



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“Estructura de las comunidades de
macroinvertebrados intermareales en playas
arenosas del centro de Veracruz”.**

T E S I S

Que para obtener el título de

B I O L O G O

PRESENTA:

Mayra Miranda Mendoza

DIRECTOR DE TESIS: Arturo Rocha Ramírez



Los Reyes Iztacala, Tlalnepanitla de Baz, Estado de México, 2012.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

"La vida es el arte de sacar conclusiones
suficientes a partir de datos
insuficientes"

Samuel Butler

ÍNDICE

Agradecimientos	II
Listado de figuras	VI
Listado de tablas	VIII
Resumen	IX
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Justificación	4
4. Objetivos	5
5. Hipótesis	6
6. Material y métodos	7
6.1 Características del sustrato	8
6.2 Caracterización física	8
6.3 Muestreo de la meiofauna	9
6.4 Análisis estadístico	10
7. Resultados	13
7.1 Caracterización física	13
7.2 Caracterización biológica	17
8. Discusión	28
9. Conclusiones	32
10. Literatura citada	34

AGRADECIMIENTOS

Cuando empecé a escribir mi tesis pensé que la parte mas difícil eran los resultados y la conclusión, pero ahora sé que no es así; cuando hablas de números, es complicado entender y traducir lo que entiendes en palabras pero son simples números, en cambio esto es todo lo que quiero decirles pero no se por donde empezar.

Antes que a nadie, quiero agradecer a Dios por haberme permitido llegar a este día.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber abierto las puertas de sus instituciones desde el inicio de mí desarrollo académico a nivel medio superior, pero sobre todo agradezco a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, que tanto me ha dado durante estos años por mi paso en la Biología, en este lugar aprendí lo que significa la responsabilidad, el trabajo en equipo, la felicidad, la amistad y el amor.

A mis padres que sin ellos no habría podido concluir este proyecto, que más que ser mi carrera es nuestra carrera, los amo.

Papá gracias por todos los regaños, los consejos, el esfuerzo que has hecho para que yo pudiera terminar mi carrera. No hay palabras para describirte lo importante que eres para mí. Y quiero compartir algo contigo; un día en mi clase de ingles me preguntaron que si tenía un héroe y mi respuesta inmediata fue SI mi papi, gracias papá, gracias por todo sin ti no estaría aquí.

Mamita que te puedo decir, sin ti no hubiera podido seguir, como podría sin esos licuados en las mañanas que terminaba a la mitad del patio de la casa por que ya era tarde para irme a la escuela, que mas que licuados que nutrieron mi cuerpo, nutrieron mi corazón por que el ingrediente mas importante era el amor con el que me los hacías, mamá eres la mujer mas importante para mí, eres mi amiga, mi confidente y la mejor mamá de mundo, por que sin

tus enseñanzas no habría podido ser hija, estudiante y mujer a la vez. Gracias por ser mi mamá.

Herma como te explico, eres mi segunda mejor amiga, gracias por todos los momentos que me acompañaste en este largo pero hermoso camino, aun recuerdo cuando me decías que cualquier persona cuerda no estudiaría Biología y mira ahora soy la Bióloga mas querida por ti. Gracias por todo hermanita. Gracias por desvelarte a mi lado para acompañarme cuando hacia mis tareas. Gracias Gaby.

A ti cuñado gracias por esos ánimos que mas de venir de un cuñado vienen de un amigo, casi un hermano, además no se me ha olvidado nuestra apuesta he! Me debes algo; termine antes que tu la carrera.

Aarón como podría olvidarte bebe si mi computadora acaba de sufrir un ataque de parte de tus zapatos que impiden que siga escribiendo, gracias por haber llegado a mi vida en este momento bebe, por que mas que ser mi sobrino eres mi gran ilusión de vida, a tu corta edad me has dado lecciones de vida tan importantes como el amor puro y sincero. Gracias bebe.

A mis abuelos que aun que algunos ya no están conmigo en persona sé que donde quiera que estén me cuidan y estarán contentos con este gran paso que estoy dando:

Eleuterio Mendoza †

Refugio Gómez Hernández

Gregorio Gómez Hernández †

Ma. De Jesús Canizales Gonzales

Debo agradecer inmensamente a mi director de tesis el Dr. Arturo Rocha Ramírez, primero por haberme aceptado en el laboratorio y después por ser no solo mi director de tesis sino un gran consejero académico, sino también por ser el amigo que fue para mí.

Quiero brindarles un gran agradecimiento a mis sinodales ya que sin ellos no habría culminado este gran proyecto:

Sergio Chazaro Olvera

Adolfo Cruz Gómez

Rafael Chávez López

Edgar Peláez Rodríguez

Profesor Adolfo, en especial quiero decirle que no tuve la fortuna de tomar clase con usted pero me habría encantado, sé que es uno de los mejores profesores con los que tuve el gusto de tratar, gracias por todo.

Profesor Rafa, mas que un maestro, fue una parte importante en mi desarrollo académico, mis palabras son cortas a comparación de lo agradecida que estoy con todo el apoyo que me brindo desde el momento en que curse Ecología con usted. Estoy inmensamente agradecida con usted profe.

Ángel Moran, además de un maestro fuiste parte muy importante para la conclusión de esta etapa, gracias por todo; las clases y los consejos que me diste son incomparables.

Gracias a todos mis profesores de la carrera.

A mis amigos de generación que me dieron y me han dado tan bellos momentos: Uli (mi cómplice, mi compañero de clases, mi confidente, mi mejor amigo, ese al que odiaba cuando entre a la carrera, por patán, te quiero mucho amigo), Emilio, Angy, Tomy, Judith, Karlita, Mire, Aarón, Dani y Nachito. Los quiero amigos.

Claro que mis amigos de la segunda y última etapa no faltaran, los quiero mucho, gracias por esos bellos momentos: Carilú, Chanito, Horangu, Jorch y a ti mi gran amigo Benja (como olvidar nuestras peleas en clase, por todo y por nada, te tengo un especial cariño amiguito).

Claro que no podían faltar los Julios friends por el apoyo y ánimos que me dieron para culminar la presente: Flaco, Galenito, Blanca, Laurita, Millán, Arratia y Wapo (aun que no se en que pero ahí estuviste, molestando como siempre).

Y finalmente quiero agradecer a mi gran amigo, mi compañero, mi gran ilusión, ya que fuiste y eres la persona mas importante en este momento para mi vida personal y académica. Julio, gracias por los bellos momentos que me has brindado mi amor, gracias por ayudarme a darle formato a este librito que tanto me ha costado. Si no fuera por tu gran apoyo y dedicación en la presente no habría quedado tan bien el formato. Desde el momento en el que llegaste a mi vida (uno de los mejores muestreos de toda la carrera) cambiaste mi rumbo, tanto personal como académica y laboralmente. Gracias Flaquito. Te quiero muchísimo amor.

Y creo que no puede faltar agradecer a mí por haber llegado a la recta final de este hermoso camino académico.

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1. Localización de los sitios de muestreo.

Fig. 2. Proporciones de textura de arenas en las cuatro playas.

Fig. 3. Valores de compactación de arena por playa por temporada climática.

Fig. 4. Representación gráfica de la comparación del tamaño medio de grano para las cuatro playas por temporada climática.

Fig. 5. Variación de la pendiente de la zona mesolitoral de las cuatro playas por temporada climática.

Fig. 6. Variación del estado morfodinámico de las cuatro playas en las épocas climáticas (parámetro de Dean).

Fig. 7. Diagrama de ordenación indirecta MDS de los parámetros ambientales por playa para cada temporada climática.

Fig. 8. Representación gráfica de la riqueza de especies registrada para cada playa por temporada climática.

Fig. 9. Representación gráfica de la diferencia de densidades encontradas para cada playa por temporada climática.

Fig. 10. Valores de diversidad entre las cuatro playas comparadas por temporada climática.

Fig. 11. Representa la distribución, abundancia (■) y ausencia (—) de los organismos a lo

largo de los transectos, por playa estudiada.

Fig. 12. MDS del análisis de ordenación indirecta de la clasificación por playa con relación

a los parámetros biológicos determinados para cada temporada.

Fig. 13. Biplot del ACC de las variables ambientales y los taxa dominantes de la

macrofauna de playas arenosas.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de pendiente de playas expresada en grados.

Tabla 2. Simbología de la ordenación de playas en el análisis de MDS.

Tabla 3. Listado de especies en cuatro playas arenosas del centro de Veracruz.

Tabla 4. Zonación de las especies dominantes en la zona mesolitoral de las cuatro playas
muestreadas.

Tabla 5. Resultados del ACC para los cuatro primeros ejes de ordenación.

RESUMEN

Las playas arenosas son sistemas morfodinámicos que cubren la mayor parte de la zona intermareal, esta dinámica es el factor clave determinante de la distribución y densidad de la macroinfauna intermareal, para determinar lo anterior se analizó la estructura de la comunidad de invertebrados intermareales de cuatro playas arenosas del centro norte de Veracruz (Muñecos, Chachalacas, Chalchihuecan y Palma Sola), en el periodo de Mayo de 2008 a Marzo de 2009. En cada playa se establecieron tres transectos de 5 m en la zona mesolitoral; en cada metro se tomaron muestras de sedimento con un nucleador de PVC de 16 cm de diámetro a una profundidad de 20 cm para el análisis textural y se estimó la pendiente intermareal por la diferencia de alturas. *In situ* se registró: temperatura, grado de compactación del sustrato, la altura y el período de la ola. Con estos datos se determinó el estado morfodinámico de las playas con el criterio de Dean (Ω). Las muestras biológicas fueron tomadas de la misma manera que las de sedimento; los núcleos fueron cernidos en un tamiz de 5 mm y fueron fijados con etanol al 70%. En el laboratorio el material fue separado, contado e identificado. Con la base de datos biológicos se calcularon los principales parámetros comunitarios. Para determinar la relación entre las variables ambientales y los organismos se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). La morfodinámica de las cuatro playas fluctúan de intermedias a disipativas ($\Omega = 2.271-9.848$), presentan arenas gruesas y medianas, sin diferencias significativas en el grado de compactación. Los grupos más abundantes son: poliquetos (52%), crustáceos (41%) y moluscos (7%). Se encontraron 24 taxa, destacando por sus densidades elevadas: *Excireolana braziliensis*, *Emerita benedicti*, *Donax variabilis*, *D. texacianus*, *Magelona riojai*, *M. johnstoni*, *Lepidopa websteri* y *Scolelepis squamata*. Playa Chachalacas presentó los valores mayores de diversidad (1.081-2.707 bits/org). Los resultados del análisis de ACC indicaron que cinco de las variables ambientales son responsables de la variación de la densidad: el grado de compactación mostró correlación positiva con *Haustorius arenarius* y *S. squamata*, *E. braziliensis* con la temperatura, *E. benedicti* con el tamaño de grano, *Terebra (Hastula) cinerea* y *D. variabilis* con la pendiente y el parámetro de Dean.

1 INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas son ambientes dinámicos caracterizados principalmente por la energía del oleaje, amplitud de la marea, acción del viento, textura del sedimento y el clima (McLachlan *et al.*, 1993); la interacción de estos factores produce gradientes morfodinámicos. Se reconoce que las playas con arenas finas presentan energía menor y pertenecen al tipo disipativo. Las de arenas gruesas, presentan energía mayor y corresponden al tipo reflectivo (Raffaelli y Hawkins, 1996) e incluso, para algunos autores existen playas del tipo intermedio (Rodríguez *et al.*, 2001).

La morfodinámica de la playa influye sobre la fauna que las coloniza, en playas con características físicas contrastantes se perciben variaciones en la estructura de las comunidades macroinfaunales, atributos como la riqueza de especies, abundancia y biomasa presentan variaciones notables (Borzzone *et al.*, 1996; Gomes *et al.*, 2003). Algunos estudios han mostrado que las respuestas a la variación de la morfodinámica a nivel de población varían marcadamente respecto del nivel de comunidad; esto es, que dependiendo de las características de la playa suceden cambios en la abundancia y densidad en una población particular (Defeo *et al.*, 2001).

Por otro lado, los parámetros físicos también sufren variaciones a lo largo de perfil topográfico de la playa; así que las interacciones entre estos factores y los rasgos intrínsecos de cada especie determinan las zonas de distribución biológica de las playas arenosas. Entonces, esta zonación refleja la restricción de cada especie a una sección particular en un gradiente ambiental (Raffaelli *et al.*, 1991).

La macrofauna de las playas arenosas incluye animales pequeños, principalmente crustáceos, que viven directamente sobre el sedimento y presentan movimientos de migración diarios o estacionales. Las diferentes especies que componen esta comunidad se han reconocido como habitantes típicos de las playas arenosas donde son muy abundantes (Munilla y San Vicente, 2005). Se ha señalado que el grupo dominante es el de los peracáridos; sin embargo, la composición de la comunidad incluye a otros grupos de invertebrados. Una función ecológica importante del grupo es que constituye una fuente de alimento importante en las tramas tróficas de la plataforma continental; debido a que muchas especies son detritívoras, pues se alimentan de la materia orgánica del sedimento, entonces constituyen elementos intermediarios de las mallas tróficas demersales (Brown y McLachlan, 1990; Dauvin *et al.*, 1994).

2 ANTECEDENTES

Se han realizado estudios de la relación existente entre la morfodinámica de diversas playas del mundo y el tipo de organismos que habitan en estas; así como el tipo de dinámica que estas presentan (Méndez *et al.*, 1985; McLachlan, 1996; Siemens *et al.*, 2001; Barros *et al.*, 2002; Menn, 2002; Benedet *et al.*, 2004; Defeo y McLachlan, 2005).

Un número considerable de estudios a nivel de ecología de poblaciones se han publicado, principalmente de las especies de crustáceos dominantes (anómuros Hippidae e isópodos Cirolanidae) y moluscos bivalvos (Donacidae, *Donax* spp.). Entre los temas que han sido abordados más ampliamente, se encuentran: aspectos reproductivos (Klapow, 1972; Cardoso y Defeo, 2003; Delevati y Negreiros, 2003; Gil y Thome, 2004; Delgado y Defeo, 2006); crecimiento y mortalidad (Williams, 1947; Johnson, 1966; Fonseca *et al.*, 2000; Contreras *et al.*, 2003; Marcano *et al.*, 2004); dinámica poblacional (Lessios *et al.*, 1994; Salman *et al.*, 1996; Riascos y Jörg, 2002; Cardoso y Veloso, 2003; Laudien *et al.*, 2003; Caetano *et al.*, 2006;). Por otro lado, los estudios a nivel de comunidades fundamentalmente han sido enfocados a conocer la zonación horizontal (Veloso *et al.*, 2003; Gheschiere *et al.*, 2004) y estructura comunitaria (Dexter, 1992; Nacorda y Yap, 1997; Rodriguez *et al.*, 2001; Defeo y Rueda, 2002; Soares y Soares, 2006).

Solo tres investigaciones se han reportado para localidades mexicanas, dos para las playas del estado de Veracruz (Méndez *et al.*, 1985; Pacheco, 2010) y una para la Bahía de la Paz, Baja California Sur (Angeloni, 2003).

3 JUSTIFICACIÓN

La morfodinámica de las playas influye sobre los macroinvertebrados intermareales, por lo que es importante conocer la relación entre las condiciones físicas como lo son el oleaje, la compactación, la composición granulométrica y las pendientes con las variaciones de la composición, abundancia y distribución de las especies, siendo importante el conocimiento de la ecología de la fauna de playas arenosas y puesto que es un campo poco explorado habiendo sólo dos registros para playas de Veracruz, el presente estudio será una contribución a este campo de conocimiento.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la estructura cualitativa y cuantitativa de las comunidades macrobentónicas de cuatro playas arenosas de la región centro del estado de Veracruz y al mismo tiempo relacionar estos parámetros con los tipos morfodinámicos presentes.

4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Elaborar el inventario faunístico para cada localidad.
- b) Determinar la relación de los parámetros fisicoquímicos con la densidad, la riqueza de especies y la diversidad en cada localidad.
- c) Determinar la zonación de los organismos registrados para cada localidad.
- d) Comparar los sitios estudiados en función de la composición de especies, características fisicoquímicas y tipo de zonación que se encontró.

5 HIPÓTESIS

De acuerdo a las características de las localidades a ser estudiadas se presentarán diferencias en cuanto a la composición biológica, la abundancia y la distribución de las especies, siendo influenciadas por las variaciones físicas como el oleaje, la composición granulométrica y las pendientes de las playas.

6 MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico y datos de los parámetros de las playas fueron proporcionados por el proyecto de investigación PAPCA: COMUNIDADES SUPRABENTÓNICAS DE PLAYAS ARENOSAS DEL CENTRO-NORTE DE VERACRUZ: ESTRUCTURA ESPACIAL Y RELACIONES FISICOQUÍMICAS, del Laboratorio de Ecología, FES-Iztacala.

Se recolectaron muestras diurnas en cuatro playas (Fig. 1) de la zona centro-norte del estado de Veracruz: CHALCHIHUECAN ($19^{\circ} 22' N$, $96^{\circ} 22' O$), MUÑECOS ($19^{\circ} 30' N$, $96^{\circ} 37' O$), CHACHALACAS ($19^{\circ} 24' N$, $96^{\circ} 18' O$) y PALMA SOLA ($19^{\circ} 45' N$, $96^{\circ} 49' O$), fueron visitadas mensualmente de mayo 2008 a marzo de 2009.



Fig. 1. Localización de los sitios de muestreo.

6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO

En cada playa se establecieron tres transectos, ubicados desde el límite inferior de la zona de salpicado de las olas hasta 10 m por arriba de la línea de la marea más alta; se tomaron muestras de sedimento en los primeros cinco metros con un nucleador de PVC de 16 cm de diámetro a una profundidad de 20 cm para el análisis textural y se estimó la pendiente intermareal tomando en cuenta la diferencia de alturas (Emery y Hülsemann, 1961). *In situ* fueron registrados los siguientes parámetros: temperatura y grado de compactación en el sustrato; la altura y el período de la ola –el tamaño medio del grano que fue determinado en el laboratorio– para conocer el carácter disipativo–reflectivo de las playas de acuerdo al parámetro de Dean (Short y Wright, 1983).

6.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

Para el análisis granulométrico las muestras de arena fueron secadas a temperatura ambiente y cernidas en una serie de tamices de acuerdo a la escala de Wentworth (1922): 10, 35 60, 100, 150, 200 y 250 μm ; el tamaño del grano se expresó en mm; posteriormente se calculó la velocidad de depositación, de acuerdo a Gibbs *et al.* (1971). Se calculó para cada playa y en cada mes el parámetro adimensional de Dean Ω (Short y Wright, 1983), este parámetro es una medida del estado morfodinámico:

$$\Omega = H_b / W_s T$$

Donde:

H_b = altura de la rompiente de la ola en cm,

W_s = velocidad de depositación de la arena en cm/s (se obtuvo indirectamente a partir del tamaño medio de partícula y utilizando las tablas de velocidad de sedimentación de Gibbs *et al.*, 1971)

T = período de la ola en segundos.

Para la clasificación de pendientes se basó en lo señalado en el manual de levantamiento de suelos (USDA). Teniendo como parámetros la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de pendiente de playas expresada en grados.

GRADOS (°)	CLASIFICACION
0-2	Plana o casi plana.
2-4	Suavemente inclinada.
4-8	Inclinada.

6.3 MUESTREO DE LA MEIOFAUNA

Las muestras de organismos fueron tomadas de la misma manera que las muestras de sedimento; los núcleos de sedimento fueron cernidos en un tamiz de 5 mm, los especímenes retenidos fueron fijados con etanol al 70%.

Las actividades de esta tesis consistieron en:

Los organismos se separaron y contaron. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel máximo permisible utilizando los criterios de Smith (1964), Abbott (1974), Smith (1977), Williams (1984), Kensley y Schotte (1989), Brusca *et al.* (1995) y García-

Cubas y Reguero (2004, 2007). Finalmente se calcularon las densidades de las especies, expresadas como org/m².

El análisis e interpretación de los datos, tanto biológicos como fisicoquímicos, se llevo a cabo de la siguiente manera.

6.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los datos biológicos se calcularon la riqueza de especies (S), la densidad (org/m²) y la diversidad de la comunidad infaunal (Shannon y Wiener = H' bits/org) de las especies más abundantes; con respecto a las variables físicas se calculó, el tamaño de grano promedio, la pendiente de la zona mesolitoral, el período de la ola y el parámetro Ω .

Se empleó la prueba de Kruskal–Wallis para examinar las diferencias en el tamaño medio de grano y la densidad de la macrofauna entre playas. Todos los cálculos de las pruebas estadísticas fueron realizados con el software Number Cruncher Statistical System (NCSS, 2007).

Se utilizó un análisis gráfico para clasificar los taxa registrados en un criterio temporal. Esta clasificación se realizó utilizando la relación del porcentaje de frecuencia (por mes y por playa) y la densidad transformada [$\log(\text{densidad} + 1)$]. Se establecieron dos ejes con los valores de la mediana de las dos variables para diferenciar cuatro cuadrantes, los criterios de clasificación fueron determinados por la posición de los taxa en cada cuadrante; p. ej., el cuadrante superior derecho representa los taxa dominantes. La relación de los taxa dominantes se comparó directamente con las variables ambientales por medio de un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) y el uso del biplot resultante de la

ordenación directa. Este mismo análisis fue utilizado Para encontrar relaciones entre variables ambientales y las diversidades entre las playas a lo largo de todo el estudio por medio de un diagrama de ordenación.

Las especies más cercanas a un determinado eje (parámetro; p. ej. temperatura) son las que están más influenciadas por dicha variable, por otro lado, aquellas especies que se hallan al contrario de los vectores no tienen relación con ellos; es decir, estadísticamente no son afectadas su distribución y/o abundancia. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron la temperatura, la compactación de arena, la pendiente de la playa, la altura y el periodo de la ola. Simultáneamente, se aplicó la prueba de permutación de Monte Carlo para obtener la significancia de los ejes de ordenación. Este análisis se realizó utilizando el software CANOCO v 4.5 (ter Braak y Šmilauer, 2002).

Todos los datos fueron organizados y procesados de acuerdo a las temporadas climáticas reconocidas para el Golfo de México (Rocha *et al.*, 2007) para denotar la diferencia entre estas. La época de secas (entre marzo–mayo), la época de lluvias donde ocasionalmente se presentan ciclones y tormentas tropicales (entre junio–septiembre) y la época de nortes o tormentas de invierno (entre octubre y febrero).

Se realizaron dos análisis de ordenación indirecta MDS (escalamiento multidimensional no métrico) con los valores de los parámetros ambientales y de las abundancias de las especies de las temporadas climáticas de todas las playas, en los que utilizó la simbología de la Tabla 2.

Tabla 2. Simbología de la ordenación de playas en el análisis de MDS.

PLAYA	SECAS	LLUVIAS	NORTES
MUÑECOS	SM	LLM	NM
PALMA SOLA	SPS	LLPS	NPS
CHACHALACAS	SCHAC	LLCHAC	NCHAC
CHALCHIHUECAN	SCHAL	LLCHAL	NCHAL

7 RESULTADOS

7.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA

Las playas Chalchihuecan, Chachalacas y Palma Sola presentaron poca variación en la proporción textural de arenas, registraron predominantemente arenas medianas y para el caso de playa Muñecos registró arenas gruesas (Fig. 2), siendo esta característica la responsable de los valores registrados de compactación, que presentó un valor menor en playa Chalchihuecan (0.00002 kg/cm^2) y el mayor en playa Muñecos (0.018 kg/cm^2) para la época de nortes en ambos casos (Fig.3). En general el tamaño medio de grano de las playas no presentó diferencias significativas entre las tres épocas climáticas (Kruskal-Wallis, $z < 1.96$) (Fig.4).

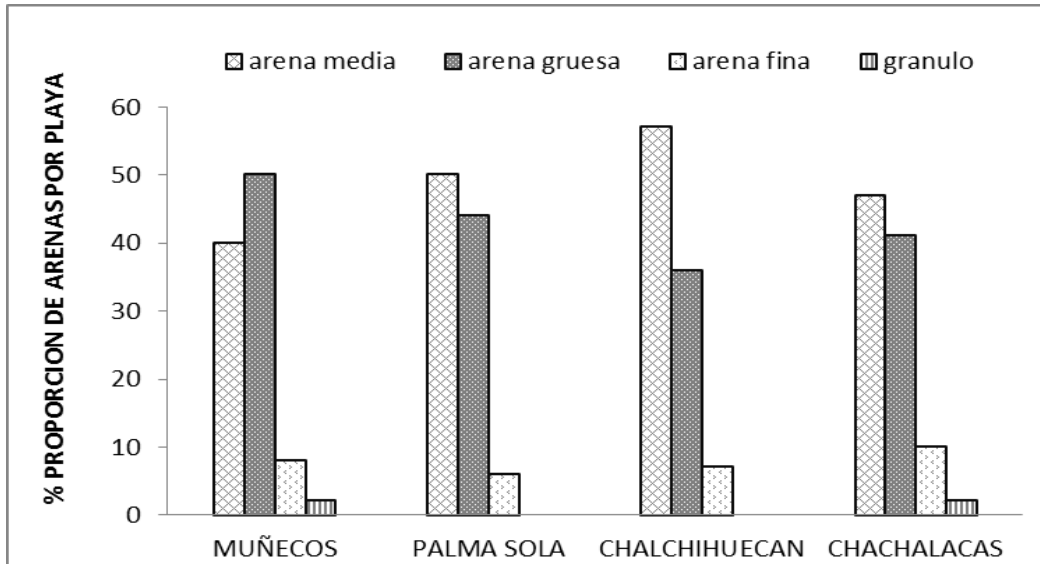


Fig. 2. Proporciones de textura de arenas en las cuatro playas.

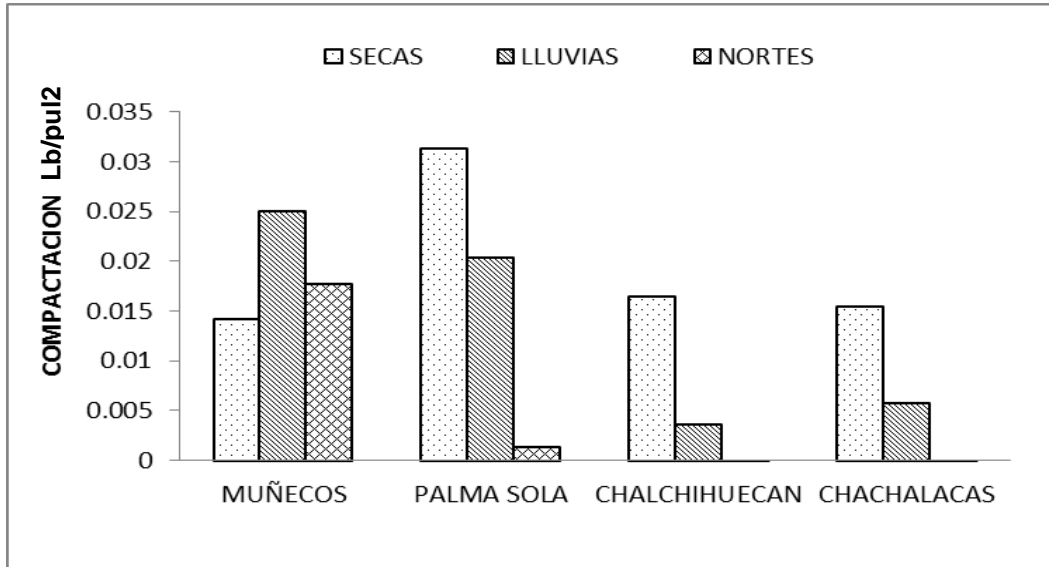


Fig. 3. Valores de compactación de arena por playa por temporada climatica.

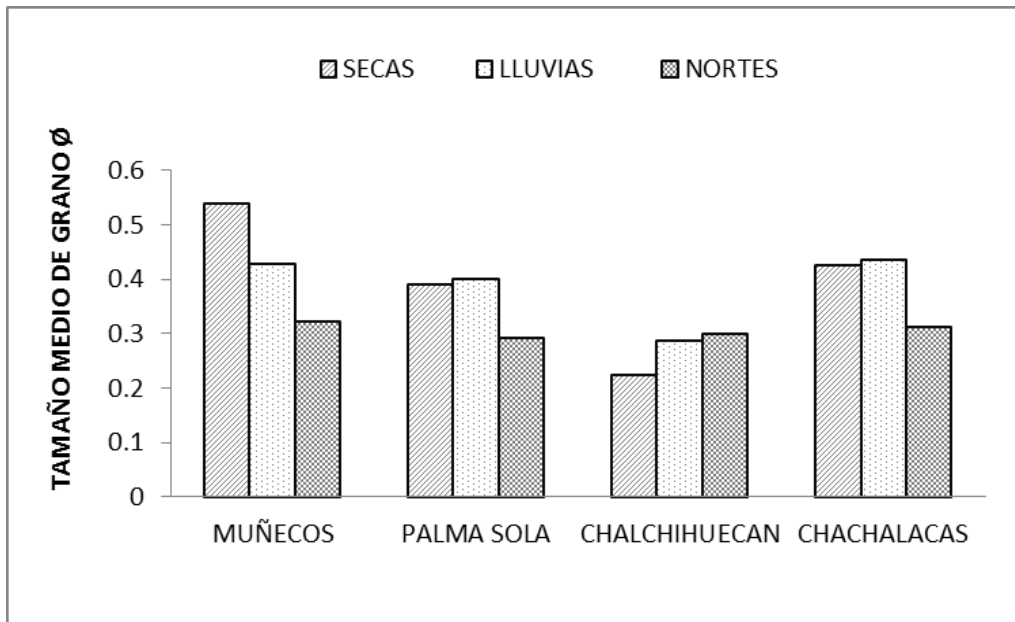


Fig. 4. Representación gráfica de la comparación del tamaño medio de grano para las cuatro playas por temporada climatica.

La pendiente con un valor mayor se registró en playa Muñecos en época de secas, (3.6°) y el menor en playa Palma Sola en época de nortes (1.9 °), ambas playas con una pendiente débilmente inclinada (Fig. 5).

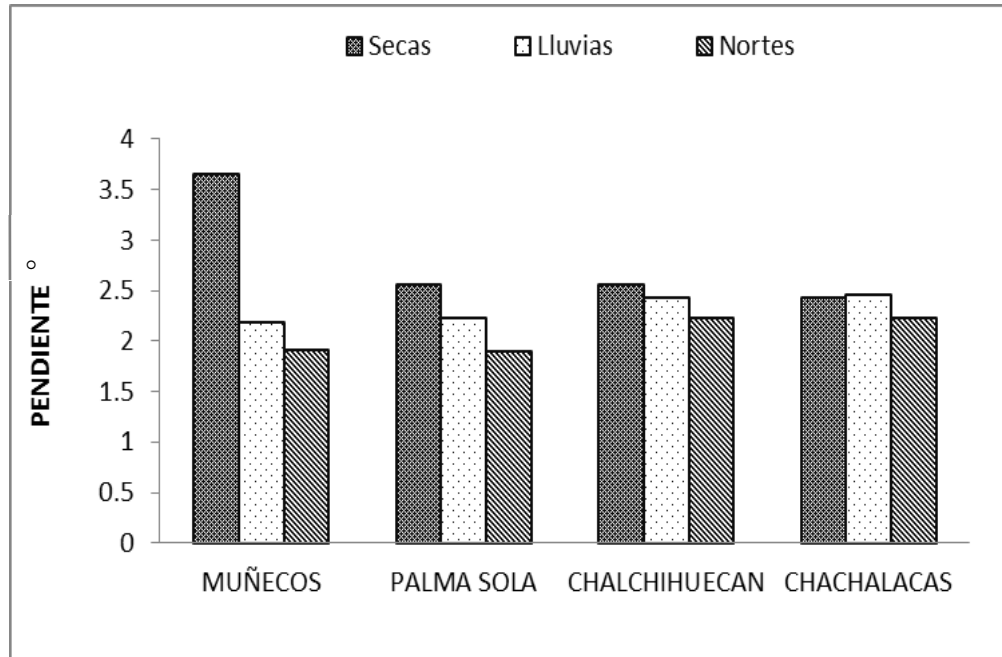


Fig. 5. Variación de la pendiente de la zona mesolitoral de las cuatro playas por temporada climática.

Los resultados obtenidos del parámetro de Dean demostraron que la morfodinámica de las cuatro playas es disipativas a intermedia con un valores de $\Omega = 2.271 - 4.817$, compuestas principalmente por arenas finas. El valor mayor reportado fue en playa Muñecos en época de nortes ($\Omega = 9.848$) (Fig.6).

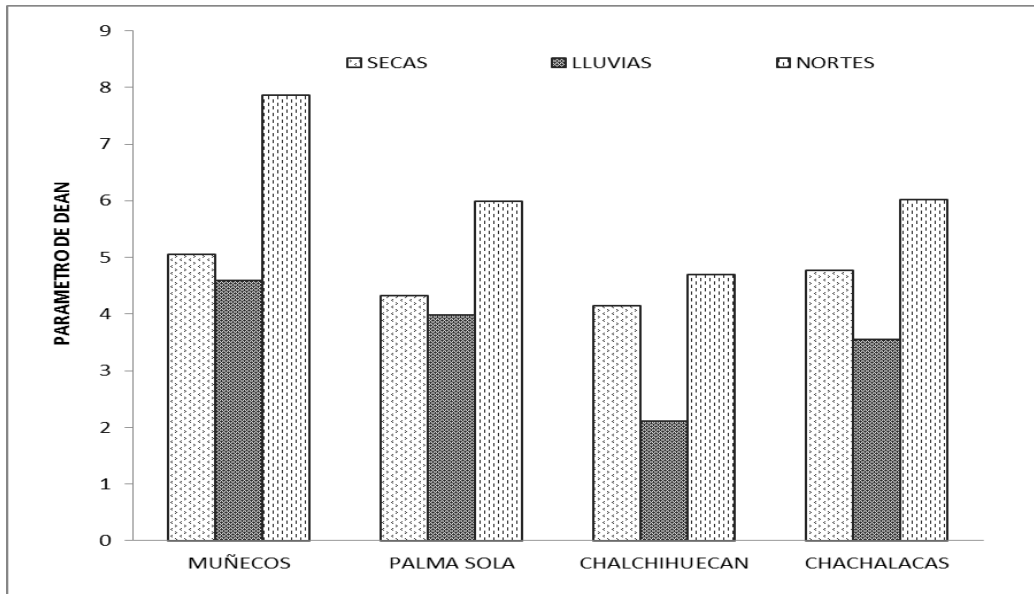


Fig. 6. Variación del estado morfodinámico de las cuatro playas en las épocas climáticas (parámetro de Dean).

En el análisis de ordenación indirecta se reportó un valor de estrés de 0.01 (que es un buen valor de ordenación) siguiendo un patrón, observamos que las cuatro playas están divididas en un grupo de secas, uno de nortes y lluvias, y una excepción para playa Palma Sola presentando irregularidades en el patrón (Fig. 7), referente a la época de nortes, nos lleva a analizar los valores de pendiente, presentando el menor número registrado, (1.897 °) comparando con el valor mas alto obtenido, (3.649 °), esto en playa muñecos en época de secas, en cuanto al grado de compactación en esta época presentó valores bajos (0.001 kg/cm²) aun que no el más bajo (0.00002 kg/cm²) que se observó en playa Chalchihuecan en época de nortes.

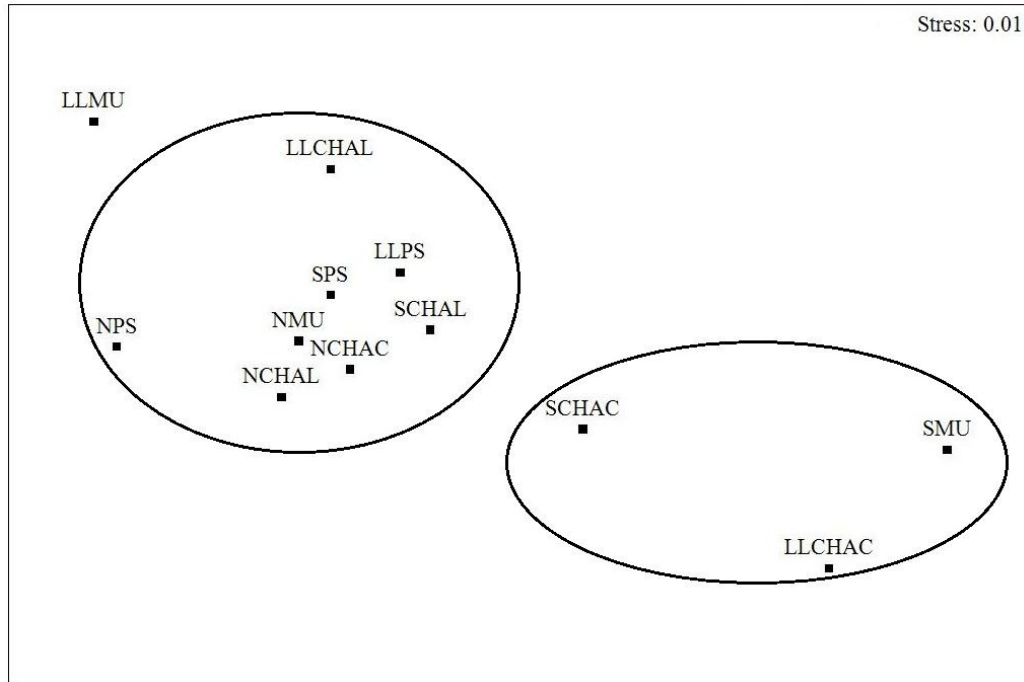


Fig. 7. Diagrama de ordenación indirecta MDS de los parámetros ambientales por playa para cada temporada climática (ver acrónimos Tabla 2).

7.2 CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA

La mayor proporción de la riqueza de especies correspondió a los crustáceos, que son los mejor representados con 10 especies y los anélidos con nueve especies (Tabla 3). Los valores mayores de riqueza se registraron en la época de nortes y la menor en secas en tres de las cuatro playas (Fig. 8); playa Muñecos contrastó notablemente con menor variación de la riqueza de especies en todas las temporadas climáticas (9-11 especies). Las especies dominantes son *Scolecopsis bonnieri* (Mesnil, 1896), en el caso de playa Muñecos, *Dispio* sp. en Chalchihuecan., *Atilus* sp. en playa Chachalacas y *Ancinus jarocho* Rocha-Ramírez, Chávez-López y Peláez-Rodríguez, 2010, en playa Muñecos y para el caso de las especies

dominantes para las cuatro playas se registraron a *Pisionidens indica* (Aiyar y Alikunhi, 1940), *Magelona riojai* Jones, 1963, *M. johnstoni* Fiege, Lichery y Mackie, 2000, *S. squamata* (Mueller, 1789), *Americanuphis* sp., *Terebra (H.) cinerea* (Born, 1778), *Emerita benedicti* Schmitt, 1935, *Lepidopa websteri* Benedict, 1903, *Haustorius arenarius* (Slabber, 1767) y *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912.

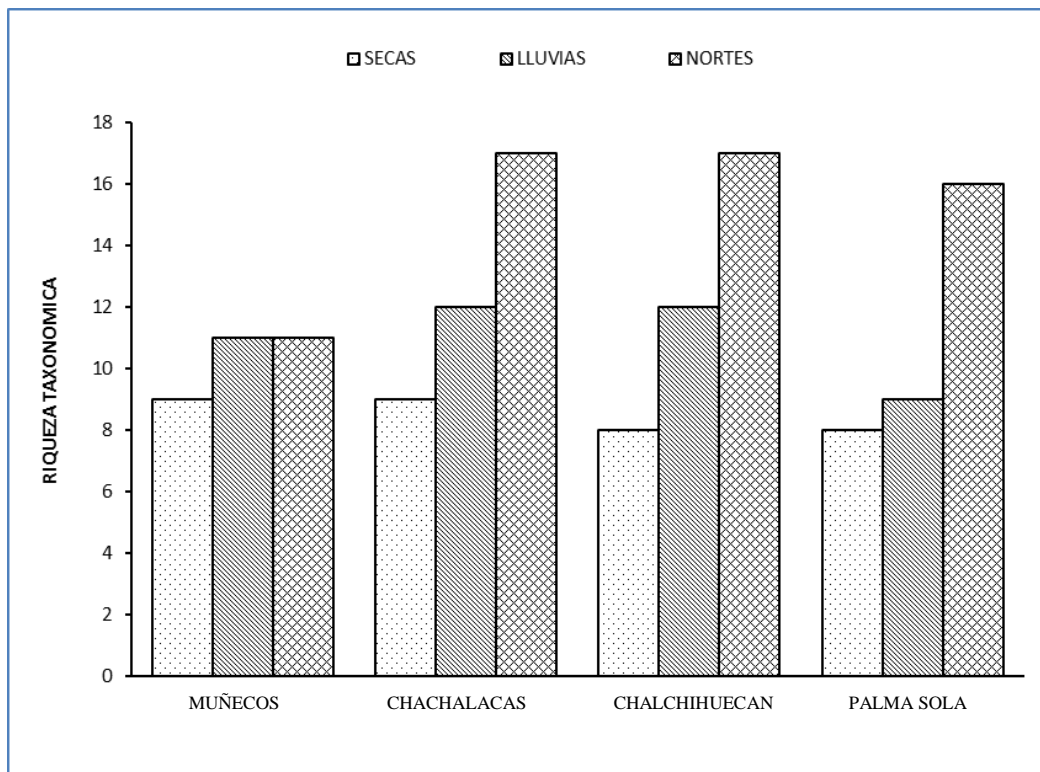


Fig. 8. Representación gráfica de la riqueza de especies registrada para cada playa por temporada climática.

Tabla 3. Listado de especies en cuatro playas arenosas del centro de Veracruz. MUÑ = Playa Muñecos, PS = Playa Palma Sola, CHAL = Playa Chalchiuecan, CHAC = Playa Chachalacas.

CLASE Y ORDEN	GÉNERO Y/O ESPECIE	MUÑ	PS	CHAL	CHAC
NEMATODA	Nematoda	X		X	X
POLYCHAETA					
PHYLLODOCIDA	<i>Pisionidens indica</i> (Aiyar y Alikunhi, 1940)	X	X	X	X
SPIONIDA	<i>Magelona riojai</i> Jones, 1963	X	X	X	X
	<i>M. johnstoni</i> Fiege, Lichery y Mackie, 2000	X	X	X	X
	<i>Scolelepis squamata</i> (Mueller, 1806)	X	X	X	X
	<i>S. bonnierii</i> (Mesnil, 1896)	X			
	<i>Dispia</i> sp.			X	
	<i>Sigalion mathildae</i> Audouin y Milne Edwards, 1830		X	X	X
	<i>Lumbrineris</i> sp.		X		X
	<i>Americonuphis</i> sp	X	X	X	X
BIVALVIA					
VENEROIDA	<i>Donax texasianus</i> Philippi, 1847		X	X	X
	<i>D. variabilis</i> Say, 1822		X	X	X
GASTROPODA	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)			X	X
	<i>Terebra (H.) cinerea</i> (Born, 1778)	X	X	X	X

CRUSTACEA					
DECAPODA	<i>Ocypode quadrata</i> (Fabricius, 1787)	X		X	
	<i>Emerita benedicti</i> Schmitt, 1935	X	X	X	X
	<i>Lepidopa websteri</i> Benedict, 1903	X	X	X	X
	<i>Leptochela serratorbita</i> Bate, 1888	X		X	X
AMPHIPODA	<i>Haustorius arenarius</i> (Slabber, 1767)	X	X	X	X
	<i>Atylus</i> sp.				X
ISOPODA	<i>Ancinus jarocho</i> Rocha-Ramírez, Chávez-López y Peláez-Rodríguez, 2010	X			
	<i>Excirolana braziliensis</i> Richardson, 1912	X	X	X	X
MYSIDACEA	<i>Bowmaniella dissimilis</i> (Coifmann, 1937)	X		X	

Las densidades registradas presentan fluctuaciones con respecto a las temporadas climáticas encontradas en el periodo de muestreo (Fig. 9), en el caso de playa Palma Sola y playa Chalchihuecan presentaron el valor mayor en época de nortes (25 743 y 14 420 org/m², respectivamente) y el valor menor en época de lluvias (3 218 y 4 400 org/m²) para el caso de Palma Sola es la playa que obtuvo el valor mas alto para las cuatro playas, en el caso de paya Chachalacas presentó el valor mayor en época de nortes (15 580 org/m²), el valor menor se registró en época de secas (2 485 org/m²) y por ultimo playa Muñecos el valor mayor se registró en época de lluvias (8 676 org/m²) y el valor menor en época de secas (3 849 org/m²). Chachalacas fue la única playa que presentó diferencias significativas en la densidad total con respecto a la de las playas Muñecos y Palma Sola (Kruskal-Wallis, $z > 1.96$).

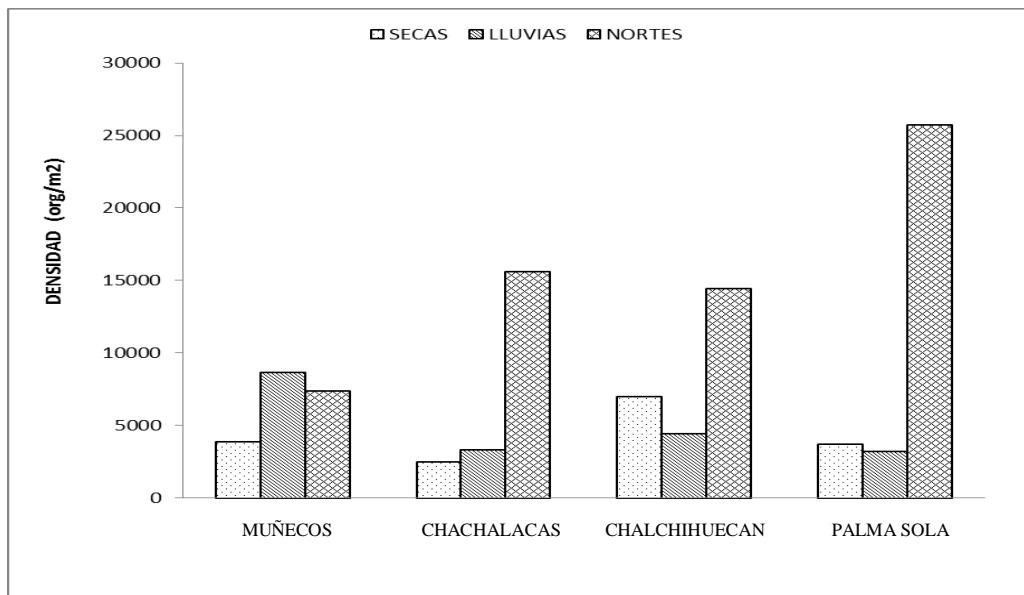


Fig. 9. Representación grafica de la diferencia de densidades encontradas para cada playa por temporada climática.

Los valores de diversidad por temporada climática fueron oscilantes en las cuatro playas: para el caso de playa Muñecos presentó el valor mayor en la temporada de nortes (2.07 bits/org) y el menor en lluvias (1.08 bits/org), Chachalacas presentó el valor mayor en secas (2.71 bits/org) y el menor en nortes (1.69 bits/org), en el caso de Chalchihuecan presentó el valor mas alto en nortes (2.61 bits/org) y el menor en secas (2.10 bits/org) y por ultimo en Palma Sola el valor mayor se presentó en lluvias (2.34 bits/org) y el menor en secas (1.0 bits/org). En general, en todas las playas se observaron fluctuaciones más o menos amplias; sin embargo, la mayoría de los meses presentaron valores de diversidad mayores a un bits/org (Fig. 10).

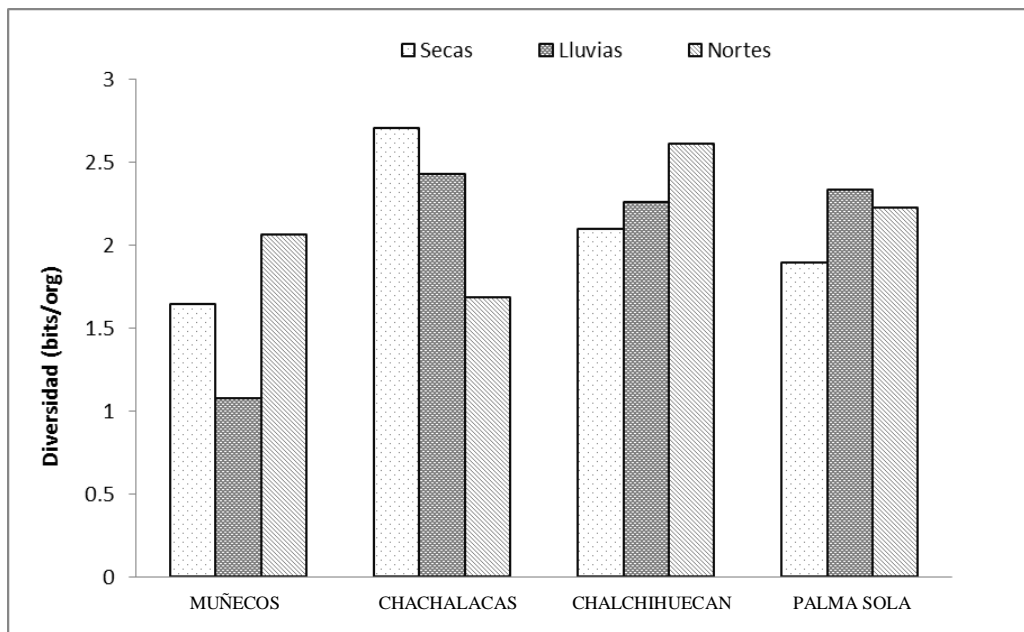


Fig. 10. Valores de diversidad entre las cuatro playas comparadas por temporada climática.

Magelona johnstoni, *E. braziliensis* y *E. benedicti* se encuentran distribuidos a lo largo de la zona mesolitoral de las cuatro playas muestreadas y *E. Benedicti* registró mayores densidades en playa Palma Sola. *Scolelepis squamata*, *D. variabilis* y *T. (H.) cinerea* estuvieron ausentes en playa Muñecos y para el caso de las tres playas restantes presentaron una distribución homogénea a lo largo de la zona mesolitoral; *Haustorius arenarius* y *L. websteri* estuvieron distribuidas a lo largo de la zona mesolitoral en playa Chachalacas y Palma Sola. Cabe mencionar que *H. arenarius* fue abundante en playa Palma Sola. *Donax texasianus* y *P. indica* son poco abundantes, pero se distribuyen uniformemente el la zona mesolitoral de la playa Chalchihuecan. *Magelona riojai* presentó una distribución homogénea en playa Chalchihuecan y Palma Sola. En el caso de *H. arenarius* sólo se encontró distribuido en playa Muñecos (Fig. 11 y Tabla 4).

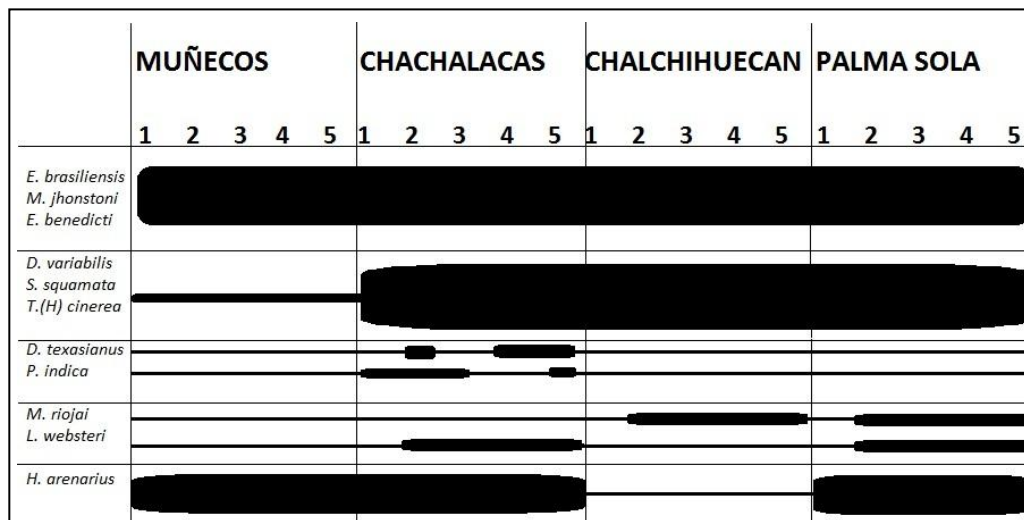


Fig. 11. Representa la distribución, abundancia (■) y ausencia (→) de los organismos a lo largo de los transectos, por playa estudiada.

Tabla 4. Zonación de las especies dominantes en la zona mesolitoral de las cuatro playas muestreadas.

Distancia del mar (m)	Muñecos					Chachalacas					Chalchihuecan					Palma Sola				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Excirrolana braziliensis</i>	--	xx	x	xx	xx	x	x	x	x	x	--	--	x	xx	xxx	x	x	x	x	xx
<i>Donax variabilis</i>	--	--	--	--	--	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	--
<i>Donax texasianus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x	--	x	x	--	--	--	--	--
<i>Magelona riojai</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x	x	x	x	--	x	x	--	x
<i>Pisionidens indica</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	x	x	x	--	x	--	--	--	--	--
<i>Lepidopa websteri</i>	--	--	--	--	--	--	x	x	x	x	--	--	--	--	--	--	x	x	x	--
<i>Scolelepis squamata</i>	--	--	--	--	--	x	x	x	x	x	x	xx	xx	xx	xx	x	x	x	xx	x
<i>Terebra (H.) cinérea</i>	--	--	--	--	--	--	x	x	x	--	x	x	x	x	x	x	xx	xx	xx	x
<i>Haustorius arenarius</i>	x	--	x	x	x	x	x	x	x	x	--	--	--	--	--	x	xx	xx	xx	xx
<i>Magelona johnstoni</i>	xx	xx	xx	xx	xxx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx
<i>Emerita benedicti</i>	x	x	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

-- = Ausencia, X = poco abundante < 500, XX = abundante 500-3000, XXX = muy abundante > 3000 org/m².

Hablando de la caracterización biológica, observamos el mismo patrón que en el caso de los parámetros ambientales, se presentaron dos grupos generales, uno para época de secas, otro para lluvias y nortes (Fig. 12), observando una excepción para playa Muñecos en época de lluvias, que presentó los valores de diversidad menores (1.08 bits/org), también podemos mencionar que playa Chachalacas presentó el valor mayor (2.71 bits/org).

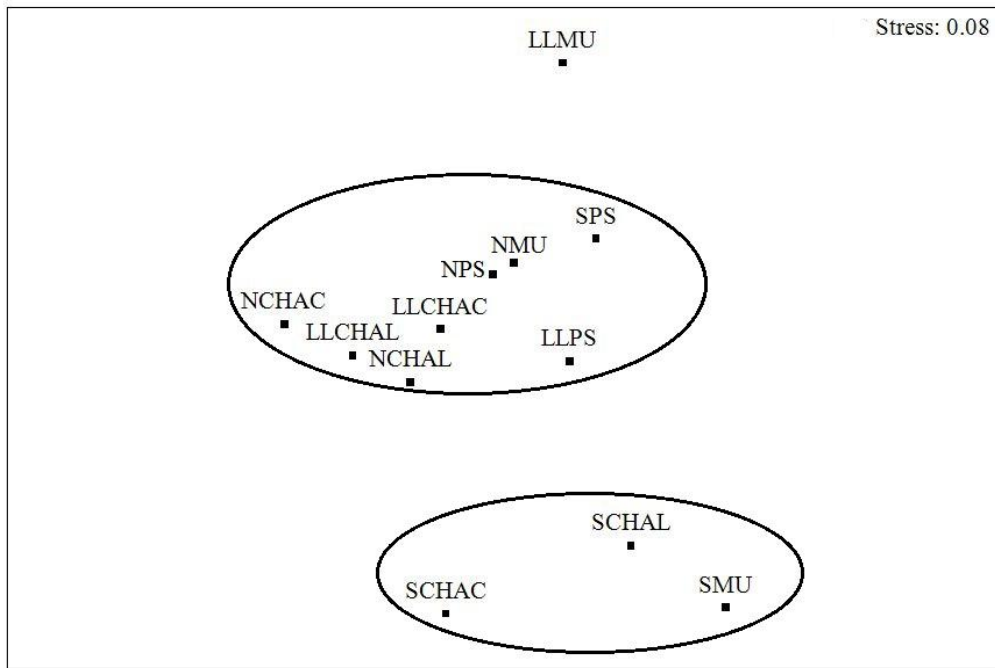


Fig. 12. MDS del análisis de ordenación indirecta de la clasificación por playa con relación a los parámetros biológicos determinados para cada temporada climática (ver acrónimos Tabla 2).

Las relaciones entre las variables ambientales y las especies demostrados por el Análisis de Correspondencia Canónica indicaron que cinco variables ambientales están relacionadas directamente con la variación de la densidad de los taxa. Los dos primeros ejes del ACC explicaron el 83.4% de la relación ambiente-especies (Tabla 5). En este estudio, sólo la compactación está relacionada negativamente con la riqueza taxonómica ($p= 0.03$).

Las diferencias de los estados morfodinámicos no son significativas, por lo que la densidad varía más entre meses que entre playas. Esto sugiere, que la variación de la abundancia de las poblaciones puede ser el resultado de la interacción de otros factores, tales como: alimento, reclutamiento, depredación y competencia. La correlación positiva de las variables ambientales con los taxa fue muy marcada para *H. arenarius* y *S. squamata* con la compactación; *E. braziliensis* con la temperatura; *E. benedicti* con el tamaño del grano; *T. (H) cinerea* y *D. variabilis* con la pendiente y el parámetro de Dean. Por otra parte, *M. riojai*, *D. texasianus*, *Excirolana* sp., *Lepidopa websteri* y *Americanuphis* sp. no mostraron relación directa con alguna de las variables ambientales (Fig. 13).

Tabla 5. Resultados del ACC para los cuatro primeros ejes de ordenación.

Ejes	1	2	3	4	Total de inercia
Eigenvalores:	0.182	0.073	0.020	0.015	1.660
Correlaciones ambiente-especies:	0.651	0.450	0.374	0.392	
Porcentaje de varianza acumulada:					
datos de especies:	10.9	15.3	16.6	17.5	
relación de ambiente-especies:	59.4	83.4	89.9	94.9	
Suma de todos los eigenvalores					1.660
Suma de todos los eigenvalores canónicos					0.306

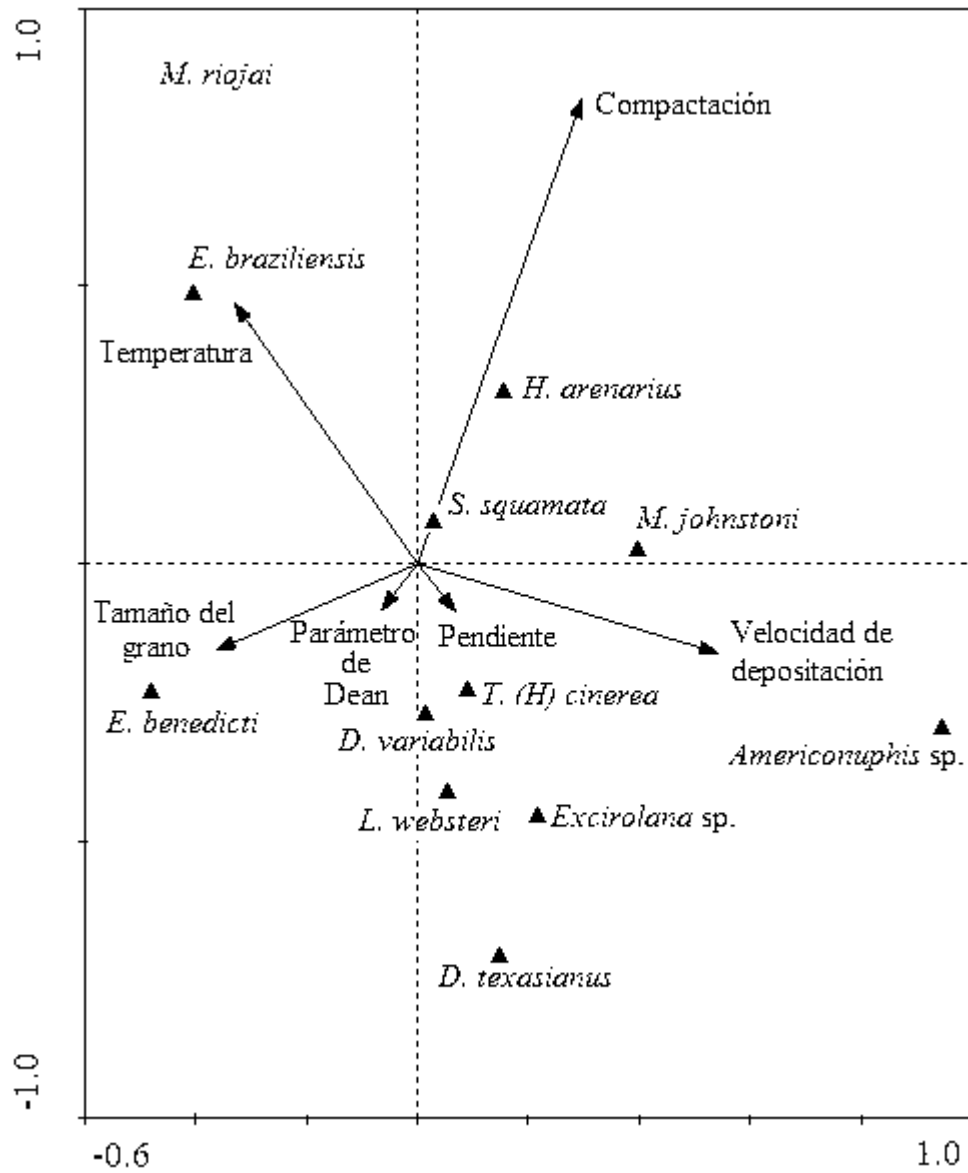


Fig. 13. Biplot del ACC de las variables ambientales y los taxa dominantes de la macrofauna de playas arenosas.

8 DISCUSIÓN

A lo largo de este estudio se logró caracterizar playas con arenas medianas y gruesas siendo esta última característica para el caso de playa Muñecos, esta variable es la responsable de los valores de compactación, presentando el valor menor en playa Chalchihuecan y el mayor en playa Muñecos. Los resultados obtenidos en el parámetro de Dean, demostraron que nuestras playas son de intermedias a disipativas, dinámica reflejada en correlación positiva la densidad y la distribución faunística, sustentando lo reportado por Dexter (1992), Méndez *et al.* (1985) y Soares y Soares (2006). Los parámetros ambientales presentaron cambios con respecto a las tres temporadas climáticas estudiadas, estas pueden provocar alteraciones en las condiciones físicas de las playas en unas cuantas horas (Barros *et al.*, 2001).

Se encontró relación positiva en cuanto a los valores de riqueza de especies, diversidad y densidad con respecto a las temporadas climáticas, teniendo valores menores en época de secas y mayores en época de nortes reforzando lo mencionado por Barros *et al.*, 2001.

La macrofauna intermareal de las playas estudiadas está compuesta principalmente por 11 especies de poliquetos (44%), nueve de crustáceos (36%) y cuatro de moluscos (16%). Los primeros tres han sido reportados como los más abundantes en playas de todo el mundo (Pichon, 1967; Dexter, 1969 y McLachlan 1983; en Rodríguez *et al.*, 2001).

Dexter (1992), en un estudio retrospectivo acerca de la influencia morfodinámica en la estructura de la comunidad, obtuvo un promedio general para playas tropicales de 16.3

especies (± 2) y una H' de 1.6 (± 0.2) bits/org. El presente estudio muestra para las playas de Veracruz un total de 22 especies y diversidades con valores entre $H'=1.0 - 2.71$ bits/org. Defeo y McLahan (2005); así como Méndez *et al.* (1985) reportaron que los gradientes de riqueza de especies se incrementan de playas templadas hacia las tropicales, contrario a lo esperado por Dexter (1992) quién estimó valores mayores de riqueza de especies en playas templadas-frías. Méndez *et al.* (1985) reportaron que la mayoría de las especies están relacionadas con tipo de sustrato, encontrando el valor mayor de riqueza de especies está asociado a arenas finas, como es el caso de Palma Sola y Chachalacas. El número de especies de macroinvertebrados intermareales encontrados en cada playa es muy variable, incluso para un mismo país Santos y Pires-Vanin (2004, en Ubatuba Bay, Brasil con 205 especies, Das Neves *et al.* (2008) en Cassino, Brasil con 17 especies en promedio y Veloso *et al.* (2003) en Rio de Janeiro, Brasil con 17 especies, por citar algunos.

En lo referente a las variaciones de la densidad, las cuales presentan valores mayores en la temporada de junio a octubre, pueden ser explicadas precisamente por la temporada de lluvias. Al removerse el sedimento adyacente, se provee a las especies filtradoras de mayor cantidad de alimentos tales como *M. johnstoni*, *E. talpoida* y *S. squamata* las que incrementaron considerablemente su número debido a sus hábitos alimenticios (Cubit, 1969; Pardo y Amaral, 2004). Méndez *et al.* (1985) observaron que en playas de Veracruz, especies como *D. texasianus*, *D. variabilis*, *E. talpoida*, *L. benedicti*, entre otras, aumentaron su abundancia, esto probablemente debido a la gran cantidad de materia orgánica presente en el agua. Misma situación reportaron Santos y Pires-Vanin (2004) para la Bahía de Ubatuba, Brasil, donde la dinámica del agua tiene gran influencia sobre la disponibilidad de materia orgánica para algunas especies.

De acuerdo con algunos estudios realizados la dominancia y frecuencia de los crustáceos y poliquetos presentan valores altos, siendo los crustáceos (isópodos y anfípodos) de los mas abundantes y diversos que hay en estos sistemas acuáticos (Rodil *et al.*, 2006).

Por otro lado, la densidad de taxones dominantes como *H. arenarius*, *D. variabilis*, *E. benedicti*, *M. jhonstoni* y *P. indica*, varia entre las cuatro playas y los cinco transectos de estas, esto probablemente se debe a las características granulométricas del sustrato ya que la capacidad de excavación es afectada por el tamaño del grano, por lo que la distribución de estos taxa varia entre playa y playa (Covazzi *et al.*, 2007).

En el caso de *D. variabilis* y *H. arenarius* mostraron preferencia por las playas con arena media, lo que permite que los organismos tengan mayor capacidad de mover el sedimento y eviten la desecación (Méndez *et al.*, 1985). En el caso de playa Chalchihuecan presenta ausencia de *H. arenarius* ya que es disipativa con arenas medias pero presento los valores mas bajos, a lo que se le atribuye una mayor compactación, lo que se convierte en un problema para esta especie.

En el caso de *E. braziliensis* es una especie que se encuentra en grandes variantes de sustratos ya que es una especie con una alta capacidad de adaptación (Cardoso y Defeo, 2005) esta se ha dado a lo largo de su historia, presentando amplia abundancia, densidad y distribución en las cuatro playas trabajadas.

En Chachalacas en diciembre se realizó un dragado a la desembocadura del río del mismo nombre, que se encuentra muy cercana a la zona de muestreo, lo que probablemente causó el arrastre de nutrientes desde la boca del río y debido a la actividad de oleaje, estos

nutrientes probablemente se dispersaron a lo largo de la zona costera, proporcionando mayor cantidad de materia orgánica para las especies filtradoras principalmente.

Muchos autores concuerdan en que el estado morfodinámico de la playa influye en la estructura de la comunidad, reconociendo que existe un incremento en la riqueza y abundancia de las especies de playas reflectivas hacia las disipativas (Defeo y McLachlan, 2005) argumentando que las disipativas son hidrodinámicamente más estables que las reflectivas, por lo que pueden soportar mayor carga de especies y por ende, incrementar la abundancia (McLachlan *et al.*, 1993 en Soares y Soares-Gomes 2006). Dexter (1992) mencionó que la riqueza de especies tiende a aumentar conforme disminuye la exposición a las olas (estado disipativo). Sin embargo, gran cantidad de especies no son afectadas directamente por alguno de los factores estudiados, Jaramillo *et al.* (2000) y Barros *et al.* (2002) propusieron que hay otros factores ambientales no físicos, que pueden modificar la estructura de la comunidad. Algunos otros autores proponen que factores como la biología de las especies (Das Neves *et al.*, 2008).

El ACC total muestra que ciertas variables ambientales tienen correlación positiva o negativa sobre las especies, como son temperatura, compactación, tamaño de grano, velocidad de depositación, pendiente y parámetro de Dean. Es preciso decir que dichos factores son los que afectan más la presencia y densidad de una especie, siendo los componentes más relacionados al estado morfodinámico de una playa (Defeo y McLahan; 2005).

9 CONCLUSIONES

Se elaboro un inventario faunístico, registrando 22 taxa como totalidad de las cuatro localidades, estas distribuidas en mayor o menos abundancia así como presencia y ausencia en cada zona de muestreo.

La comunidad de macroinvertebrados de las playas arenosas del Centro Norte de Veracruz está caracterizada por tres grupos principales: Poliquetos, Crustáceos malacostrácos y Moluscos (Gasterópodos y Bivalvos). Mientras que los crustáceos presentan mayores densidades, los poliquetos muestran mayor riqueza de especies. El grado de compactación mostró correlación positiva con *H. arenarius* y *S. squamata*, *E. braziliensis* con la temperatura, *E. benedicti* con el tamaño de grano, *Terebra (Hastula) cinerea* y *D. variabilis* con la pendiente y el parámetro de Dean. Puede considerarse como las variables ambientales que determinan la variación de la densidad de estas especies.

Las playas de la zona centro de Veracruz se caracterizan por ser de tipo disipativo e intermedio con arenas medianas y finas, con temperaturas cálidas dando condiciones adecuadas en la zona mesolitoral para la distribución de macroinvertebrados intermareales.

La estructura de la comunidad, especialmente la abundancia está determinada por diversos factores, tales como: los regímenes de precipitación, periodo de la ola, tamaño medio de grano, entre otros. Lo antes mencionado me permite aceptar la hipótesis planteada para el presente trabajo.

Dado que México cuenta con una amplia franja costera, es importante que se sigan realizando este tipo de estudios, siendo importantes para los registros ecológicos de las localidades estudiadas. El presente es solo una contribución para la Ecología de las costas del Golfo de México.

10 LITERATURA CITADA

ABBOTT, R. T. 1974. American Seashells. The Marine Molluscan of the Atlantic and Pacific Coasts of North America. Van Nostrand Reinhold Co., New York. 666p.

ANGELONI, C. P. E. 2003. Impacto del uso recreativo sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz. Tesis de Maestría en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Pesquerías y Biología Marina. La Paz, Baja California Sur, México. 90p.

BARROS, F., A. J. UNDERWOOD Y M. LINDEGARTH. 2002. A preliminary analysis of the structure of benthic assemblages of surf zones on two morphodynamic types of beach. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 82: 353–357.

BENEDET, L., C. W. FINKL Y A. H. F. KLEIN. 2004. Morphodynamic classification of beaches on the Atlantic Coast of Florida: geographical variability of beach types, beach safety and coastal hazards. *Journal of Coastal Research, Special Issue*. 39: 360–365.

BORZONE, C. A., J. R. B. SOUZA, Y A. G. SOARES. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69: 565–577.

BROWN, A. C. Y A. MCLACHLAN. 1990. Ecology of sandy shores. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Netherlands. 328p.

BRUSCA, R. C., R. WETZER Y S. C. FRANCE. 1995. Cirolanidae (Crustacea: Isopoda: Flabellifera) of the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 30: 1–96.

CAETANO, C. H. S., R. S. CARDOSO, V. G. VELOSO Y E. S. SILVA. 2006. Population Biology and Secondary Production of *Excirrolana braziliensis* (Isopoda: Cirolanidae) in Two Sandy Beaches of Southeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*. 22(4): 825–835.

CARDOSO, R. S. Y O. DEFEO. 2003. Geographical patterns in reproductive biology of the Pan-American sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Marine Biology*. 143: 573–581.

CARDOSO, R. S. Y V.G. VELOSO. 2003. Population dynamics and secondary production of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on a high-energy, subtropical beach of Brazil. *Marine Biology*. 142: 153–162.

CONTRERAS, H., E. JARAMILLO, C. DUARTE Y A. MCLACHLAN. 2003. Population abundances, growth and natural mortality of the crustacean macroinfauna at two sand beach morphodynamic types in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76: 543–561.

CUBIT, J. 1969. Behavior and physical factors causing migration and aggregation of the sand crab *Emerita analoga* (Stimpson). *Ecology*. 50(1): 118-120.

DAS NEVES, L. P., P. DE S. R DA SILVA Y C. E. BEMVENUTI. 2008. Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach southernmost Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 98(1): 36-44.

DAUVIN, J. C., A. IGLESIAS, Y J. C. LORGERE. 1994. Suprabenthic crustacean fauna of the circalittoral coarse-sand community of Roscoff (English Channel): composition, swimming activity and seasonal variation. *Journal of the Marine Biological Association*. 35: 135–155.

DEFEO, O. Y A. MCLACHLAN. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*. 295: 1–20.

DEFEO, O. Y M. RUEDA. 2002. Spatial structure, sampling design and abundance estimates in sandy beach macroinfauna: some warnings and new perspectives. *Marine Biology*. 140: 1215–1225.

DEFEO, O., J. GOMEZ Y D. LERCARI. 2001. Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: The mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine and Ecology Progress Series*. 212: 159–170.

CARDOSO, S. R. Y O. DEFEO., 2004. Biogeographic patterns in life history traits of the Pan-American Sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61:559-568.

COLPO K. D., M. L. NEGREIROS-FRANSOZO Y N. L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2003. Reproductive Output of *Uca vocator* (Herbst, 1804) (Brachyura, Ocypodidae) from Three Subtropical Mangroves in Brazil. *Crustaceana*. 76: 1-11.

COVAZZI H. A, G. ALBERTELLI, A. BONOMI, M. FABIANO, T. ZUNINI-SERTORIO. 2007. Pelagic-benthic coupling in a subtidal system of the North-Western Mediterranean. *Chemistry Ecology* 23(3):263–277.

DELGADO, E. Y O. DEFEO. 2006. A complex sexual cycle in sandy beaches: the reproductive strategy of *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Anomura). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 86: 361–368.

DEXTER, D. M. 1969. Structure of an intertidal sandy beach community in North Carolina. *Chesapeake Science*. 10: 93–98.

DEXTER, D. M. 1992. Sandy Beach Community Structure: The Role of Exposure and Latitude. *Journal of Biogeography*. 19(1): 59–66.

EMERY, K. O. Y J. HÜLSEMANN. 1961. The relationships of sediments, life and water in a marine basin. *Deep Sea Research*. 8: 165–180.

FONSECA, D. B., V. G. VELOSO Y R. S. CARDOSO. 2000. Growth, mortality, and reproduction of *Excirolana brasiliensis* (Richardson, 1912) (Isopoda, Cirolanidae) on the Prainha beach, Río de Janeiro, Brazil. *Crustaceana*. 73(5): 535–545.

GARCÍA-CUBAS, A. Y M. REGUERO. 2004. Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 168p.

GARCÍA-CUBAS, A. Y M. REGUERO. 2007. Catálogo ilustrado de moluscos bivalvos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 94p.

GHESKIERE, T., E. HOSTE, J. VANAVERBEKE, M. VINCX Y S. DEGRAER. 2004. Horizontal zonation patterns and feeding structure of marine nematode assemblages on a macrotidal, ultra-dissipative sandy beach (De Panne, Belgium). *Journal of Sea Research*. 52: 211–226.

GIBBS, R. J., M. D. MATTHEWS Y D. A. LINK. 1971. The relationship between sphere size and settling velocity. *Journal of Sediment Petrology*. 41: 7–18.

GIL, G. M. Y J. W. THOMÉ. 2004. Proporção sexual e comprimento de concha na primeira maturação sexual em *Donax hanleyanus* Philippi (Bivalvia, Donacidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21(2): 345–350.

GOMES, V. V., C. C. H. SOARES, Y C. R. SILVA. 2003. Composition, structure and zonation of intertidal macrofauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. *Scientia Marina*. 67(4): 393–402.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2000. Síntesis Geográfica del Estado de Veracruz. INEGI, Vol. 2.

JARAMILLO, E., C. DUARTE Y H. CONTRERAS. 2000. Sandy beach macroinfauna from the coast of Ancud, Isla de Chiloé, Southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 73: 771-786.

JOHNSON, P. T. 1966. Mass Mortality in a Bivalve Molluscs. *Limnology and Oceanography*. 11(3): 429–431.

JONES, A. R., C. S. WATSON-RUSSEL Y A. MURRAY. 1986. Spatial patterns in the macrobenthic communities of the Hawkesbriry estuary, New South Wales. In SANTOS, L., M. F. Y A. M. S. PIRES-VANIN. 2004. Structure and macrobenthic communities in Ubatuba Bay, Southeastern, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 52(1): 59-73.

KENSLEY, B. Y M. SCHOTTE. 1989. Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 308p.

KLAPOW, L. A. 1972. Fortnightly molting and reproductive cycles in the sand-beach isopod, *Exciorolana chiltoni*. *The Biological Bulletin*. 143: 568–591.

LAUDIEN, J., T. BREY Y W. E. ARNTZ. 2003. Population structure, growth and production of the surf clam *Donax serra* (Bivalvia, Donacidae) on two Namibian sandy beaches. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 58: 105–115.

LESSIOS, H. A., J. R. WEINBERG Y V. R. STARCZAK. 1994. Temporal Variation in Populations of the Marine Isopod *Excilorana*: How Stable are Gene Frequencies and Morphology? *Evolution*. 48(3): 549–563.

MARCANO, J. S., A. PRIETO, A. LÁREZ Y H. SALAZAR. 2004. Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné, 1758) (Bivalvia: Donacidae) en la ensenada la Guardia, isla de Margarita, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 21(3): 237–259.

MCLACHLAN, A. 1983. The ecology of sandy beaches in the Eastern Cape, South Africa. In: MCLACHLAN AND ERASMUS (Eds.), *Sandy Beaches as Ecosystems*. W. Junk, The Hague, pp. 539-546.

MCLACHLAN, A. 1996. Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. *Marine Ecology Progress Series*. 131: 205–217.

MCLACHLAN, A., E. JARAMILLO, T.E. DONN Y F. WESSELS. 1993. Sandy beach macrofauna communities and their control by physical environment: a geographical comparison. *Journal Coastal Research*. 15: 27–38.

MÉNDEZ, U. M. N., V. SOLÍS-WEISS Y A. CARRANZA-EDWARDS. 1985. La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas del estado de Veracruz, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 13(3): 45–55.

MENN, I. 2002. Beach morphology and food web structure: comparison of an eroding and an accreting sandy shore in the North Sea. *Helgoland Marine Research*. 56(3): 177–189.

MUNILLA, T. Y C. SAN VICENTE. 2005. Suprabenthic biodiversity of Catalan beaches (NW Mediterranean). *Acta Oecologica*. 27: 81–91.

NACORDA, E. H. M. Y H. T. YAP. 1997. Structure and temporal dynamics of macroinfaunal communities of a sandy reef flat in the northwestern Philippines. *Hydrobiologia*. 353: 91–106.

PACHECO, R. S. 2010. Patrones de distribución de la macroinfauna en cuatro playas arenosas del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala. México. 41p.

PARDO, E. V. Y A. C. Z. AMARAL. 2004. Feeding behavior of *Scolecopsis* sp. (Polychaeta: Spionidae). *Brazilian Journal of Oceanography*. 52(1): 75-79.

PICHON, M. 1967. Contribution à l'étude des peuplements de la zone intertidale sur sables fins et sables vaseaux non fixés dans la region de Tuléar. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, Suppl. 7*: 57-100.

RAFAELLI, D. Y HAWKINS. 1996. Intertidal Ecology. Chapman & Hall. London. 356p.

RAFAELLI, D., I. KARAKASSIS Y A. GALLOWAY. 1991. Zonation schemes on sandy shores: a multivariate approach. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 148: 241–253.

RIASCOS, J. M. Y H. J. URBAN. 2002. Dinámica poblacional de *Donax detifer* (Veneroidea: Donacidae) en Bahía Malaga, Pacífico colombiano durante el fenómeno “El Niño” 1997-1998. *Revista de Biología Tropical*. 50(3–4): 1113–1123.

RODIL, I.F., M. LASTRA Y A. G. SÁNCHEZ-MATA. 2006. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in intermediate sandy beaches in temperate latitudes: North coast of Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Scienc.* 67:267-279.

RODRÍGUEZ, J. G., J. LÓPEZ Y E. JARAMILLO. 2001. Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic sandy beach types in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74(4): 885–897.

SALMAN, S. D., V. K. OSHANA Y M. H. ALI. 1996. Life cycle and population dynamics of *Annina mesopotamica* (Ahmed), (Isopoda, Flabellifera) in the Shatt Al-Arab Region, Basrah, Iraq. *Hydrobiologia*. 330: 119–130.

SANTOS, L., M. F. Y A. M. S. PIRES-VANIN. 2004. Structure and macrobenthic communities in Ubatuba Bay, Southeastern, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 52(1): 59-73.

SHORT, A. D. Y L. D. WRIGHT. 1983. Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. y T. Erasmus (Eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. W. Junk, The Hague, pp. 133–144.

SIEMENS, R. A., S. M. MUDGE Y J. M. CANCINO. 2001. The effect of physical and chemical parameters on the macroinfaunal community structure of San Vicente bay, Chile *Revista Chilena de Historia Natural*. 74(2): 429–444.

SMITH, D. L. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publishing Co. USA. 161p.

SMITH, R. I. 1964. Keys to marine invertebrates of the Woods Hole region: a manual for the identification of the more common marine invertebrates. Spaulding Company, Randolph, M.A. 208p.

SOARES, R., R. FERNANDES Y A. G. SOARES. 2006. Community structure of macrobenthos in two tropical sandy beaches with different morphodynamic features, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Ecology*. 27: 160–169.

TER BRAAK, C. J. F. Y P. ŠMILAUER. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 500p.

VELOSO, G. V., C. C. SOARES Y R. S. CARDOSO. 2003. Composition, structure and zonation of intertidal macrofauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches at Río de Janeiro State, Brazil. *Scientia Marina*, 67(4): 393–402.

WENTWORTH, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*. 30(5): 377–392.

WILLIAMS, A. B. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 550p.

WILLIAMS, L. G. 1947. A comparative size study of the mole crab, *Emerita talpoida* Say, associated with epizoic *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen). *Ecology*. 28(2): 204–207.