



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**VARIACIÓN NICTEMERAL DE LOS
ENSAMBLAJES DEL ZOOPLANCTON DE LA ZONA
DE SURF DE UNA PLAYA ARENOSA DEL
CENTRO-NORTE DE VERACRUZ**

T E S I S

Para obtener el título de

B I O L O G O

P R E S E N T A :

FRANCISCO ALI FUENTES MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO ROCHA RAMÍREZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 2014.





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.

ÍNDICE

	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	5
Área de estudio.....	7
Objetivos.....	9
Hipótesis.....	10
Material y métodos.....	11
Análisis de datos.....	11
Parámetros ambientales.....	11
Datos biológicos.....	12
Resultados.....	14
Parámetros fisicoquímicos.....	14
Biológicos.....	20
Discusión.....	31
Parámetros fisicoquímicos.....	31
Biológicos.....	32
Conclusiones.....	37
Literatura citada.....	38

RESUMEN

La zona de surf es un ambiente altamente dinámico y riguroso, que debido a estas condiciones, funciona como área de protección y guarderías para numerosas especies de organismos planctónicos. En los meses de mayo (luna nueva), julio (luna llena), diciembre (luna nueva) de 2013 y febrero (menguante) y marzo (creciente) de 2014, se realizaron filtrados en la zona de surf de la playa arenosa Villa Rica, Veracruz, México para analizar la variación en la estructura de los ensamblajes del zooplancton. Se encontraron un total de 16,634 individuos pertenecientes a 73 especies ecológicas, siendo los copépodos calanoideos, moluscos y el quetognato *Parasagitta elegans* los tres grupos dominantes. La clasificación realizada mostró que el zooplancton se compone de dos ensamblajes dados por las especies dominantes y raras. Sin embargo, las especies dominantes se vieron representadas por organismos que no son considerados como residentes de la zona de surf. El análisis SIMPER mostró que el 91.48% de la densidad, estaba representado únicamente por 12 especies ecológicas. Los plots de EMNM y los resultados de las pruebas ANOSIM mostraron que aunque las diferencias entre muestreos son significativas ($p=0.01$) no hay un patrón claro en el agrupamiento de los ensamblajes en base a la fase lunar. Con relación a la variación nictemeral, se observó un agrupamiento de los ensamblajes en día y noche, lo que es atribuido a ritmos diarios de migración vertical. El biplot de CCA presentó únicamente a los cladóceros (*Penilia avorostris* y *Pseudevadne tergestina*) y calanoideos relacionados con la temperatura del agua y la fuerza de la ola respectivamente. La variación en la estructura de los ensamblajes se atribuyó principalmente a factores biológicos, estocásticos y de estacionalidad ambiental, además de que los ensamblajes para esta zona están determinados por las especies que se consideran no residentes de la zona de surf.

INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas son ecosistemas altamente dinámicos, que deben su estructura física principalmente a las interacciones entre las partículas de arena, las olas y la marea; estos procesos generan energía en diferente magnitud, según la geomorfología de la playa (McLachan y Brown, 2006). Esta energía es disipada a lo largo de la playa a través de la zona de surf, la cual se extiende desde el punto crítico donde rompe la ola (a profundidades de 1 a 4 m) hasta la zona de barrido; dependiendo de las condiciones de marea locales, cambia su extensión y posición a lo largo de la playa (McLachan et al., 1981; Buthelezi, 2002; Marin, 2007).

Como consecuencia del arrastre de masas de agua oceánica hacia la línea de costa y el embate de las olas sobre la playa, este ambiente presenta turbulencia alta y concentraciones elevadas de fitoplancton y nutrientes (Marin, 2007); siendo las diatomeas un elemento característico de este hábitat, que generalmente presentan aglomeraciones importantes y en algunas ocasiones, alcanzan el grado de “bloom” (McLachlan et al., 1981; McLachlan y Brown, 2006). En conjunto, estas condiciones determinan relaciones tróficas complejas (Modde y Ross, 1980; Ruple, 1984; Buthelezi, 2002).

La clasificación más general del zooplancton lo divide en organismos holoplanctónicos (pasan todo su ciclo de vida en el plancton) y meroplanctónicos (su estancia en el plancton es intermitente o sólo durante alguna fase del ciclo de vida). Sin embargo, para el caso de la fauna de la zona de surf, McLachlan y Brown (2006) propusieron una clasificación basada en su tiempo de permanencia, aplicable exclusivamente para los organismos habitantes de esta zona, consideran a las especies como residentes y no residentes. Las primeras se componen de aquellas que la habitan de

manera regular aunque su estancia no sea permanente, incluyen organismos holoplanctónicos (algunos misidáceos y larvas de peces e invertebrados habitantes de las playas arenosas), además de un grupo especial de isópodos, anfípodos, misidáceos, entre otros; que si bien, pueden ser considerados como meroplanctónicos, se distinguen de estos por habitar la zona entre las capas más bajas de la columna de agua y la superficie del sedimento y aunque su estancia en el plancton puede ser continua, están obligados en algún momento a regresar al ambiente bentónico, por esta razón reciben el nombre de hiperbentos (Mees y Jones, 1997).

Por su parte, los no residentes están conformados por organismos holoplanctónicos (algunas especies de copépodos, cladóceros, quetognatos, entre otros) y meroplanctónicos (principalmente larvas y ocasionalmente adultos de especies pequeñas de peces e invertebrados) de otros hábitats como estuarios o aguas más profundas, pero son arrastrados ya sea por el viento o las corrientes superficiales a esta zona.

Los organismos habitantes de esta zona se caracterizan por presentar adaptaciones muy especiales en respuesta a la severidad de del hábitat, principalmente morfo-fisiológicas, como los cuidados parentales de los peracáridos, los cuales poseen sacos ovígeros como estrategia reproductiva, y conductuales, representadas por las migraciones verticales y horizontales que realizan generalmente en ciclos nictemerales. Las primeras, son movimientos verticales dentro de la columna de agua estimulados por factores ambientales (luminosidad, temperatura, oxígeno, etc.), biológicos (pastoreo, defensa, depredación, etc.) o ambos (Ringelberg, 2010; Saintmont et al., 2013).

Las migraciones horizontales son una combinación de movimientos verticales y arrastre horizontal dado por las corrientes de agua y momentos mareales (transporte activo

y pasivo, respectivamente); que se dan principalmente por estímulos reproductivos (movimientos hacia aguas más profundas o hacia la línea de costa para desovar en zonas de menor turbulencia), o bien con fines alimenticios (movimientos diarios de entrada y salida a esta área; p.e. misidáseos) (McLachlan y Brown, 2006).

En lo que respecta a su alimentación, la mayoría de organismos residentes suelen ser omnívoros u oportunistas, debido a que por las condiciones a las que están expuestos tienen fuentes de nutrientes diversas como son, el fitoplancton y materia orgánica particulada que son arrastrados hasta esta zona y el detrito que es removido del fondo debido al oleaje (McLachlan et al., 1981).

ANTECEDENTES

Los estudios de la fauna de la zona de surf se ubican principalmente en zonas templadas del continente europeo; ejemplo de esto son los trabajos llevados a cabo por Munilla et al. (1998) y Munilla y San Vicente (2005), quienes estudiaron 13 playas catalanas en las cuales encontraron 10 grupos zoológicos representativos (misidáceos, anfípodos, cumáceos, isópodos, tanaidáceos, decápodos, cirripodos, copépodos, picnogónidos y teleósteos), siendo dominantes en ambos estudios los misidáceos. En el mismo continente son amplios los estudios realizados en las costas belgas, como el realizado por Lock et al. (1999), quienes encontraron que para estas costas los ensamblajes son determinados por la diferencia de intensidad lumínica entre el día y la noche, además de los momentos de marea. Por su parte, Beyst et al. (2001), realizaron un estudio en varias playas del mismo país y determinaron que los misidáceos fueron el grupo más común y dominante en esta área, además confirmaron la importancia de estas aéreas como sitios de resguardo para larvas de diversos grupos. En el mismo país, Beyst et al. (2002), estudiaron la periodicidad en comunidades de macrocrustáceos y peces demersales, y reportaron resultados similares a los de Lock et al. (1999).

En el continente americano, al igual que en Europa, los estudios realizados sobre este tema han sido llevados a cabo en zonas de clima templado, principalmente en el hemisferio norte en Estados Unidos; sin embargo, la mayoría de trabajos se han enfocado en larvas de peces (Modde y Ross, 1980; Ross et al., 1987 y Ruple, 1984); pocos son los estudios en los que se ha incluido a la comunidad zooplanctónica completa; ejemplo de estos son los realizados por DeLancey (1989), quien estudió la dinámica trófica en la zona de surf, y los de Marin (2007) y Marin y Shanks (2011) en los cuales encontraron que los ensamblajes

para esta zona estuvieron determinados principalmente por el tamaño de los organismos. Para las zonas templadas del hemisferio sur, el estudio de Carcedo et al (2014), fue realizado en una franja costera argentina, concluyeron que la dinámica comunitaria para la zona de surf al parecer estuvo influenciada por la morfodinámica de la playa y por la dinámica de las especies no residentes.

En zonas tropicales y sub-tropicales los estudios son muy limitados, como ejemplo de estos tenemos a Buthelezi (2002), quien analizó los ensamblajes de algunas playas arenosas adyacentes a los estuarios de Sta. Lucia y Mhlathuze, Sudáfrica. En el continente americano, Fockedey et al. (2004) llevaron a cabo un estudio sobre la zona de surf de la bahía de Valdivia, encontraron que la contribución de primeros estadios de invertebrados y peces a la biodiversidad de estas zonas fue mayor con relación a zonas templadas.

Para el litoral mexicano los estudios del zooplancton están enfocados a aguas abiertas como bahías (Hernández et al., 2010), o arrecifes de coral (Suárez y Rivera, 1998; Álvarez et al., 2007); sin embargo, para el caso del zooplancton de la zona de surf, no existen registros de estudios para México.

ÁREA DE ESTUDIO

La playa Villa Rica, es una playa arenosa disipativa ubicada en el centro del Golfo de México, en el Municipio de Actopan, Veracruz, México ($19^{\circ}36'49''$ N y $96^{\circ}22'40''$ O) (Fig. 1). Presenta un régimen micro mareal, diurno mixto. Los patrones de circulación de las corrientes superficiales para este lugar están dados principalmente por tres eventos estacionales que se presentan durante el año: temporada de nortes, de suradas y de transición.

La temporada de nortes se presenta en invierno por la diferencia de temperatura al norte del Golfo de México entre la superficie continental y la oceánica, generando un gradiente de temperatura que provoca vientos de hasta 140 km/h sobre todo el estado de Veracruz. En verano los patrones de circulación atmosférica se invierten y provocan vientos de hasta 80 km/h llamados suradas. El tercer patrón de corrientes está asociado a la transición de nortes a suradas o viceversa, lo cual provoca que en esta temporada los vientos dominantes tomen una dirección casi perpendicular a la línea de costa principalmente en zonas asociadas a los 20° de latitud norte (Fig. 2) (Ortiz et al., 2010).

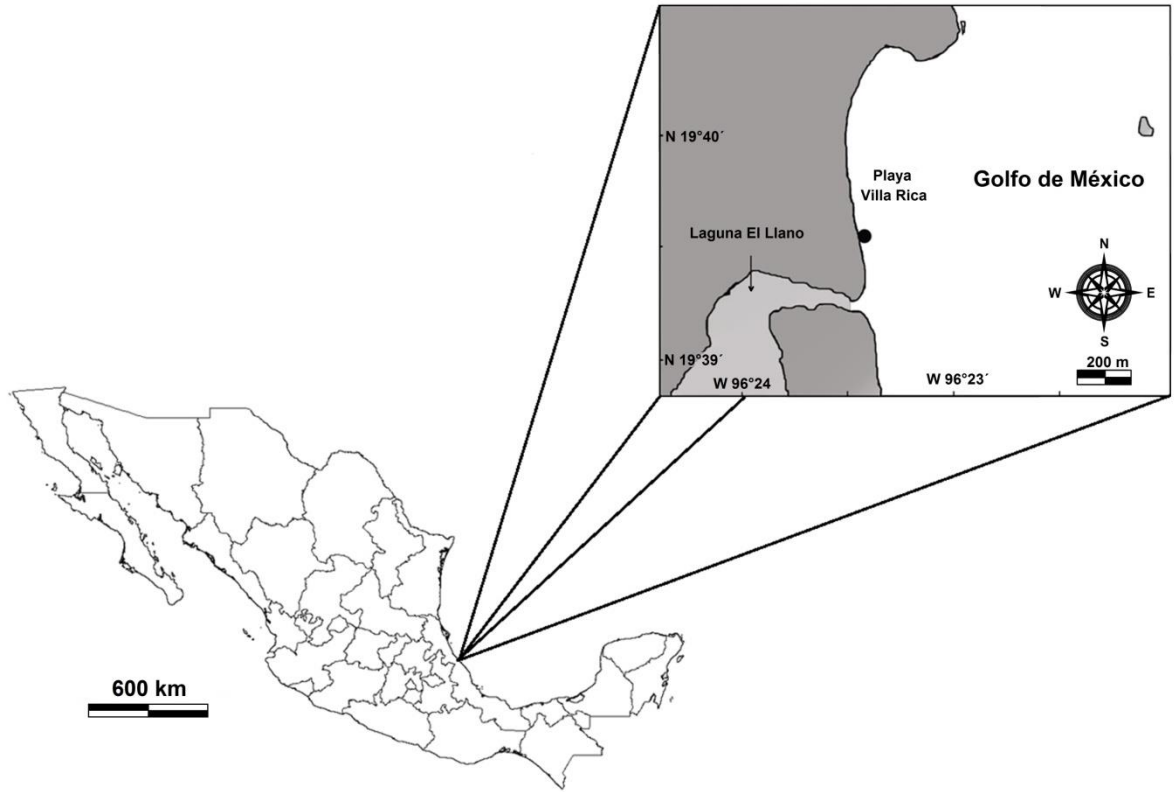


Figura 1. Mapa con la localización de la playa Villa Rica, Veracruz.

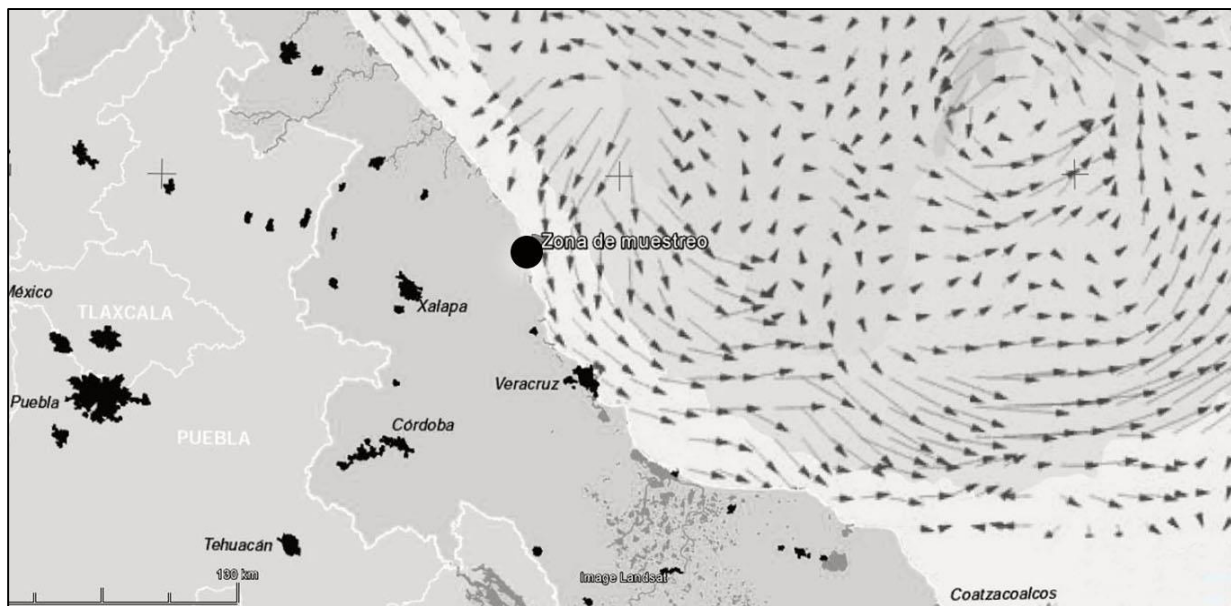


Figura 2. Mapa con el patrón de circulación de corrientes superficiales (modificado de Ortiz et al., 2010).

OBJETIVOS

- General

- Analizar la variación nictemeral del zooplancton de la zona de surf de la playa Villa Rica, Veracruz, México, en diferentes fases lunares.

- Particulares

- Analizar las condiciones ambientales en las diferentes fases lunares, y determinar si existen diferencias significativas entre estas.

- Elaborar un inventario del zooplancton de la zona de surf para esta playa.

- Analizar la variación en la estructura de los ensamblajes zooplanctónicos en las diferentes fases lunares a diferentes horas del día.

- Analizar la composición de los ensamblajes en el zooplancton de esta área y establecer cuáles son los factores ambientales que los delimitan.

HIPÓTESIS

Los ensamblajes del zooplancton presentarán variaciones nictemerales como consecuencia del proceso de migración vertical diaria; sin embargo, en las diferentes fases lunares no se registrara variación debido al tipo de régimen mareal presente en la zona, además, la estructura de estos ensamblajes será determinada por las especies residentes y no residentes (McLachlan y Brown, 2006).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron seis recolectas de mayo de 2013 a marzo de 2014 en diferentes fases lunares. Las muestras se colectaron cada tres horas durante un ciclo circadiano, en los cuales se realizaron dos filtrados de 400 L cada uno utilizando una malla de zooplancton con luz de 125 μ a una distancia de 50 m de la línea de costa. Las muestras obtenidas se fijaron con alcohol etílico al 96% y se concentraron en frascos de 250 ml. Simultáneamente se registraron los siguientes parámetros: temperatura superficial del agua (termómetro OAKTON, °C) velocidad del viento y velocidad de la ola (medidor de flujo Flowatch JDC, m/s), salinidad (refractómetro UPS VISTA A366ATC), fuerza de la ola (dinamómetro ALFA T-304, kg/cm²) y momento de la marea (Tablas de marea, Red Mareográfica Nacional de la Secretaria de Marina, SEMAR).

En el laboratorio, los organismos se separaron en su totalidad de la muestra, contaron e identificaron mediante claves especializadas hasta el nivel taxonómico más bajo posible utilizando los criterios de Smith (1964), Abbott (1974), Smith (1977), Boltovskoy (1981), Barnard y Karaman (1991), Gasca y Suárez (1996), Johnson y Allen (2005) y Heard et al. (2006).

ANÁLISIS DE DATOS

PARÁMETROS AMBIENTALES

Se elaboraron las bases de datos de los parámetros registrados durante las recolectas en hojas de cálculo de Excel; a los datos de altura de la marea les fueron sumados 0.3 m para evitar la presencia de números negativos en los análisis numéricos. De las bases de datos se obtuvo la media, desviación estándar, valores máximos y mínimos de cada parámetro;

además con estas bases se realizaron box-plots entre fases lunares y entre el día y la noche con el programa Sigmaplot® (SigmaPlot v11.0. 2008. Systat Software Inc., San Jose, CA.)

Se utilizó la prueba de W de Shapiro-Wilk para probar la normalidad de los datos ($\alpha=0.05$). Según estos resultados se procedió con pruebas paramétricas (ANOVA de una vía, $\alpha=0.05$) o no paramétricas (prueba de z de Kruskal-Wallis, $\alpha=0.05$), primero, para determinar si las diferencias fueron significativas de cada parámetro entre las recolectas, y posteriormente para observar si hubo diferencia entre el día y la noche.

En el programa PRIMER los datos fueron normalizados y se construyó una matriz de disimilitud (Distancia Euclidiana) con la que se realizó un Escalamiento Multidimensional No Métrico (EMNM) para determinar si los datos físico-químicos mostraban algún agrupamiento con base en las fases lunares. A la misma matriz de similitud se le aplicó una prueba ANOSIM de una vía para conocer si las diferencias fueron significativas ($\alpha=0.05$) entre todas las fases lunares en que se muestreó y entre la comparación entre pares.

DATOS BIOLÓGICOS

Los datos de abundancia de los dos filtrados de cada tres horas fueron promediados para obtener los registros totales por cada hora de muestreo, estos datos se estandarizaron a valores de densidad ($\text{ind}/100 \text{ m}^3$) y con ellos se elaboraron las bases de datos para las recolectas en hojas de cálculo Excel, de las cuales se calcularon los valores de media, desviación estándar, valores máximos y mínimos, porcentaje de contribución a la comunidad y frecuencia con el fin de conocer cuáles eran las especies más representativas. Además se obtuvieron los valores de diversidad de Shannon-Weiner ($H' = \text{bits}/\text{ind.}$) por hora de muestreo.

La normalidad de los datos se evaluó con la prueba de W de Shapiro-Wilk ($\alpha= 0.05$), y con base a estos resultados se aplicaron pruebas paramétricas (ANOVA de una vía, $\alpha= 0.05$) o no paramétricas (prueba de Kruskal-Wallis, $\alpha= 0.05$) para determinar si las diferencias fueron significativas, entre los meses de muestreo, entre el día y la noche de todos los recolectas, entre el día y la noche por muestreo y entre tipos de marea (sicigia y cuadratura).

La prueba SIMPER se aplicó para determinar la contribución de las especies principales a la formación de los grupos (fases lunares). Además se graficó el log (densidad + 1) vs. la frecuencia de todas las especies con el fin clasificarlas en raras (densidad baja y frecuencia baja), comunes (densidad baja y frecuencia alta), estacionales (densidad alta y frecuencia baja) y dominantes (densidad y frecuencia altas).

Con la base de datos se construyeron, una matriz de similitud de Bray-Curtis de todas las horas de muestreo e individuales por cada mes. Con la primera se realizó un EMNM para determinar si los datos se agrupaban según la fase lunar; también se aplicó una prueba ANOSIM de una vía para determinar si existían diferencias significativas entre las fases lunares y entre grupos (pares de fases) y entre el día y la noche de todas las recolectas. Con las matrices individuales se realizaron EMNM para determinar si había diferencias significativas entre el día y la noche dentro de las recolectas.

Finalmente con los datos de los parámetros físico-químicos y las especies dominantes de los ensamblajes se ejecutó un ACC (Análisis Canónico de Correspondencias) para conocer la relación de los parámetros ambientales con la densidad de las especies.

RESULTADOS

PARÁMETROS AMBIENTALES

Los datos de la media, desviación estándar, valores máximos y mínimos de cada parámetro se muestran los valores en la Tabla 1, los box-plots se presentan en las Figuras 3 y 4. Sólo los registros de salinidad y altura de la marea presentaron distribución normal.

TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura media superficial del agua fue de 26.5°C (± 2.5), con valores máximos en julio (31.2°C) y mínimos en marzo (23.5°C) (Fig. 3, a). Se reconocieron diferencias significativas entre los registros mensuales (Kruskal-Wallis, $p < 0.001$) y en el día y la noche (Kruskal-Wallis, $p = 0.001$) (Tabla. 1).

SALINIDAD

La salinidad media durante las recolectas fue de 35.5 UPS (± 1.7), alcanzando un máximo de 39 UPS en los meses de mayo, julio y febrero, y un mínimo de 32 UPS en mayo y julio (Fig. 3, b). Se presentaron diferencias significativas entre los muestreos (ANOVA, $p = 0.003$), y entre los valores de día-noche (ANOVA, $p < 0.001$) (Tabla. 1).

ALTURA DE LA MAREA

El tipo de marea fue viva o sicigia para las recolectas de mayo, julio y diciembre, mientras que para febrero y marzo la marea fue muerta o de cuadratura. El valor medio para la altura de la marea fue de $0.22 \text{ m} \pm 0.17$, siendo el muestreo de mayo el que menor altura presentó (-0.21 m), y diciembre el del valor máximo (0.6 m); éste intervalo corresponde a un régimen micromareal (Fig. 3, c). Las diferencias no fueron significativas en la

comparación entre muestreos (ANOVA, $p= 0.12$), mientras que las diferencias día- noche fueron significativas (ANOVA, $p= 0.003$) (Tabla 1, figura 4, c).

FUERZA DE LA OLA

La fuerza de la ola presentó un valor medio de $0.09 \text{ kg/cm}^2 (\pm 0.02)$, con un máximo y mínimo de 0.14 y 0.02 kg/cm^2 respectivamente, ambos en el muestreo de mayo (Fig. 3, d). No se registraron diferencias significativas en la comparación entre muestreos, ni entre el día y la noche (Kruskal-Wallis, $p= 0.066$ y 0.46 , respectivamente) (Tabla 2).

VELOCIDAD DEL VIENTO

El viento registró valores máximos de 9.8 m/s (febrero) y mínimos de 0 m/s (julio, diciembre y febrero), con una velocidad media de $2.4 \text{ m/s} (\pm 2.4)$ (Fig. 3, e). Se presentaron diferencias significativas entre muestreos (Kruskal-Wallis, $p= 0.012$) y entre el día y la noche (Kruskal-Wallis, $p= 0.046$) (Tabla 1, Fig. 4, e).

Tabla 1. Resultados de análisis estadísticos y valores de media, mínimo y máximo de los parámetros físico-químicos. M= comparación entre muestreos, D-N= comparación entre el día y la noche.

Parámetro	Media	Máx.	Mín.	W Shapiro-Wilk (p)	p	
					M	D-N
T. agua (°C)**	26.5	31.2	23.5	6.05E-06	4.003E-07	0.001
Salinidad (UPS)*	35.6	39.0	32.0	0.107	0.003	3.32E-05
Altura marea (m)*	0.5	0.9	0.11	0.096	0.12	0.003
Fuerza de la ola (kg/cm^2)**	0.09	0.14	0.02	0.007	0.066	0.46
Viento (m/s)**	2.4	9.8	0	0.0002	0.012	0.046

*= resultados de p para ANOVA, **=resultados de p para de Kruskal-Wallis ($\alpha= 0.05$).

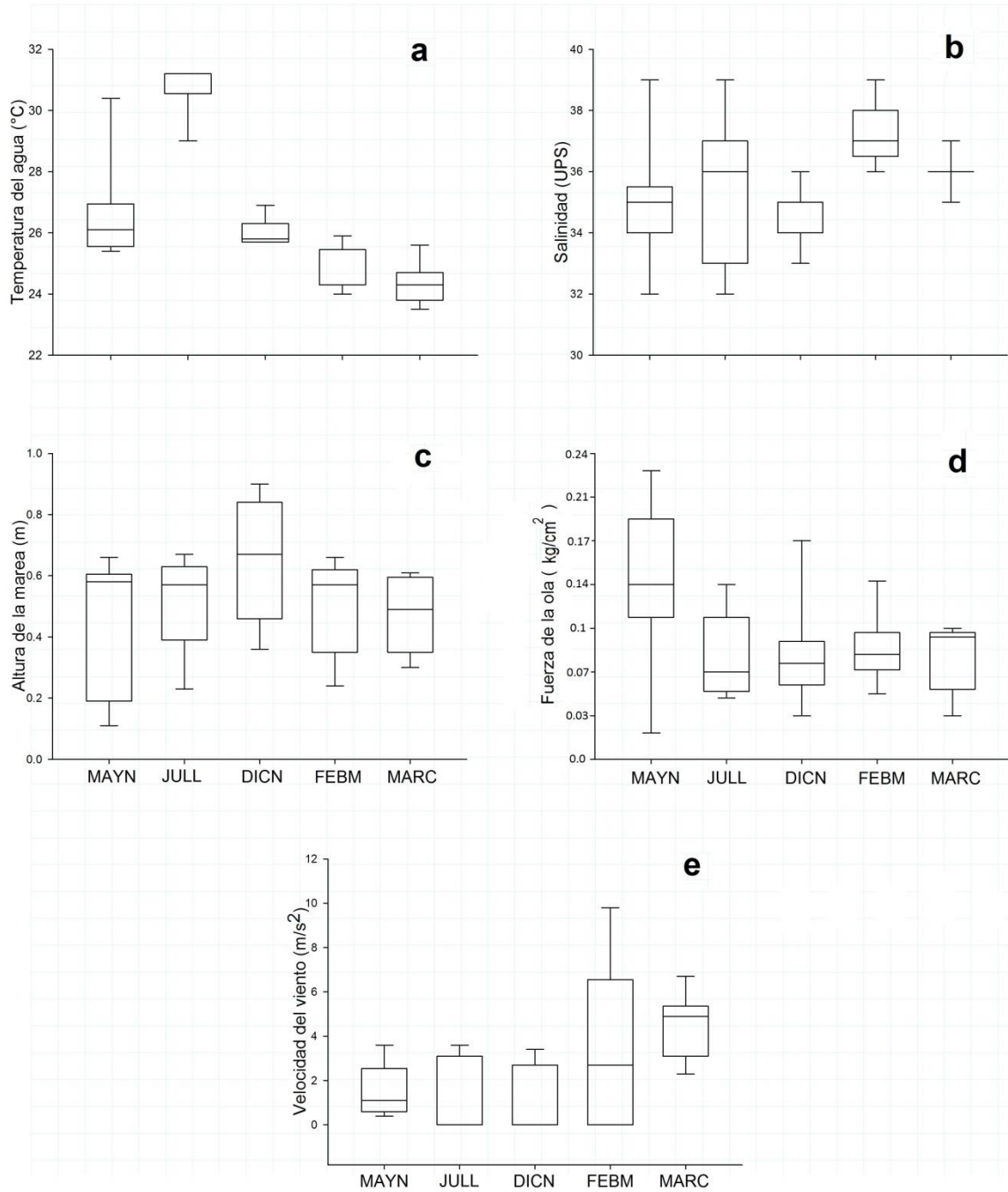


Figura 3. Box-plots de los parámetros físico-químicos en los meses de muestreo. MAYN= mayo, fase: luna nueva; JULL= julio, fase: luna llena; DICN= diciembre, fase: luna nueva; FEBM= febrero, fase: menguante; MARC= marzo, fase: creciente. Altura de la marea + 0.3 m.

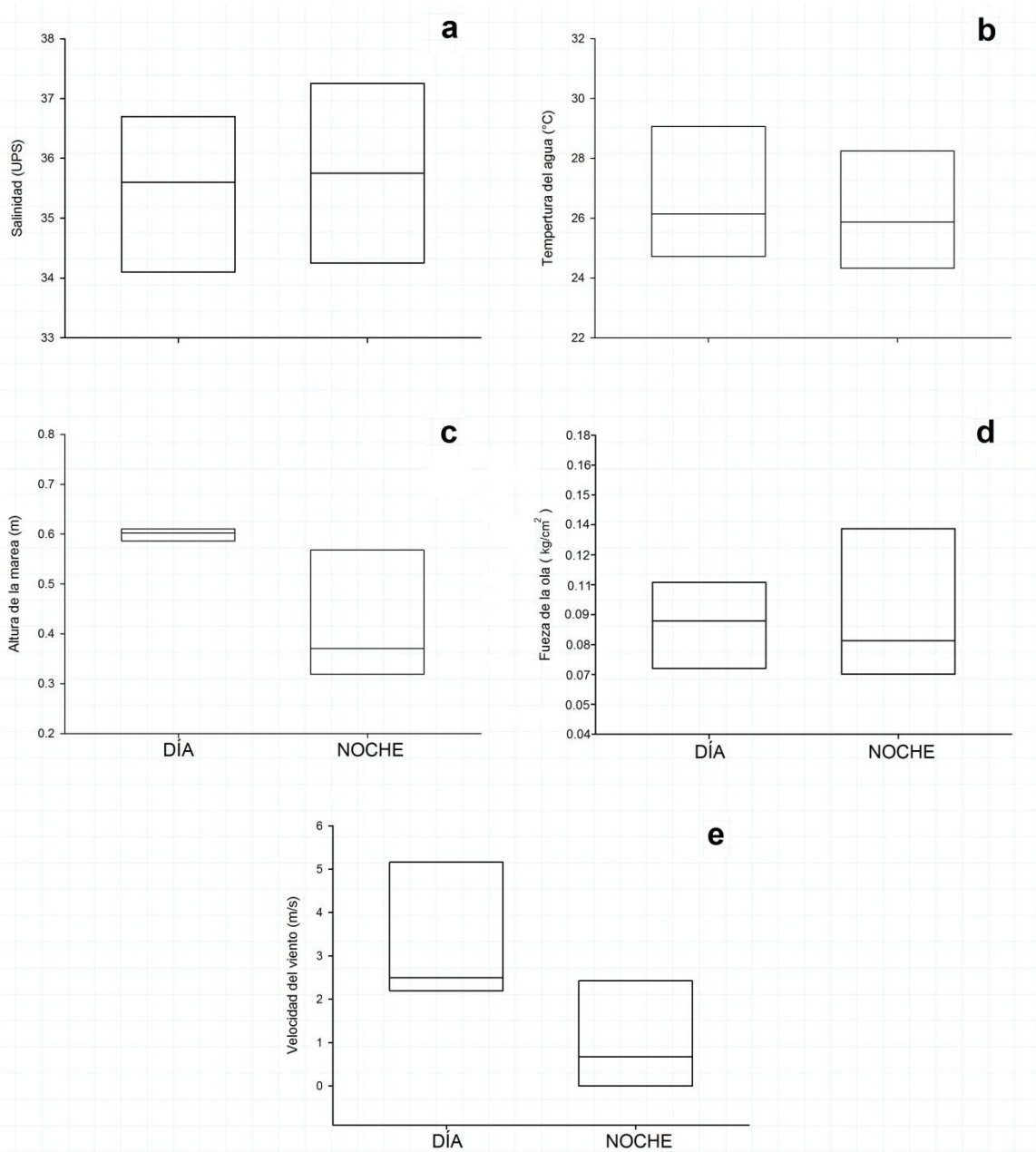


Figura 4. Box-plots de los parámetros físico-químicos en relación a los días y las noches. Valores de la marea + 0.3 m.

El plot de ordenación del EMNM presentó un valor de Estrés= 0.12, correspondiente a una ordenación confiable. Mostró un arreglo en tres grupos, de acuerdo a la fase lunar de las recolectas (Fig. 5). Por su parte, la prueba ANOSIM genera valores de R que van de -1 a 1, donde 0 representa la hipótesis nula (Chapman y Underwood, 1999). Los resultados obtenidos indicaron que hay diferencias significativas entre los datos de las fases lunares (R global= 0.33, n= 45, p= 0.01); la prueba entre pares presentó diferencias en las seis comparaciones (Tabla 2).

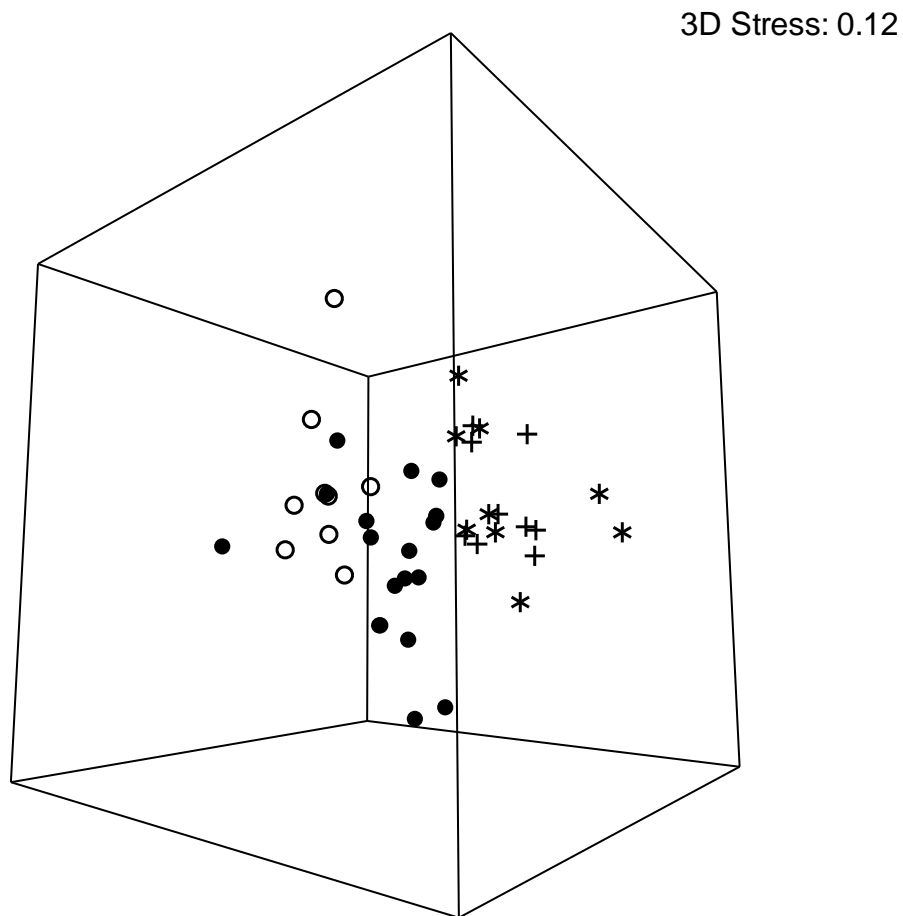


Figura 5. Plot 3D de un EMNM con parámetros físico-químicos. ●= luna nueva, ○= luna llena, *= menguante, += creciente.

Tabla 2. Resultados de prueba ANOSIM entre pares, R global= 0.33, p= 0.01.

Entre pares	R	p
NU, LL	0.734	0.01
NU, MN	0.359	0.02
NU, CR	0.322	0.01
LL, MN	0.997	0.01
LL, CR	0.999	0.01
MN, CR	0.583	0.01

n= 45

DATOS BIOLÓGICOS

Se contabilizó un total de 16,634 individuos pertenecientes a 73 especies ecológicas divididas en 11 filos, con una densidad media de 46,205 ind/100 m³. Los grupos dominantes de los ensamblajes fueron: crustáceos (68% de la densidad), moluscos (20%) y el quetognato *Parasagitta elegans* (7%) (Fig. 6).

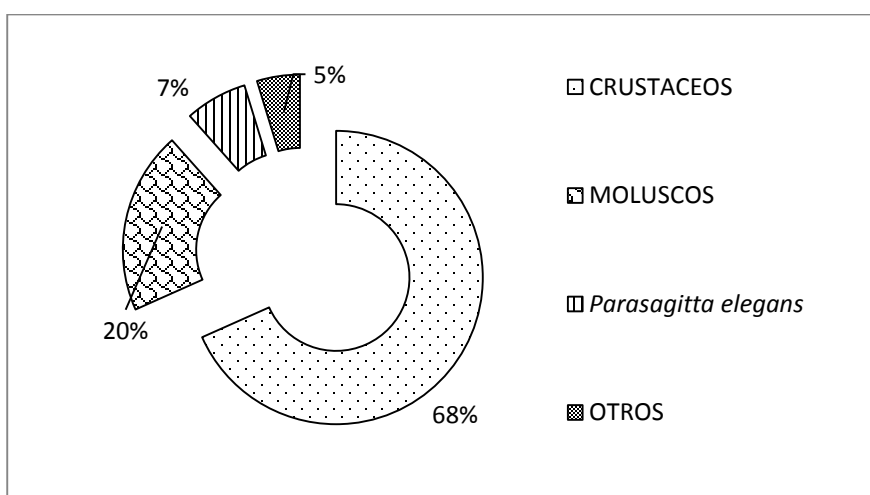


Figura 6. Porcentaje de contribución de los principales grupos taxonómicos.

De las 73 especies ecológicas registradas, 12 de ellas contribuyen con el 91% de la densidad total. Los copépodos calanoideos y *P. elegans* estuvieron presentes en todas las horas de todas las recolectas, además, los copépodos calanoideos fueron el grupo con mayor densidad seguidos por las larvas véliger de bivalvo (684,500 y 208,500 ind/100 m³ respectivamente) (Tabla 3, Fig. 8).

Tabla 3. Especies de mayor contribución a la composición de la comunidad. Media, D.E, Mín., Máx. y Total en ind/ 100 m³. D.E= Desviación estándar, Mín.= Densidad mínima registrada, Máx.= densidad máxima registrada, Cont. %= porcentaje de contribución, F= frecuencia.

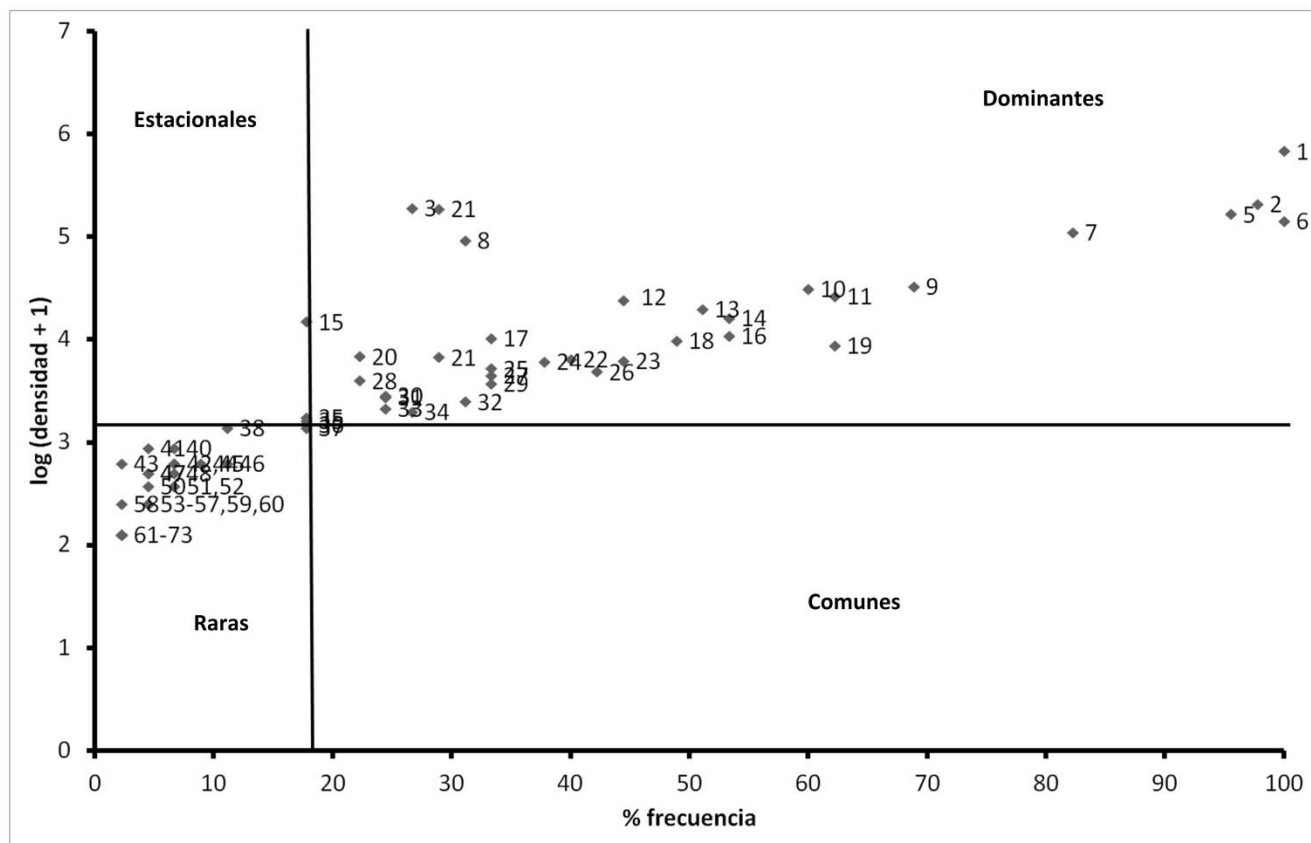
Especie	Media	D.E	Mín.	Máx.	Cont. %	F	Total
Calanoideos	15,211	20,397	750	111,125	33	45	684,500
Véliger bivalvo	4,633	4725	0	20,250	10	44	208,500
<i>Penilia avirostris</i>	4,272	12,477	0	66,500	9.2	12	192,250
<i>Pseudevadne tergestina</i>	4,197	9,321	0	36,000	9.1	13	188,875
Veliger	3,713	3,790	0	19,500	8	43	167,125
<i>Parasagitta elegans</i>	3,161	2,820	250	13,625	6	45	142,250
Poecilostomátidos	2,461	3,750	0	14,625	5	37	110,750
Zoeas braquiuro	2,069	12,379	0	83,125	4	14	93,125
Ostrácodo	736	1,068	0	4,375	1.6	31	33,125
Megalopa	691	2,434	0	15,750	1.5	27	31,125
Veliger espiral	586	1,128	0	5,750	1.3	28	26,375
Zoea decápodo	538	1,203	0	6,500	1.2	20	24,250
Otras especies	4,472	4,131	0	18,750	8.5	44	201,250

n= 45

Al graficar el log de la densidad + 1 vs. la frecuencia de las especies, se obtuvieron 2 grandes grupos (especies raras y dominantes) correspondientes a los ensamblajes, con 36 y 37 especies ecológicas respectivamente (Fig. 7).

Se presentaron diferencias significativas de los promedios de las densidades de marzo (fase: creciente), mayo (fase: luna nueva) y diciembre (fase: luna nueva) vs. febrero (fase: menguante), y de mayo vs. julio (fase: luna llena) (Kruskal-Wallis, $p < 0.01$).

La mayor densidad se presentó en la noche de la recolecta de julio (251,875 ind/100 m³), mientras que la menor se ubicó en el día de mayo (2,375 ind/100 m³). Por su parte, los valores de diversidad H' menores se registraron en el recolecta de mayo (2.98 ± 0.63 bits/ind) y los mayores se encontraron en todas las horas de muestreo de febrero (4.2 ± 0.31 bits/ind) (Fig. 8).



- | | | | |
|--|--------------------------|---|---------------------|
| <p>1 C. Calanoideos
2 L. veliger Bivalvo
3 <i>Penilia avirostris</i>
4 <i>Pseudevadne tergestina</i>
5 Veliger
6 <i>Parasagitta elegans</i>
7 C. Poecilostamatido
8 Zoeas Brachyuro
9 Ostracodo
10 Megalopa
11 Veliger espiral
12 Zoa decapodo
13 L. Pluteus
14 Anfibodo gamarido
15 Molusco Pteromorfo
16 C. Cyclopoideo
17 <i>Bowmaniella dissimilis</i>
18 C. Harpactioideo
19 L. Microniscus isopodo
20 L. Eupolymnia
21 Post-larva peneido
22 J. estrella de mar
23 Post-larva pez
24 Cumaceo
25 Apendicularia
26 L. Metatrocofora
27 Huevo de pez
28 Anfibodo caprellidos
29 <i>E. braziliensis</i>
30 <i>Lucifer</i> sp.
31 Platelminto
32 Nauplio cirripedio
33 L. Cypris
34 J. Poliqueto
35 Anfibodo hyperiido
36 Zoa Carideo
37 Oligoqueto</p> | <p>DOMINANTES</p> | <p>38 <i>Ancinus jarocho</i>
39 L. trocophora
40 Actinula
41 J. Carideo
42 Epitoka
43 Juvenil Anaspidea
44 Post-larva Carideo
45 Zoa anomuro
46 Zoa <i>Emerita b.</i>
47 C. Harpactioideo parásito
48 Juvenil Planaria
49 Molusco opistobranquio
50 Ácaro Hidracarínido
51 Nemertino
52 Post-larva <i>Leptochela</i>
53 Cangrejo 1 Grapsidae
54 <i>Donax variabilis</i>
55 <i>Emerita benedicti</i>
56 <i>Haustorius arenarius</i>
57 Isopodo Sphaeromatido
58 Post-larva anomuro
59 Sipunculido
60 Tanaidaceo
61 C. Monstrilloideo
62 C. Siphonomastoideo
63 Cangrejo 1 Paguridae
64 Cangrejo 1 Portunidae
65 <i>Cirolana</i> sp.
66 Copepodito parásito
67 Isopodo Valvifera
68 <i>Joeropsis</i> sp.
69 Mysis peneido
70 Mysis sergestido
71 Post-larva <i>Setiferus</i>
72 <i>Scolecopsis squamata</i>
73 <i>Terebra taurina</i></p> | <p>RARAS</p> |
|--|--------------------------|---|---------------------|

Figura 7. Clasificación de las especies de acuerdo al % de frecuencia y a la densidad

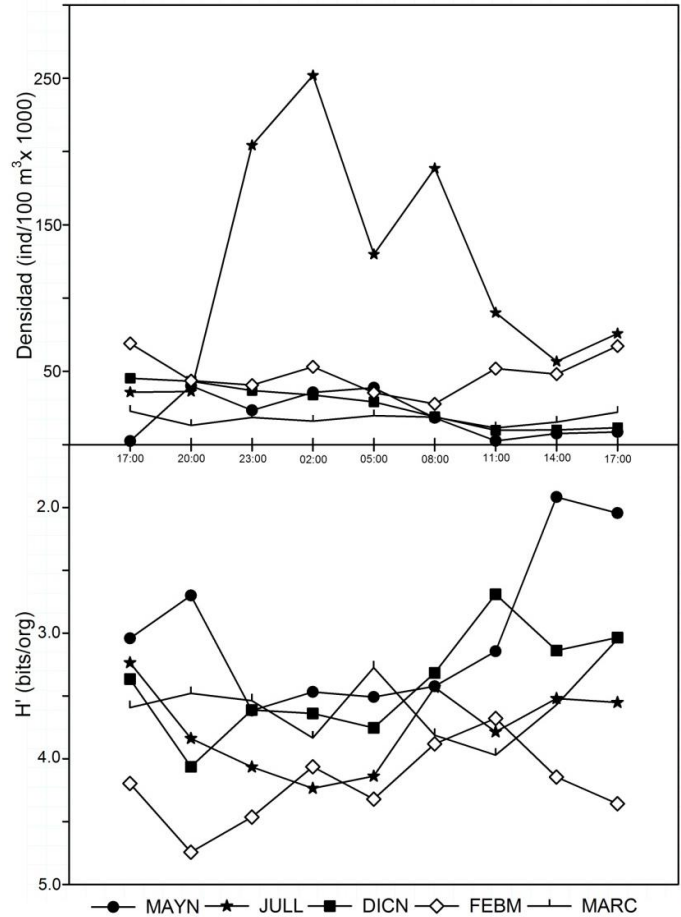


Figura 8. Densidades y valores de diversidad H' por mes. MAYN= mayo, fase: luna nueva; JULL= julio, fase: luna llena; DICN= diciembre, fase: luna nueva; FEBM= febrero, fase: menguante; MARC= marzo, fase: creciente.

En el plot de ordenación del EMNM (Fig. 9), los ensamblajes se observan agrupados marzo, mayo y diciembre, mientras que febrero y julio se separan del grupo (Estrés= 0.07). La prueba ANOSIM con las fases lunares como factor, mostró que existen diferencias significativas entre fases (R global= 0.39, p = 0.01, n = 45). Por su parte, la prueba entre pares no presentó diferencias significativas únicamente en dos de las seis comparaciones (luna nueva *vs.* menguante y *vs.* creciente) (Tabla 4).

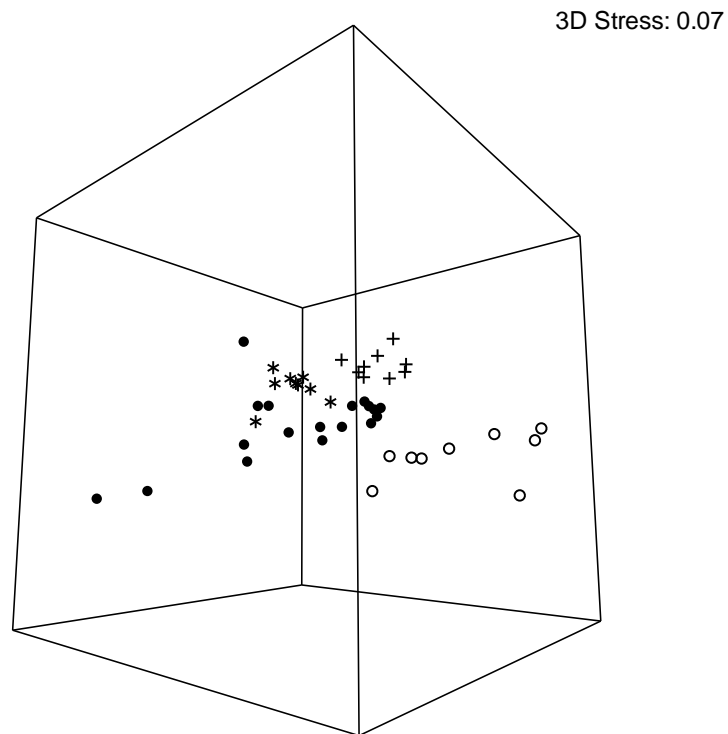


Figura 9. Plot 3D de EMNM de las recolectas mensuales. ●= luna nueva: mayo y diciembre, ○= luna llena: julio, *= menguante: febrero, += creciente: marzo.

Tabla 4. Resultados de prueba ANOSIM. D-N= comparación entre el día y la noche de todos las recolectas. NU= luna nueva, LL= luna llena, MN= menguante, CR= creciente.

	Global		Pares	Entre pares	
	R	p		R	p
Entre fases	0.39	0.01	NU, LL	0.53	0.01
D-N	0.03	0.16	NU, MN	0.18	0.28
			NU, CR	0.01	0.38
			LL, MN	0.79	0.01
			LL, CR	0.90	0.01
			MN, CR	0.90	0.01

n= 45

Los resultados del análisis SIMPER son presentados en la Tabla 5, con los grupos de mayor porcentaje de contribución a la formación de los ensamblajes según la fase lunar. La suma de los porcentajes de contribución de las especies ecológicas de cada grupo representa el 90% de la composición de tal grupo.

Tabla 5. Porcentajes de contribución de las especies ecológicas a la formación de los ensamblajes por fase lunar obtenidos con análisis SIMPER.

	Luna nueva	Luna llena	Menguante	Creciente
Calanoideos	35.5	21.4	19.4	27.9
Poecilostomátidos	2.7	1.9	14.6	12.9
<i>Parasagitta elegans</i>	13.2	6.2	12.2	16.4
Véliger bivalvo	19.4	9.3	11.5	7.2
Véliger	12.3	7	7.9	16.5
Anfípodo gamárido	-	-	5.1	2.7
Microniscus isópodo	1.8	-	3.2	-
Ostracodo	3.3	2.7	2.9	-
Veliger espiral	-	2.6	2.5	2
Harpactioideo	-	-	2.3	-
Megalopas	-	-	1.8	-
Larva pluteus	-	1.8	1.6	-
Juvenil de estrella de mar	-	-	1.6	-
Metatrocofora	-	-	1.5	-
Anfípodo caprélido	-	-	1.5	-
Molusco pteromorfo	-	-	1.4	-
Zoea decápodo	2.3	-	-	-
<i>Pseudevadne tergestina</i>	-	18.5	-	-
<i>Penilia avirostris</i>	-	13.6	-	-
Larva eupolytmia	-	3	-	-
Apendicularia	-	1.8	-	-
Post-larva penéido	-	-	-	3
Post-larva pez	-	-	-	1.8

Al analizar los datos con relación al tipo de marea (sicigia o de cuadratura), no se registraron diferencias significativas entre las recolectas con marea sicigia (mayo, julio y diciembre) y en los que se presentó marea de cuadratura (febrero y marzo) (Kruskal-Wallis; $p= 0.98$) (Tabla 6). Los análisis realizados para comparar las densidades de los días y las noches de las recolectas no mostraron diferencias al compararlos, primero, dentro del muestreo con la suma de las horas luz y horas de oscuridad (mes por mes), y posteriormente estas sumas entre meses (Kruskal-Wallis; $p= 0.32$ y 0.14 respectivamente) (Tabla 6); además, los gráficos realizados con la contribución de las especies ecológicas principales en las diferentes horas de las recolectas se mostraron uniformes en cuanto al día y la noche, con excepción del mes de julio en el que se registró un florecimiento de zoeas de braquiuro (Fig. 10).

Por otro lado, la prueba ANOSIM con los días y las noches de todos las recolectas como factor no mostró diferencias significativas (R global= 0.03 , $p= 0.16$, $n= 45$) (Tabla 4). Sin embargo, los plots de ordenación del EMNM de las horas de muestreo de cada mes mostraron un arreglo claro de los datos, separando las horas de día de las de noche, con excepción de las recolectas de febrero y marzo (Fig. 10).

Tabla 6. Valores de normalidad y resultados de prueba de Kruskal-Wallis. D-N= comparación día vs. Noche.

	W Shapiro-Wilk		Kruskal-Wallis	
	R	p	Z	p
D-N muestreos**	0.29	7.31E-17	1.12	0.32
D-N entre muestreos*	0.33	1.78E-16	1.47	0.14
Sicigia-Cuadratura*	0.32	1.24E-16	0.02	0.98

* Valores de R y p promediados de los resultados de día y noche. ** Valores de R, z y p promediados de los resultados de día y noche de cada mes.

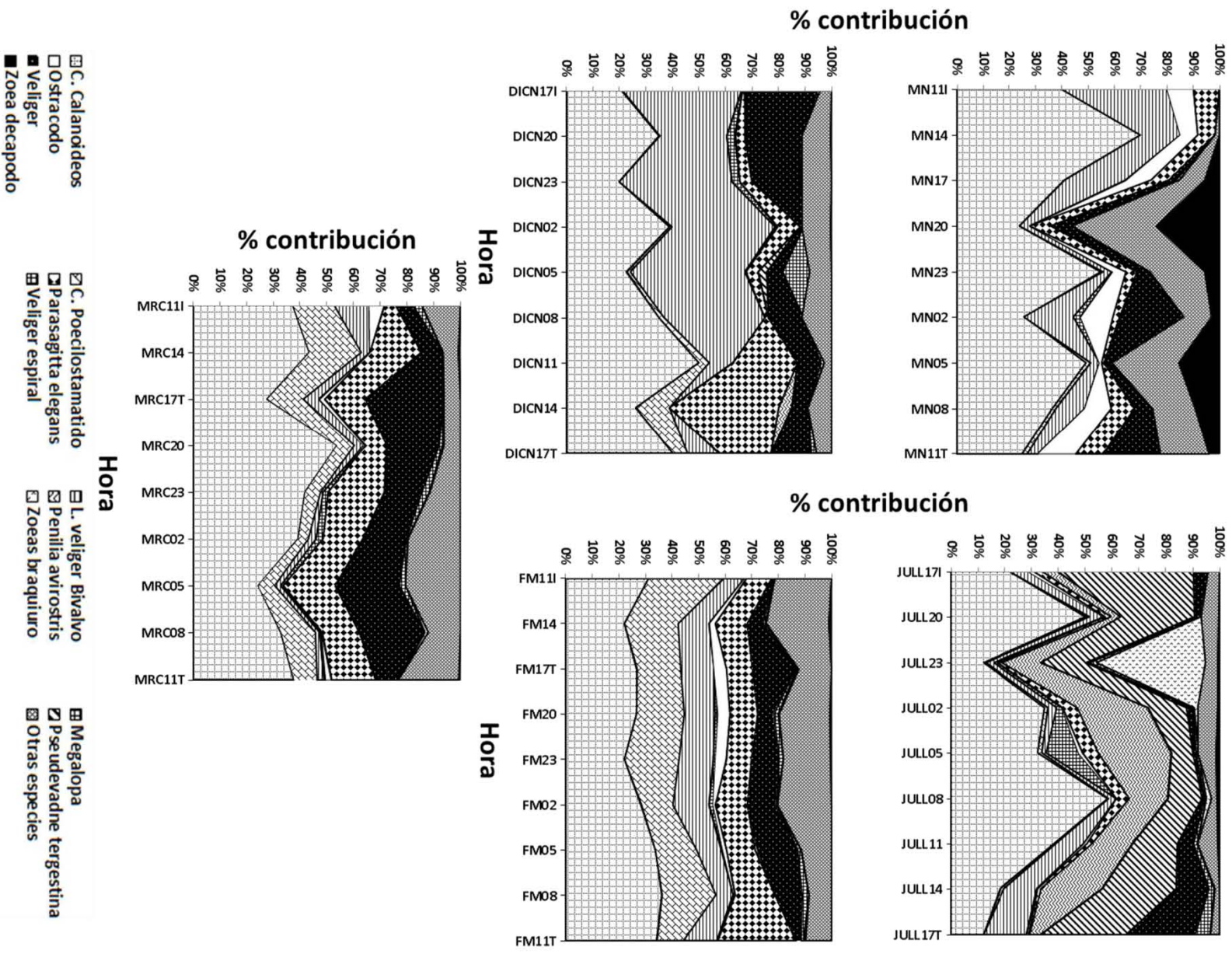


Figura 10. Porcentaje de contribución de las especies principales en las horas de muestreo. N= 177,125 (mayo); 1,069,000 (julio); 238,625 (diciembre); 436,750 (febrero); 157,750 (marzo) ind/100 m³.

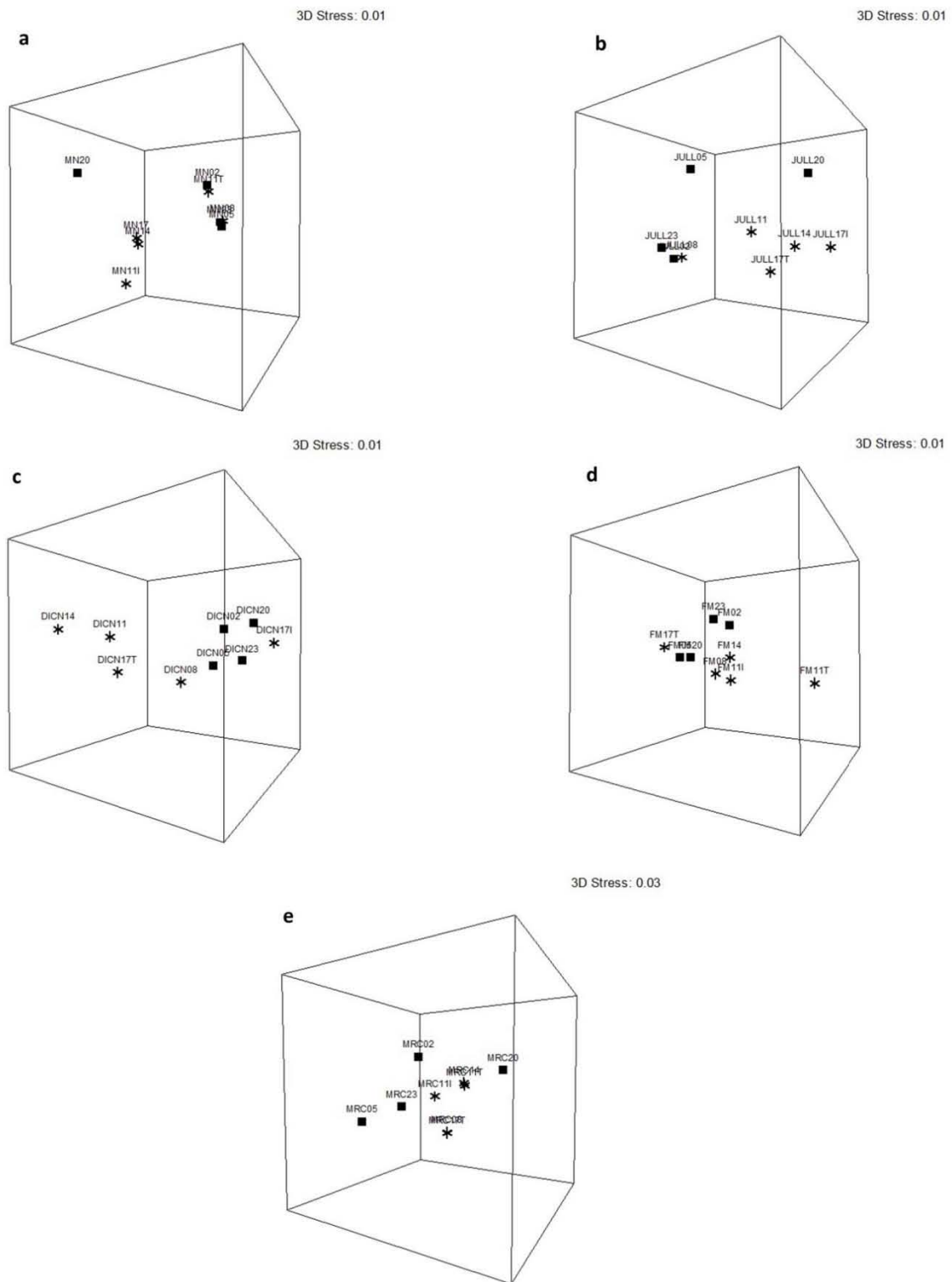


Figura 11. Plots 3D de EMNM de las horas de muestreo agrupados en horas de luz y oscuridad. ■= horas de noche, *= horas de día.

El ACC hecho con las 12 especies principales (Tabla 6) mostró que sus 3 primeros ejes explican el 95% de la variación de la comunidad (eje 1= 58.79%, eje 2= 27.33%, eje 3= 9.21%). El biplot de ordenación mostró a las zoeas de braquiuro y de decápodo junto con las megalopas y los poecilostomátidos aislados de las demás especies, sin agruparse con ninguna variable físico-química. Por su parte, los cladóceros (*P. avirostris* y *P. tergestina*) se presentaron agrupados hacia el vector de la temperatura del agua, mientras que las demás especies se agruparon hacia la fuerza de la ola (calanoideos), marea y viento (fig. 12). Los resultados de las regresiones lineales de *P. avirostris* y *P. tergestina* vs. temperatura del agua y calanoideos vs. fuerza de la ola, se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de las regresiones lineales de las especies con mayor cercanía a las variables físico-químicas. T. agua= temperatura del agua, F. ola= fuerza de la ola.

Combinación	Coficiente	P	R ²
<i>P. avirostris</i> vs. T. agua	2698.14	0.0001	0.28
<i>P. tergestina</i> vs. T. agua	2966.43	9.97E-11	0.62
Calanoideos vs. F. ola	-1086.3	0.82	0.001

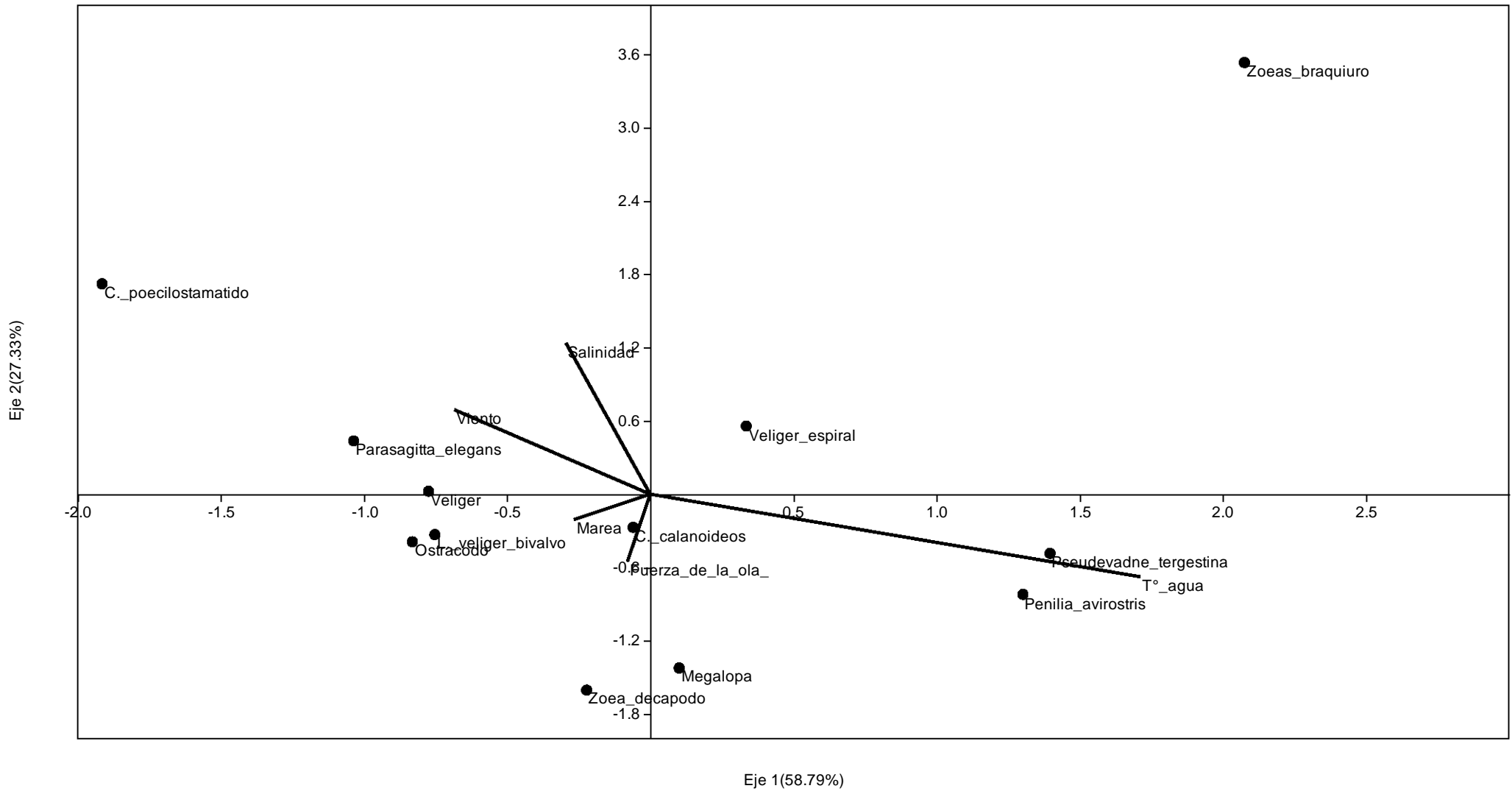


Figura 12. Biplot de ACC con las especies de mayor contribución (revisar tabla 6)

DISCUSIÓN

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

Las variables físico-químicas para la zona de surf de la playa Villa Rica mostraron un arreglo correspondiente a tres conjuntos según la fase lunar con un agrupamiento de los datos de las fases menguante y creciente, separados de la luna nueva y llena, indicando un acomodo que obedece a las mareas de cuadratura y de sicigia (Fig. 3); sin embargo, contrario a estas predicciones, los scores pertenecientes a la luna llena no se encuentran completamente agrupados con los de la luna nueva. Esto es debido principalmente al fenómeno de canícula, el cual provoca una elevación de la temperatura ambiental regularmente a finales del mes de julio lo que coincide con la fecha en la que se realizó el muestreo, esto explica por qué en este mes se registró la temperatura superficial del agua más alta (31.2°C).

Los efectos que tiene la fase lunar en la marea deberían ser claros y estar representados en sicigia y cuadratura; sin embargo, la altura de la marea no presentó diferencias significativas entre muestreos. Esto se debe al patrón micromareal presente en la zona, el cual se nota claramente en la variación menor a 1 metro de la altura de la marea en las recolectas (mín.= -0.21 m, máx.= 0.6 m). Las diferencias presentadas entre el día y la noche son consecuencia de los momentos de marea, que corresponden a un patrón de mareas de tipo diurno mixto; es decir, que generalmente se presenta una pleamar y una bajamar, pero dependiendo las condiciones ambientales su número de una u otra puede variar.

La variación en la salinidad, temperatura del agua y viento no es consecuencia directa de la fase lunar o de sus efectos sobre la marea, más bien obedecen al patrón estacional

presente en la zona. Ejemplo de esto, es la temperatura del agua, que como ya se mencionó el valor máximo coincide con el fenómeno de canícula, mientras que la menor temperatura (23.5°C) se presentó en el final de la temporada de nortes.

DATOS BIOLÓGICOS

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los ensamblajes zooplanctónicos no presentaron una variación clara en sus densidades en relación a las fases lunares, pues si bien se presentaron diferencias significativas y el plot del EMNM mostró un arreglo en el que se separaron unas de otras, tales diferencias no agrupan los ensamblajes según el tipo de luna (oposición y cuadratura) como sería de esperarse por las consecuencias que la fase lunar tiene sobre la altura del nivel del mar, esto puede ser debido a que nuestra zona de estudio presenta un régimen micromareal, además de la estacionalidad climática presente en el Golfo de México, que determina condiciones muy particulares en la hidrología de la zona costera; ejemplo de esto, puede ser lo observado en febrero, donde se presentaron las mayores diversidades y densidades relativamente altas para varias especies, que están relacionadas con las condiciones del periodo de “nortes”; durante este muestreo se registró la mayor velocidad del viento, lo que pudo ocasionar mayor arrastre de masas de agua y con estas, arrastre de mayor número de individuos a la zona de surf.

En contraste, Lock et al. (1999) y Beyst et al. (2002), reportaron que los ensamblajes del zooplancton de la zona de surf varían con base al momento y tipo de marea. Sin embargo, se debe considerar que esas playas presentan régimen macromareal, en el que la altura de la marea cambia de manera notable. Teniendo como consecuencia, por un lado, el cambio en la extensión de la zona de surf, y por otro, el transporte pasivo de organismos, como algunos misidáceos, quienes aprovechan los momentos de pleamar y bajamar para entrar y

salir respectivamente de la zona de surf, ya sea para alimentarse o con fines reproductivos (McLachlan y Brown, 2006). Por estas razones, se sugiere que la variación entre muestreos de la estructura de los ensamblajes del zooplancton de la zona de surf de la playa Villa Rica obedece, por un lado, a factores biológicos, lo que puede observarse en julio donde las densidades fueron el resultado de eventos como pulsos reproductivos (zoeas de braquiuro) o al carácter estacional de las especies (cladóceros), y por otro, a eventos estocásticos y estacionales del ambiente.

En cuanto a la variación entre el día y la noche, es un fenómeno ampliamente reportado en el zooplancton (McLachlan y Brown, 2006; Hernández et al., 2010), y se da como resultado principalmente de las migraciones verticales que realizan la mayoría de los organismos (Ringelberg, 2010). En este aspecto, Lock et al. (1999), Beyst et al. (2001) y Beyst et al. (2002) reportaron variaciones claras entre las densidades del día con respecto a la noche, lo cual también puede ser observado en este estudio en los plots de EMNM, con excepción de febrero y marzo donde las condiciones ambientales, predominantemente de nortes, pudieron modificar este patrón.

Por otro lado, los ensamblajes del zooplancton de la zona de surf de la playa Villa Rica se integraron sólo por especies: raras y dominantes, que no coinciden con la clasificación de residentes y no residentes dada por McLachlan y Brown (2006). Esto puede ser explicado dado que los datos en los que se basan para establecer dicha clasificación corresponden a zonas templadas con regímenes macromareales. Los estudios realizados en estos sitios alrededor del mundo muestran como grupos dominantes a los misidáceos, anfípodos e isópodos (DeLancey, 1989; Munilla et al., 1998; Munilla y San Vicente; 2005; Marin, 2007; Marin y Shanks, 2011; Carcedo et al., 2014). Por su parte, los estudios en

zonas tropicales (Buthelezi, 2002; Fockeey et al., 2004) suman a estos grupos, los primeros estadios de decápodos (principalmente braquiuros), copépodos calanoideos y quetognatos, los cuales también han sido reportados algunas veces en zonas templadas pero en densidades muy bajas (Lock et al., 1999; Beyst et al., 2001; Marin y Shanks, 2011).

Estos dos últimos grupos fueron los únicos con presencia durante todas las horas de muestreo de todos los meses, sin mostrar una variación clara en su densidad entre el día y la noche como la que reporta López (2012), quien además señaló que la presencia y densidad de los quetognatos se ha relacionado con la depredación que tienen hacia los copépodos. Sin embargo, estos organismos han sido clasificados como no residentes de la zona de surf por McLachlan y Brown (2006), quienes explicaron su presencia por arrastre hasta la zona de surf debido por efecto del viento y de las corrientes superficiales; esto coincide con el carácter oceánico de aguas abiertas de estas especies y con lo observado en el biplot del ACC donde la fuerza de la ola se relacionó con la densidad de los calanoideos pero sin mostrar relación alguna en la regresión lineal ($R^2= 0.001$, $p= 0.82$). Esto se puede explicar debido a que la variación de las densidades de la mayoría especies del zooplancton no se da de manera lineal, sino que más bien presentan fluctuaciones que responden a un modelo unimodal (Rocha et al., 2012).

Por otro lado, la presencia de las larvas véliger de bivalvo como segundo grupo más dominante y de mayor frecuencia (% contribución= 10, frecuencia= 44), no coincide con ningún estudio consultado, ya que en otros trabajos su presencia ha sido reportada dentro del zooplancton de la zona de surf, pero en densidades y frecuencias demasiado bajas como para ser consideradas en sus análisis. Dentro de la clasificación de McLachlan y Brown (2006), este grupo también es considerado como no residente de la zona de surf y al igual

que los copépodos y quetognatos, su presencia es atribuida por el arrastre del viento y las corrientes superficiales. Esto podría explicar porque en diciembre se presentaron los valores máximos y mínimos de densidad (20,250 y ca. 0 ind/ 100 m³, respectivamente) ya que este mes también coincidió con la temporada de nortes. Sin embargo, aunque la velocidad del viento en diciembre no fue muy elevada, la fuerza de la ola presentó valores altos que podrían relacionarse con el arrastre de la fauna por las corrientes superficiales.

En el ambiente marino, son conocidas siete especies de cladóceros, distribuidas en los géneros: *Penilia*, *Evadne*, *Pseudevadne*, y *Podon*. En este estudio *Penilia avirostris* y *Pseudevadne tergestina* fueron especies dominantes. La primera, se considera una especie eurihalina típica de aguas cálidas y ambientes costeros. *P. tergestina* es encontrada comúnmente en la superficie de mares costeros, además, puede presentarse con densidades altas debido a la paedogénesis y a que sus huevos partenogénicos son desarrollados hasta embriones antes de que sean liberados (Marazzo y Valentin, 2004). En estudios anteriores ninguna de estas dos especies ha sido registrada, ni en zonas templadas ni tropicales, en la zona de surf.

De acuerdo con Della-Croce y Angelino (1987), *P. tergestina* y *P. avirostris* han sido reportadas generalmente asociadas en zonas cercanas al área de estudio en temperatura y salinidad de 27 a 30.9°C y 34.7 a 38 UPS respectivamente, lo que concuerda con lo observado en este estudio, donde las mayores densidades se presentaron en una temperatura de 29.9°C y salinidad de 37 UPS (02:00 h de julio); además, su densidad disminuyó en julio, diciembre y febrero, lo que confirma la estacionalidad de estas especies.

Las demás especies dominantes han sido reportadas en estudios previos, aunque, grupos como las zoeas de braquiuro, se presentaron con densidades altas pero frecuencias bajas, como ya se mencionó, esto fue explicado principalmente por factores bióticos como pulsos reproductivos, más que por la influencia de algún factor físico-químico, siendo esta razón, por la que en el biplot de ACC ningún parámetro tiene relación con las densidades de esta especie (Fig. 12). Otra especie ecológica que mostró un arreglo similar en el ACC fueron los copépodos poecilostomátidos, de quienes su presencia se asocia más bien a eventos estocásticos, ya que este grupo se compone principalmente de especies ectoparásitas.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos podemos sugerir que la estructura de los ensamblajes del zooplancton para la zona de surf de la playa Villa Rica fue determinada por el régimen mareal, pues al ser de tipo micromareal no presentó variaciones tan amplias en la altura de la marea, dando como consecuencia una estabilidad ambiental relativa, permitiendo así que el aspecto biológico y los eventos estocásticos jugarán un papel determinante en la conformación de los ensamblajes.

En relación al número de especies, podemos decir que esta playa se encuentra dentro del rango reportado en estudios anteriores; sin embargo, el tipo de especies que se presentó fue muy diferente a otras zonas, como ejemplo tenemos los estadios larvales de grupos como equinodermos y poliquetos. Por otro lado se constituye el primer registro de *P. avorostris* y *P. tergestina* en la zona de surf.

Finalmente, se concluye que la estructura de los ensamblajes fue determinada por especies que no son consideradas residentes; sin embargo, se debe recordar que esta clasificación fue establecida con datos de estudios de zonas templadas, por lo que se sugiere que los ensamblajes se estructuran de manera diferente que en las regiones templadas. También se recomienda que en estudios posteriores se realicen distintos tipo de filtrado, incluyendo el uso de trineo suprabentónico y distintas aperturas de luz de malla, además de registrar mayor número de variables físico-químicas como concentración de clorofila e intensidad lumínica.

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.
- Álvarez-Cadena, J. N., Ordóñez-López, U., Valdés-Lozano, D., Almaral-Mendivil, A. R., y Uicab-Sabido, A. (2007). Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 421-430.
- Barnard, J. L., y Karaman, G. S. (1991). The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 1. *Records of the Australian Museum, supplement*, 13, 1-418.
- Barnard, J. L., y Karaman, G. S. (1991). The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 2. *Records of the Australian Museum, supplement*, 13, 419-866.
- Bernal, Á. R., Zea, S. (1993). Variaciones nictemerales en la comunidad de zooplancton de la Bahía de Santa Marta, Mar Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. INVEMAR*, 22(1): 5-20.
- Beyst, B., Buysse, D., Dewicke, A., y Mees, J. (2001). Surf zone hyperbenthos of Belgian sandy beaches: seasonal patterns. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53(6), 877-895.
- Beyst, B., Vanaverbeke, J., Vincx, M., y Mees, J. (2002). Tidal and diurnal periodicity in macrocrustaceans and demersal fish of an exposed sandy beach, with special emphasis on juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. *Marine Ecology Progress Series*, 225, 263-274.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos del trabajo con el zooplancton marino. *Publ. Espec. INIDEP*. Mar del Plata, Argentina, 936 p.
- Buthlezi, P. P. (2002). *Invertebrate plankton assemblages in the surf zones of St. Lucia and Mhlathuze Estuaries, KwaZulu-Natal, South Africa* (Doctoral dissertation).

- Carcedo, C., Fiori, S., y Bremec, C. (2014). Macrobenthic surf zone communities of temperate sandy beaches: spatial and temporal patterns. *Marine Ecology*.
- Chapman, M. G., y Underwood, A. J. (1999). Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. *Marine Ecology Progress Series*, 180, 257-265.
- Della Croce, N., y Angelino, M. (1987). Marine cladocera in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 28.
- DeLancey, L. B. (1989). Trophic relationship in the surf zone during the summer at Folly Beach, South Carolina. *Journal of Coastal Research*, 477-488.
- Fockedey, N., Beyst, B., del Pilar Cornejo, M., Calderon, J., y Vincx, M. (2004). Spatial patterns of the surf zone hyperbenthic fauna of Valdivia Bay (Ecuador). *Hydrobiologia*, 529, 205-224.
- Gasca, R., E. Suárez. (1996). Introducción al estudio del zooplancton marino. *ECOSUR-CONACYT. Quintana Roo, México*. 711 p.
- Heard, R. W., Price, W. W., Knott, D. M., King, R. A., y Allen, D. M. (2006). A taxonomic guide to the mysids of the South Atlantic Bight.
- Hernández-Trujillo, S., Esqueda-Escárcega, G., Reyes Hernández-Alfonso, J., y Pacheco-Chávez, R. (2010). Variación diaria de la abundancia del zooplancton en Bahía Magdalena, BCS México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 913-920.
- Johnson, W. S., D.M. Allen. (2005). Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coast. A Guide to Their Identification and Ecology. *The Johns Hopkins University Press. Baltimore Maryland*. 379p.
- Lock, K. O. E. N., Beyst, B. R. E. G. J. E., y Mees, J. (1999). Circadiel patterns in the tidal plankton of a sandy beach in Zeebrugge (Belgium). *Belgian Journal of Zoology*, 129, 339-352.
- Marazzo, A., y Valentin, J. L. (2004). Population dynamics of *Pseudevadne tergestina* (Branchiopoda: Onychopoda) in Guanabara Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47, 713-723.

- Marin Jarrin, J. R. (2007). *The ecology of surf zone fauna of dissipative sandy beaches in southern Oregon USA* (Doctoral dissertation, University of Oregon MS Thesis).
- Marin Jarrin, J. R., y Shanks, A. L. (2011). Spatio-temporal dynamics of the surf-zone faunal assemblages at a Southern Oregon sandy beach. *Marine Ecology*, 32, 232-242.
- McLachlan, A., y Brown, A. C. (2006). *The ecology of sandy shores*. Academic Press.
- McLachlan, A., Erasmus, T., Dye, A. H., Wooldridge, T., Van der Horst, G., Rossouw, G., ... y McGwynne, L. (1981). Sand beach energetics: an ecosystem approach towards a high energy interface. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13, 11-25
- Mees, J., y Jones, M. B. (1997). The hyperbenthos. *Oceanography and marine biology*, 35, 221-256.
- Modde, T. I. M. O. T. H. Y., y Ross, S. T. (1980). Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* (Seattle), 78, 911-922.
- Munilla, T., y San Vicente, C. (2005). Suprabenthic biodiversity of Catalan beaches (NW Mediterranean). *Acta Oecologica*, 27, 81-91.
- Munilla, T., Corrales, M. J., y San Vicente, C. (1998). Suprabenthic assemblages from Catalan beaches: zoological groups. *Orsis*, 13, 67-78.
- Ortiz-Lozano, L. P. Arceo-Briseño, A. Granados-Barba, D. Salas-Monreal-y L. Jiménez-Badillo, (2010). Zona costera. pp. 123-146. En: Florescano, E. y J. Ortiz-Escamilla (Coords). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz, Tomo I Patrimonio Natural. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. ISBN obra completa: 978-607-95131-5-3; ISBN Tomo I: 978-607-95131-6-0
- Ringelberg, J. (2010). *Diel vertical migration of zooplankton in lakes and oceans*. Springer. 356p.
- Rocha, R.A., Chávez L.R., Ramírez R.A. y Cházaro O.S. (2006). *Comunidades. Métodos de estudio*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 248 p.

- Ross, S. T., McMichael Jr, R. H., y Ruple, D. L. (1987). Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of Mexico surf zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 25, 391-412.
- Ruple, D. L. (1984). Occurrence of larval fishes in the surf zone of a northern Gulf of Mexico barrier island. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 18, 191-208.
- Sainmont, J., Thygesen, U. H., y Visser, A. W. (2013). Diel vertical migration arising in a habitat selection game. *Theoretical Ecology*, 6, 241-251.
- SEMAR. 2013-2014. Red Mareográfica Nacional de la Secretaria de Marina. Disponible en internet: http://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum_tuxpan.html
- 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.
- Smith, D. L. (1977). A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. *Kendall/Hunt Publishing Co. USA.* 161p.
- Suárez-Morales, E., y Rivera-Arriaga, E. (1998). Zooplancton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 8, 19-32.