

Sedimentología y morfología de la playa de anidación para tortugas marinas, El Carrizal, Coyoaca de Benítez, Guerrero

Sedimentology and morphology of the beach for nesting of marine turtles, El Carrizal, Coyoaca of Benítez, Guerrero

Antonio Zoilo Márquez-García,¹ Ricardo Campos-Verduzco²
y Bianca Stephanya Castro-Soriano¹

¹ Laboratorio de Geología y Limnología, Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa . Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina, México D.F. 09340. México

² Planta Experimental de Producción Acuícola. Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa
e.mail: azoilo@yahoo.com

Márquez-García, A. Z., R. Campos-Verduzco y B. S. Castro-Soriano. 2010. Sedimentología y morfología de la playa de anidación para tortugas marinas, El Carrizal, Coyoaca de Benítez, Guerrero. *Hidrobiológica* 20(2): 101-112.

RESUMEN

De agosto del 2007 a junio del 2009, se llevaron a cabo 10 perfiles topográficos en playa Carrizal durante las épocas de lluvias y estiaje de estos años para determinar el cambio morfológico de la playa. Paralelamente se realizó un muestreo de sedimentos en la infraplaya, mesoplaya y supraplaya asociados con estos perfiles de playa. Los resultados muestran los mayores cambios morfológicos de la playa en la zona aledaña a la boca de la laguna de Coyoaca con escalones de erosión en las bermas de mareas de hasta 2 m de altura y playas menores que 45 m de amplitud. Una mayor estabilidad se tiene en la parte de la playa más alejada de la boca lagunar con perfiles acumulativos de más de 50 m de amplitud y pendientes suaves. Los sedimentos son arenas cuarzo-feldespáticas con predominio de arenas medias, bien clasificadas, asimétricas hacia tamaños gruesos, leptocúrticas tanto en la zona de mesoplaya como en la supraplaya, con la presencia de arenas gruesas en la infraplaya.

Palabras clave: Sedimentología, morfología litoral, playa de anidación, Pacífico Mexicano.

ABSTRACT

From august 2007 to june 2009, ten topographic profiles were made on the Carrizal beach during rainy and dry seasons in order to determine the morphologic changes on beach profiles. Samples of sediments were collected in nearshore, onshore and backshore related to the beach profiles. The results show that the morphology of the beach zone near the mouth of the lagoon of Coyoaca is more dynamic with high berms to 2 meters, strong slopes from 10 to 15 degrees and beaches are less than 45 meters in width. A major stability is finding in the farthest part of the lagoons mouth where profiles are accumulative and longger than 50 meters with soft slopes. The sediments are composed of quartz-pheldespatic sands, usually of medium size, well sorted and skewed to coarse sands and they are leptocurtic in beach face and in backshore, while in the nearshore they are skewed to coarse sizes.

Key words: Sedimentology, morphology, nesting beach, Mexican Pacific.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Thurman y Trujillo (2004), los humanos son atraídos hacia las zonas costeras para obtener clima moderado, alimento, transporte, oportunidades recreativas y beneficios económicos. Con el paso del tiempo, se está entrando en un proceso de competencia con las poblaciones vegetales y animales que las han habitado por miles de años. La situación actual, en muchas áreas, se considera en niveles críticos para las comunidades biológicas, siendo necesario desarrollar programas de biología para la conservación de especies (Primack & Ros, 2002).

Richardson (2000) refiere que el entendimiento de los procesos de reproducción y anidación de las poblaciones de tortugas marinas son de vital importancia en la recuperación y el manejo de estos recursos. El entendimiento del ambiente de las playas de anidación proporciona una oportunidad para estudios demográficos y de reclutamiento.

Los pasos a seguir en el proceso de conservación implican el conocimiento del ambiente de interacción, las condiciones de estabilidad comunitaria y los efectos de las actividades humanas, con estos elementos será posible formular estrategias de gestión que consideren acciones de atenuación, compensación, recuperación y/o reposición ecológica.

En la región costera, la zona litoral se reconoce como una de las áreas más dinámicas, con una morfología que cambia en función de procesos marinos y continentales causando cambios en la morfología de las playas, tamaños y composición de los sedimentos que las constituyen (Montaño-Ley *et al.*, 1988). Muchos factores son responsables de los cambios que sufre esta zona: factores geológicos, físicos, biológicos, químicos y antropogénicos.

Los cambios morfológicos a lo largo de los litorales se pueden apreciar por la acumulación de arenas que forman playas extensas de pendientes suaves asociadas con dunas, tómbolos, lengüetas, barreras, o bien, por los procesos de erosión o remoción de las arenas exponiendo sustratos rocosos, formando cavernas, farallones, puntas y playas angostas de pendientes fuertes la mayoría de las veces, con materiales gruesos de arena y gravas.

Las líneas litorales son ambientes muy dinámicos, su topografía, su composición geológica y su clima varían de un lugar a otro. Los procesos continentales y oceánicos convergen a lo largo de las costas y crean paisajes que con frecuencia experimentan cambios rápidos. Cuando se trata del depósito de sedimentos, constituyen zonas de transición entre los ambientes marinos y continentales.

Dado que la costa del Pacífico está ampliamente expuesta a marejadas, normalmente se presentan variaciones de alrededor de un metro entre mareas, con incrementos regulares de hasta 2 metros (Thurman & Trujillo, 2004); sin embargo, su variación

es mayor durante otoño e invierno como resultado de disturbios hidrometeorológicos, presentándose oleajes de alta energía con alturas de ola de hasta 6 metros.

Las playas varían de un lugar a otro, pero se puede decir que todas tienen en común la existencia de un perfil topográfico, el cual puede presentar diferentes características, según sean los procesos terrestres, acuáticos y atmosféricos que la afectan.

Si consideramos el área de estudio, desde el punto de vista sedimentológico los estudios son muy escasos, Carrillo-Bañuelos (1993) en el que se presentan las características texturales y mineralógicas de sedimentos de la región de la desembocadura de la laguna de Coyuca y un análisis morfológico de la playa en la boca de la laguna, mencionando que los sedimentos de la playa-barrera son del tamaño de arenas gruesas a medias en su mayoría con una composición cuarzo-feldespática. Más recientemente Carranza-Edwards (2001) hace un análisis de las características sedimentológicas de la zona litoral del país mediante tamizado donde menciona que la región Pacífica presenta arenas medias a finas en la zona litoral.

Existen otros estudios relacionados con morfología de playas y tipo de sedimentos asociados a playas de anidación de tortugas, por ejemplo: en Isla Aguada, Campeche, García-Vicario, 2008, encontró que la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata* Linneo 1766) desova preferentemente en arenas medias y playas de pendientes suaves. Rueda-Galindo, 2000 realizó un estudio sobre la Golfina en playa "El Catrín" en la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada" donde esta especie prefiere las arenas medias y pendientes suaves, pero particularmente en áreas cercanas a antiguas bocas de ríos o lagunas.

El hecho de que Playa Carrizal es una playa de anidación de tortugas, adquiere mayor importancia para el conocimiento de las características morfológicas y sedimentarias de esta playa asociada con las especies de tortugas *Lepidochelys olivacea* Eschscholtz 1829 (tortuga Golfina), *Dermochelys coriacea* Vandelli 1976 (tortuga Laud) y *Chelonia agassizii*, Linneo 1758 (tortuga Negra o Prieta) que potencialmente llegan a anidar a esta playa (Sarti *et al.*, 2006).

Por lo que los objetivos de este estudio fueron conocer el cambio morfológico y sedimentológico de la playa Carrizal que permitan determinar la tendencia de erosión o acreción de la línea de costa, además de determinar la textura y composición de los sedimentos asociados a una playa que presenta anidación de tortugas. Esto permitirá evaluar la vulnerabilidad de esta playa a la erosión y a los cambios texturales de sus sedimentos y su posible efecto en el proceso de anidación de tortugas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprende a la Playa Carrizal (Fig. 1) que se localiza al Noreste de la Boca de la Laguna de Coyuca con una

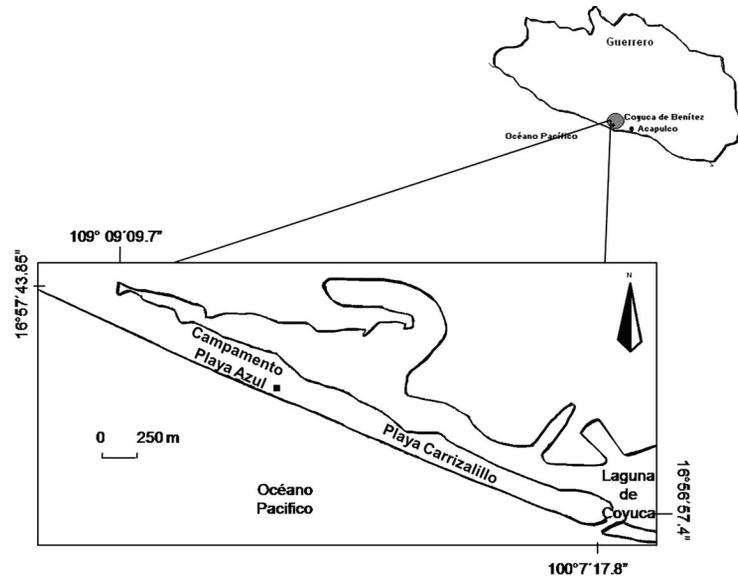


Figura. 1 Ubicación de Playa Carrizalillo, Coyuca de Benítez, Gro.

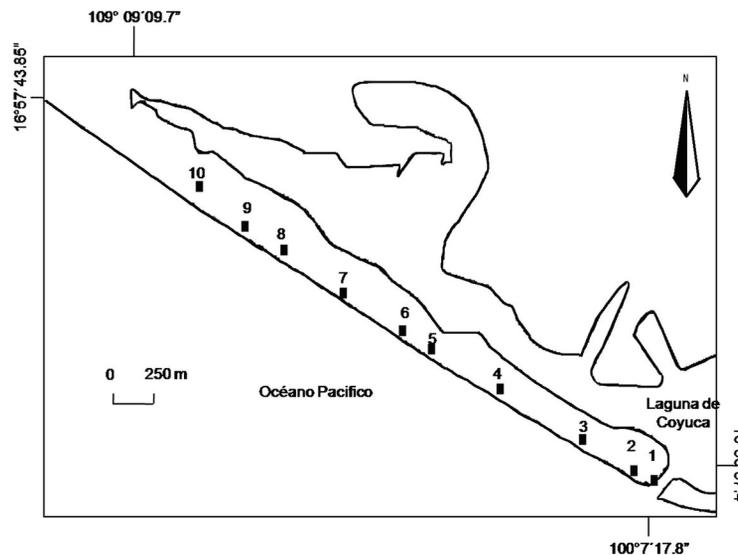


Figura 2. Playa Carrizalillo mostrando los sitios de muestreo.

extensión de 3.5 km, se encuentra entre los 16° 56' y 16° 57' latitud Norte y los 100° 07' y 109° 09' longitud Oeste. Es una zona de gran actividad turística, con palapas en su zona de supraplaya. Además de existir 5 campamentos tortugeros con actividades diarias de recorrido en cuatrimotos y una considerable bioturbación por la anidación de las tortugas en toda el área.

Frente a esta zona pasa la Contracorriente Ecuatorial, que cada año se presenta en la región a partir del mes de marzo-abril hasta diciembre, misma que origina el desplazamiento de grandes masas de agua oceánica hacia las costas americanas, desde Costa Rica hasta la península de Baja California en dirección Noroeste (Wyrski, 1965).

Por otro lado, se tiene frente a las costas de esta área la zona de subducción que puede producir levantamientos y hundimientos tectónicos, sismos, que generan variaciones del nivel del mar (Carranza-Edwards, 2009) y modifican la fisonomía de la playa; no obstante, se trata de fenómenos con tiempos de recurrencia largos y variables.

El cambio morfológico de la playa fue determinado a partir de la elaboración de 10 perfiles topográficos durante las estaciones de lluvias y estiaje del 2007 al 2009 comprendiendo los meses de agosto del 2007, agosto y noviembre del 2008, enero y junio del 2009 (Fig. 2), realizados por el método de nivelación diferencial con el nivel de mano y cinta métrica (Márquez-García, 2002). Po-

sionados geográficamente con un Sistema Global de Posicionamiento portátil (GPS) y con referencia al nivel medio del mar. La posición geográfica de los perfiles se presenta en la Tabla 1.

En cada perfil topográfico de playa realizado se colectaron sedimentos según la zonificación de infraplaya, mesoplaya y supraplaya hecha por Carranza-Edwards & Caso-Chávez (1994).

A los sedimentos se les realizó un análisis de tamaños o textura por el método de tamizado a cada cuarto de unidad ϕ y se calcularon los parámetros granulométricos: 1) tamaño gráfi-

Tabla 1. Ubicación de los perfiles topográficos de la Playa Carrizalillo, Coyuca de Benítez, Gro.

Perfiles	Latitud N	Longitud W
1	16°56'58.5"	100°07'17.5"
2	16°56'59.7"	100°07'21.4"
3	16°57'3.6"	100°07'31.11"
4	16°57'07.4"	100°07'4.2"
5	16°57'12.6"	100°07'54.9"
6	16°57'15.1"	100°07'59.9"
7	16°57'17.1"	100°08'05.0"
8	16°57'21.7"	100°08'16.2"
9	16°57'27.0"	100°08'27.4"
10	16°57'30"	100°08'34.5"

Tabla 2. Límites de parámetros granulométricos (modificado de Folk, 1974).

Parámetros y fórmulas	Límites
Tamaño gráfico	Grava: > de -1.0 ϕ (2 mm)
Promedio (M ϕ) o (Mz)	Arena: -1.0 ϕ a 4.0 ϕ (2 a 1/16)
$Mz = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$	Limo: 4.0 ϕ a 8.0 ϕ (1/16 a 1/256 mm)
Md $\phi = \phi_{50}$ mediana	Arcilla: < de 8.0 ϕ (1/256)
Desviación estándar gráfica inclusiva	Muy bien clasificado: < de 0.35 ϕ
$\sigma_{\phi} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{6.6}$	Bien clasificado: 0.35 ϕ a 0.50 ϕ
Grado de asimetría gráfica inclusiva	Moderadamente bien clasificado: 0.50 ϕ a 0.71 ϕ
$Sk_i = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{5} + \phi_{95} - 2(\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_{5})}$	Moderadamente clasificado: 0.71 ϕ a 1.0 ϕ
Curtosis	Mal clasificado: 1.0 ϕ a 2.0 ϕ
$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_{5}}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$	Muy mal clasificado: 2.0 ϕ a 4.0 ϕ
	Extremadamente mal clasificado: > de 4.0 ϕ
	Muy asimétrico hacia finos: +1.0 a -0.3
	Asimétrico hacia finos: -0.3 a +0.1
	Casi simétrico: +0.1 a -0.1
	Asimétrico hacia gruesos: -0.1 a -0.3
	Muy asimétricos hacia gruesos: +0.3 a -1.0
	Muy platicúrtico: < de 0.67
	Platicúrtico: 0.67 a 0.90
	Mesocúrtico: 0.90 a 1.11
	Leptocúrtico: 1.11 a 1.50
	Muy leptocúrtico: 1.5 a 3.0
	Extremadamente leptocúrtico: > de 3.0

RESULTADOS

Cambio morfológico. De acuerdo con la Fig. 2, donde se ubican los perfiles topográficos y la Fig. 3 donde se representan los perfiles topográficos, se tienen las siguientes características morfológicas: El perfil 1 se encuentra ubicado en la boca de la laguna de Coyuca, presenta una mesoplaya de alrededor de 20 metros y una supraplaya de 40 metros, aproximadamente. En noviembre 2008 a finales de la época de lluvias se presenta un escalón o berma de marea de 2 m de altura. Las pendientes fuertes de 10 a 15 grados la supraplaya en las épocas anteriores indican una tendencia erosiva. Para la época de junio 2009, la mesoplaya presenta una fuerte pendiente y sólo 10 metros de amplitud. Por lo que respecta

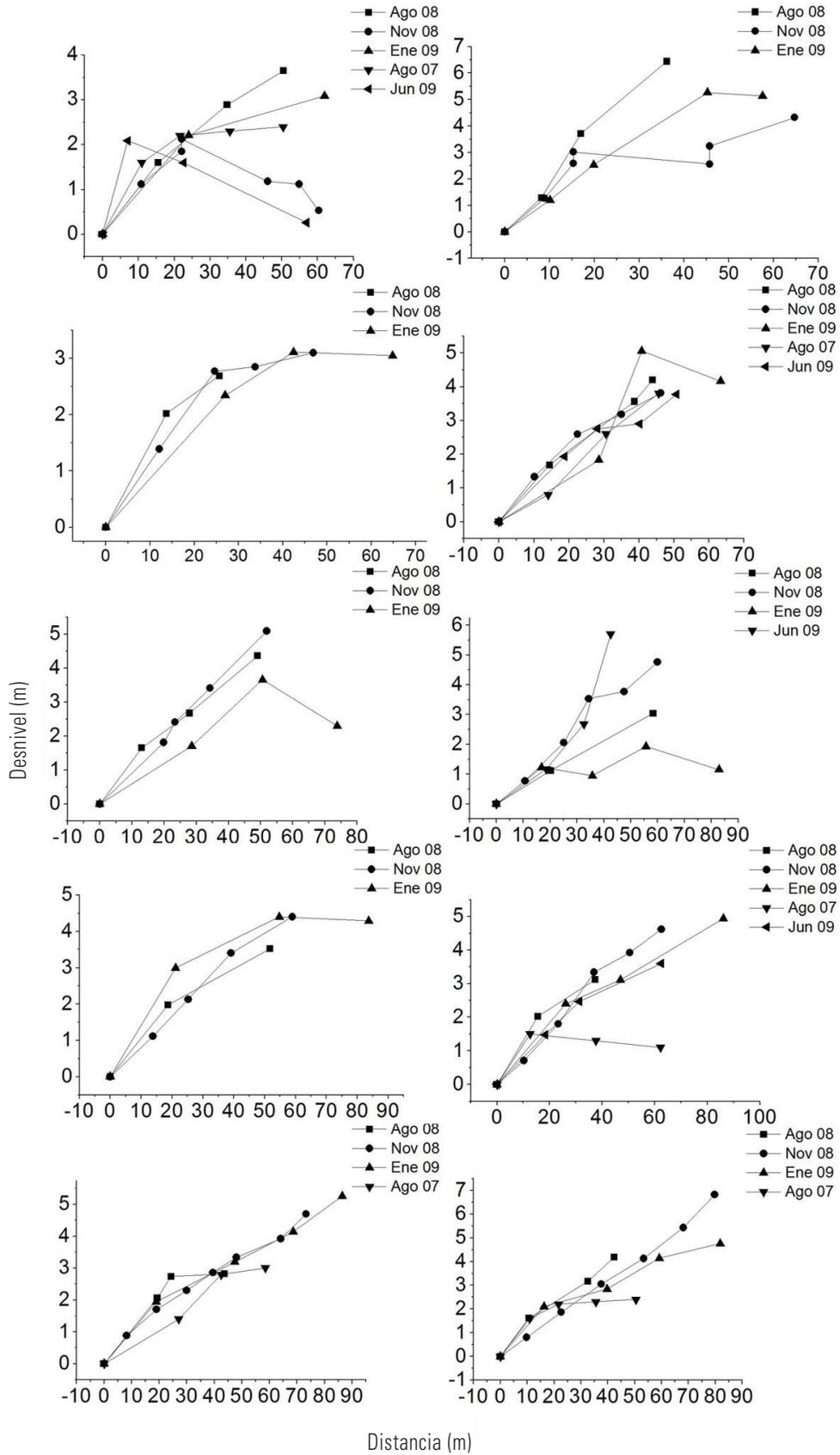


Figura 3. Perfiles topográficos de playa en playa Carrizalillo en diferentes épocas.

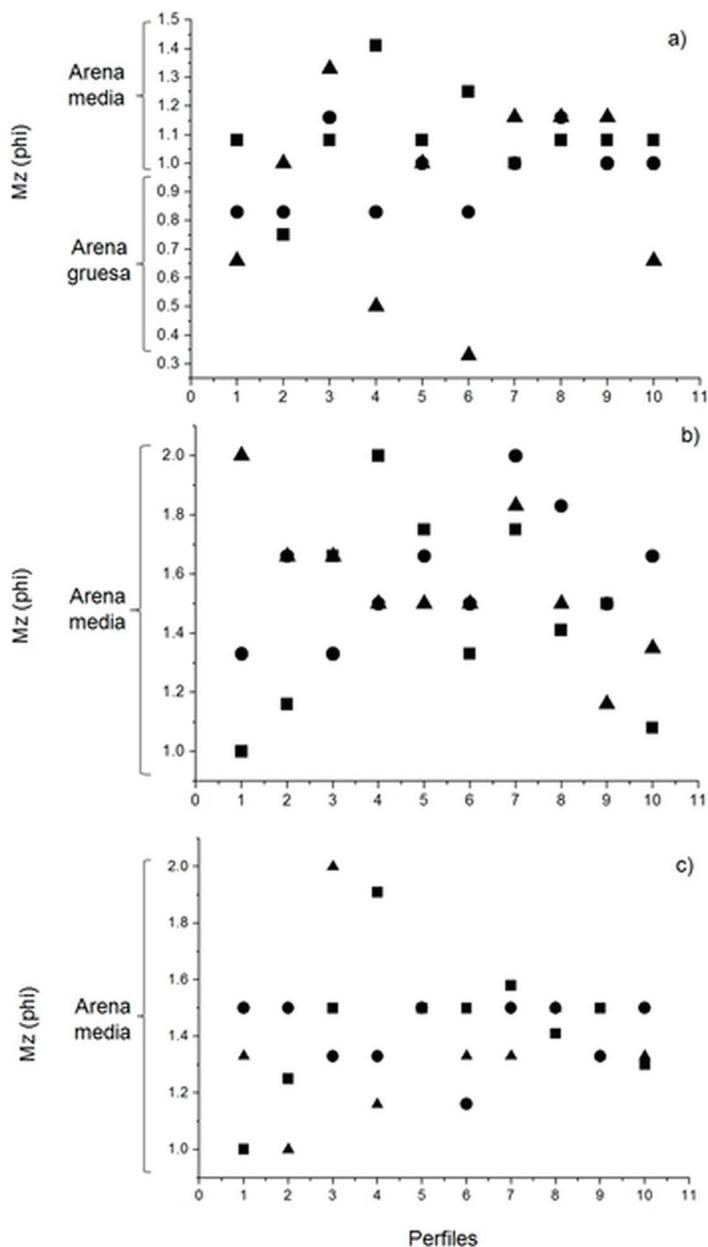


Figura 4 a-c. Variación temporal de a) Infraplaya, b) Mesoplaya y c) Supraplaya del tamaño gráfico promedio de los sedimentos de Playa Carrizalillo. ■ Ago 08 ● Nov 08 ▲ Ene 09.

a los demás temporadas el comportamiento de la supraplaya es acumulativa.

En el perfil 2 localizado cerca de la boca de la laguna de Coyuca presentaba en noviembre del 2008 dos escalones muy marcados: un escalón de berma de marea entre el límite de la mesoplaya y el otro en la supraplaya, aproximadamente a 45 metros de la línea de costa, denominado escalón de berma de tormenta. Para las demás épocas presentan un comportamiento acumulativo con una pendiente suave y una longitud de playa con hasta 60 metros.

Analizado el perfil 3, éste es muy homogéneo con una zona de mesoplaya de 25 metros en promedio y una supraplaya que varió de 10 m en agosto del 2008 a 25 m en enero del 2009 cuando se presentó la amplitud máxima de 65 m, este perfil es cóncavo o acumulativo.

El perfil 4 tiene una forma acumulativa muy homogénea con una extensión de 50 m, aproximadamente, para casi todas las épocas analizadas, aunque en enero del 2009 presentaba un escalón muy pronunciado y también la máxima amplitud de 65 m.

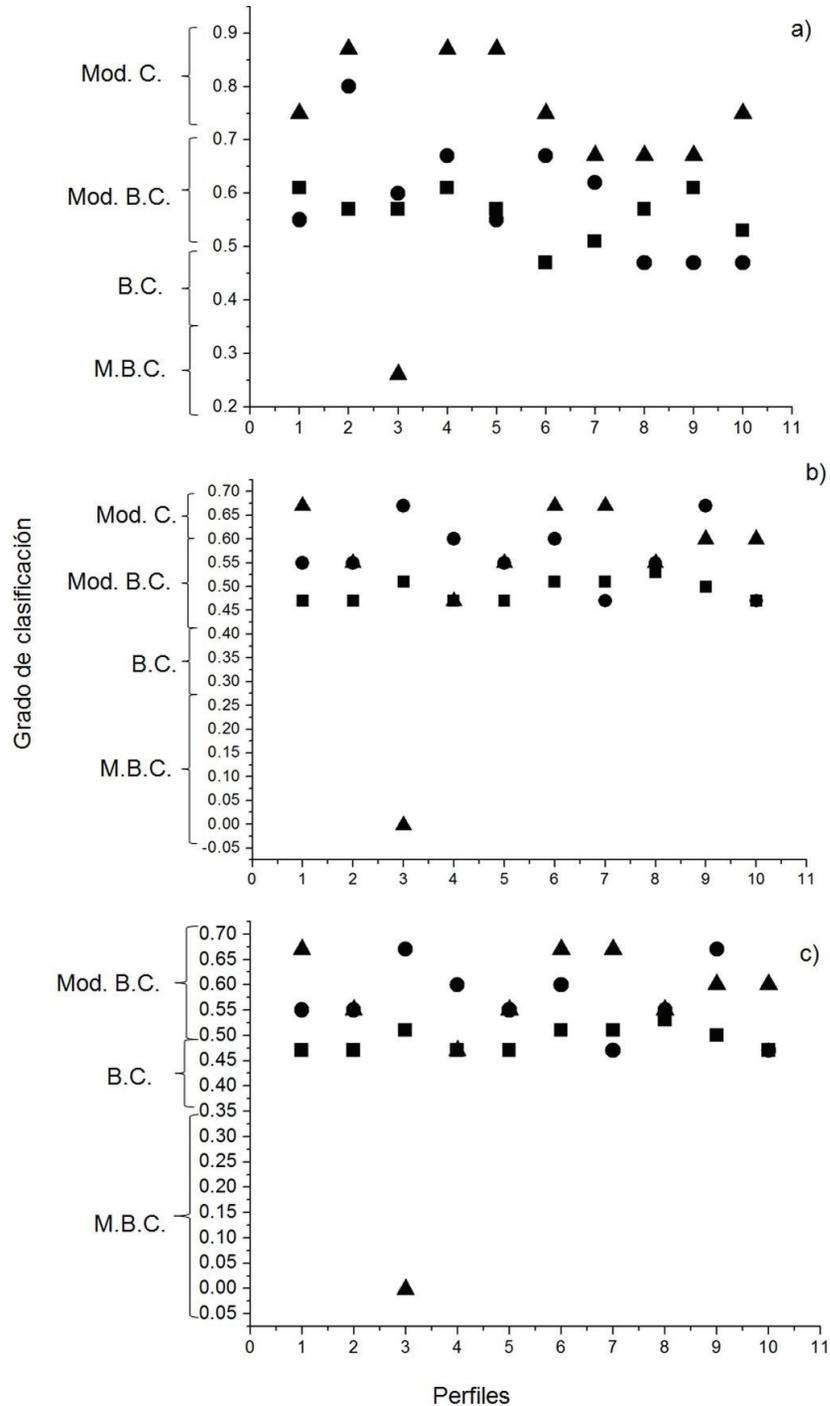


Figura 5 a-c. Variación temporal de a) Infraplaya, b) Mesoplaya y c) Supraplaya de la desviación estándar gráfica inclusiva de playa Carrizalillo. ■ Ago 08 ● Nov 08 ▲ Ene 09. M. B. C. = Muy Bien Clasificado, B. C. = Bien Clasificado, Mod. B. C. = Moderadamente Bien Clasificado, M. C. = Moderadamente Clasificado.

La playa correspondiente al perfil 5 tiene una extensión de 50 m con comportamiento acumulativo en casi todas las épocas, excepto en enero de 2009, cuando la zona de mesoplaya se presenta ligeramente erosiva, con casi 50 m de amplitud y una supra-

playa de 25 m de longitud con tendencia negativa, aunque en ésta época se presenta la máxima amplitud de casi 80 m.

El perfil 6 es uno de los más variables en morfología, cambiando de un perfil muy homogéneo en agosto del 2008, hasta un perfil

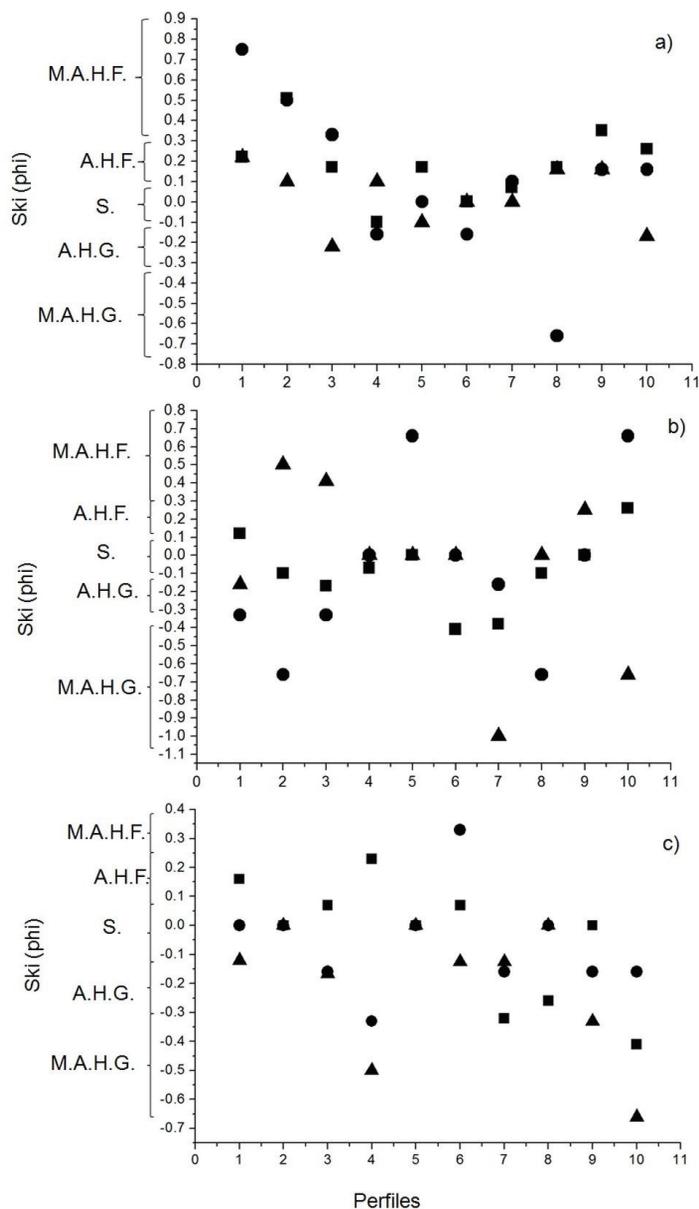


Figura 6 a-c. Variación temporal de a) Infraplaya, b) Mesoplaya y c) Supraplaya del grado de asimetría gráfica inclusiva de sedimentos de playa Carrizalillo. ■ Ago 08 ● Nov 08 ▲ Ene 09. M. A. H. G. = Muy Asimétrico Hacia Gruesos, A. H. G. = Asimétrico Hacia Gruesos, S = Simétrico, A. H. F. = Asimétrico Hacia Finos, M. A. H. F. = Muy Asimétrico Hacia Finos.

con varios escalones en su mesoplaya en noviembre del 2008. En enero del 2009, al igual que las playas anteriores muestra una playa muy extensa hasta 85 m con una mesoplaya escalonada.

Por lo que respecta al perfil 7, éste es muy homogéneo, ya que presenta en todas las épocas una forma acumulativa, con una mesoplaya de 20 metros y una supraplaya de 40 metros. En enero del 2009, la playa tiene una extensión acumulativa hasta de 80 m aproximadamente.

En el caso del perfil 8 se presentaba una mesoplaya de 15 m de amplitud para agosto del 2007 y 2008, mientras que en las

épocas de noviembre 2008, enero 2009 y junio 2009 la zona de mesoplaya se extendía alrededor de los 35 m, notándose en enero del 2009 la máxima amplitud de la playa hasta 85 m.

Para el perfil 9, en los meses de agosto de 2007 y 2008, se presentaron las mayores variaciones de erosión y acumulación aunque en pequeñas proporciones. Una mesoplaya de 25 m de longitud, promedio. Es notorio que, para enero del 2009, la playa se extendía hasta 85 m de la línea de costa.

Por último, el perfil 10 muestra para agosto del 2007 y 2008 una etapa acumulativa con una mesoplaya que se extiende hasta

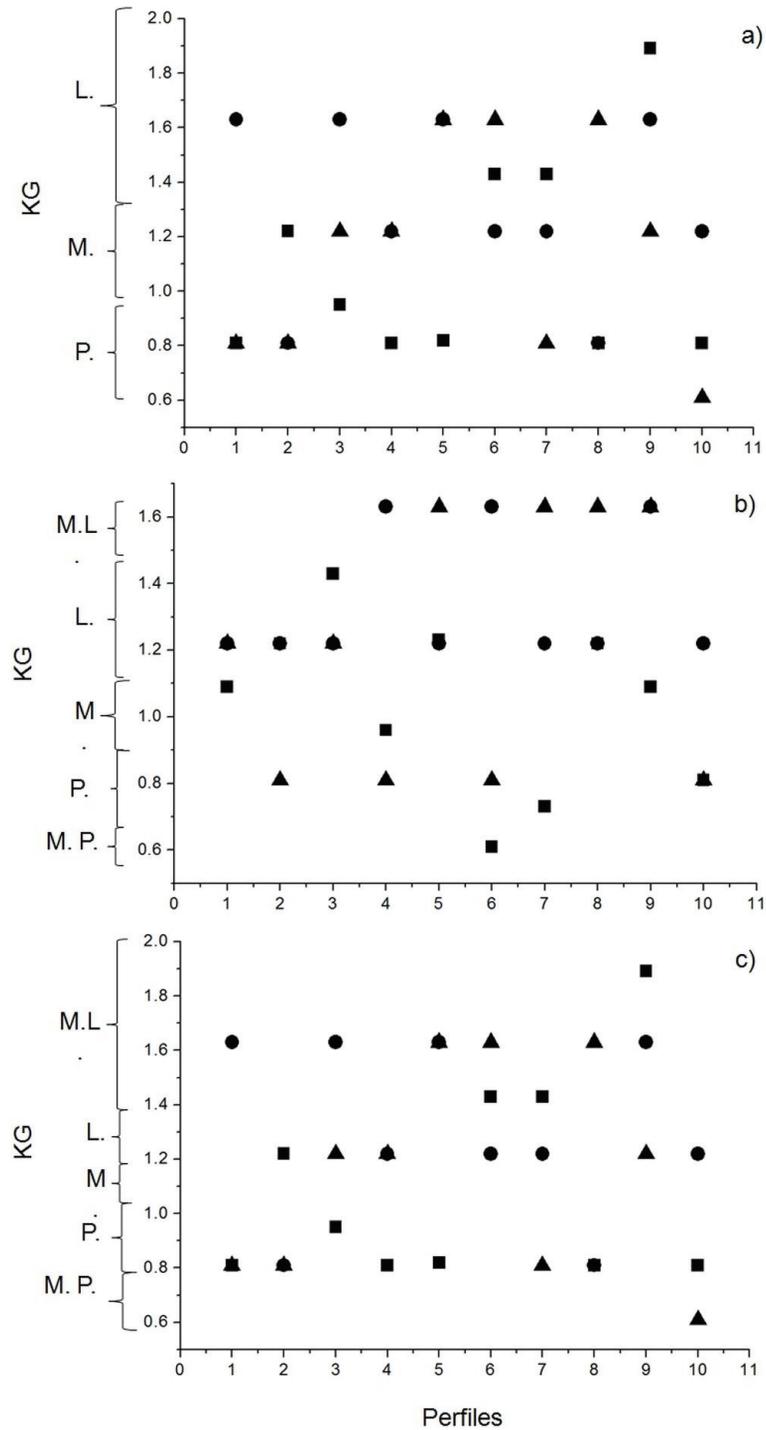


Figura 7 a-c. Variación temporal de a) Infraplaya, b) Mesoplaya y c) Supraplaya de la Curtosis en sedimentos de playa Carrizalillo. ■ Ago 08 ● Nov 08 ▲ Ene 09. M. P. Muy Platicúrtico, P. = Platicúrtico, M. = Mesocúrtico, L. = Leptocúrtico, M. L. = Muy Leptocúrtico.

18 m y una supraplaya de 30 m de amplitud. En enero del 2009, la extensión máxima de la playa llega a tener hasta 80 m.

Parámetros granulométricos. De acuerdo con los resultados de los parámetros granulométricos de los sedimentos obtenidos durante las diferentes épocas de muestreo, se observaron las

siguientes variaciones texturales: el comportamiento del tamaño gráfico promedio (Fig. 4) muestra en la zona de la infraplaya de los primeros dos perfiles localizados en la boca de la laguna una predominancia de arenas gruesas para las épocas muestreadas, los perfiles 3 y 5 dominan las arenas medias y los perfiles 4 y 6

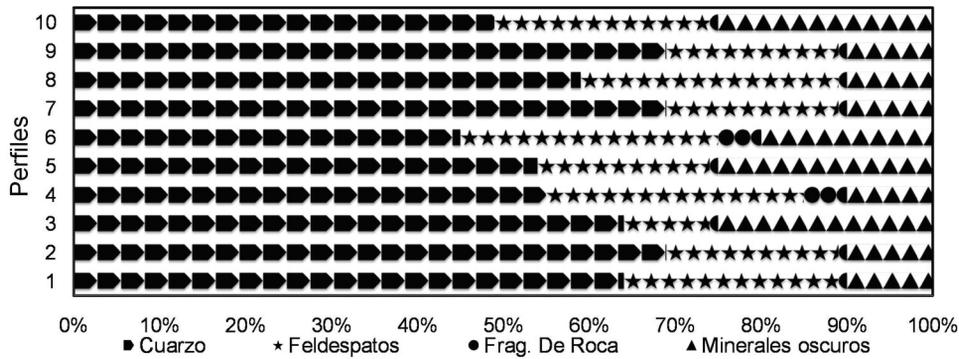


Figura 8. Composición mineralógica de sedimentos en playa Carrizalillo.

son los que presentan las mayores variaciones de sedimentos desde arenas medias hasta arenas gruesas. Del perfil 7 al 10 la tendencia de las playas es arena media. Para la época de enero del 2009, se presentan en gran parte de la infraplaya, arenas gruesas, indicando una mayor energía del oleaje y de la corriente litoral causado meses antes y reflejado en enero.

En la mesoplaya para las diferentes épocas de muestreo predominan las arenas medias, sólo en el perfil 1 en la boca de la laguna y en el perfil 10, para lluvias del 2008 (agosto) existen arenas gruesas.

Por lo que respecta a la parte de supraplaya, también son arenas medias en todas las temporadas, excepto los perfiles 3 y 4 que presenta arenas finas en agosto del 2008 y enero del 2009.

Se nota en toda la playa del Carrizal una gradación de sedimentos de arenas gruesas en la zona de infraplaya sujeta a los

procesos de oleaje y corrientes, a arenas medias en la mesoplaya depositados por el flujo y reflujo de oleaje y en la supraplaya se tiene arenas medias depositadas por las mareas altas y acción del viento.

Por lo que se refiere a la desviación estándar gráfica inclusiva (Fig. 5), ésta se presenta en la zona de infraplaya con sedimentos moderadamente bien clasificados a moderadamente clasificados en los primeros 5 perfiles próximos a la boca de la Laguna de Coyuca y los otros 5 perfiles, más distantes, presentan sedimentos moderadamente bien clasificados a bien clasificados, lo cual indica una influencia más lagunar con una mayor variación de tamaños de los sedimentos en los primeros perfiles y en los siguientes una mayor selección de los sedimentos por el oleaje y el transporte litoral.

Por lo que respecta a la zona de mesoplaya, los sedimentos varían de moderadamente bien clasificados a bien clasificados. En enero de 2009 dominaban sedimentos bien clasificados a muy bien clasificados en los 3 perfiles más cercanos a la boca lagunar mostrando que la actividad energética es más homogénea causando una mejor selección de los sedimentos.

En la supraplaya son moderadamente bien clasificado en todas las épocas, donde el viento es el principal agente, aunque existe mucha bioturbación por la actividad turística y el paso continuo de cuatrimotos por las actividades de los campamentos tortugueros.

Analizando los valores del grado de asimetría gráfica inclusiva (Fig. 6) se tiene que en la zona de infraplaya existe una variación de los sedimentos muy asimétricos hacia finos del perfil 1 en la boca lagunar hasta simétricos en el perfil 4, a partir de este perfil hasta el perfil 10 son simétricos con una tendencia hacia los simétricos finos.

En la mesoplaya los sedimentos que predominan son asimétricos hacia gruesos hasta muy asimétricos hacia gruesos, aunque se puede notar una frontera en el perfil 4, donde los sedimentos son simétricos. Marcando una influencia de la boca la-

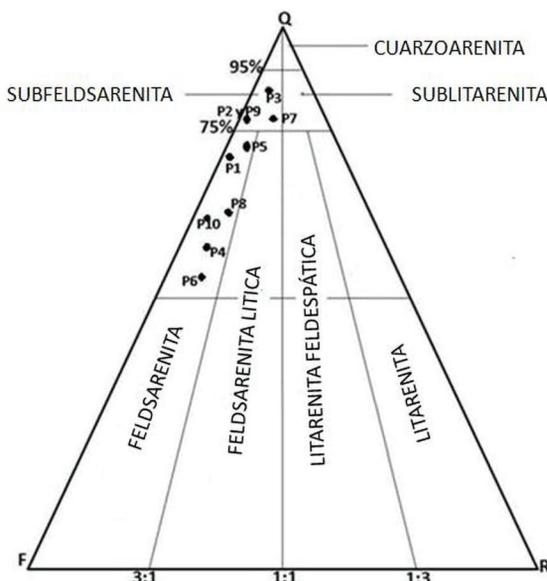


Figura 9. Triángulo de Clasificación mineralógica de arenas según Folk, 1973.

gunar con materiales finos en los primeros tres perfiles y en los siguientes perfiles con una influencia más marina.

En la supraplaya, la asimetría es más variable desde finos hasta gruesos en los primeros 6 perfiles, mientras que en los otros perfiles, son sedimentos que tienden hacia los sedimentos gruesos, en áreas más alejadas de la boca lagunar.

Por otro lado, la curtosis (Fig. 7) muestra sedimentos de infraplaya con tendencia de mesocúrticos a platicúrticos, mientras que en la mesoplaya y supraplaya varían principalmente de mesocúrticos hacia leptocúrticos. Esto significa una mayor variedad de tamaños en la infraplaya por las variaciones energéticas del oleaje y la corriente litoral, mientras que en la mesoplaya y la supraplaya es menor la variedad de tamaños.

Los resultados de la composición mineralógica de los sedimentos de playa Carrizal se presentan en la Fig. 8, donde se observa que el cuarzo es el mineral más abundante, entre un 50% y 70 %, seguido de feldespatos, minerales oscuros entre un 20% a 30% y fragmentos de roca en menos del 5%. La composición, de acuerdo con el triángulo de clasificación mineralógica (Folk, 1973), los sedimentos son sublitanitas feldespáticas y feldsarenitas (Fig. 9).

DISCUSIÓN

Los perfiles 1 y 2 en la boca de la laguna de Coyuca y área aledaña a la misma presentan varios cambios morfológicos desde escalones hasta una mesoplaya con fuertes pendientes para la época de noviembre 2008 a enero 2009 lo que indican una etapa erosiva causada por el fuerte oleaje y corrientes que se presentan en esta parte de playa Carrizal.

Los perfiles más alejados de la boca lagunar (3 al 10), de acuerdo con su morfología convexa y con escalones en agosto del 2007, presentan una etapa erosiva causado por una mayor dinámica del oleaje y corrientes; en agosto del 2008 la morfología de los perfiles era cóncava lo que muestra una etapa acumulativa causado por una disminución de la energía presente en el área y aporte de sedimentos al abrirse la boca de la laguna de Coyuca.

En enero del 2009, los perfiles de playa muestran la mayor amplitud registrada en el período de muestreo de la playa Carrizal, lo que puede ser el resultado del retroceso del nivel del mar al no estar presente la Contracorriente Ecuatorial frente a la costa y dejar de apilar agua hacia la costa, en contraste con junio de 2009, cuando vuelve a disminuir la extensión de las playas por disminución de los procesos de sedimentación e incremento de la energía del oleaje, empezando un proceso erosivo causado por la llegada de masas de agua provenientes de la Contracorriente Ecuatorial con una dirección hacia el Noroeste.

Los diferentes parámetros granulométricos muestran la influencia de la boca lagunar que aporta sedimentos de diferentes

tamaños de sedimentos transportados por el Río Coyuca y distribuidos por la corriente litoral hacia el Noroeste según lo muestran los primeros perfiles, mientras que los perfiles más alejados presentan una mayor selección de los tamaños por la acción de la corriente litoral y oleaje. En la zona de mesoplaya se presentan los sedimentos más homogéneos predominando las arenas medias.

Por otro lado, deben considerarse qué factores antropogénicos pueden modificar la textura del sedimento, como lo es el continuo paso de vehículos en la mesoplaya y supraplaya alterando la compactación y reduciendo el tamaño de las partículas. Otro factor que puede alterar las características granulométricas es el movimiento constante de los sedimentos en la zona de mesoplaya y supraplaya por las tortugas al hacer sus nidos, aunque se desconozca el grado de afectación por este proceso. Asimismo, el viento en la zona de supraplaya también influye, sobre todo en la época de estiaje.

El origen de la composición de los sedimentos tiene una procedencia terrígena resultado de la erosión de los granitos presentes en la Sierra Madre del Sur aportados por el Río Coyuca y aportados al mar al abrirse la boca de la Laguna de Coyuca en conjunto con el transporte litoral de los sedimentos erosionados en la Bahía de Acapulco.

Se concluye que los perfiles con mayor variación en su morfología fueron el 1 y el 2 aledaños a la boca lagunar producto de la apertura y cierre de la misma y del aporte o ausencia de sedimentos durante las diferentes épocas, mientras que los perfiles 3 a 10 presentan patrones similares, con un incremento en la amplitud de las playas en enero de 2009, debido principalmente a la ausencia de la Contracorriente Ecuatorial.

La textura de los sedimentos muestra una infraplaya con arenas gruesas, moderadamente clasificadas, asimétrica hacia finos y platicúrticas, la mesoplaya y la supraplaya presentan arenas medias, bien clasificadas asimétricas hacia gruesas, leptocúrticas con mayor variación de los sedimentos en la supraplaya por procesos eólicos, antropogénicos (turismo, uso de cuatrimotos) y biológicos (nidos de tortugas).

La composición de los sedimentos es de origen terrígeno con arenas cuarzo-feldespáticas aportadas por el río Coyuca a través de la boca lagunar y el transporte litoral.

Existe influencia de la boca lagunar en los primeros tres perfiles con la presencia de materiales más finos y una mayor variación de los perfiles de playa.

El río Coyuca, juega un papel importante como proveedor de sedimentos a la playa, al abrirse la boca de la laguna de Coyuca. Los factores antropogénicos y biológicos de alguna manera, afectan la morfología y textura de los sedimentos de esta playa lo que hace necesario seguir monitoreando esta playa y evaluar los principales factores de erosión-depósito presentes en el litoral

que permitan conocer la dinámica litoral en un mayor lapso de tiempo y establecer las medidas necesarias para lograr el equilibrio entre las actividades conservacionistas y las turísticas.

Se debe considerar la relación multifactorial de los perfiles de playa, la granulometría y la recurrencia de desoves realizados por las tortugas marinas por estación, que permitan elaborar estrategias de protección de las tortugas y nidos en playa, así como programar la recuperación de nidadas en zonas de alto riesgo, favoreciendo de esta manera las acciones de preservación ecológica basadas en criterios científicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Hidrobiólogo Manuel Salvador Gómez Galeana por el apoyo brindado en el trabajo de campo en el campamento tortuguero Nautilus-Playa Azul.

A los alumnos de Hidrobiología de Geología Marina, Seminario I y II por su apoyo en los levantamientos topográficos y análisis granulométricos realizados en las diferentes épocas.

REFERENCIAS

- CARRANZA-EDWARDS, A. & M. CASO CHÁVEZ. 1994. Zonificación del perfil de playa. *Boletín informativo del Área de Ciencias de la Tierra*. México, D. F. 2 (II): 26-32.
- CARRANZA-EDWARDS, A. 2001. Grain size and sorting in modern sands. *Journal of Coastal Research*. 17 (1): 38-52.
- CARRANZA-EDWARDS, A. 2009. Causas y consecuencias de la erosión de playas. www.tuobra.unam.mx/publicadas/090608101838.pdf.
- CARRILLO-BAÑUELOS, A. 1993. *Análisis estadístico de las características texturales y mineralógicas de sedimentos de la región de la desembocadura de la laguna de Coyuca, Gro. México*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería (Geología), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 83 p.
- FOLK, R. L. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphills Eds. Austin. 159 p.
- GARCÍA-VICARIO, A. 2008. *Impacto de la erosión costera de las playas del litoral de Campeche, México, sobre la anidación de las tortugas marinas*, Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. 90 p.
- LEWIS, D. W. 1983. *Practical Sedimentology*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York. 229 p.
- MÁRQUEZ-GARCÍA A. 2002. Topohidrografía, Cartografía y Graficación. In: Granado-Barba, A., V. Solís Weiss y R. G. Bernal Ramírez (eds.). *Métodos de Muestreo en la Investigación Oceanográfica*. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 448 p.
- MONTAÑO-LEY Y., M. GUTIÉRREZ-ESTRADA & J. ALDECO-RAMÍREZ. 1988. Análisis de funciones empíricas de eigen en perfiles de playa de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 15 (2): 121-128.
- PRIMACK, R. B. & J. ROS. 2002. *Introducción a la biología de la conservación*. Ariel Ciencia. España. 375 p.
- RICHARDSON, J. I. 2000. Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción en la anidación. In: Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois & M. Donnelly (Eds). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas Publicación No. 4. 270 p.
- RUEDA-GALINDO, M. 2000. *Sedimentología y morfometría de las playas del Catrín y la Palma, Chiapas y su relación con el desove de tortuga*. Informe técnico, Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, 25 p.
- SARTI, L., P. HUERTA, D. VASCONCELOS, E. OCAMPO, A. TAVERA & M. A. ÁNGELES, 2006. *Manual de técnicas de protección de tortugas marinas*. Katzari-IFAW-WWF. México. 14 p.
- THURMAN, H. & A. TRUJILLO. 2004. *Introductory Oceanography*. Pearson-Prentice Hall. USA. 608 p.
- WENTWORTH, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 27: 377-392
- WYRTKI, K. 1965. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology & Limnology* 1 (2): 117-147.

Recibido: 13 de noviembre de 2009.

Aceptado: 11 de junio de 2010.