en un tipo de arena media simétrica o en un intervalo de porcentaje de humedad entre 0.07% y 2.13% independientemente de la temperatura y el tipo de grano de arena (registrados en el presente estudio).

Se ha sugerido que la combinación de algunos factores, como temperatura, humedad y vegetación, tamaño de grano de la arena, podrían influir en la selección del sitio de anidación, así como las relaciones que se dan entre diferentes variables. Al respecto Speackman *et al.* (1998), señalan que la correlación entre la estructura de la arena y la conductividad es un mecanismo potencial por el cual la tortuga *C. caretta*, podría seleccionar la temperatura de sus nidos, usando las características de la arena encontradas al momento de excavar el nido.

En este sentido, se podría sugerir que la relación observada ente la temperatura y el porcentaje de humedad en las diferentes partes del nido natural, podrían brindar un mayor éxito reproductivo, ya que si la tortuga "encuentra" que el tipo de relaciones registradas se presentan en diferentes playas o zonas de la playa, podrían aumentar las probabilidades de sobrevivencia de las crías, así como la sobrevivencia de ella misma, ya que no siempre necesitará avanzar una distancia considerable para anidar, disminuyendo así el riesgo de ser atacada por los depredadores terrestres (Ehrenfer, 1979), y al mismo tiempo estaría "garantizando" las mejores condiciones para su progenie.

La posibilidad de que la tortuga busque estas relaciones entre las variables dependiendo de las "combinaciones" que se den entre las variables, según las características que presente la arena, abre las probabilidades de encontrar diferentes sitios dentro de las distintas zonas de las playas de anidación, ya que estas relaciones podrían ocurrir en diferentes partes de la playa, dependiendo de la confluencia de otros factores como nivel freático, capilaridad de la arena, pendiente, etc. Estudios realizados en tres diferentes playas de México (Escobilla, Colola y Mexiquillo) muestran que existe una zona (a la mitad de lo ancho de la playa) en donde *L. olivacea* anida con mayor frecuencia (Sarti *et al.*, 1995a), esto podría sugerir también que en alguna zona a lo ancho de la playa exista la posibilidad que converjan ciertas características, que permitan se de la relación observada entre las variables (temperatura y porcentaje de humedad) con mayor grado de correlación, y sea ahí donde las tortugas aniden.

Línea de marea - Vegetación frontal y su relación con el sitio de anidación

Se ha considerado que la distancia recorrida por la tortuga desde la línea de marea hasta el lugar de anidación, está relacionada con la selección del sitio de anidación y que no es una distancia aleatoria, sino que está determinada por diferentes características bióticas y abióticas de la playa (Stoneburner y Richardson, 1981). Sin embargo, otros autores mencionan que la selección del sitio de anidación es un proceso esencialmente aleatorio (Mrosovsky, 193, Eckert, 1987 ver: Hays *et al.*, 1995).

Con relación a lo que señala Fowler 1979, (ver: Garmestani *et al.*, 2000) quien dice que la tortuga *C. caretta* selecciona los sitios de anidación que tienen menos posibilidades de ser inundados por las mareas o por el nivel freático, en los resultados obtenidos en el presente estudio no se observó diferencia significativa entre los intervalos de distancia recorrida desde la línea de marea hasta el sitio de anidación. Esto posiblemente se deba a que las mareas más altas no alcanzan a

inundar gran parte de la playa, por lo que la tortuga no requiere de avanzar una distancia determinada para poner a salvo sus huevos de las inundaciones y de la erosión por la marea. Mortimer (1982) señala que las playas que no están expuestas a la inundación, no presentan correlación entre la distancia del nido a la línea de marea y el porcentaje de eclosión de los huevos. El que no se obtuviera correlación en el presente estudio entre la distancia recorrida por la tortuga a partir de la línea de marea y las variables registradas como temperatura y porcentaje de humedad, podría indicar que la tortuga encontró las características necesarias para la depositación de sus huevos.

En Chacahua la razón por la cual el área de anidación no se inunde en condiciones normales, se debe principalmente a la gran amplitud de la playa, la cual alcanza en algunos puntos más de 85 m entre la línea de marea y la vegetación frontal; de hecho, se ha observado que *L. olivacea* prefiere anidar en playas de gran amplitud (Sarti *et al.*, 1995b), como es el caso de Escobilla, Oaxaca, Colola y Mexiquillo, Michoacán, donde la amplitud promedio de las playas varía notablemente (18 m, 190 m y 46.5 m respectivamente). Esta característica de la playa puede beneficiar la anidación de las tortugas, ya que los nidos no están expuestos a la erosión o inundación por mareas altas.

Aunque no se encontró un patrón entre la distancia y el sitio de anidación de la tortuga, si se observó que la mayor parte de los nidos fueron depositados a una distancia entre 13 y 33 m de la línea de marea, lo que coincide parcialmente con lo observado por Sarti *et al.* (1995a), quienes señalan que *L. olivacea* anida preferentemente entre los 20 y 30 metros de distancia de la línea de marea. En Barbados se observó que la tortuga Carey (*Eremochelys imbricata*), presentó una tendencia de agrupar los nidos en ciertas zonas de las playas, donde se ha registrado una mayor sobrevivencia de crías, Horrocks y Scott, 1991(ver: Hays *et al.*, 1995).

En Chacahua, gran parte de los nidos fueron depositados dentro de una franja de aproximadamente 20 metros y esto mismo ha sido observado en la playa de Mexiquillo, Michoacán, para *L. olivacea*. Sarti *et al.* (1989), especulan que las tortugas con frecuencia anidan dentro de una área de la playa representada por una "banda de hábitat" de aproximadamente 20 metros de ancha localizada a partir de la cresta de la berma hacia la línea de marea; de hecho, señalan que cuando la amplitud de la playa aumenta, las tortugas "buscan" la banda original de 20 metros para anidar, donde casi no hay pérdida de nidos por erosión.

Con relación a la distancia entre el sitio de anidación y la línea de vegetación, se ha observado que algunas especies prefieren anidar en zonas muy cercanas a la vegetación, e inclusive dentro de esta zona, como es el caso de la tortuga *C. caretta* (Hays *et al.*, 1995). Respecto a la tortuga *L. olivacea*, no se encontró diferencia significativa entre los diferentes intervalos de distancia a la vegetación frontal, observándose que las tortugas en las playas de Chacahua, anidaron a distancias muy cercanas de la vegetación (2.5 m), hasta distancias mayores a los 50 metros. Estas grandes fluctuaciones también se observan de manera general en otras playas de anidación de *L. olivacea*, en donde el promedio de la distancia del nido a la vegetación frontal fluctúa entre 9.7 m y 80.8 m (Sarti *et al.*, 1995a).

Algunos autores como Hays *et al.* (1995) indican que la tortuga *C. caretta* anida preferentemente en zonas cercanas a la vegetación supralitoral y como Bustard y Greenham, (1968) quienes observaron que *Ch. mydas* anidó dentro de las zonas de vegetación, encontrando que existe una fuerte correlación entre la presencia de raíces y el contenido de humedad con respecto al éxito de la formación de la cámara de huevos. Por otro lado, Mortimer (ver: Hays *et al.*, 1995) no registró relación entre el sitio de anidación y la distancia a la vegetación frontal. En la playa de Chacahua se observó que los nidos se construyeron sin problema de derrumbamiento de la arena lo cual indicaría que la arena contiene la suficiente

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

humedad para su construcción. Cabe señalar que en este estudio no se encontró ninguna correlación entre los factores medidos en el sitio de anidación y la distancia a la línea de vegetación más cercana. También se observó que no se presentaron anidaciones en la zona de vegetación, Cornelius (1976) señala que *L. olivacea*, en Costa Rica anida en zonas de la playa desprovistas de vegetación.

CONCLUSIONES

Los estratos analizados (superficie = S, 3-5 cm; parte media = PM, 20-22 cm y fondo = F, 40-44 cm) tanto en nidos naturales como en transplantados, presentaron diferencias significativas.

En nidos naturales y nidos transplantados la temperatura fue menor en S (30.3 °C y 30.5 °C respectivamente), la cual se incrementó hacia PM (32.1 °C y 32.95 °C) y F (32.3°C y 34.3°C).

El porcentaje de humedad en nidos naturales y nidos transplantados fue menor en S (1.39 %, 2.23 % respectivamente), aumentó a 3.14 % y 3.08 % en PM y a 3.87 % 3.55 % en F.

Los nidos naturales presentaron predominantemente dos tipos de arena: arena media asimétrica hacia granos finos y arena media simétrica, en las tres partes del nido, mientras que los nidos transplantados presentaron predominantemente un sólo tipo de arena: arena media asimétrica hacia granos finos.

En nidos naturales y transplantados, la temperatura y el porcentaje de humedad entre los estratos estudiados fueron significativamente diferentes ($p < 0.001$). Sólo los nidos naturales tuvieron granulometría significativamente diferente en S, PM y F ($p < 0.005$).

La temperatura en F entre nidos naturales y nidos transplantados presentó diferencias significativas ($p < 0.0001$), así como el porcentaje de humedad en S ($p < 0.0163$). La granulometría entre nidos naturales y nidos transplantados fue diferente en todos los estratos (S, PM y F).

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

Los nidos naturales fueron diferentes a los transplantados en la temperatura y el tipo de grano de la arena ($p < 0.05$ y de $p < 0.0001$ respectivamente), pero no en el porcentaje de humedad.

La correlación entre las temperaturas y entre los porcentajes de humedad, en los tres estratos, fue mayor en nidos naturales que en nidos transplantados.

La temperatura y la humedad presentaron correlaciones negativas en las diferentes profundidades (S, PM y F) en nidos naturales, mientras que en los transplantados no se observaron correlaciones excepto en S.

Sobre el rastro de la tortuga, la temperatura tuvo un gradiente positivo, por lo que es menor cerca de la línea de marea y aumenta playa adentro. El porcentaje de humedad tuvo un gradiente negativo, con un comportamiento sobre el rastro de la tortuga, inverso al de la temperatura. El tipo de grano de arena no tuvo un patrón de distribución definido, sin embargo, con mayor frecuencia se encontró arena media con asimetría hacia granos fino.

Un porcentaje mayor a 45 % de los sitios de anidación de las tortugas tuvo diferencias mínimas de temperatura ($0.1-2^{\circ}\text{C}$) con respecto al primer registro sobre la línea de mare. El 42 % de los nidos presentaron diferencias de humedad entre 0 y 1.9 %. No hubo diferencia significativa entre los intervalos de temperatura ni los de humedad.

No hubo correlación entre distancia de la línea de marea al sitio de anidación y la distancia a la línea de vegetación.

El 66% de tortugas anidó a una distancia entre 13 y 33 m con respecto a la línea de marea.

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)

El modelo lineal generalizado con error tipo Poisson indicó que las tortugas (*L. olivacea*) que aniden en la playa de Chacahua, lo harán donde el intervalo del porcentaje de humedad sea entre 0.07 y 2.13%; así como donde la temperatura se encuentre entre 26.3 y 30.9 °C en un tipo de arena media con asimetría hacia granos finos o cuando la temperatura sea entre 32.21 y 33.8 °C en un tipo de arena media simétrica.

ANEXO 1

RECOMENDACIONES A LOS CAMPAMENTOS TORTUGUEROS

Las diferencias encontradas en la caracterización de nidos naturales y nidos transplantados en el momento de anidación o de sembrado de los huevos según sea el caso, permiten inferir que puede existir una variación en el porcentaje de eclosión de las crías, en el desarrollo embrionario y en la proporción sexual de las mismas, por lo que es necesario, antes de establecer el corral de incubación, hacer un estudio de las características y condiciones que presentan los nidos naturales, tratando de reproducirlas en los corrales de incubación.

En este sentido, una de las diferencias más notorias fue la composición del tamaño de grano en las tres partes del nido estudiadas, al respecto se presume que la manipulación de la arena cambia la distribución que aparece en condiciones naturales. Lo cual puede influir en la temperatura y humedad presente en el sustrato. Estos cambios en los estratos del nido pueden alterar la difusión de gases originados por el metabolismo, así como en el intercambio de agua y calor metabólico entre los huevos y el sustrato adyacente.

Con base en lo observado, el corral de incubación deberá ubicarse en diferentes partes de la playa para evitar cambiar las características del sustrato donde se transplanten los nidos, provocadas por la manipulación de la arena.

Así mismo es importante considerar el nivel freático en las diferentes zonas de la playa (a lo ancho), ya que este factor podría influir en la humedad presente en el sustrato.

Otra característica que debe ser considerada es ubicar los corrales en un área a lo ancho de la playa que no sea afectada por las mareas altas, ya que los nidos pueden perderse por erosión o por inundación.

Los corrales de incubación son una buena opción para la protección de los huevos en áreas con alta depredación, de ahí la importancia de contar este tipo de medidas. Sin embargo si no se consideran las características que presentan los nidos naturales, se puede afectar como ya se mencionó diferentes ámbitos de la biología de la especie (por ejemplo: proporción de sexos, desarrollo embrionario y éxito de eclosión).

En Chacahua como en muchas playas existe una importante depredación de nidos, cabe señalar que durante este estudio se dejaron nidos naturales en la playa con el fin de comparar el éxito de eclosión entre estos y los nidos transplantados, e intentar relacionar esos resultados con el análisis de las variables, esto no se pudo realizar debido a que todas las nidadas que se dejaron en la playa fueron depredadas.

Resalta el papel que tienen los campamentos tortugueros en la protección de nidos de tortugas marinas, pues aunque disminuyen las tasas de sobrevivencia de las crías debido al manejo de las nidadas, (Frazier, 1993), se están asegurando mejores resultados que al dejar los nidos en condiciones naturales al alcance de los depredadores a los que están expuestos.

ANEXO 2



Campamento Tortuguero Chacahua"



Playa de anidación



Rastro en la Playa de Anidación

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chocahuasi" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)



Tortuga marina *Lepidochelys olivacea*



Tortuga manna *L. olivacea* durante el proceso de desove



Desove



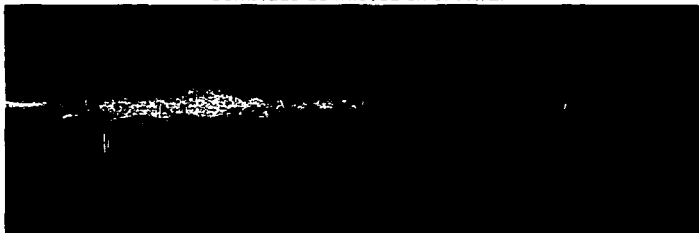
Nido de *L. olivacea*



Disimulación de la "cama"



Sembrado de huevos en el corral



Corral de incubación en Chacahua



Corral de Incubación en Chacahua

Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chocahu" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina)



Playa de anidación



Playa de anidación



Área de Vegetación en la Playa de anidación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, R. A. 1983. El Exito del Desarrollo de los Huevos de la Tortuga Marina *Lepidochelys olivacea* Eschscholtz en Playa Ostional, Costa Rica. Brenesia 21: 371-385.
- Ackerman, R. A. 1977. The Respiratory Gas Exchange of Sea Turtle Nests (*Chelonia*, *Caretta*). Respir. Physiol. 31: 19-38.
- Ackerman, R. A., R. Seagrave, R. Dmi'el and Ar. Amos. 1985. Water and Heat Exchange Between Parchment-Selled Reptile Eggs and Their Surroundings. Copeia 3: 703-711.
- Aguilar, R. H., O.Herrera, López R.E., D. Rodríguez. 1989. Proporción Natural de Sexos en Crías de la Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Escobilla, Oaxaca. Centro Interdisciplinario de Investigación Integral Regional. Instituto Politécnico Nacional –Oaxaca. Pags. 1-14.
- Alvarado, P.J.C. 1991. Características Físicas de la Playa de Barra de la Cruz, Oaxaca, como Factores que Influyen en la Incidencia de Hembras Anidadoras de Tortuga Laúd. (*Dermochelis coriacea*) Informe final de Servicio Social Biología. Universidad Metropolitana, Xochimilco, México. 25pp.
- Atlas Nacional de México. 1996. Escala 1:4,000,000. Sección Naturaleza. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Bautista, F. H. 1992. Relación de la Humedad del Ambiente Incubatorio en el Avivamiento de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina) en la playa de Escobilla, Oaxaca. Tesis.
- Bjorndal, K. A. and A. B. Bolten. 1992. Spatial Distribution of Green Turtle (*Chelonia mydas*) Nests at Tortuguero, Costa Rica. Copeia 1: 45-53.

- Bull, J. J. 1980. Sex determination in reptiles. *Quart. Rev. Biol.* 55:3-21
- Bustard, R. H. and P. Greenham. 1968. Physical and Chemical Factors Affecting Hatching in the Green Sea Turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology* 49(2): 269-276.
- Carranza, E. A., L. Rosales, R. Lozano. 1988. Estudio Sedimentológico de Playas del Estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México*, 15(2) : 23-38.
- Carranza, E. A. 1986. Estudio Sedimentológico de Playas del Estado de Chiapas, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México*, 13 (1) : 331-344.
- Casas-Andreu, G. 1978. Análisis de la Anidación de las Tortugas Marinas del Género *Lepidochelys* en México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México*, 5 (1): 141-158.
- Castro del Río A. 1991. Metodología para el Análisis Granulométrico de Arenas de Playa. *Archelon*, 1 (1) : 5-6.
- Cervantes, H. E., 1996. Comparación de temperatura, Humedad y Sobrevivencia entre nidos *in situ* y en corral de la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en las Coloradas, Yucatán. Tesis Profesional. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Conover, W. J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*, 3ª edición, Ed. John Wiley & Sons, New York, Wiley E. U. 493 pp.
- Cornelius, S. E. 1976. Marine Turtle Nesting Activity at Playa Naranjo, Costa Rica. *Brenesia* 8 : 1-27.

- Cruz, L. y G. Ruiz. 1984. La preservación de la tortuga marina. Ciencia y Desarrollo No. 56 México. Pags. 66-79.
- Davis, R. A., M. V. FitzGerald, J. Terry. 1999. Turtle Nesting on Adjacent Nourished Beaches with Different Construction Styles: Pinellas County, Florida. Journal Of Coastal Research 15(1) : 111-120.
- De Carlo, L., M. Salmon and J. Wyneken. 1998. Comparative Studies of Retinal Design Among Sea Turtles: Histological and Behavioral Correlates of the Visual Streak. 18th. International Sea Turtle Symposium, Memorias de Resúmenes, Mzn., Sinaloa, México. Pag. 35.
- Ehrenfeld, D.W. 1979. Behavior Associated with Nesting. Turtles: Perspectives and Research. Eds M. Harless and H. Morlick, Wiley, New York: pag. 417-431.
- Everitt, B. S. 1992. The Analysis of Contingency Tables. London Chapman&Hall, 162 pp.
- Frazier, J.G. 1993. Una Evaluación del Manejo de Nidos de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. En Memorias del IV Taller Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Pags. 37-76.
- Fritts, T.H., M. L. Stinson and R. Marquez. 1982. Status of Sea Turtle Nesting in Southern Baja California, México. Bull. Southern California Acad. Sci. 81 (2): 51-60.
- Galicia, P.L., T. Hernandez, R.C. Lopez y E. Nieves. 1988. Influencia de la Humedad de Incubación en el Porcentaje de Avivamiento de Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), en el Playón de Mexiquillo Michoacán durante la temporada de anidación 1987-1988. Memorias del "V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en

México"; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, CONACY, México. Pags. 162-167.

- Garmestani, A. S., H. F. Percival, K. J. Portier and K. G. Rice. 2000. Nest-site Selection by the Loggerhead Sea Turtle in Florida's Ten Thousand Islands. *Journal of Herpetology* 34(4) : 504-510.
- Grant, G. S. and Beasley J. 1995. Nest Site Selection by Loggerhead Turtles on Topsail Island, North Carolina. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-387. June 1996. pages 109-111.
- Grassman, M. A., D. Owens, J. P. Mc Vey and R. Márquez. 1984. Olfactory-Based Orientation in Artificially Imprinted Sea Turtles". *Science* 224 : 83-84.
- Hays, G. C., R. Speakman and H. P. Hayes. 1992. The Pattern of Emergence by Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) Hatchlings on Cephalonia, Greece. *Herpetologica* 48(4) : 396-401.
- Hays, G. C., A. Mackay, C. R. Adams, J. A. Mortimer, J. R. Speakman and M. Boerema. 1995. Nest Site Selection by Sea Turtles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 75 : 667-674.
- Hendrickson, J. R. 1982. Nesting Behavior of Sea Turtles with Emphasis on Physical and Behavioral Determinants of Nesting Success or Failure. In: *Biology and Conservation of sea Turtles*. Ed. K. A. Bjorndal. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. Pags. 53-57
- Hendrickson, J. R. and E., Balasingham. 1966. Nesting Beach Preferences of Malayan Sea Turtle. *Bull Nat. Hist. Mus Singapore*. 33:69-76.

- Hirth, H. F. and D.A. Samson. 1987. Nesting Behavior of Green Turtles (*Chelonia mydas*) at Tortuguero, Costa Rica. *Caribbean J. Science* 23 (3-4): 374-379.
- I-Jiunn Cheng. 1998. Factors that influence the Hatching Success of the Green Sea Turtle in a Hatchery of Wan-an Island, Peng-Hu Archipelago, Taiwan. 18th. International Sea Turtle Symposium, Memorias de Resúmenes, Mzn., Sinaloa, México. Pag. 14
- Janzen, F. J. 1993. An Experimental Analysis of Natural Selection on Body Size of Hatching Turtles. *Ecology* 74(2) : 332-341.
- Janzen, F. J. and G. L. Paukstis. 1991. Environmental Sex Determination in Reptiles: Ecology, Evolution, and Experimental Design. *The Quarterly Review of Biology* 66(2) : 149-179.
- Yakup, K., R. W. Furness and I. Beran. 1998. Sex Ratio of Nets can be Estimated From the Mean Temperature During the Middle Third of Incubation, In: 18th. International Sea Turtle Symposium, Memorias de Resúmenes, Mzn., Sinaloa, México. Pag. 16
- Kikukawa, A., N. Kamezaki and O. Hidetoshi. 1999. Factors Affecting Nesting Beach Selection by Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*): a Multiple Regression Approach. *Journal of Zoology London* 249 : 447-454.
- Kezdi, A. 1980. "Handbook of Soil Mechanics, Soil Testing, Vol. II, Elsevir, Amsterdam.
- Marcovaldi, A. A., M. H. Godfrey and N. Mrosovsky. 1997. Estimating Sex Ratios of Loggerhead Turtles in Brazil from Pivotal Incubation Durations. *Can. J. Zool.* 75: 755-770.

- Márquez, M. R., A. Villanueva y C. Peñaflores. 1976. Sinopsis de Datos Biológicos Sobre la Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). INP/FAO, Sinopsis sobre la Pesca, INP/FAO, S2, SAST, 2: 61
- Márquez, M. R. 1990. Sea Turtles of the World. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known data. FAO species catalogue. FAO Fisheries Synopsis Vol. II. FAO-Rome, FIR/S 125.81
- Martínez, L. M., P. V. Paez, 2000. Ecología de Anidación de la Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de La Cuevita, costa Pacífica Chocóana, Colombia, en 1998. Actualidades Biológicas Medellín. 22(73): 131-143.
- Matthew, H. G., R. Barreto and N. Mrosovsky, 1996. Estimating Past and Present Sex Ratios of sea Turtles in Suriname. Can. J. Zool. 73: 267-277.
- Mc Coy, C. J., R. C. Vogt and E. J. Censky. 1983. Temperature Controlled Sex Determination in the Sea Turtle *Lepidochelys olivacea*. J. Herpetol. 17:404-406
- Mc Garigal, K., S. Cushman and S. Standford. 2000. Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research. Ed. Springer. New York. USA
- Mc. Gehee, A. M. 1979. Factors Affecting Hatchability Success of Loggerhead Sea Turtle Eggs (*Caretta caretta*) Thesis for degree of Master, University of Central E. Orlando.
- Merchant, L. H., I. Villalpando and Centeno, U. B. 1989. Gonadal Morphogenesis Under Controlled Temperature in the Sea Turtle *Lepidochelys olivacea*. Herpetological Monographs, 3: 43:61
- Michel, M. J. E. 1989. Influencia de Factores Ambientales Sobre la Abundancia de Anidación de Tortuga Marina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) en

el Playon de Mismaloya, Ja; Méx. Tesis Lic. Fac. de Ciencias. Universidad de Guadalajara, México. 99 pp.

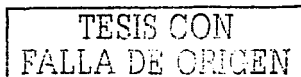
- Milton, S. L., A. A. Schulman, P. L. Lutz. 1997. The Effect of Beach Nourishment with Aragonite Versis Silicate Sand on Coastal Temperatura and Loggerhead Sea Turtle Nesting Success. Journal of Coastal Research 13(3) : 904-915.
- Mohan, L. R. S. 1986. Observations on the Ecology of Nest and on some Aspects of Reproductive Behaviour of the Ridley Turtle *Lepidochelys olivacea* from Calicut Coast. Indian J. Fish. 33 (1) : 39-44.
- Mohanty-Hejmadi, P. and Marie T. Dimond. 1986. Temperature Dependent Sex Determination in the Olive Ridley Turtle. Progress in Developmental Biology, Part A. 159-162 pp.
- Morison, D. 1992. Temperature Regimes Found in Relocated and Natural Loggerhead (*Caretta caretta*) Nests in Sarasota County, Florida. NMFS-SEFSC-387. February 1995. Pags. 222-223.
- Mortimer, J. 1982. Factors Influencing Beach Selection by Nesting Sea Turtles. Biology and Conservation of Sea Turtles. K.A. Bjordal (ed.) Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Pags. 45-50.
- Mortimer, J. 1990. The Influence of Beach sand Characteristics on the Nesting Behavior and Cluth Survival of Green Turtles (*Chelonia mydas*). Copeia 3: 802-817.
- Morreale, S. J., G. J. Ruiz, J.R. Spotila and E. A. Standora. 1982 Temperature-Dependent Sex Determination: Current Practices Threaten Conservation of Sea Turtles. Science, Vol. 216.

- Mrosovsky, N. and J. Provencha. 1989. Sex Ratios of Loggerhead Sea Turtles Hatching on a Florida Beach. *Can. J. Zool.* 67: 2533-2539.
- Mrosovsky, N. 1994. Sex Ratios of Sea Turtles. *The Journal of Experimental Zoology* 270: 16-27.
- Naranjo, G.R. 1988. Características del Ambiente de Incubación Natural y su Influencia en el Avivamiento de los Nidos de Tortuga Negra (*Chelonia agassizi*: Cheloniidae) en las Playas de Colola y Maruata, Michoacán. Memorias del "V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México"; Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, CONACY, México. Pags 59-72.
- Naro, E. F. S., N. Mrosovsky and M. A. Marcovaldi. 1996. Thermal Profiles of Turtle Hatcheries and Nesting Areas at Praia do Forte, Brazil, NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-412. March 1998. pag. 109.
- National Marine Fisheries Service and Fish and Wildlife Service. 1998. Recovery Plan for U.S. Pacific Populations of the Olive Ridley Turtle (*Lepidochelys olivacea*). National M.F.S. Silver Spring MD
- Owens, D. W., M. A. Grassman and J. R. Hendrickson. 1982. "The Imprinting Hypothesis and Sea Turtle Reproduction", *Herpetologica* 38 (1) : 124-135.
- Packard, G. C., M.J. Packard, T.J. Boardman and M. D. Ashen. 1981. Possible Adaptive Value of Water Exchanges in Flexible-Shelled Eggs of Turtles. *Science*, Vol. 213, 24:471-473.
- Packard, G. C., M. J. Packard, M. J. Miller, and Boardman T. J. 1987. Influence of Moisture, Temperature, and Substrate on Snapping Turtle Eggs and Embryos. *Ecology* 68(4) : 983-993.

- Plotkin, P. T. 1994. Migratory and reproductive behavior of *Lepidochelys olivacea* in the eastern Pacific Ocean NOAA Tecnical Memorandum, NMFS-SEFSC-341; 1994, p. 138
- Pritchard, P. Ch. 1980. The Conservation of Sea Turtles: Practices and Problems. Amer. Zool. 20 : 609-617.
- Ramírez, G. M. y Q. López. 1993. Métodos Estadísticos no Paramétricos. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México, D.F. 223 pp.
- Ramírez, T. A. y Q. C. Torres. 1995. Algunos Análisis, Físicos, Químicos y Mineralógicos de las Arenas de las Principales Playas de Anidación de Tortuga Laúd (*Dermodochelys coriacea*) en los estados de Michoacán y Oaxaca, México, y su importancia en el desarrollo embrionario de la misma especie. Tesis para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rimkus, T. A and A. R. Ackerman. 1992. The Impact of Beach Renourishment on the Hydric Climate of Sea Turtle Nesting Beaches Along the Atlantic Coast of Florida. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-361. February, 1992. Pags. 97-99.
- Ruiz, R. S. 1995. Diferenciación sexual en *Lepidochelys olivacea* periodo sensible a la temperatura, efecto de la Temperatura y Estadios en la Gónada. Tesis para obtener el Grado de Maestría en Biología Animal. Instituto de Investigaciones Biomédicas. UNAM.
- Sánchez, S. G. 1994. Determinación de Algunos Aspectos Biológicos de Hembras Anidadoras en la Playa de San Juan Chacahua, Oaxaca, en la Temporada de Anidación 1993-1994. Informe Final de Servicio Social, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México. D.F. 26 pp.

- Sarti, L., A. Barragán, C. Gómez, M. Herrera, R. Zárate, H. Pineda. 1995a. Some Aspects of the Nesting Behavior of Sea Turtles in México. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-387. June 1995. Pags. 271-275.
- Sarti, L., C. López, S., García, T., C. Ordoñez, E., L. Guadarrama, G., C. Hernández, R., A. Barragán, R. y F. Vargas, S. 1993. Protección e Investigación de Algunos Aspectos Biológicos y Reproductivos de las Tortugas Marinas *Lepidochelys olivacea* (golfina) y *Dermochelys coriacea* (laúd) en el Playón de Mexiquillo, Michoacán, Informe final temporada de anidación 1992-1993. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sarti, L., G.A.E. Villaseñor, A. Barragan, J. Carranza, D. M. Robles. 1989. Evaluation of the Conservation Techniques Utilized at Mexiquilo Beach, Michoacan, Mexico, for *Dermochelys coriacea* and *Lepidochelys olivacea* During the 1986-1987 Nesting Season. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-232. August 1989. pags 155-157
- Sarti, L., S. Karam, A. Barragán, M. Herrera, H. Pineda, C. Gómez y R. Zárate. 1995b. Chemical and Physical Characteristics of Major Nesting Beaches in México. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-387. June 1995. pags 276-279.
- Schwartz, F. J. 1982. Correlation of Nest Sand Asymetry and Percent Loggehead Sea Turtle Egg Hatch in North Carolina Determined by Geological Sorting Analysis. ASB Bulletin 29 (2): 83.
- Siegel, S. 1991. Estadística no Paramétrica. Ed.Trillas. México, D. F. 344 pp.
- Speakman, J. R., G. C. Hays and E. Lindbland. 1998. Thermal Conductivity or Sand and its Effect on Temperature of Loggerhead Sea Turtls (*Caretta caretta*)

- Nests. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 78(4): 1337-1352.
- Sprent, P. and N.C. Smeeton. 1989. Applied Nonparametric Statistical Methods, Third Edition, Tests in Statistical Science, London : Chapman and hall, 259 pp.
 - Stancyk, S. E. and J. P. Ross. 1978. An Analysis of Sand from Green Turtle Nesting Beaches on Ascension Island. Copeia 1 : 93-99.
 - Stanley, R.A. 1972. The Temperatures of Iguana Nests and Their Relation to Incubation Optima and to Nesting Sites and Season. Herpetologica 28 : 252-253.
 - Stoneburner, D. L. and J. I. Richardson. 1981. Observations on the Role of Temperature in Loggerhead Turtle Nest Site Selection. Copeia 1 : 238-241.
 - Swimmer, J. Y. 1993. Comparisons of *in situ* and relocated loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) nests at Projeto Tamara, Bahia, Brazil. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-387. January, 1994. PAG. 182.
 - Trindell, R., D. Arnold, Moody K. and B. Morford. 2000. Sand on Florida nesting beaches: does size really matter?. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-443. Pags. 66-68.
 - Vogt, C. R. y O. A. Flores-Villela. 1986. Determinación del sexo en tortugas por la temperatura de incubación de los huevos. México. Ciencia 37: 21-32
 - Wood, D. W., K. A. Bjorndal. 2000. Relation of Temperature, Moisture, Salinity and Slope to Nest Site Selection in Loggerhead Sea Turtles. Copeia 2000(1) : 119-128.



Caracterización del sitio de anidación en la playa de "Lagunas de Chacahua" Oax., para la especie *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina).

- Yakup, K., R. Furness, I. Baran, and A. Senol. 1997. Inter- and Intra- Clutch Temperature Variation of Loggerhead and Green Turtle Nests in the Mediterranean. Proceedings 17th Annual Sea Turtle Symposium, 4-8 March 1997, Orlando, Florida 223.
- Yntema, C. L. and N. Mrosovsky. 1980. Sexual Differentiation in Hatchling Loggerheads (*Caretta caretta*) Incubated at Different Controlled Temperatures. *Hepetologica*, 36(1):33 – 36.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN