



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**IMPORTANCIA DE LA TEXTURA DE LOS  
SEDIMENTOS DE PLAYA Y SU RELACIÓN CON  
ANIDACIONES DE TORTUGAS MARINAS  
MEXICANAS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O  
P R E S E N T A:**

**JOAQUÍN RODRIGO MARTÍNEZ CORREA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ARTURO CARRANZA EDWARDS  
2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **DEDICATORIA**

**A los que forman parte de mi pasado, mi presente y a los que formarán parte  
de mi futuro.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Dr. Arturo Carranza Edwards por su eficiente y valioso asesoramiento durante la elaboración de esta tesis, su colaboración fue constante y no escatimó en tiempo ni esfuerzo para brindarla.

De manera especial agradezco la revisión de la tesis así como sus consejos a los señores sinodales: M. en C. María del Pilar Torres García; Dr. Frank Raúl Gío Argáez; Dr. Armstrong Altrin Sam John Selvamony y al Dr. Juan José Kasper Zubillaga.

Agradezco también los valiosos consejos y la ayuda brindada en esta tesis al M. en C. Eduardo Morales de la Garza y al Geogrf. Luis Manuel Galván Ortiz.

Deseo expresar también mis agradecimientos a todas las personas cuyo nombre no aparece, pero que moral o materialmente me ayudaron en el desarrollo de esta tesis.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	.i
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	9
ANTECEDENTES .....	10
ÁREA DE ESTUDIO .....	12
METODOLOGÍA .....	16
RESULTADOS	
PRINCIPALES SITIOS DE ANIDACIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA ..	17
SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS RELACIONADAS A LAS PLAYAS DE ANIDACIÓN .....	26
RELACIÓN ENTRE LOS SITIOS DE ANIDACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS TEXTURALES DE LAS ARENAS. ....	34
DISCUSIÓN .....	47
CONCLUSIONES. ....	49
BIBLIOGRAFÍA. ....	50

## RESUMEN

El objetivo de esta tesis es estudiar la relación entre la textura del sedimento y sitios de anidación de tortugas marinas en costas de toda la República Mexicana, para ello se eligieron 11 playas para esta investigación con base en los registros de números de nidos por playa en la temporada 2006-2007, tomando en cuenta los dos registros más altos por cada especie, estas playas son en el Pacífico: Colola, Maruata, Tierra Colorada, Escobilla, Barra de la Cruz y Morro Ayuta; en el Golfo de México y Caribe: Las Coloradas, Chenkán, Lechuguillas, Rancho Nuevo y Tepehuajes. Se obtuvieron las cuencas y subcuencas a las que cada playa pertenece con el fin de observar a través de fotografías satelitales de los ríos que desembocan cerca de las playas y que pueden ser fuente importante de aporte de sedimentos. Se pudo observar que en el Río Soto la Marina existe una presa relativamente cercana a la playa Tepehuajes que probablemente impide la alimentación de sedimentos de tamaño medio a esta playa. Con datos del proyecto Sedimentología de Playas de México, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, se obtuvieron los parámetros estadísticos de arenas de playa, y se tomaron en cuenta los datos de las muestras de la supraplaya por ser esta zona elegida por las tortugas para anidar, resultando que hay una preferencia hacia las arenas finas y medias y la mayoría de las muestras están concentradas en un rango de bien clasificadas a moderadamente clasificadas.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de las diferentes especies animales, proporcionan conocimiento necesario para poder preservarlas y aprovecharlas para beneficio de la población, de ahí la importancia de estos estudios, como es el caso de las diferentes especies de tortugas marinas que desovan a lo largo de ambos litorales de la República Mexicana y que son motivo de distintas investigaciones como son: hábitos reproductivos, áreas de reproducción, fecundación, mortalidad, importancia económica, entre otros (Márquez *et al.*, 1977).

Las tortugas marinas aparecieron en el Jurásico, con una especie marina de la familia Pleurosternidae, *Desmemys bertelsmanni* y con una familia completamente marina Thalassemyidae, posiblemente derivada de la primitiva familia de agua dulce Plesiochelyidae (Lutz & Musick 1997). Existen 8 especies de tortugas marinas actualmente, de las cuales 7 se encuentran en los mares mexicanos (Fig.1) (Zubieta Rojas, 2009), la única especie que no se encuentra en los mares mexicanos es *Natator depressus* ya que su distribución es en Australia y posiblemente Nueva Guinea (Eckert *et al.*, 1999).

Las 7 especies de tortugas marinas que se encuentran en mares mexicanos son:

*Eretmochelys imbricata* – Tortuga Carey

*Lepidochelys olivacea* – Tortuga Golfina

*Lepidochelys kempii* – Tortuga Lora

*Dermochelys coriacea* – Tortuga Laúd

*Chelonia mydas* – Tortuga Verde o Blanca

*Chelonia agassizii* – Tortuga Negra o Prieta

*Caretta caretta* – Tortuga Caguama

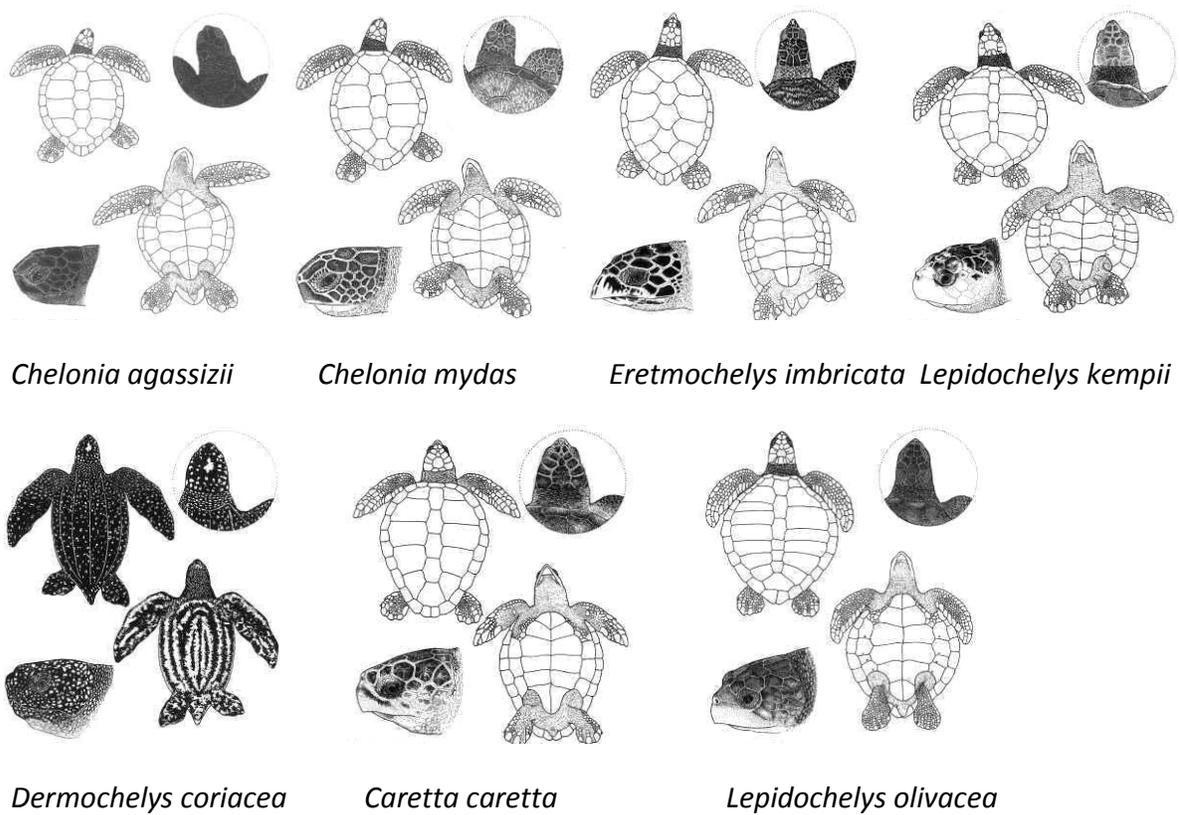


Fig.1. Tortugas Marinas que se distribuyen en mares de la República Mexicana (Modificada de Eckert *et al* 1999).

Las tortugas marinas actuales pertenecen a la clase Reptilia, Laurentis, 1768, al superorden Testudines Linneo 1758 y al orden Testudinata, y se encuentran dentro de 2 familias actuales: Cheloniidae y Dermochelyidae. En la familia Cheloniidae existen 5 géneros y 7 especies, y la familia Dermochelyidae es monotípica donde su único representante es *Dermochelys coriacea* (Lutz & Musick 1997). El éxito de las tortugas en la historia evolutiva se debe entre muchas cosas a sus adaptaciones reproductivas como la fertilización interna y la producción de numerosas crías independientes desde el momento de su eclosión. Las tortugas son animales de larga vida, de lento crecimiento y aunque cuenten con una alta tasa de natalidad también sufren una alta tasa de mortalidad entre crías. Los nidos de las tortugas típicamente tienen un alto éxito de eclosión (80% o más) a menos que intervengan factores externos (predación, infecciones microbianas, cambios ambientales, etc.) (Lutz & Musick 1997).

## **Playas de anidación**

Hablando geológicamente las playas son lugares donde se acumula el material suelto que está en los alrededores del límite de acción del oleaje (King, 1972), son un ambiente muy dinámico afectado por corrientes, vientos y por aportaciones fluviales, por lo tanto son ambientes con gran variabilidad en su expresión morfológica así como en sus características sedimentológicas (Carranza-Edwards, 1984, 2001). Carranza-Edwards (2001) menciona la importancia de los estudios del tamaño de grano y de su clasificación para caracterizar texturalmente un ambiente sedimentario en específico de las playas. El presente trabajo busca relacionar una de las características sedimentológicas como lo es la textura de los sedimentos de las playas con las anidaciones de las tortugas marinas en México.

La protección y conservación de las tortugas marinas tiene dos vertientes generales: 1) Protección de los animales y 2) protección de sus hábitats (Lutz & Musick 1997). En México se tienen 37 playas de anidación protegidas (Fig.2) llamados Centros para la Conservación de las Tortugas Marinas donde se protegen los nidos y a las propias tortugas, propiciando un mayor éxito en su eclosión. Los CPCTM (Tabla 1) son proyectos de protección y conservación donde se llevan a cabo planes de manejo y de recuperación de las poblaciones de las especies de tortugas marinas de México (CONANP, 2009).

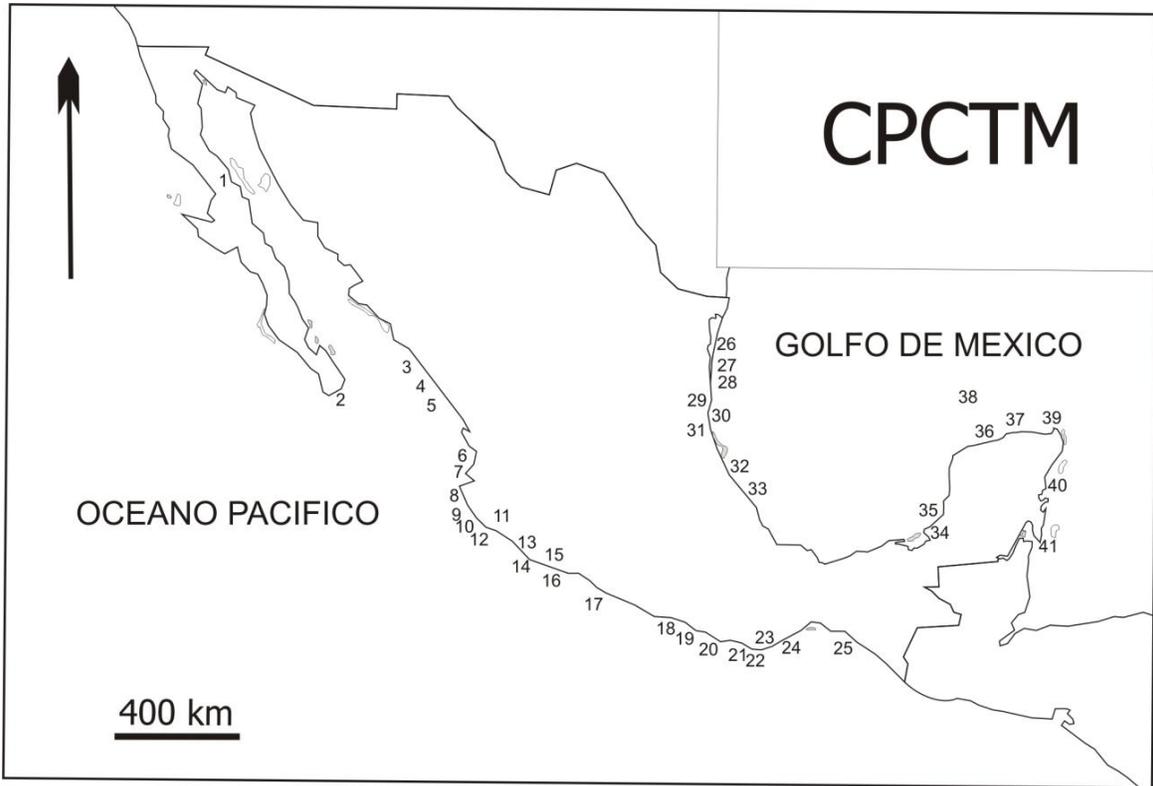


Fig. 2. Centros para la Conservación de las Tortugas Marinas –CPCTM- (Modificada de CONANP, 2009). Para ubicación de los CPCTM referirse a la Tabla 1.

Tabla 1. Centros para la Conservación de las Tortugas Marinas – CPCTM - (Modificada de CONANP, 2009).

No.	CPCTM	P.A.	E.P. km	OBSERVACIONES
1	Bahía de los Ángeles, BCN.			No es playa de anidación. CPCTM transferido a CONANP. Manejada por CONANP
2	Los Cabos, BCS.	*	-	No es CPCTM, realizan actividades de protección en diferentes playas de anidación de la zona
3	Playa Ceuta, Sin.	X	14	Sitio Ramsar
4	El Verde Camacho 2, Sin.	X		
5	El Verde Camacho, Sin.	X	21.9	Sitio Ramsar
	Platanitos, Nay.	X	16.6	-

6			9	
7	Nuevo Vallarta, Nay.	X	12.5 3	-
8	Mismaloya, Jal.	X	69	-
9	Chalacatepec, Jal.	X	13	-
10	Teopa, Jal.	X	6	
11	Cuitzmala, Jal.	X	5.9	
12	El Tecuan, Jal.	X	7	
13	El Chupadero, Col.	X	25	Sitio Ramsar
14	Colola, Mich.	X	6.7	
15	Maruata, Mich.	X	2.6	
16	Mexiquillo, Mich.	X	19.2 6	Sitio Ramsar
17	Piedra de Tlacoyunque, Gro.	X	11.9	
18	Tierra Colorada, Gro.	X	26.4 1	Sitio Ramsar
19	Cahuitán, Oax.			
20	Chacahua, Oax.	X	10.8 5	Ubicado dentro del Parque Nacional Lagunas de Chacahua / Sitio Ramsar
No.	CPCTM	P.A.	E.P. km	OBSERVACIONES
21	Escobilla, Oax.	X	12	Administrado desde el CMT
22	Mazunte C.M.T., Oax			
23	Barra de la Cruz, Oax.	X	8.7	Sitio Ramsar
24	Morro Ayuta, Oax.	X	12.7	Administrado desde el CMT
25	Puerto Arista, Chis.	X	30.3 3	Ubicado dentro de la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada", Sitio Ramsar
26	La Pesca, Tamps.	X		No decretada santuario
27	Tepehuajes, Tamps.	X		No decretada santuario
28	Rancho Nuevo, Tamps.	X	30.6 9	Administrados desde la APFF Delta del Río Bravo y Laguna Madre / Sitio Ramsar
	Barra del Tordo, Tamps.	X	42	Administrados desde la APFF Delta del Río Bravo y Laguna Madre / Sitio Ramsar
29	Playa Dos, Tamps.	X		
30	Altamira, Tamps.	X	18	Administrados desde la APFF Delta del Río Bravo y Laguna Madre / Sitio Ramsar

31	Miramar, Tamps.	X	10	Administrados desde la APFF Delta del Río Bravo y Laguna Madre / Sitio Ramsar
	Totonacapan, Ver.	X	25.5	Administrado desde el PN Sistema Arrecifal Veracruzano
32	Boca de Lima, Tecolutla, Ver.	X		
33	Lechuguillas, Ver.	X	13.1 4	Administrado desde el PN Sistema Arrecifal Veracruzano
34	Isla Aguada, Camp.	X	27.7 5	Ubicado dentro del APFF Laguna de Términos / Sitio Ramsar
	Xicalango-Victoria, Camp.	X	8	Ubicado dentro del APFF Laguna de Términos / Sitio Ramsar
35	Chenkán, Camp.	X	20	Administrado desde la APFF Laguna de Términos/ Sitio Ramsar
36	Las Coloradas, Yuc.	X	43	Ubicado dentro del APFF Laguna de Términos/ Sitio Ramsar
37	Ria Lagartos, Yuc.	X	42	
38	Alacranes, Yuc.	X	4.5	Ubicado dentro del Parque Nacional Arrecife Alacranes / Sitio Ramsar
39	Isla Contoy, Q. Roo		9.5	
40	Xcachel-Xcachelito, Q. Roo	X	2.5	Sitio Ramsar
41	Majahual	x		No está en operación

No.= Número de playa en Figura 2, P.A.= Playa de anidación, EP= Extensión de playa en km,

\*= campamentos tortugeros aledaños, no hay registros disponibles de desoves.



Fig. 3 Arribada de tortuga golfinia (tomada de Ecotours de México, 2008)

### **El Nido**

Los huevos de tortugas marinas son depositados en nidos excavados por las hembras en las playas arenosas en la zona de supraplaya o zona de anidación (Palacios y Gómez, 1984), (Fig. 4) la incubación requiere de varios meses durante los cuales el embrión crece de unas cuantas células a un organismo completo capaz de vivir independiente. El desarrollo del embrión está asociado con la playa de anidación a través del intercambio gaseoso de  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , y el calor que se requiere y se produce por la energía del proceso de desarrollo del embrión. El nido es la incubadora para el desarrollo embrional de las tortugas y opera produciendo un espacio climático que es apropiado para el desarrollo embrional. La deposición de los huevos depende de la habilidad de la hembra de seleccionar y escavar un nido apropiado. La exitosa incubación de los huevos depende de la presencia de condiciones adecuadas en la arena de la playa. Entre éstas condiciones están la temperatura, humedad o potencial hídrico, salinidad, y niveles de gases respiratorios. Un microclima propicio para la incubación es generado por la

interacción entre las características físicas del material que compone la playa, la estructura física de la playa, el clima local y los huevos en la nidada. Desafortunadamente se sabe muy poco acerca del microclima de los huevos de tortuga durante su incubación, incluso se sabe menos de cómo las características físicas de la playa influyen al microclima (Lutz & Musick 1997).

Existe muy poca información acerca de la importancia de las características de los sedimentos de las playas y de cómo estos afectan la variación del ambiente alrededor de los huevos, y por lo tanto al no saber tal importancia existe un hueco en nuestro conocimiento sobre la biología en general de estos organismos.

Las tortugas marinas desde el punto de vista biológico representan un gran problema ya que son especies amenazadas, debido a la explotación inmoderada de sus huevos (CITES, 2008).

Considerando que en México se registran desoves de 7 de las 8 especies de tortugas marinas, se decidió realizar el presente estudio centrándolo en las características texturales de la arena en la zona de anidación.

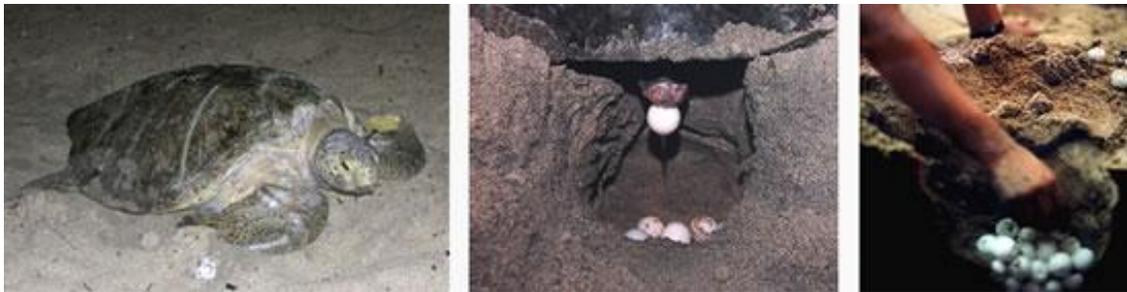


Fig. 4. Tortuga golfina construyendo su nido (tomada de Ecotours de México, 2008)

## **OBJETIVOS**

El objetivo de esta tesis es conocer la importancia de la textura de los sedimentos litorales relacionados con grandes sitios de anidación de tortugas marinas.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

Determinar los principales sitios de anidación de tortugas marinas en la República Mexicana.

Investigar el tipo de textura de los sedimentos constitutivos de las playas de anidación.

Determinar el parteaguas y la red fluvial de los principales ríos que desembocan cerca de las playas de anidación más importantes.

## **ANTECEDENTES**

### **A) Sedimentología.**

Carranza-Edwards (2001) hace un estudio sobre el tamaño de grano y su clasificación en las arenas de 274 playas modernas, donde su área de estudio fue el litoral mexicano. En referencia a estudios sobre análisis texturales de arena Kasper-Zubillaga *et al.* (2007) realizan determinaciones del tamaño de grano para muestras de arena de playas del Golfo de California estableciendo relaciones entre procesos costeros, parámetros del tamaño de grano y relieve, basándose en las distribuciones del tamaño de grano. Kasper-Zubillaga y Dickinson (2001) comparan la composición de arenas de duna y fluviales de playas de la costa del Golfo de México y de Nueva Zelanda con el objetivo de obtener criterios petrológicos útiles en la discriminación entre ambientes deposicionales.

### **B) Relación entre tortugas marinas y playas.**

Hay distintos trabajos enfocados a las tortugas marinas en México como son: Importancia de la playa Tierra Colorada, Guerrero para la anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) (Cuellar González, 2000), donde se hace un estudio de caracterización de la población anidadora en tal playa sin describir sus características sedimentológicas; así como la tesis de licenciatura Importancia del archipiélago Revillagigedo Colima como zona de alimentación, crecimiento y anidación de tortugas marinas (Argueta Valadez, 1994), en donde se encontró la presencia de rastros de nidos de tortugas marinas, y en el mar se observaron tortugas de distintas especies en el estadio juvenil y adulto; Hernández Reyes (1995) en su Investigación acerca del efecto de contaminantes (metales, grasas y aceites) presentes en agua de mar, arena y cascarones de tortuga laúd, indica la presencia de distintos contaminantes y cómo disminuyen éstos la eclosión de crías de tortugas así como su supervivencia.

Los trabajos relacionados con el análisis de arena en el área de anidación de tortugas marinas son escasos y se puede mencionar el de Stancyk & Ross (1978) dónde hicieron análisis de granulometría, pH, materia orgánica y color de la

arena sin encontrar relación entre tales características y la densidad de nidos en las playas de su estudio.

Mortimer, (1990) en este estudio encontró relación directa entre potencial hídrico y sobrevivencia así como entre mortalidad embrionaria y porosidad.

En la tesis presentada por Ramírez-Tovar y Torres-Cornejo (1995) realizan análisis físicos, químicos y mineralógicos de las arenas de algunas playas de anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en Michoacán y Oaxaca encontrando que en las playas consideradas de importancia en este trabajo las arenas tienen un tamaño medio entre 1 y 2  $\Phi$  y que su clasificación corresponde a los sedimentos desde bien clasificados hasta moderadamente clasificados.

Palacios y Gómez (1984), mostró que en la supraplaya o zona de anidación las arenas son de tamaño medio, y de moderada clasificación con una asimetría hacia tamaños gruesos.

Los estudios anteriores demuestran el interés por conocer las características de la arena que sirve como incubadora de los huevos de tortuga en las temporadas de anidación, por ello la importancia de conocer los hábitos reproductivos de las tortugas marinas y así saber si existe alguna relación entre la textura del sedimento y las anidaciones importantes de tortugas marinas.

## ÁREA DE ESTUDIO

El territorio de la República Mexicana se divide casi en partes iguales al norte y sur del Trópico de Cáncer. La extensión territorial de México, es de 1,964,375 km<sup>2</sup>, de los cuales 1,959,248 km<sup>2</sup> son superficie continental y 5,127 km<sup>2</sup> corresponden con superficie insular. Su centro geográfico se encuentra en algún punto del Estado de Zacatecas. Tiene 4,301 km distribuidos de frontera repartidos de la siguiente forma:

La línea fronteriza con los Estados Unidos de América se extiende a lo largo de 3,152 km desde el Monumento 258 al noroeste de Tijuana hasta la desembocadura del Río Bravo en el Golfo de México. La línea fronteriza con Guatemala tiene una extensión de 956 km y con Belice de 193 km.

México se encuentra en una posición privilegiada pues está rodeado por mares en sus bordes oriental y occidental. Destaca entre los países del mundo por la extensión de sus litorales, que es de 11,122 km, exclusivamente en su parte continental, sin incluir litorales insulares (INEGI, 2009).

El Golfo de México es un mar semicerrado, con una profundidad máxima aproximada de 4000 m en su región central. Se comunica al Océano Atlántico por el Estrecho de Florida y al Mar Caribe por el Canal de Yucatán. Dentro de sus características morfológicas más sobresalientes se puede hacer mención de lo amplio de la plataforma continental en las penínsulas de Florida y Yucatán, disminuyendo un poco en la vertiente norte (costas de Texas, Louisiana, Mississippi y Alabama) y siendo muy angosta en la vertiente occidental (costas de Tamaulipas y Veracruz). La plataforma continental en la península de Yucatán es conocida como Banco de Campeche, denominándose su porción suroccidental Sonda de Campeche. En el extremo occidental del Banco de Campeche se encuentra una zona que exhibe cambios muy grandes de profundidad; esta región es conocida como Escarpe de Campeche (Martínez & Pares, 1998) (Fig.5).

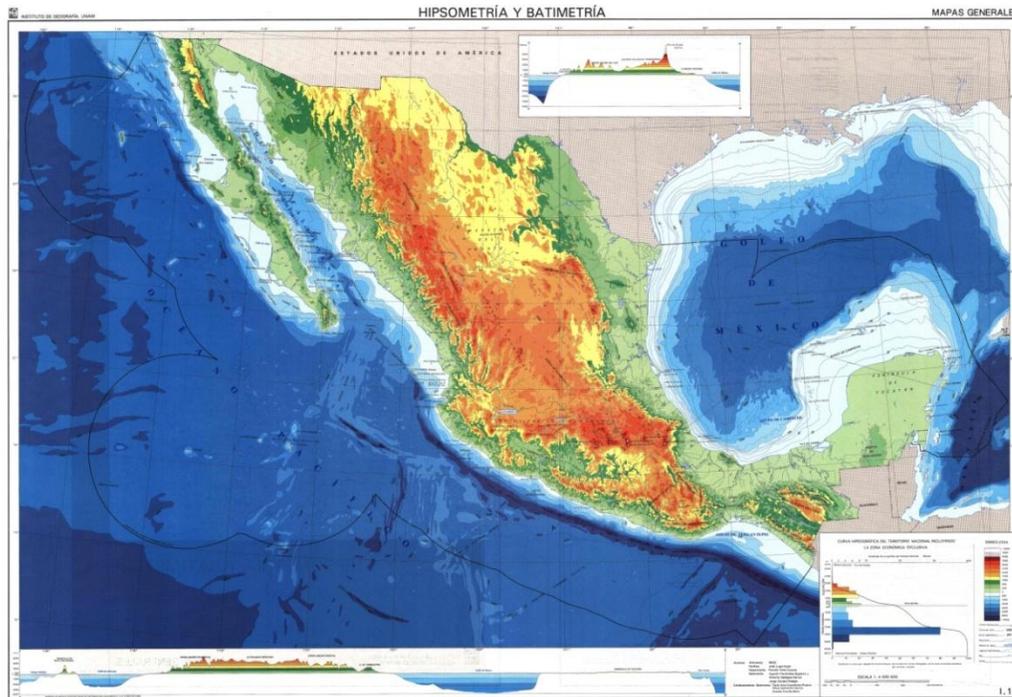


Fig. 5. Batimetría del Pacífico Mexicano y del Golfo de México (Tomado de Fernández-Eguiarte *et al.*, en Atlas Nacional de México, 1989).

La circulación en el Golfo de México presenta 2 características semipermanentes: una celda de circulación anticiclónica en la frontera occidental y la Corriente del Lazo en la parte oriental (Nowlin & MacLellan, 1967). Se ha visto que la Corriente de Lazo migra hacia el norte (intrusión) del Golfo de México (Martínez & Pares, 1998).

En términos generales, las costas del Pacífico Mexicano están dominadas en la parte oriental y ecuatorial por los movimientos giratorios de dos grandes corrientes: la Corriente Norecuatorial (CNE) y la Contracorriente Norecuatorial (CCNE), ambas pertenecen a la gran circulación local del Pacífico Norte, que es estacional y afecta solo las capas superficiales del océano (Wyrtyk, 1967). Pero además de estas, la circulación oceánica superficial del Pacífico Tropical Este se mantiene por la corriente de California (CC), la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), la Corriente Surecuatorial (CSE), la Corriente Subsuperficial Ecuatorial (CSSE) y la Corriente de Perú (CP) (Transviña & Barton, 1997).

En el territorio mexicano se presentan más de 60 tipos de climas. De manera general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálidos y

templados; y de acuerdo con la humedad existente en el medio: húmedos, subhúmedos y secos. El país se ubica en una zona de transición climática, con condiciones de aridez en el norte, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur y de climas templados o fríos en las regiones elevadas (INEGI, 2009).

La República Mexicana también es rica en una gran variedad de rocas, estructuras y formaciones geológicas de interés económico, que surgieron como resultado de la acción de fenómenos volcánicos, tectónicos y otros, tanto internos como externos, ocurridos a lo largo del tiempo geológico (Ochoa & Flores, 2006). Posee 80 tipos de suelos, agrupados en 25 grupos dentro de los cuales destacan tres por su extensión: regosol, litosol y xerosol (INEGI, 2009).

El INEGI divide al país en 15 provincias fisiográficas que a su vez se dividen en más de 85 regiones o subprovincias y discontinuidades fisiográficas. Cuenta con más de 150 ríos importantes sin tomar en cuenta los temporales, los cuales se encuentran en 3 vertientes: Occidental o del Pacífico, Oriental o del Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe) e Interior, en la que los ríos no tienen salida al mar. En la vertiente del Pacífico existen cerca de 100 ríos, entre los más destacados por su caudal están los ríos Balsas, Lerma-Santiago y Verde. La vertiente del Atlántico está constituida por 46 ríos importantes, entre los que destacan los ríos Usumacinta, Grijalva, Papaloapan, Pánuco y Coatzacoalcos. La vertiente Interior está constituida por grandes cuencas cerradas. El sistema más importante es el del río Nazas-Aguanaval (Ochoa & Flores, 2006).

## **Flora**

En el país se encuentran casi todos los tipos de vegetación reconocidos en el mundo (Flores-Villela y Gerez, 1994). En los grupos de plantas, México ocupa el cuarto lugar con 25,000 especies registradas, de las 250,000 que existen a nivel mundial, y se calcula que hay alrededor de 30,000 más no descritas dentro del territorio nacional, lo cual lo colocaría en segundo lugar en el mundo (INEGI, 2009). Existe además un germoplasma importante de especies domesticadas y ruderales nativas (Rzedowski, 1992).

## Fauna

La fauna de México es muy diversa y sin embargo está muy poco estudiada, como es el caso de los invertebrados. Los vertebrados de México, están en general bien estudiados y conocidos con excepción de los peces marinos, los anfibios y reptiles (Ochoa & Flores, 2006).

México se ubica en segundo lugar, a nivel mundial, en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4,170 especies existentes; en aves se ubica en el decimosegundo lugar con 1,150 especies de 9,198, y sólo cuenta con el 1.4% del área terrestre del planeta (INEGI, 2009). México ocupa el segundo lugar de especies de reptiles, con 804 especies (Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004) de las 8,240 clasificadas, en anfibios ocupa el cuarto lugar, con 361 especies (Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2004) de las 4,780 que se han calculado hasta 1995 (Glaw & Köhler, 1998) (Tabla 2).

Tabla 2. Diversidad de vertebrados en México y comparación con diversidad mundial.

Clase	Posición a nivel mundial	Especies en México	Especies en el mundo
Mamíferos	2º	449	4170
Aves	12º	1150	9198
Reptiles	2º	804	8240
Anfibios	4º	361	4780

## **METODOLOGÍA**

La selección de los principales sitios de anidación en la República Mexicana se realizó consultando datos proporcionados en el sitio de CONANP donde existe información acerca del número de anidaciones por año de tortugas marinas y se tomaron en cuenta para este estudio aquellas playas que tuvieron los mayores números de anidaciones en la temporada 2006-2007 en la República Mexicana. Con tal motivo se eligen los 11 sitios de playas que aparecen en la figura 6.

A partir de datos proporcionados por el Dr. Arturo Carranza Edwards del proyecto Sedimentología de Playas de México, sobre las características texturales de las playas se investigan parámetros del sedimento constitutivo de las playas de anidación. En particular la determinación del tamaño gráfico promedio y la desviación gráfica inclusiva propuestos por Folk (2002).

Para las 11 playas de esta investigación, se tomaron en cuenta los datos pertenecientes a muestras de la supraplaya debido a que es ahí donde anidan las tortugas marinas. En total son 22 muestras de arena de la supraplaya que fueron analizadas de el proyecto Sedimentología de Playas de México, cuyos datos se estudiaron según los parámetros propuestos por Folk, y se relacionaron con las anidaciones de tortugas marinas, esto se realizó buscando características texturales del sedimento similares entre cada playa, para poder relacionar tales parámetros con la anidación.

Para determinar la importancia fluvial en los sitios de anidación, se localizó el parteaguas y la red fluvial de los principales ríos que tienen influencia en las playas de este trabajo, con mapas que muestran la hidrografía de la zona, todo esto con el objeto de encontrar cómo afecta la depositación de sedimentos a las playas donde las tortugas marinas anidan.

## **RESULTADOS**

### **Principales sitios de anidación de tortugas marinas en la república mexicana.**

De acuerdo a la información de CONANP (2009) se toman en cuenta para este estudio las siguientes playas con los mayores totales de anidación en la temporada 2006-2007 ya que es tal temporada de la que se cuenta con información.

En la Tabla 3 se muestran las playas con la cantidad de nidos en la temporada 2006-2007, cabe destacar que en el sitio de CONANP (2009) no hay información sobre todas las playas, pero se consideran las playas que dentro de la información cuentan con mayor cantidad de nidos y algunas reconocidas históricamente por ser de importancia para la anidación de tortugas marinas aunque no se cuenta con los datos sobre el número de nidos por temporada. En la Tabla 4 se muestran la cantidad de huevos por playa en la temporada 2006-2007.

De acuerdo con la abundancia (total de nidos) y densidad (nidos por kilómetro) de nidos de tortugas marinas, las playas se clasifican en: Playas prioritarias y playas de anidación ocasional, dentro de las prioritarias existen playas de importancia primaria y playas de importancia secundaria, donde las primeras tienen abundancia y densidad sobresaliente de otras playas y las últimas tienen densidad de anidación importante pero no tan sobresaliente como las primarias. En general se considera a las playas prioritarias como playas índice en México (Sarti, 2004).

Tabla 3. Nidos en Playas en temporada 2006-2007 (Datos obtenidos en CONANP 2009).

Playa	L.o.	L.k.	D.c.	C.m.	C.a.	C.c.	E.i.
Los Cabos	x	x	x	x	x	x	x
Verde Camacho	1338						
Playa Ceuta	872						
Platanitos	1794						
Nuevo Vallarta	5211						
Mismaloya	x	x	x	x	x	x	x
Chalacatepec	3298						
El Chupadero	2420		21				
Mexiquillo	288		105	22			1
Tierra Colorada	800		112	19			
Chacahua	3141		16		12		
Escobilla*	1298978						
Morro Ayuta*	123584						
Barra de la Cruz	509		130	4			
Puerto Arista	x	x	x	x	x	x	x
Rancho Nuevo		7866					
La Pesca		369					
Tepehuajes		2013					
Barra del Tordo		1083					
Altamira		332					
Ciudad Madero		402					
Veracruz		78					
Totonacapan	x	x	x	x	x	x	x
Lechuguillas		x		912			
Isla Aguada				354			236
Xicalango-Victoria							40
Chenkan				18			476
Alacranes				127			
Las Coloradas				802			455
XcaceI-XcaceIito		x	x	x	x	x	x

L.o.= *Lepidochelys olivacea* (Golfina), L.k.= *Lepidochelys kempii* (Lora), D.c.= *Dermochelys coriacea* (Laud), C.m.= *Chelonia mydas* (Verde o Blanca), C.a.= *Chelonia agassizii* (Negra o Prieta), C.c.= *Caretta caretta* (Caguama), E.i.= *Eretmochelys imbricata* (Carey), x= sin información, \*= anidaciones estimadas.

Tabla 4. Huevos en playas en la temporada 2006-2007 (Datos obtenidos en CONANP 2009).

Playa	L.o.	L.k.	D.c.	C.m.	C.a.	C.c.	E.i.
Los Cabos	x	x	x	x	x	x	x
Verde Camacho	120624						
Playa Ceuta	51750						
Platanitos	151545						
Nuevo Vallarta	463251						
Mismaloya	x	x	x	x	x	x	x
Chalacatepec	308535						
El Chupadero	181177		972				
Mexiquillo**	21923		4120	975			120
Tierra Colorada	54579		5288	448			
Chacahua	197117		420		630		
Escobilla*	38969348						
Morro Ayuta*	8650901						
Barra de la Cruz	22845		6673	305			
Puerto Arista	x	x	x	x	x	x	x
Rancho Nuevo	x	x	x	x	x	x	x
La Pesca	x		x	x	x	x	x
Tepehuajes	x	x	x	x	x	x	x
Barra del Tordo	x	x	x	x	x	x	x
Altamira	x	x	x	x	x	x	x
Ciudad Madero	x	x	x	x	x	x	x
Veracruz	x	x	x	x	x	x	x
Totonacapan	x	x	x	x	x	x	x
Lechuguillas		x		81595			
Isla Aguada	x	x	x	x	x	x	x
Xicalango-Victoria							4928
Chenkan				1748			67181
Alacranes				10847			
Las Coloradas				14826			23141
XcaceI-XcaceIito	x	x	x	x	x	x	x

L.o.= *Lepidochelys olivacea* (Golfina), L.k.= *Lepidochelys kempii* (Lora), D.c.= *Dermochelys coriacea* (Laud), C.m.= *Chelonia mydas* (Verde o Blanca), C.a.= *Chelonia agassizii* (Negra o Prieta), C.c.= *Caretta caretta* (Caguama), E.i.= *Eretmochelys imbricata* (Carey), x= sin información, \*= Producción Potencial de Crías, \*\*= Total de Huevos Protegidos.

En el presente trabajo se toman en cuenta las playas que tienen los 2 registros mayores de anidaciones por especie en la temporada 2006, con excepción de la especie *Chelonia agassizii*; debido a que se tiene un solo registro se decidió tomar en cuenta las playas de Colola y Maruata. Martínez Tovar (2006) menciona en su informe anual sobre el Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina en Chalacatepec, Jalisco aspectos de la biología de las

especies de tortugas marinas incluyendo las playas de anidación más importantes en México para algunas especies como *Lepidochelys olivacea*, *Dermochelys coriacea* y *Chelonia agassizii* a continuación se muestran las playas a utilizar en el presente estudio por su importancia en cantidad de nidos por especie.

<i>Lepidochelys olivacea</i> :	a) Escobilla
	b) Morro Ayuta
<i>Dermochelys coriacea</i> :	c) Tierra Colorada
	d) Barra de la Cruz
<i>Chelonia agassizii</i> :	e) Colola
	f) Maruata
<i>Lepidochelys kempii</i> :	g) Tepehuajes
	h) Rancho Nuevo
<i>Chelonia mydas</i> :	i) Las Coloradas
	j) Lechuguillas
<i>Eretmochelys imbricata</i> :	k) Las Coloradas
	l) Chenkán

*Caretta caretta* : no hay registros de anidaciones disponibles.

En total se utilizan 11 playas para estudiar la importancia de la textura de los sedimentos litorales relacionados con anidaciones importantes de tortugas marinas mexicanas (Fig. 6).

### **Colola**

Esta localidad se encuentra en el municipio de Aquila en el Estado de Michoacán de Ocampo, la playa tiene una extensión de 6.7 km y está en las coordenadas 18° 18' 34" N – 103° 24' 22" O y 18° 17' 25" N y 103° 24' 1" O. Según Delgado y Alvarado (2008) en esta playa se observó un ligero incremento de tortugas anidadoras desde 2003 refiriéndose a la especie *Chelonia agassizii*.

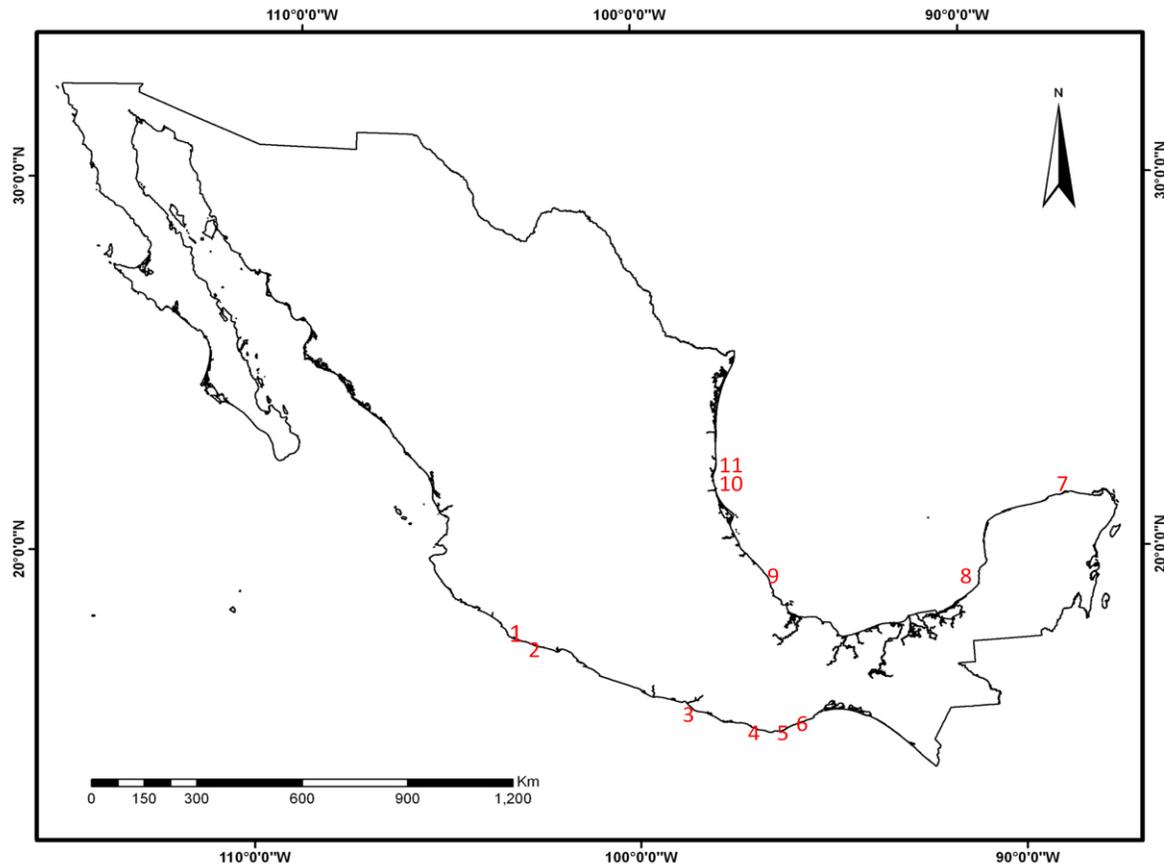


Fig. 6. Playas de anidación importantes para las tortugas marinas. 1: Colola; 2: Maruata; 3: Tierra Colorada; 4: Escobilla; 5: Barra de la Cruz; 6: Morro Ayuta; 7: Las Coloradas; 8: Chenkán; 9: Lechuguillas; 10: Rancho Nuevo y 11: Tepehuajes.

### **Maruata**

Se encuentra en el municipio de Aquila en el Estado de Michoacán de Ocampo, la playa tiene una extensión de 2.6 km. Sus coordenadas son 18° 15' 54" N – 103° 21' 6" O y 18° 15' 54" N – 103° 19' 36". Delgado y Alvarado (2008) mencionan que Maruata junto con Colola en el 2003 representaron más del 92% del total de anidaciones de tortuga prieta (*Chelonia agassizi*).

### **Tierra Colorada**

Esta playa se tiene 26.41 km de extensión, se encuentra en la costa sureste de Guerrero, región de la Costa Chica, está ubicada en el municipio de Cuajinicuilapa y se encuentra entre la barra de Tecoanapa con coordenadas 16° 30' 03" N – 98°

43' 40" O y Punta Maldonado con coordenadas 16° 20' 00" N – 98° 43' 40" O. Presenta un clima cálido subhúmedo con 34° C de temperatura máxima en Abril y Mayo y con una mínima de 19°C en Diciembre y Enero, la playa se extiende casi sin interrupción a lo largo de sus 26 km. y tiene una amplitud de 50 metros (Vargas Santamaría *et al*, 2007).

Tierra Colorada es una de las cuatro playas donde se concentra gran parte de la población anidadora de tortuga laúd en el país y es considerada playa prioritaria de importancia primaria (Sarti *et al*, 2002, Sarti 2004). Cabe destacar que en esta playa también anidan la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*), pero estas especies no son prioritarias en Tierra Colorada (Vargas Santamaría *et al*, 2007).

### **Escobilla**

Se encuentra en el municipio de Santa María Tonameca, Oax. Es santuario desde 2002, tiene una longitud de 15 km., desde Barra de Tonameca en el Este hasta Barra del Potrero en el Oeste. La amplitud de la playa es variable en algunas partes la franja arenosa es de 10 metros desde el frente de playa en la mesoplaya hasta la supraplaya y en otras partes la distancia es de 70 metros, especialmente en los márgenes y frente a las bocas de barras (Peñaflores Salazar 2007). Sus coordenadas geográficas son: 15° 43' 5" N - 96° 42' 56" O y 15° 39' 52" N – 96° 34' 38" O (Sarti, 2004).

En esta playa se registran anidaciones de tortuga golfina principalmente, siendo una playa de primera importancia mundial ya que según Peñaflores Salazar (2007) en su informe técnico final de la temporada de anidación de tortugas marinas 2006-2007 se ha registrado un promedio de 8.4 arribazones de tortuga golfina en las temporadas comprendidas de 2001 a 2005 con 855905 anidaciones por temporada. También hay anidaciones esporádicas de tortuga laúd y de tortuga negra (Peñaflores Salazar 2007).

## **Barra de la Cruz**

Esta playa pertenece a dos municipios: San Pedro Huamelula y San Pedro Astata, Oaxaca, cuenta con 8.3 km de longitud, la playa se delimita por dos puntas rocosas de las estribaciones de la Sierra Madre Del Sur. La punta del extremo occidental se encuentra junto a la Laguna de Chacalapa y está en las coordenadas 15°49.322' N y 95°58.019' W, la Laguna de Chacalapa recibe el aporte del Río Chacalapa. La punta oriental se encuentra cerca de la comunidad Playa Grande, y sus coordenadas son 15°50.345' N y 95°53.385' W. La amplitud de la playa es aproximadamente de 60 m., solamente en la parte comprendida entre la Laguna de Chacalapa y las Tres Peladas que es aproximadamente de 1km la amplitud es angosta en su parte central (Peñaflores Salazar 2007).

En 1982 empieza actividades de protección a las tortugas marinas, poniendo especial atención a la tortuga laúd, cerca del inicio de la década de los 90's se tenían registros cercanos al millar de anidaciones de tortuga laúd, los cuales fueron decreciendo hasta llegar a 4 anidaciones en su peor temporada (Peñaflores Salazar 2007). Es considerada playa prioritaria y de importancia primaria para tortuga laúd (Sarti, 2004).

## **Morro Ayuta**

Está localizada en el municipio de San Pedro Huamelula, Oaxaca, su acceso principal es por la comunidad de Río Seco en el km 307 de la carretera federal 200, en el tramo Bahías de Huatulco-Salina Cruz, esta playa está en las coordenadas 15° 52' 12" N – 95° 46' 39" O y 15° 54' 46" N – 95° 39' 35" O (Sarti, 2004) y se encuentra rodeada por matorral y terrenos de siembra, las comunidades más cercanas son: Río Seco, El Coyul, Paja Blanca, Santa María Huamelula, El Limón y Morro Ayuta. La amplitud de la playa es aproximadamente de 50 m. excepto cerca del faro de Morro Ayuta.

Empieza actividades de protección a las tortugas marinas en 1977, es considerada por el número de individuos y arribaciones la segunda playa de importancia para la tortuga golfina, en promedio del 2003 al 2005 hubo 172 mil

anidaciones y 8.6 arribazones por temporada. En esta playa anidan las tortugas laúd y prieta (Peñaflores Salazar 2007).

### **Las Coloradas**

Esta playa está localizada en la Reserva Especial de la Biósfera de Río Lagartos en Yucatán, sus coordenadas son: 21° 36' 36" N y 88° 02' 56" O. Tiene una longitud de 43 km y tiene un ancho promedio de 20 metros y termina en una duna costera (Carrasco *et al.*, 1993). El tipo de clima es cálido subhúmedo. Esta zona tiene la menor precipitación del Estado de Yucatán entre 700 y 800 mm, la temperatura anual media es de 27° C, la máxima de 41°C y la mínima de 9°C (García, 1981).

### **Chenkán**

Sus coordenadas geográficas son: 19° 13' 30" N – 90° 50' 36" O y 19° 04' 12" N – 91° 13' 05" O, el campamento tortuguero se localiza en el km 100 + 500 de la carretera Cd. Del Carmen – Campeche, está en la región hidrológica RH31B donde pasa el río La Malinche, el cual empieza en la comunidad Ley Federal de Reforma Agraria y desemboca en el Golfo de México en los puentes Chenkán I y II (Ordóñez Ruiz, 2006).

### **Lechuguillas**

Se encuentra en el municipio Vega de Alatorre, en el centro del litoral Veracruzano, en la parte sur de la provincia fisiográfica llamada "Llanura Costera del Golfo de México Norte", la extensión protegida de playa va desde la desembocadura de la laguna San Agustín en el sur con coordenadas 96° 26' 00" O y 19° 52' 00" N y en el norte 96° 36' 00" O y 20° 05' 00" N, tiene una extensión aproximada de 13 km. Se desconocía como playa importante de anidación, pero en 1992 los habitantes hacen reportes que interesaron al Instituto Nacional de la Pesca y se establece un campamento tortuguero en 1994, en 1995 se obtienen los primeros resultados y se tuvo un registro de aproximadamente 1200 nidos (Bravo, R. y R. C. Martínez, 2005), donde el 90% de estos nidos fue de tortuga blanca. De

1994 a 2006 se han tenido aproximadamente 8000 nidos para tortuga blanca y más de 1200 nidos para tortuga lora (Miranda González, 2007).

### **Rancho Nuevo**

Esta playa se encuentra en el municipio de Aldama Tamaulipas y se ubica en las coordenadas extremas a los 23° 19' 54" N – 97° 46' 13.2" O y los 23° 3' 27.7" N – 97° 45' 43.7" O. Cuenta con una extensión de 30.69 km y es considerada la playa más importante de anidación de tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) (CONANP, 2009).

### **Tepehuajes**

La playa Tepehuajes se encuentra en el Estado de Tamaulipas en el Golfo de México en las coordenadas 23° 30' 1" N, 97° 46' 8" O, cerca de la reserva natural Rancho Nuevo y abarca cerca de 47 km de área de anidación de tortuga lora, la protegen dunas de 2.5 m de altura promedio, tiene como límite al norte Barra Soto La Marina y al sur Barra Carrizo (Márquez, 1994).

Estas 11 playas al tener los registros más altos de nidos en la temporada 2006-2007 son de gran importancia para las poblaciones anidadoras de tortugas marinas, cabe destacar playa Escobilla en Oaxaca que presenta una cantidad de nidos sobresaliente no solo a nivel nacional sino a nivel mundial quizá la más importante en el mundo, solo comparada con playas de Costa Rica como Nancite y Ostional donde también hay grandes arribazones y se producen casi la misma cantidad de huevos que en Oaxaca, pero que por las difíciles condiciones naturales no se producirán ni la mitad de las crías que en Escobilla. Debido a que Escobilla es una playa recta con una longitud de 7 km se tiene una supervivencia total de los huevos depositados hasta las crías que salen del huevo y que llegan al mar de 20 a 50 % y en Nancite este porcentaje es del 5% o menor (Márquez, 1996). Otras playas que llaman la atención son Rancho Nuevo y Tepehuajes en Tamaulipas ya que ahí anida la tortuga lora -*L. kempii*- siendo esta especie endémica de México.

### **Subcuencas hidrológicas relacionadas a las playas de anidación.**

Las playas de anidación están dentro de cuencas y subcuencas hidrológicas, las cuencas son superficies delimitadas por un parteaguas donde sus aguas fluyen hacia un cuerpo de agua, las subcuencas son áreas que presentan características particulares de escurrimiento y extensión y son una subdivisión de las cuencas (INEGI, 2000). Éstas son de gran importancia para esta investigación debido a que parte de los sedimentos que constituyen a las playas son aportados por ríos de diferentes formas. Los sedimentos aportados por los ríos son de gran importancia ya que sin estos la erosión es mayor y puede provocar que la playa disminuya en su frente y por lo tanto que no haya anidación de tortugas marinas. Con metadatos y cartografía obtenidos de CONABIO (1998) se obtuvieron las subcuencas hidrológicas y la hidrología de la República Mexicana, a continuación se mencionan las subcuencas y los ríos que aportan sedimentos a cada playa considerada en este trabajo.

#### **Colola**

Está ubicada en la cuenca del Río Cachán o Coalcomán y otros (CNA) en la subcuenca Aquila (CONABIO, 1998) dentro de la región hidrológica RH17 Costa de Michoacán (INEGI, 2000), el río Ostura se encuentra cercano a esta playa en el Oeste, en el Este se tiene al río El Coire (Fig. 7). A 600 metros al Oeste de Colola hay una laguna donde los arroyos Escobillero y Chipana desembocan, al final de esta laguna aparece otra y la desembocadura del Río Motín del Oro donde este forma delta y barra (Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, 2000).

#### **Maruata**

Se localiza en la cuenca del Río Cachán o Coalcomán y otros (CNA) en la subcuenca Aquila (CONABIO, 1998) en la región hidrológica RH17 Costa de Michoacán (INEGI, 2000), en su bahía desemboca el Río El Coire (Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, 2000) (Fig. 7).

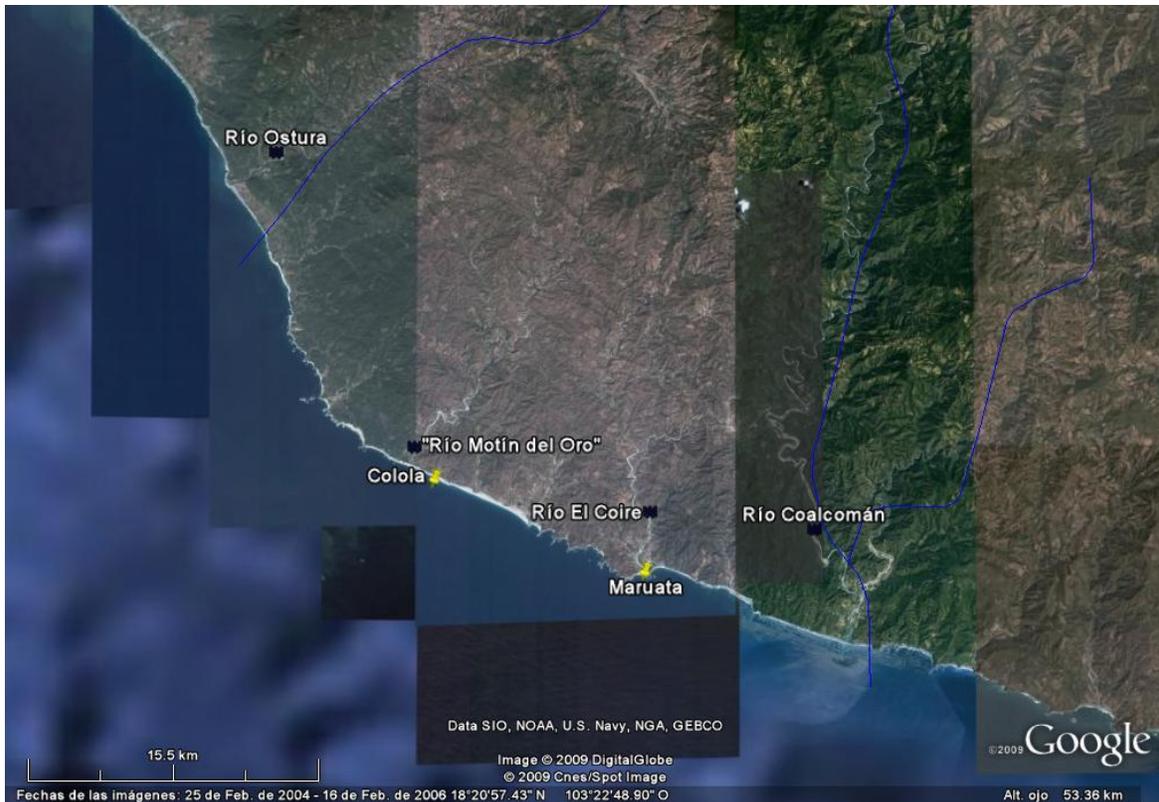


Fig. 7. Colola y Maruata. Se observa Río Ostura, El Coire, Motín del Oro y Coalcomán (Tomada de Google Earth).

### Tierra Colorada

Se encuentra en la cuenca del Río Nexpa y otros (CNA), en la subcuenca Ometepec – La Santa Catarina (CONABIO, 1998), en la región hidrológica RH20 llamada Costa Chica – Río Verde (INEGI, 2000), el Río Ometepec desemboca muy cerca de la playa y el Río Marquelia encuentra su desembocadura al noroeste de la playa (Fig. 8).

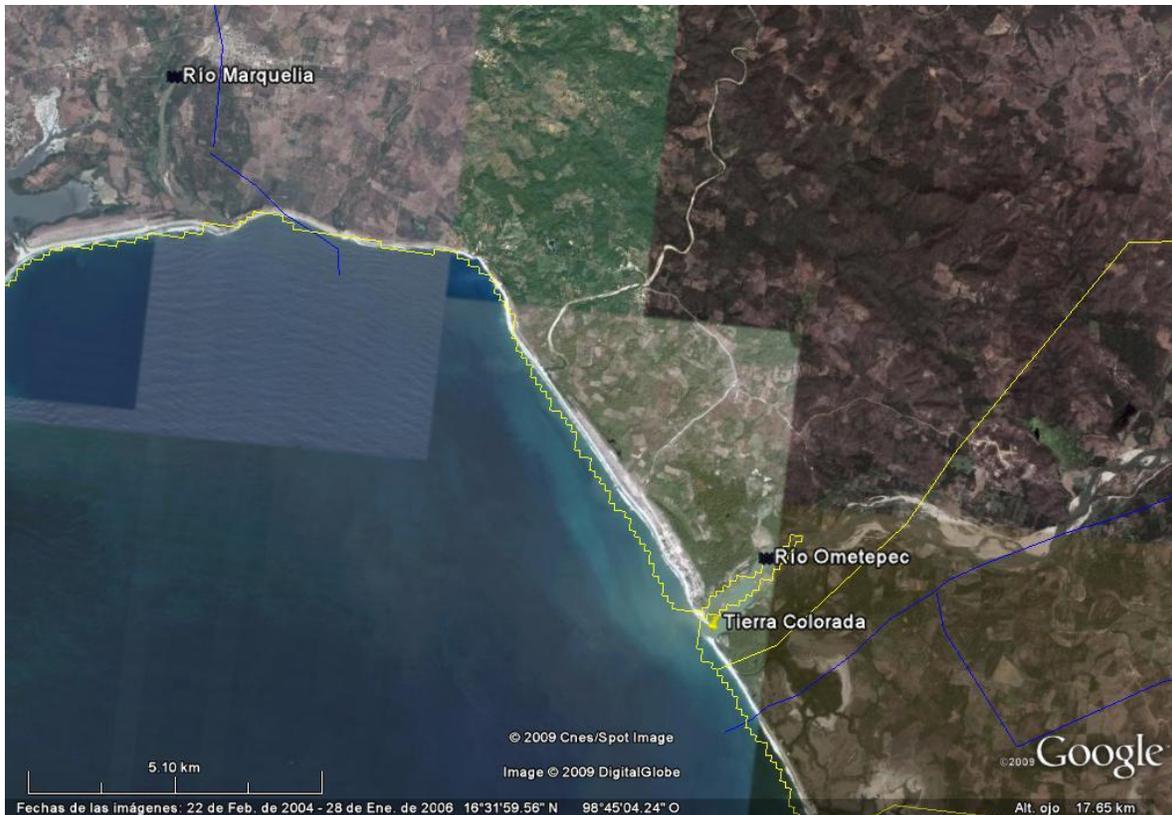


Fig. 8. Playa Tierra Colorada, desembocadura del Río Ometepec y Río Marquelia (Tomada de Google Earth).

### **Escobilla**

Ubicada en la cuenca Río Copalita y otros (CNA), subcuenca Puerto Ángel – Salina Cruz (CONABIO, 1998), en la región hidrológica RH21 denominada Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) (INEGI, 2000). Dentro de la cuenca Río Copalita y otros se tienen las desembocaduras del Río Cozoaltepec en las coordenadas 15°43'50.41"N y 96°45'42.54"O y del Río Tonameca con coordenadas 15°40'58.45"N y 96°37'3.85"O que delimitan la playa Escobilla (Fig. 9).



Fig. 9. Playa Escobilla y Ríos Cozoaltepec y Tonameca (Tomada de Google Earth).

### **Barra de la Cruz**

Se encuentra en la cuenca hidrológica Río Astata y otros (CNA) en la subcuenca Puerto Ángel – Salina Cruz (CONABIO, 1998), dentro de la región hidrológica RH21 (INEGI, 2000) y tiene aportes de sedimentos del Río Zimatán (Fig. 10).

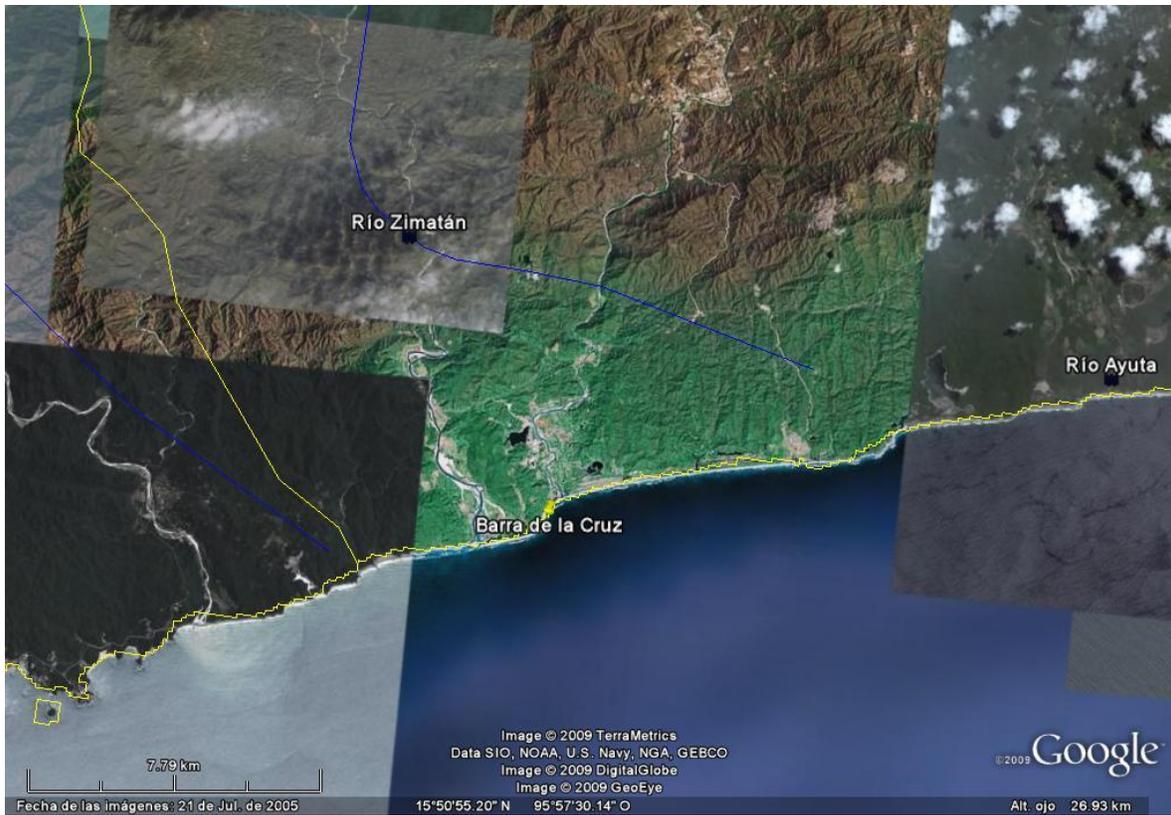


Fig. 10. Barra de la Cruz y Ríos Zimatán y Ayuta, en amarillo el parteaguas (Tomada de Google Earth).

### **Morro Ayuta**

Se encuentra en la cuenca Río Astata y otros (CNA), y en la subcuenca Puerto Ángel – Salina Cruz (CONABIO, 1998) en la región hidrológica RH21 llamada Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) (INEGI, 2000). Esta playa tiene aporte de los siguientes ríos: Ayuta, Zimatán, Chacalapa, Coyul y Río Seco (Fig. 11).



Fig. 11. Morro Ayuta y Ríos Zimatán y Ayuta (Tomada de Google Earth).

### **Las Coloradas**

En la cuenca Yucatán (CNA), en la subcuenca Menda (CONABIO,1998) en la región Yucatán Norte RH32 (INEGI,2000), no cuenta con algún importante cuerpo de agua superficial (Fig.12).

### **Chenkán**

Ubicada en la cuenca del río Champoton y otros (CNA) y en la subcuenca Sabancuy – Sihochac (CONABIO, 1998), en la región hidrológica RH31 Yucatán Oeste (Campeche) (INEGI, 2000), cuenta con la desembocadura del río Champotón que aporta sedimentos a la playa (Fig.13).



Fig.12. Las Coloradas (Tomada de Google Earth).

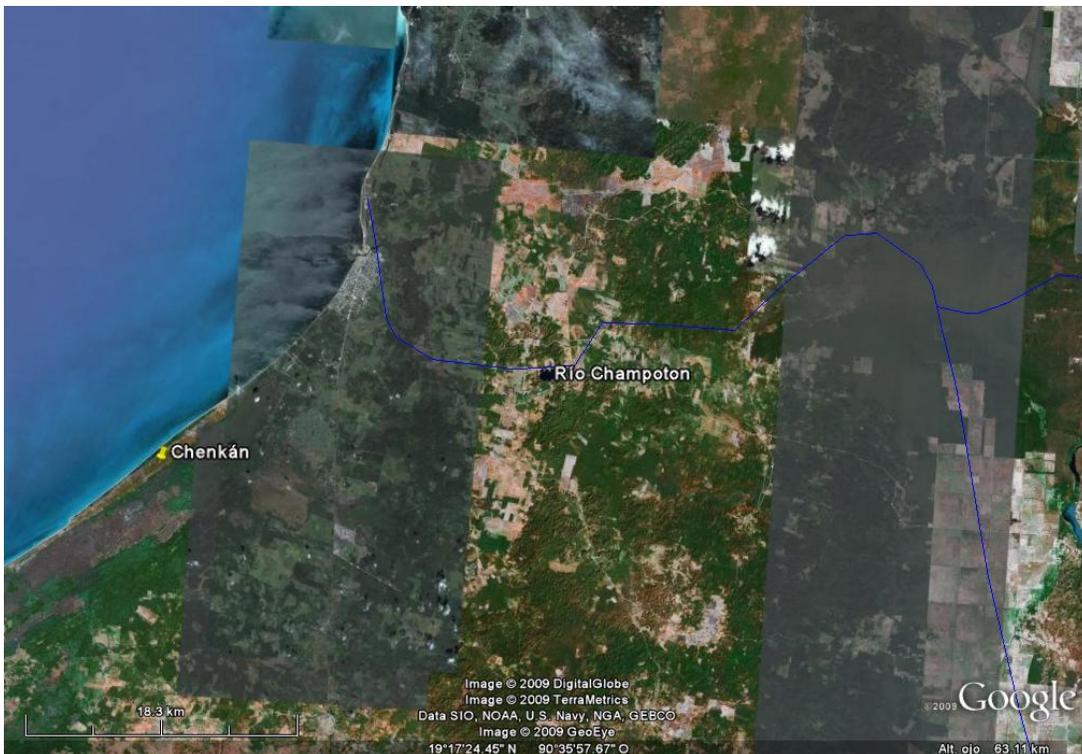


Fig. 13. Playa Chenkán y Río Champotón (Tomada de Google Earth).

## Lechuguillas

Se encuentra en la cuenca del Río Nautla y otros (CNA), en la subcuenca Boquilla de Oro – El ensueño (CONABIO, 1998) en la región hidrológica RH27 Tuxpan – Nautla (INEGI, 2000), al sur limita con la laguna de San Agustín, al norte se tiene la presencia del Río Juchique perteneciente a la subcuenca del mismo nombre (Fig.14).

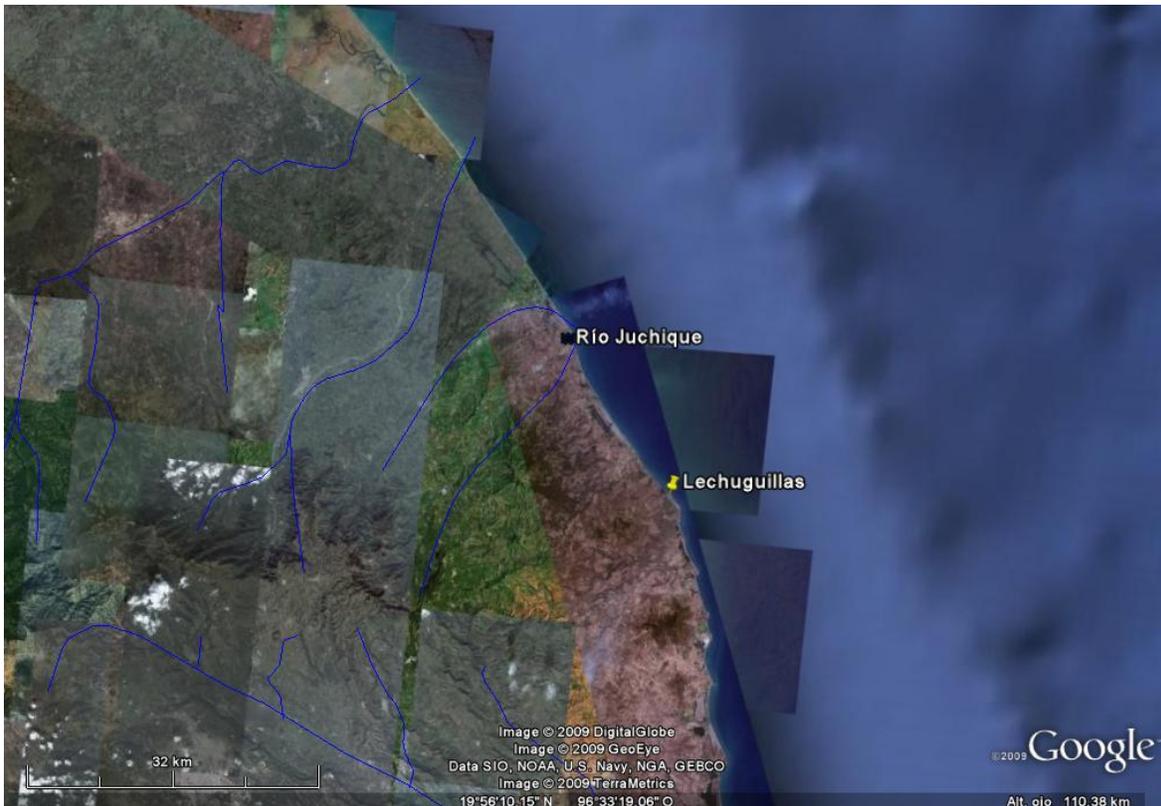


Fig. 14. Playa Lechuguillas y Río Juchique (Tomada de Google Earth).

## Tepehuajes y Rancho Nuevo

Se encuentran en la cuenca del Lago San Andrés – Lago Morales(CNA), en la subcuenca La Maguira – Los Ebanos (CONABIO, 1998) en la región hidrológica San Fernando – Soto la Marina con clave RH25 (INEGI, 2000) (Fig. 15).

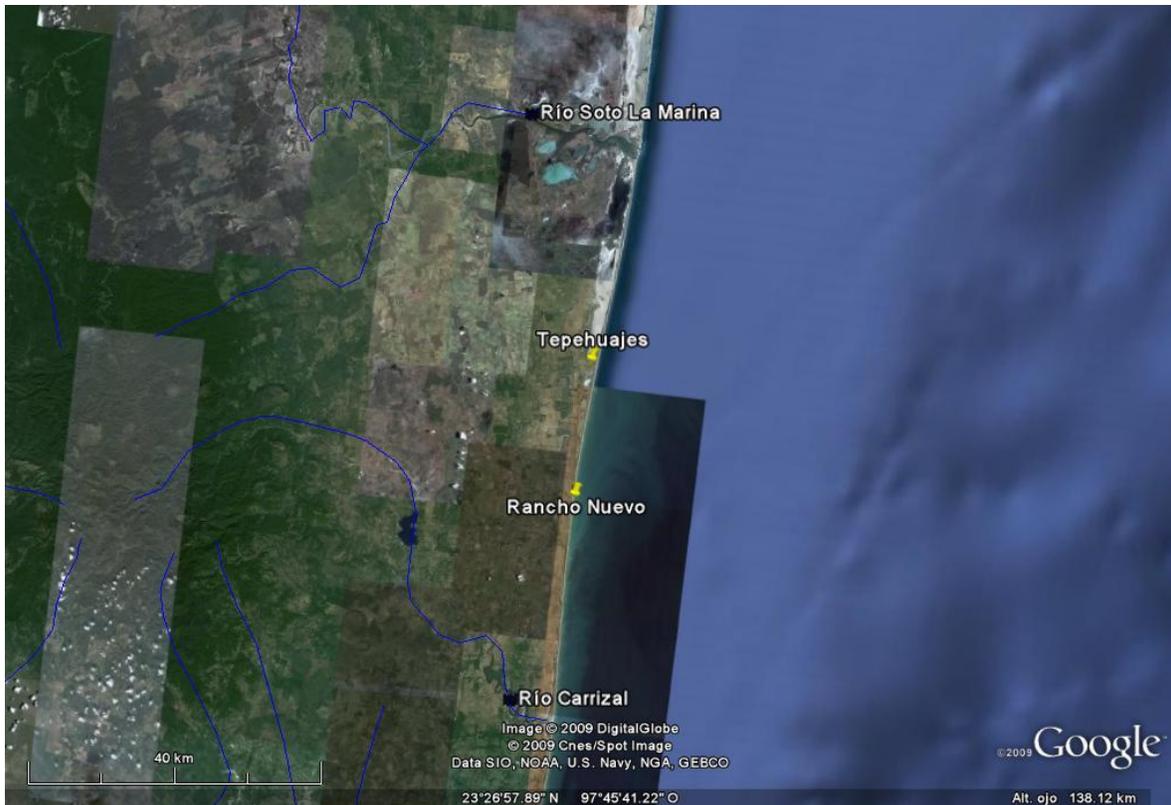


Fig. 15. Playas Tepehuajes y Rancho Nuevo, Ríos Soto la Marina y Carrizal (Tomada de Google Earth).

### **Relación entre los sitios de anidación y las características texturales de las arenas.**

Las tortugas marinas al momento de llegar a la playa se dirigen a la zona de supraplaya para desovar, la profundidad de la cámara de incubación es de 60 cm promedio (Palacios y Gómez, 1984). Las características texturales de las arenas en los sitios de anidación es de suma importancia ya que si se tienen arenas muy finas, éstas no permitirán el intercambio de gases entre los huevos y su medio externo, y si son muy gruesas pueden colapsar sobre los huevos y aparte estas arenas serán más difíciles de remover por parte de las tortugas, es por esto que se considera como hipótesis que las arenas de tamaños medianos son las más adecuadas para los huevos y por lo tanto las playas con arenas medias tendrán anidación de tortugas.

Los datos de características texturales de las arenas de las playas abarcadas en esta investigación fueron proporcionados por el Dr. Arturo Carranza Edwards, dentro del Proyecto Sedimentología de Playas de México. Se usaron parámetros estadísticos como: el tamaño gráfico promedio y la desviación estándar gráfica inclusiva (Tabla 5), expresados en escala phi y en mm, tanto para el tamaño de partícula  $Mz\phi$  y la clasificación  $\sigma_I\phi$  de los sedimentos, con el objetivo de determinar su textura en las playas de anidación.

Tabla 5. Tamaño de partícula y coeficiente de clasificación (Modificada de Folk, 2002).

Parámetros y fórmulas	Límites
<p>Tamaño gráfico promedio</p> $Mz = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})/3$	<p>Arena muy gruesa: <math>-1\phi</math> a <math>0\phi</math> (2 a 1 mm)            Arena gruesa: <math>0\phi</math> a <math>1\phi</math> (1 a 0.5 mm)            Arena media: <math>1\phi</math> a <math>2\phi</math> (0.5 a 0.25 mm)            Arena fina: <math>2\phi</math> a <math>3\phi</math> (0.25 a 0.125 mm)            Arena muy fina: <math>3\phi</math> a <math>4\phi</math> (0.125 a 0.0625 mm)</p>
<p>Desviación estándar gráfica inclusiva</p> $\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$	<p>Muy bien clasificado: menor de <math>0.35\phi</math>            Bien clasificado: <math>0.35\phi</math> a <math>0.50\phi</math>            Moderadamente bien clasificado: <math>0.50\phi</math> a <math>0.71\phi</math>            Moderadamente clasificado: <math>0.71\phi</math> a <math>1.00\phi</math>            Mal clasificado: <math>1.00\phi</math> a <math>2.00\phi</math>            Muy mal clasificado: <math>2.00\phi</math> a <math>4.00\phi</math>            Extremadamente mal clasificado: mayor de <math>4.00\phi</math></p>

Los datos de las playas abarcan 3 niveles de ésta: infraplaya, mesoplaya y supraplaya, como se ha mencionado antes es en la supraplaya donde las tortugas anidan y es por esta razón que se utilizan solamente los datos de las muestras de supraplaya para obtener su tamaño de partícula y coeficiente de clasificación (Tabla 6).

Referente al tamaño de gráfico promedio, 7 de las 11 playas cuentan con arenas medias, estas son: Maruata, Tierra Colorada, Escobilla, Morro Ayuta, Las Coloradas, Chenkan y Tepehuajes; 4 con arenas gruesas: Colola, Escobilla, Barra de la Cruz y Tepehuajes; 3 con arenas finas: Las Coloradas, Lechuguillas y Rancho Nuevo; y 2 con arenas muy gruesas: Rancho Nuevo y Tepehuajes. Cabe

mencionar que se tuvieron diferentes muestras por playa y es por esta razón que hay playas con más de un tamaño de partícula. En la figura 16 se muestra una gráfica con el porcentaje de playas que presentan arenas finas, medias, gruesas y muy gruesas, predominando las arenas medias y siendo las muy gruesas las menos dominantes.

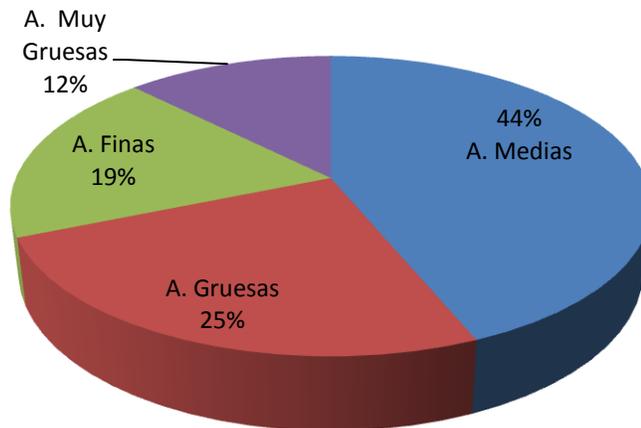


Fig. 16. Porcentaje de Playas de anidación de tortugas marinas con su tamaño de partícula.

La clasificación de las muestras de arena en la zona de supraplaya para las playas de este trabajo van de muy bien clasificado hasta muy mal clasificado. Las playas con una muy buena clasificación de arenas son: Lechuguillas y Rancho Nuevo; con una buena clasificación: Barra de la Cruz, Chenkan y Lechuguillas; con una moderadamente buena clasificación: Colola, Tierra Colorada, Escobilla, Morro Ayuta, Las Coloradas y Tepehuajes; con una moderada clasificación: Maruata, Tierra Colorada y Escobilla; con una mala clasificación: Tepehuaes; y con una muy mala clasificación: Rancho Nuevo. En la figura 17 se muestra la gráfica con los porcentajes de muestras de playas con los distintos tipos de clasificación, siendo predominante la clasificación moderadamente buena y las menos dominantes son la muy mala clasificación y la mala clasificación.

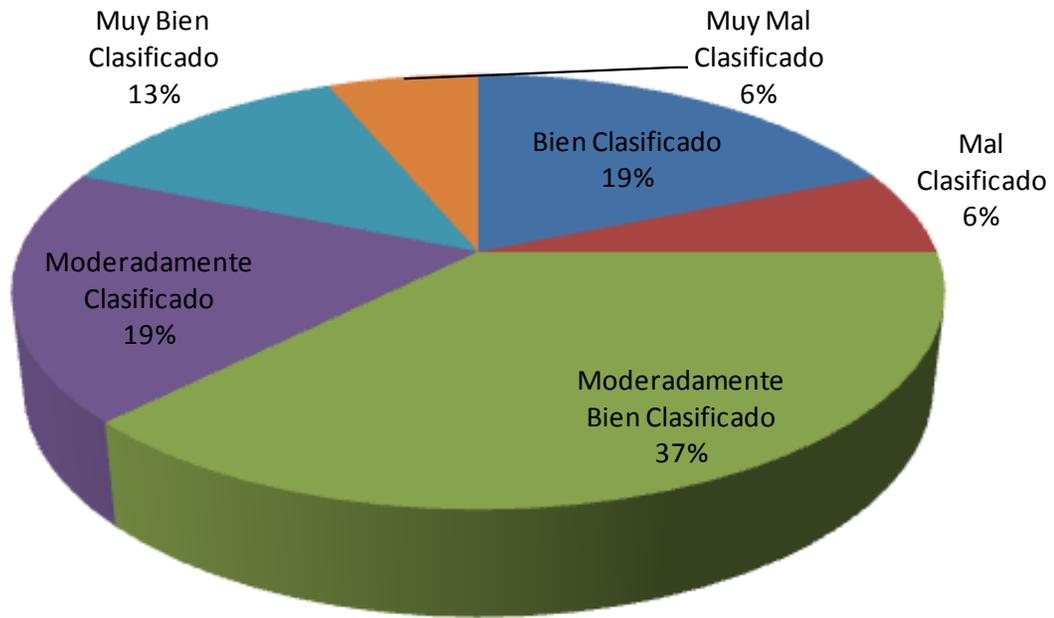


Fig. 17. Porcentaje de las playas de anidación de tortugas marinas con clasificación de partícula.

Con base en los datos mostrados en la Tabla 6, se promedió el tamaño de partícula y clasificación y fueron comparados cada uno con el número de nidos por playa en la temporada 2006-2007. Las playas de Colola y Maruata no son tomadas en cuenta en las gráficas de la figura 17 debido a que no hay registros disponibles con el número de nidos en tal temporada, sólo fueron incluidas en el estudio para la especie *Chelonia agassizii* o tortuga prieta, ya que Martínez Tovar (2006) menciona estas playas como importantes para la anidación de esta especie.

Tabla 6. Tamaño de partícula y coeficiente de clasificación de las muestras de playa.

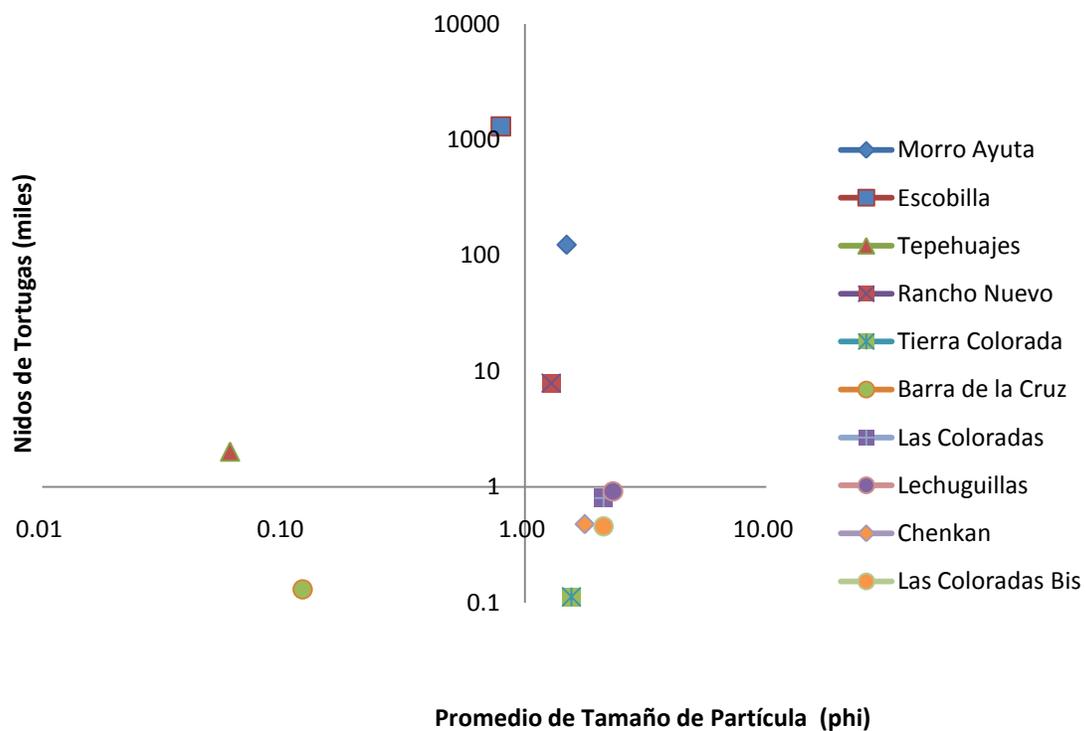
No.	Playa	Mzφ	σφ	Mz mm	d s mm	Tamaño Partícula	Clasificación
1	COLOLA	0,79	0,60	0,578	0,660	A. gruesa	Moderadamente bien clasificado
2	MARUATA	1,94	0,85	0,261	0,555	A. media	Moderadamente clasificado
3	TIERRA COLORADA	1,79	0,52	0,289	0,697	A. media	Moderadamente bien clasificado
3	TIERRA COLORADA	1,33	0,73	0,398	0,603	A. media	Moderadamente clasificado
4	ESCOBILLA	0,17	0,72	0,889	0,607	A. gruesa	Moderadamente clasificado
4	ESCOBILLA	1,42	0,70	0,374	0,616	A. media	Moderadamente bien clasificado
5	BARRA DE LA CRUZ	0,12	0,38	0,920	0,768	A. gruesa	Bien clasificado
6	MORRO AYUTA	1,49	0,69	0,356	0,620	A. media	Moderadamente bien clasificado
7	LAS COLORADAS	2,32	0,59	0,200	0,664	A. fina	Moderadamente bien clasificado
7	LAS COLORADAS	1,95	0,68	0,259	0,624	A. media	Moderadamente bien clasificado
7	LAS COLORADAS	2,09	0,58	0,235	0,669	A. fina	Moderadamente bien clasificado
8	CHENKAN	1,77	0,49	0,293	0,712	A. media	Bien clasificado
9	LECHUGUILLAS	2,28	0,34	0,206	0,790	A. fina	Muy bien clasificado
9	LECHUGUILLAS	2,24	0,45	0,212	0,732	A. fina	Bien clasificado
9	LECHUGUILLAS	2,43	0,45	0,186	0,732	A. fina	Bien clasificado
10	RANCHO NUEVO	2,69	0,33	0,155	0,796	A. fina	Muy bien clasificado
10	RANCHO NUEVO	-0,12	2,77	1,087	0,147	A. muy gruesa	Muy mal clasificado
11	TEPEHUAJES	-0,54	1,41	1,454	0,376	A. muy gruesa	Mal clasificado
11	TEPEHUAJES	-1,68	0,64	3,204	0,642	A. muy gruesa	Moderadamente bien clasificado
11	TEPEHUAJES	0,88	1,47	0,543	0,361	A. gruesa	Mal clasificado
11	TEPEHUAJES	0,16	1,67	0,895	0,314	A. gruesa	Mal clasificado
11	TEPEHUAJES	1,48	1,61	0,358	0,328	A. media	Mal clasificado

Nota: Para ubicación de playas ver figura 6.

En la figura 18 se observa que los promedios de las arenas están entre medias y finas, y que en Tepehuajes y Barra de la Cruz se tienen arenas gruesas, en el caso de Tepehuajes es probable que se deba a la presa Vicente Guerrero construida en 1970 (Fig.19) ya que no deja pasar sedimentos medianos del río Soto la Marina hasta su desembocadura, por lo tanto no permite el aporte de éstos hacia la playa, y a su vez afecta aunque en menor proporción a la playa Rancho Nuevo que en la figura 20 dónde se muestra el tamaño de partícula por playa se observa que también posee arenas gruesas en la supraplaya, esto puede también deberse a que en las playas de Tamaulipas se encuentran porcentajes importantes de biógenos que aumentan de manera importante el tamaño gráfico

promedio. Las playas Morro Ayuta y Escobilla tienen mayor abundancia de nidos y en la figura 20 se muestra que 2 de las 3 muestras correspondientes a estas playas tienen arenas medias en estas playas anida la tortuga golfina (*L. olivacea*) la cual tiene la mayor cantidad de nidos en las playas de este estudio. La clasificación para las arenas de estas playas es moderadamente bien clasificado y moderadamente clasificado.

a)



b)

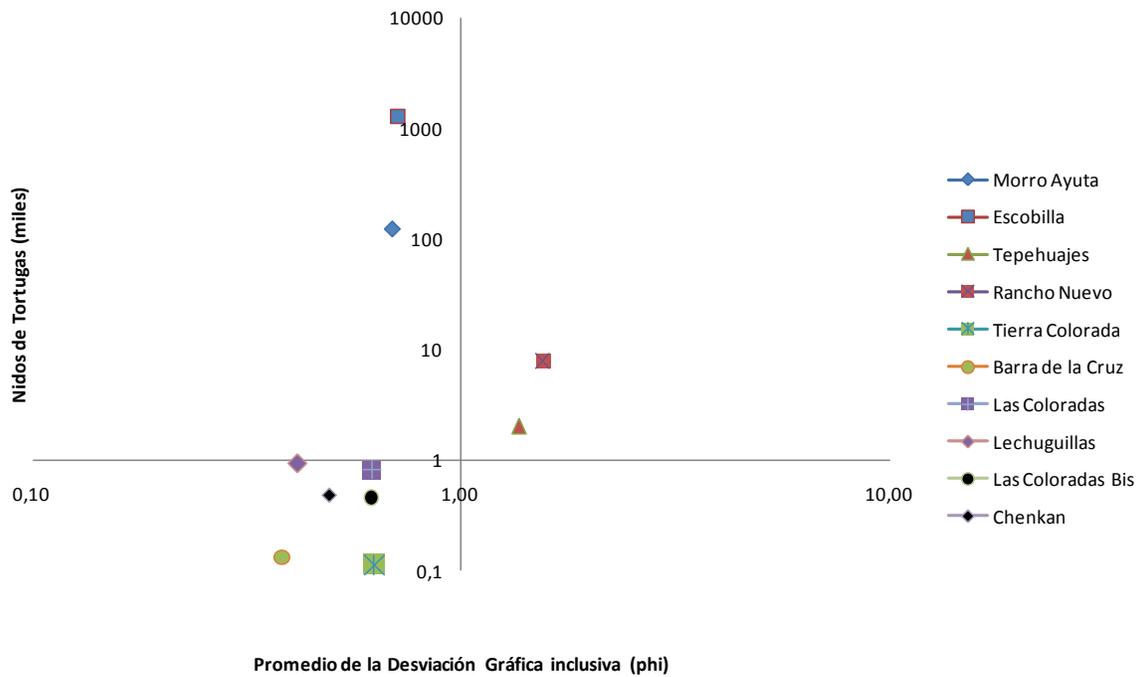


Fig.18. Promedios de valores de a)  $Mz\phi$  y de b)  $\sigma|\phi$ , sus variaciones de acuerdo a la cantidad de nidos en escala logarítmica. Morro Ayuta y Escobilla con *L. olivacea*; Tepehuajes y Rancho Nuevo con *L. kempii*; Tierra Colorada y Barra de la Cruz con *D. coriacea*; Las Coloradas y Lechuguillas con *C. mydas*; Las Coloradas (bis) y Chenkan con *E. imbricata*.

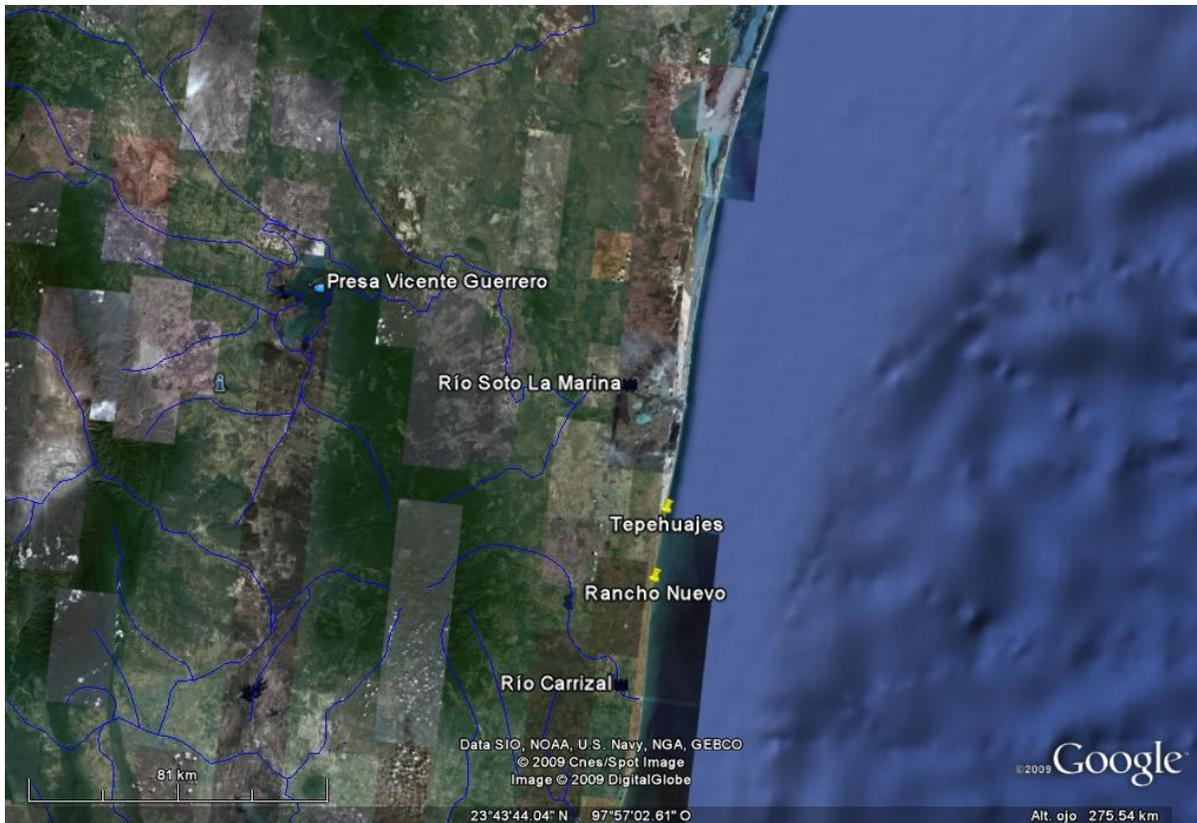
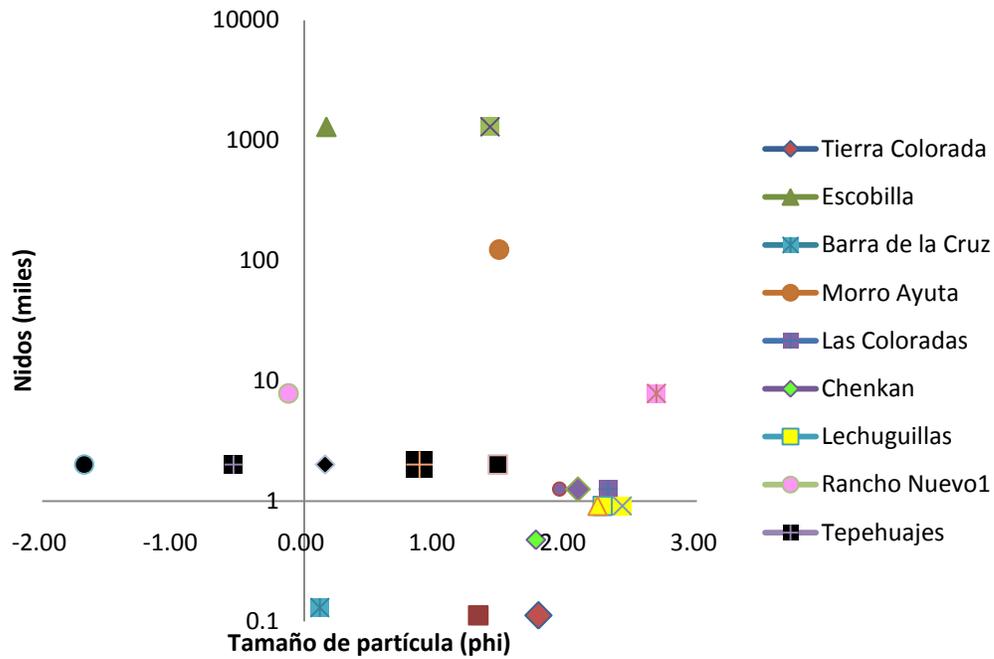


Fig.19. Presa Vicente Guerrero y Playas Tepehuajes y Rancho Nuevo (Tomada de Google Earth).

a)



b)

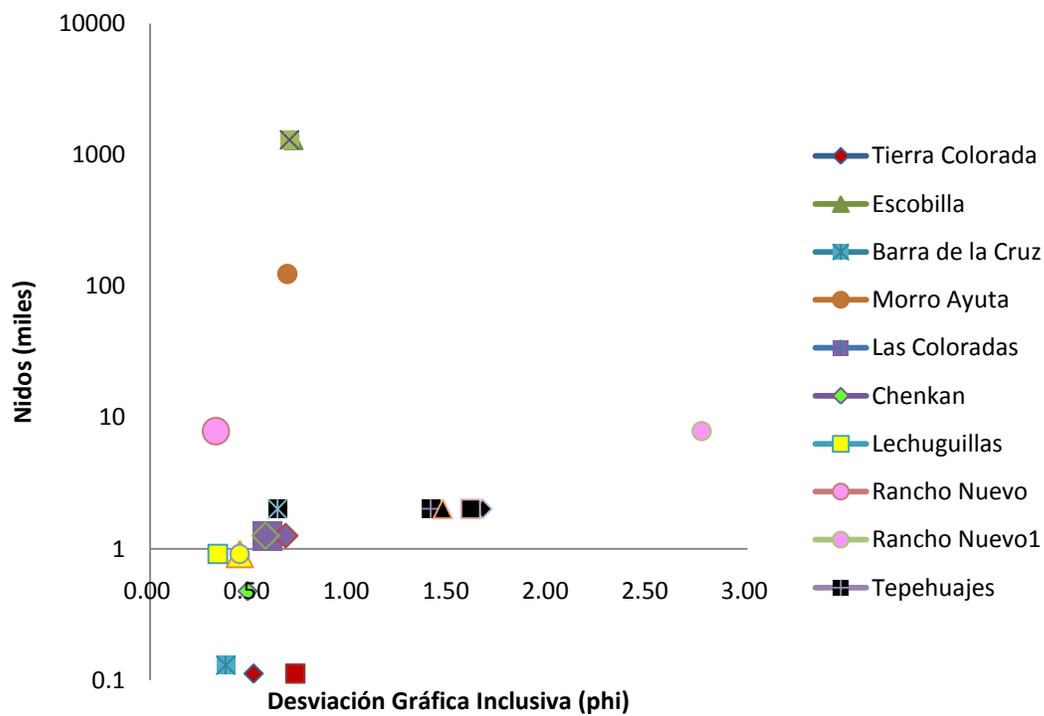


Fig. 20. a) Tamaño de partícula y b) desviación gráfica inclusiva de las arenas de las playas de anidación en escala logarítmica.

En las figuras 18 y 20 se muestra el promedio de la desviación gráfica inclusiva y la desviación gráfica inclusiva respectivamente, se observa que hay una gran concentración de datos en el rango de  $0\phi$  a  $1\phi$  lo que indica que la mayor parte de las muestras de arena de las playas están de Muy bien clasificadas a moderadamente clasificadas, debido probablemente a que las muestras son de supraplaya donde la influencia de las olas y de las corrientes marinas es mínima. En Tepehuajes y Rancho Nuevo se observa un rango que va desde  $1.5\phi$  a cerca de  $3\phi$  lo que indica una mala clasificación de los sedimentos debido a que se encuentran en la región Noreste de México la cual tiene influencia moderada de el oleaje y las corrientes marinas, esto puede explicar porqué se tienen distintos tamaños de partícula para el nivel de supraplaya de Tepehuajes desde arenas gruesas hasta medias pero predominan las gruesas.

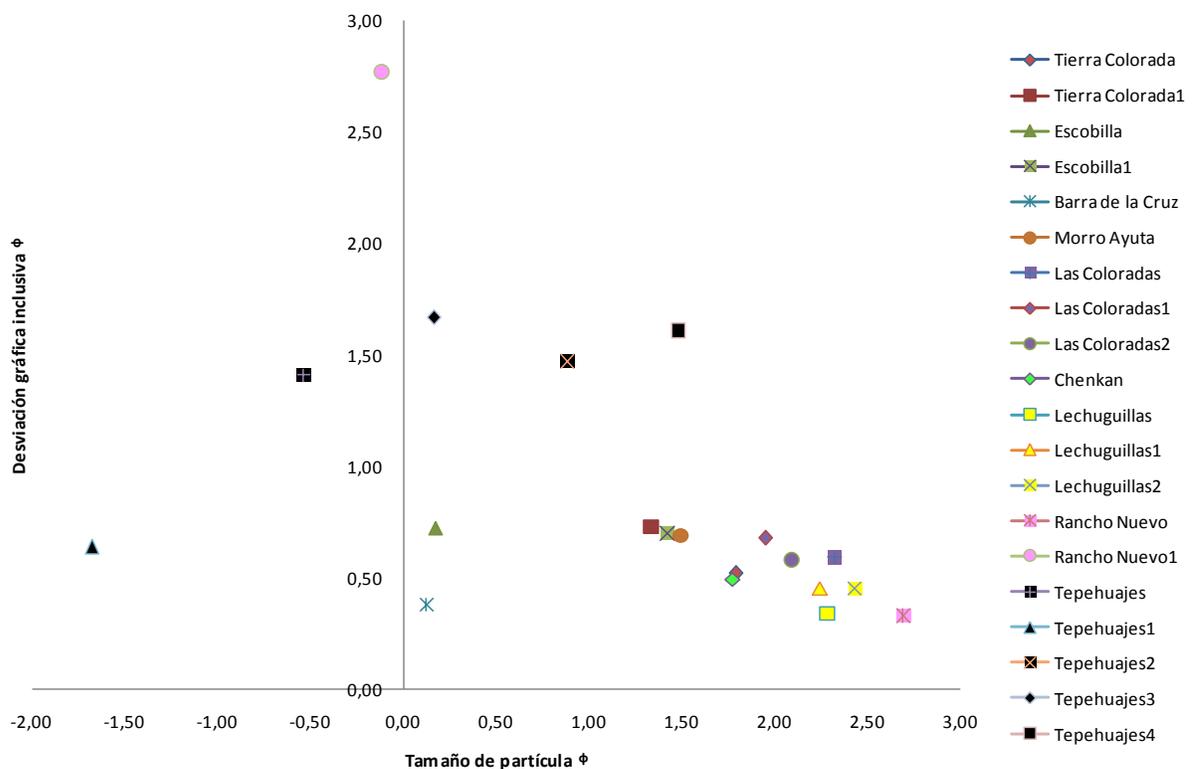


Fig.21. Tamaño de partícula y desviación gráfica inclusiva ( $\phi$ ) de todas las muestras de playa utilizadas.

La figura 21 presenta la dispersión de los datos correspondientes a 10 playas de anidación no se consideran Colola y Maruata. Se puede observar una mayor abundancia de datos correspondientes a tamaños de arena medios y finos (de 1 a  $3\phi$ ), son menores los datos y mayor el rango de clasificación de las muestras de arena gruesas, mientras que los valores de clasificación muestran menor dispersión en tamaños de arena medios y finos, lo cual indica que la mayoría de las playas importantes de anidación tienen arenas medias y finas y por lo tanto las arenas gruesas y muy gruesas son indicativo de algún desorden en la depositación de sedimentos a las playas, o que el tamaño gráfico promedio se vio afectado por la presencia de biógenos. Si la causa es alguna obstrucción en el acarreo de sedimentos, es un grave problema debido a que las playas con arenas gruesas son Tepehuajes, Rancho Nuevo y Barra de la Cruz, donde las dos primeras son importantes para anidación de tortuga lora *L. kempii* ya que esta especie solo anida en el Golfo de México y la no depositación de sedimentos medios puede afectar en la disminución del avivamiento de las crías por no haber la porosidad necesaria para el transporte de oxígeno al embrión. Mientras que Barra de la Cruz es una playa muy importante para tortuga Laúd (*D. coriacea*) que es una especie en grave situación pero esta especie es la más grande en tamaño de las tortugas marinas y puede ser que su tamaño le permita remover arenas gruesas para construir sus nidos y por lo tanto estas tortugas podrían no tener tantos problemas para anidar en Barra de la Cruz.

La Tabla 7 muestra las 11 playas con su tamaño de partícula promedio y su clasificación de sedimentos promedio, es decir se obtuvieron los promedios de los tamaños de partícula y de la clasificación de las muestras de arena de cada una de las once playas, mostrando que en 4 playas el tamaño de partícula promedio son arenas gruesas, en 5 son arenas medias y en 2 playas son arenas finas. Estos promedios indican para las playas con promedio de tamaño de partícula grueso que al menos en una muestra de tales playas existen arenas gruesas como en el caso de Escobilla donde se tuvieron 2 muestras una con arenas medias y otra con gruesas, para el caso de Colola y Barra de la Cruz solamente se tiene una muestra de supraplaya la cual tiene arenas gruesas y para el caso de

Tepehuajes se tuvieron 5 muestras de arena de las cuales 2 son de arenas muy gruesas, 2 de arenas gruesas y 1 de arenas medias, lo que indica que en Tepehuajes las arenas tienden a ser gruesas lo que afecta a la tortuga lora. En 5 playas se tienen arenas medias en promedio, Maruata, Morro Ayuta y Chenkán solo tuvieron una muestra de arena; Tierra Colorada tuvo dos muestras y fueron de arenas medias y Rancho Nuevo tuvo 2 muestras de arenas finas y una muestra de arenas muy gruesas lo que provocó que en promedio fueran arenas medias y por lo tanto también esta playa tiene problemas de alimentación de sedimentos pero al parecer no tan marcados como en Tepehuajes. Las Coloradas y Lechuguillas presentan arenas finas en promedio, cada una tiene 3 muestras y de solamente una de ellas en Las Coloradas es arena media.

Tabla 7. Promedios de tamaño de partícula y de clasificación del sedimento para las 11 playas.

Playa	Especie	Tamaño de partícula promedio	Clasificación de sedimentos promedio
Colola	<i>Chelonia agassizii</i> (Prieta o negra)	Arena gruesa	Moderadamente bien clasificada
Maruata	<i>Chelonia agassizii</i> (Prieta o negra)	Arena media	Moderadamente clasificada
Tierra Colorada	<i>Dermochelys coriacea</i> (Laúd)	Arena media	Moderadamente bien clasificada
Escobilla	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Golfina)	Arena gruesa	Moderadamente bien clasificada
Barra de la Cruz	<i>Dermochelys coriacea</i> (Laúd)	Arena gruesa	Bien clasificada
Morro Ayuta	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Golfina)	Arena media	Moderadamente bien clasificada
Las Coloradas	<i>Chelonia mydas</i> (Verde o blanca)	Arena fina	Moderadamente bien clasificada
	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Carey)		

Chenkán	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Carey)	Arena media	Bien clasificada
Lechuguillas	<i>Chelonia mydas</i> (Verde o blanca)	Arena fina	Bien clasificada
Rancho Nuevo	<i>Lepidochelys kempii</i> (Lora)	Arena media	Mal clasificada
Tepehuajes	<i>Lepidochelys kempii</i> (Lora)	Arena gruesa	Mal clasificada

## DISCUSIÓN

De las 11 playas consideradas en este trabajo como importantes para la anidación, 7 han sido consideradas como de importancia primaria para la anidación de tortugas marinas por otros autores, tal es el caso de Escobilla y Maruata donde Márquez (1996) hace mención de dichas playas como importantes a nivel mundial para la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), es el mismo caso para las playas de Colola y Maruata en Michoacán, él menciona que son importantes en México para la tortuga prieta (*Chelonia agassizii*) y recalca la importancia de Rancho Nuevo en Tamaulipas donde anida la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) endémica de México, para la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) Sarti (2004) hace mención de las playas Tierra Colorada y Barra de la Cruz como playas de importancia primaria para esta especie. Es deber recalcar que las playas de Lechuguillas en Veracruz, Chenkán en Campeche, Las Coloradas en Yucatán y Tepehuajes en Tamaulipas son de gran importancia para las tortugas marinas que anidan en México siendo el caso de Tepehuajes una playa donde anida la tortuga lora, la tortuga carey presenta una cantidad de nidos importantes en las playas de Las Coloradas y Chenkán y se tienen registros de nidos de tortuga verde en Lechuguillas y Las Coloradas.

En cuanto a la relación de los sitios de anidación y sus características texturales Ramírez-Tovar y Torres-Cornejo (1995) encontraron en las playas de Colola y Barra de la Cruz tamaños de arena medios y su clasificación va desde bien clasificada hasta moderadamente clasificada, a diferencia del presente trabajo donde se encontró que en Colola y Barra de la Cruz la arena es gruesa, lo cual puede ser debido a que cuando se colectaron las muestras utilizadas en este trabajo hubieran cambiado las condiciones en el río Motín del oro y el río Zimatán respectivamente, o que la presencia de conchas en las muestras aumentaran el tamaño gráfico promedio de las mismas. En cuanto a su clasificación es moderadamente bien clasificada y bien clasificada respectivamente, es decir es igual la clasificación en ambos trabajos realizados. En el caso de Tepehuajes y Rancho Nuevo donde hubo arenas gruesas y muy gruesas cabe mencionar estas

dos playas se encuentran en el Estado de Tamaulipas y Carranza *et al.* (1996) analizaron el porcentaje de carbonatos en distintas playas y para el caso de Tamaulipas existe 10% de carbonatos en la arena de sus playas lo que es indicativo de la presencia de biógenos (conchas) que aumentan el tamaño de partícula de los sedimentos. En el caso de Barra de la Cruz se considera que al estar ubicada en la Región del Golfo de Tehuantepec es afectada por oleaje muy fuerte (Davis, 1978) y Carranza-Edwards (2001) menciona que ésta región también es afectada de forma moderada a alta por las corrientes marinas y que el tamaño gráfico promedio de los sedimentos de playa aumentan con niveles de energía altos y ésta playa al estar expuesta a corrientes marinas y fuerte oleaje tiene un gran nivel de energía.

Algo importante de enfatizar es que Ramírez –Tovar y Torres Cornejo (1995) y Palacios y Gómez en (1984) al igual que en el presente trabajo coincidieron que la preferencia de las tortugas a las playas de anidación es por arenas medias, esto puede ser adjudicado a que las características de la arena influyen en la selección del sitio de anidación por que facilitan la construcción del nido a la hembra, también influye en el éxito de eclosión de las crías ya que permite el intercambio gaseoso en la incubación ya que los huevos necesitan oxígeno y dicho oxígeno se obtiene por la porosidad de la arena adyacente a través de difusión y el tamaño de la arena es de suma importancia por que la tasa de difusión varía según el tamaño de las partículas y la humedad de la arena, la playa al satisfacer los requerimientos respiratorios de los huevos en el nido determina la masa de la cría y el tiempo de incubación (Ackerman, 1981).

## **CONCLUSIONES**

### **Principales sitios de anidación**

Son 11 playas con importantes registros disponibles de anidación. En ellas se incluyen 6 de las 7 especies de tortugas marinas presentes en México: *C. mydas*, *C. agassizii*, *E. imbricata*, *L. olivacea*, *L. kempii* y *D. coriacea*. Estas playas son: Colola, Maruata, Tierra Colorada, Escobilla, Barra de la Cruz, Morro Ayuta, Las Coloradas, Chenkan, Lechuguillas, Tepehuajes y Rancho Nuevo.

### **Cuencas de drenaje y sitios de anidación**

Las 11 playas de este trabajo cuentan con aporte importante de sedimentos vía fluvial y por corrientes marinas, las cuencas y subcuencas en las que se encuentran las playas son fundamentales para el depósito de sedimentos para la construcción de nidos por parte de las tortugas marinas que anidan en los litorales mexicanos.

En el caso de Tepehuajes que muestra los tamaños de partícula más gruesos, la retroalimentación de sedimentos es afectada por la presa V. Guerrero presente en el Río Soto la Marina que desemboca muy cerca de esta playa ya que retiene sedimentos medios. También hay presencia de carbonatos en las playas de Tamaulipas como Tepehuajes y Rancho Nuevo, lo que indica la existencia de material de origen biológico como conchas que aumentan el tamaño de partícula en la playa.

### **Textura del sedimento en sitios de anidación**

En las playas estudiadas, en el nivel de supraplaya hay preferencia hacia las arenas medias y finas. La mayoría de las arenas están concentradas en un rango de bien clasificada a moderadamente clasificada. El valor promedio total de las arenas de las 11 playas de este trabajo para tamaño de partícula es  $1.23 \phi$  (0.4271 mm) y una clasificación de  $0.85 \phi$  lo que es arenas medias y una clasificación moderada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, R. A. 1981. Growth and gas exchange of embryonic sea turtle (*Chelonia sp.*, *Caretta sp.*). *Copeia* 1981: 757-765.
- Argueta Valadez T. 1994. Importancia del Archipiélago de Revillagigedo Colima como zona de alimentación, crecimiento y anidación de tortugas marinas. Tesis de Licenciatura (Biólogo). UNAM. Facultad de Ciencias. 71p.
- Bravo, G. P. R. y R. C. Martínez, 2005. Protección y conservación de las tortugas marinas (*Lepidochelys kempii* y *Chelonia mydas*) en playas de Lechuguillas, Municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, 1994-2005. Informe interno SEMARNAT, CONANP. México.
- Carranza-Edwards A.1984. Estudio Sedimentológico de Playas del Estado de Chiapas, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM.13 (1): 331-344.
- Carranza-Edwards A., L. Rosales-Hoz, S. Santiago-Pérez. 1996. A reconnaissance study of carbonates in Mexican beach sands. *Sedimentary Geology* 101 (1996). Elsevier Science B.V. pp: 261-268.
- Carranza-Edwards A. 2001. Grain Size and Sorting in Modern Beach Sands. *Journal of Coastal Research*, 17 (1), 38-52. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Carrasco, M. A., P. Castañeda, T., M. Garduño, A; R. M. Lope, M., R. Márquez, M., 1993. Informe final del programa de Tortugas Marinas en la localidad de Las Coloradas Yucatán 1990. En: *Memorias del IV taller Regional de Tortugas Marinas Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Pp. 117-123.
- CITES, 2008. <http://www.cites.org/esp/app/s-jul01.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). "Subcuencas hidrológicas". Extraído de Boletín hidrológico. (1970). Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1000000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.

- CONANP, 2009. Centros para la Conservación de las Tortugas Marinas. [http://www.conanp.gob.mx/centros\\_tortugas.html](http://www.conanp.gob.mx/centros_tortugas.html)
- Cuellar González L. 2000. Importancia de la Playa Tierra Colorada, Guerrero para la anidación de la Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*). Tesis de Licenciatura (Biólogo). UNAM. Facultad de Ciencias. 72 p.
- Davis, R. A. Jr., 1978. Coastal Sedimentary Environments. New York: Springer-Verlag, 420p.
- Delgado – Trejo C., Alvarado- Díaz J. 2008. Current status of conservation of black sea turtle (*Chelonia agassizi*) in Michoacán, Mexico: an historical perspective. pp: 229. En A. Rees (comp.) Proceeding of the twenty-seventh annual symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-569
- Eckert K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (eds.).1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Ecotours de México. 2008. Campamento de tortugas Ecotours de México Puerto Vallarta Jalisco. [http://www.ecotoursvallarta.com/espanol/bio\\_tortugas.php](http://www.ecotoursvallarta.com/espanol/bio_tortugas.php)
- Flores-Villela, O.A. & P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO-UNAM, México.
- Flores-Villela, O.A. & L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana. (n.s.), 20(2): 115-144.
- Folk L. R. 2002. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company. Austin, Texas. 183 Pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (3ra. Ed.). México D.F. Offset Larios.
- Glaw, F. & J. Köhler. 1998. Amphibian species diversity exceeds that of Mammals. Herpetological Review, 29:11-12.
- Google Earth. 2009. <http://earth.google.com/>

- Hernández Reyes M.C. 1995. Investigación acerca del efecto de contaminantes (metales, grasas y aceites) presentes en agua de mar, arena y cascarones de tortuga laúd. Tesis de Licenciatura (Biólogo). UNAM. Facultad de Ciencias. 82p.
- INEGI 2000. Diccionario de datos hidrológicos de aguas superficiales. Escalas 1:250 000 y 1: 1000 000 (Vectorial).  
[http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/normatividad/diccio/HID\\_SUP.PDF?s=geo&c=1267](http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/normatividad/diccio/HID_SUP.PDF?s=geo&c=1267)
- INEGI 2009. Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Cartas digitales.  
<http://mapserver.inegi.gob.mx>
- INEGI 2009. Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Información Geográfica, Datos Generales. <http://www.inegi.gob.mx>
- Kasper-Zubillaga, y J.J., Dickinson, W.W. 2001. Discriminating depositional environments of sands from modern source terranes using modal analysis. *Sedimentary Geology* 143 (2001).pp: 149-167.
- Kasper-Zubillaga, J.J., Carranza Edwards, A., Morales-de la Garza, E. 2007. Caracterización textural de la arena de playa del Golfo de California, México: Implicaciones para los procesos costeros y el relieve. *Ciencias Marinas* (2007), 33(1) pp: 83-94.
- King, C.A.M., *Beaches and Coasts*. Edward Arnold, Londres, 1972. 570 p
- Lutz, P.L., & J.A. Musick (Eds.). 1997. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press. U.S.A. pp. 432.
- Martínez López B. & A. Pares Sierra. 1998. Circulación del Golfo de México inducida por mareas, viento y la Corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas*, Marzo, año/vol. 24, número 001. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. pp.: 65-93
- Martínez Tovar C. 2006. Informe Anual sobre el Centro para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina en Chalacatepec, Jalisco.  
[http://www.conanp.gob.mx/tortugas/chalacatepec\\_2006.pdf](http://www.conanp.gob.mx/tortugas/chalacatepec_2006.pdf)
- Márquez, M.R., A. Villanueva, J.L. Contreras, 1977. Instructivo para la anidación de las tortugas marinas, serie divulgación, INP/SD; 2. Pp 1-34.

- Márquez R. 1994. Synopsis of biological data on the Kemp's ridley turtle, *Lepidochelys kempii* (Garman 1880). US Department of Commerce, NOAA Tech. Memo.NMFS-SEFSC-343.
- Márquez R. 1996. Las Tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica. pp: 179.
- Miranda González J. L. 2007. Centro para la Conservación de las Tortugas Marinas "Lechuguillas, Ver." Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano Región Centro Golfo Comisión Nacional De Áreas Naturales Protegidas Temporada 2006. 12 pp.  
[http://www.conanp.gob.mx/tortugas/lechuguillas\\_2006.pdf](http://www.conanp.gob.mx/tortugas/lechuguillas_2006.pdf)
- Mortimer, J., 1990. The influence of beach sands characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*): COPEIA, 3, 802-817.
- Nowlin, W.D. & Mc.Lellan, H.J., 1967. A characterization of Gulf of Mexico waters in winter. J. Mar. Res., 25(1). pp.: 29-59.
- Ochoa Ochoa, L. M. y O. Flores Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211pp.
- Ordóñez Ruiz L. 2006. Informe final de anidación 2006 de tortugas marinas en Chenkán, Campeche, México. pp. 16. Temporada 2006-2007.  
[http://www.conanp.gob.mx/tortugas/chenkan\\_2006.pdf](http://www.conanp.gob.mx/tortugas/chenkan_2006.pdf)
- Palacios y Gómez M.C. 1984. Características texturales de las arenas en la zona de anidación de la tortuga laúd, *Dermochelys coriacea schelegelii*, en la playa de Mexiquillo, Michoacán. Tesis de licenciatura (Biólogo). UNAM. Facultad de Ciencias. pp: 33.
- Peñaflores Salazar Cuauhtémoc. 2007. Informe de la temporada de anidaciones de tortuga marinas en las Playas de Escobilla, Morro Ayuta y Barra de la Cruz. Temporada 2006- 2007 informe técnico final.  
[http://www.conanp.gob.mx/tortugas/escobilla\\_2006.pdf](http://www.conanp.gob.mx/tortugas/escobilla_2006.pdf)
- Ramírez Tovar A. C. y Q. Torres Cornejo. 1995. Algunos análisis, físicos, químicos y mineralógicos de las arenas de las principales playas de anidación de tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en los Estados de Michoacán y Oaxaca, México,

- y su importancia en el desarrollo embrionario de la misma especie. Tesis de licenciatura (Biólogo). UNAM. Facultad de Ciencias. pp: 108.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, pp: 313-335. En: G. Halffter (comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial. Xalapa, Veracruz, México.
- Sarti M., L., A. Barragán, P. Huerta, F. Vargas, A. Tavera, E. Ocampo, A. Escudero, O. Pérez, M. A. Licea, D. Vasconcelos, M.A. Ángeles, y P. Dutton. 2002. Distribución y Estimación del Tamaño de la Población de la Tortuga Laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacífico Mexicano y Centroamericano. Temporada 2001-2002. Informe Final de Investigación. DGVS-SEMARNAT, NMFS, CI-México, US Geological Survey. pp: 53.
- Sarti M. 2004. Situación Actual de la Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico Mexicano y medidas para su recuperación y conservación. Publicación patrocinada por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 16 p.
- Stancyk, S.E. y J.P. Ross, 1978. An analysis of Sand from Green Turtle Nesting Beaches on Ascencion Island. COPEIA, No. 1: pp 93-99.
- Transviña, A. y E. Barton. 1997. Los «Nortes» del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento en Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Lavin, M. (ed.) Monografía 3. Unión Geofísica Mexicana. pp. 24-46.
- UMSNH. 2000. Panorama de Michoacán, La costa michoacana, Maruata. <http://www.umich.mx/mich/costa/maruata.html>
- Vargas Santamaría F., G. García López, M. A. Licea González, I. Morales Yañez. 2007. Informe Final de los Resultados de Protección y Monitoreo de la Población de Tortugas Marinas en el Santuario de Tierra Colorada, Guerrero, con énfasis en Tortuga Laúd (*Dermochelys Coriacea*) durante la temporada de anidación 2006-2007. 19p. [http://www.conanp.gob.mx/tortugas/tierra\\_colorada\\_2006.pdf](http://www.conanp.gob.mx/tortugas/tierra_colorada_2006.pdf)
- Wyrski, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. Oceanol. And limnol.* 1(2):117-147.

Zubieta Rojas T. 2009. Especies de las Tortugas Marinas en México.  
<http://www.umich.mx/varios/tortuga/galeria.html>