



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Variabilidad espacial de la composición y diversidad de
los agrupamientos de poliquetos (Annelida) de fondos
blandos de la Laguna de Términos, Campeche.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MEDINA CANTÚ NADIEZHDA MARIANA



DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Pablo Hernández Alcántara
México, D.F. 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.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Medina
Cantú
Nadiezhdá Mariana
55 47 61 42
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
305078788

2. Datos del tutor (propietario)

Doctor
Pablo
Hernández
Alcántara

3. Datos del sinodal 1 (propietario)

Doctora
María Ana
Fernández
Álamo

4. Datos del sinodal 2 (propietario)

Doctora
Vivianne
Solís
Weiss

5. Datos del sinodal 3 (suplente)

Doctora
María de la Luz
Espinosa
Fuentes

6. Datos del sinodal 4 (suplente)

Doctora
Nayeli del Carmen
Domínguez
Castanedo

7. Datos del trabajo escrito

Variabilidad espacial de la composición y diversidad de los agrupamientos de poliquetos (Annelida) de fondos blandos de la Laguna de Términos, Campeche.
88 pp
2014.

Hay verdadera poesía en el mundo real

Y la ciencia es la poesía de la realidad.

Richard Dawkins (1941-)

*Estoy mirando, oyendo, con la mitad de mi
alma en el mar y la mitad del alma en la
tierra, y con las dos mitades del alma miro al
mundo.*

Pablo Neruda (1904-1973)

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Pablo Hernández Alcántara, director de esta tesis, por introducirme al mundo de los poliquetos, por toda la ayuda brindada en la identificación taxonómica y el análisis de los resultados, por su paciencia y amistad brindada a lo largo de este tiempo.

A la Dra. Vivianne Solís Weiss por permitirme formar parte del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, por todo el apoyo brindado durante mi estancia en él y por las correcciones y comentarios realizados a dicho trabajo.

A los miembros del proyecto JEST “ Joint Enviromental Study of Terminos lagoon” : al Dr. Christian Grenz, responsable del proyecto y al Dr. Reanaud Fichez, adscritos a la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. A la Dra. Laura Georgina Calva B., Hidrobiól. Edna Salamanca Quevedo, Hidrobiól. Gabriela Valdés Lagunes de la UAM-Iztapalapa, por el apoyo durante la realización de los muestreos y la información sobre los parámetros ambientales.

Dra. Nayeli del Carmen Domínguez Castanedo por su apoyo durante mi estancia en el laboratorio, por su amistad y por la revisión y corrección oportuna de este trabajo.

A la Dra. María Ana Fernández Álamo y a la Dra. María de la Luz Espinosa Fuentes por su ayuda en la revisión, por sus consejos y los comentarios realizados a dicho trabajo que fueron de gran valor para la culminación de este mismo.

Al M. en C. Arturo Álvarez Aguilar por sus comentarios y ayuda en la realización de los mapas que se presentan en este trabajo.

A todos los miembros que formaron parte del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y a los que aún permanecen en él.

Dedicatoria

Nunca es fácil escribir esta parte, y más cuando mucha gente estuvo involucrada, de todo corazón GRACIAS...

Quiero dedicar este trabajo en especial a mis padres, quienes han sido el mayor ejemplo para mí. A mi madre quien me ha enseñado el más grande valor: el AMOR. Gracias por estar a mi lado incondicionalmente, por apoyarme en todo lo que quiero. A mi padre porque que me enseñó un mundo paralelo al que vivimos, ese mundo llamado CIENCIA, gracias a ti lo descubrí, eres mi Físico favorito.

A mis hermanos, Katya y Giovanni quienes en todo momento me han apoyado, es grato saber que siempre estarán a mi lado a pesar de todo, los amo.

A mi sobrino, Emiliano, porque siempre me recibía con una sonrisa cada noche, te amo con todo mi corazón, eres el mejor regalo que Katya me ha dado.

A mis abuelos, dos de ellos aún me acompañan en este camino y han sido mi fortaleza y la memoria de mi “negrita” quien cuidó de mí.

A toda mi familia, tíos y prim@s porque siempre han sido ejemplo, no tengo como agradecerles su apoyo.

A Daniel, gracias por todo tu apoyo, por ayudarme, por soportarme, por desvelarte conmigo, no tengo como agradecerte, tu amor incondicional me inspira para alcanzar cualquier meta, Te amo.

Contenido

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. JUSTIFICACIÓN	8
4. ANTECEDENTES	9
5. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo general	12
5.2 Objetivos particulares	12
6. HIPÓTESIS	12
7. ÁREA DE ESTUDIO	13
7.1 Ubicación	13
7.2 Clima	14
7.3 Hidrografía	14
7.4 Batimetría y tipos sedimentarios	16
7.5 Vegetación	16
8. METODOLOGÍA	17
8.2 Trabajo de Laboratorio	19
8.2.1 Identificación taxonómica	19
8.3 Análisis de datos	20
8.3.1 Ambiente	20
8.3.2 Fauna	20
8.3.3 Agrupamientos faunísticos	21
8.3.4 Diversidad	22
8.3.5 Relación fauna-ambiente	24

9. Resultados y Discusión.....	25
9.1 Caracterización ambiental	25
9.2 Regionalización ambiental de la Laguna de Términos.....	32
9.3 Composición faunística	36
9.3.1 Problemas taxonómicos.....	41
9.3.2 Especies potencialmente nuevas para la ciencia	42
9.4 Abundancia y número de especies.....	54
9.5 Distribución espacial de la densidad y número de especies	57
9.6 Afinidades faunísticas.....	60
9.7 Variación espacial de la diversidad.....	63
9.7.1 Índice de Diversidad de Shannon H'	63
9.7.2 Distinción taxonómica Δ^*	64
9.8 Relación fauna-ambiente	67
10. CONCLUSIONES	71
11. BIBLIOGRAFÍA	73

1. RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de conocer la composición faunística y la diversidad de la comunidad de poliquetos que habitan en fondos blandos de la Laguna de Términos durante la temporada de lluvias. Este muestreo formó parte del proyecto multidisciplinario “Joint Environmental Study of Términos Lagoon” (JEST), durante la temporada de lluvias (octubre de 2009), se recolectaron muestras biológicas en 18 estaciones con repetición y se midieron los parámetros ambientales de profundidad, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura, pH y transparencia. Se recolectaron e identificaron 3,022 ejemplares pertenecientes a 29 familias, 58 géneros y 72 especies de poliquetos. De las 72 especies identificadas, 40 especies son nuevos registros para la Laguna de Términos y 13 son especies que potencialmente podrían ser nuevas para la ciencia. La familia más abundante fue Paraonidae, que representó al 38.98% (1,178 ind.) del total de la fauna. En la Laguna de Términos, las familias más diversas no correspondieron con las que registraron una mayor abundancia. La familia Nereididae registró la mayor riqueza específica con 7 especies; mientras que 11 familias (38%) estuvieron representadas por sólo una especie. Las variaciones espaciales de la densidad fueron muy amplias, desde 2.49 hasta 609.04 ind./0.1m² y siguieron la tendencia observada en la distribución del número de especies, ya que de este modo, en el centro de la laguna se localizan las densidades más altas, probablemente por la influencia del agua marina que penetra por la parte nororiental de la laguna. En cambio, las estaciones con la densidad más baja se ubicaron en la región occidental de la laguna, donde predominan los efectos de las descargas fluviales. Las variaciones espaciales de la composición de los agrupamientos de poliquetos mostraron la presencia de tres grupos principales: El grupo A, localizado fundamentalmente en la parte centro y sur de la laguna, definido por el cirratúlido *Aphelochaeta* sp 1., el goniádido *Glycinde multidentis* y el paraónido *Aricidea (Acmira) hirsuta*. El grupo B situado en las vecindades de las bocas de la laguna y al sur de la Isla del Carmen, definido por el capitélido *Capitella* sp. 1 y el espiónido *Prionospio heterobranchia*. El grupo C, distribuido en el oeste de la laguna, estuvo representado por el neréido *Laeonereis* sp. y el pilárgido *Sigambra grubei*. La diversidad varió ampliamente entre

0.780 y 3.642, reflejando la composición heterogénea de la fauna de poliquetos. Por otra parte, los valores del índice de distinción taxonómica fueron elevados, entre 82.4 y 100, mostrando que la fauna de poliquetos en la laguna es taxonómicamente heterogénea y que la mayoría de las especies registradas en las estaciones de muestreo, en términos generales, pertenecen a géneros e incluso a familias distintas. Aunque no se detectaron tendencias claras, las variaciones en la profundidad y temperatura fueron los parámetros que se correlacionaron mejor con los cambios espaciales de la fauna, sobre todo con la densidad y riqueza de especies.

Palabras clave: Poliquetos, Laguna de Términos, sistema laguno-estuarino, diversidad, distribución geográfica.

2. INTRODUCCIÓN

En México, el 30-35% de los litorales están representados por sistemas laguno-estuarinos, cubriendo una superficie de aproximadamente 1, 567,000 ha (Contreras-Espinosa, 1993). El 45% del área ocupada por estos ambientes se localiza en el Golfo de México y Mar Caribe (Contreras, 1985). La importancia de estos sistemas laguno-estuarinos, además de su amplia extensión, radica en su alta productividad, y en ser sitios de crianza, alimentación y refugio para diversas especies de animales que ahí residen, o que dependen de estos hábitats en alguna fase de su ciclo de vida (Day *et al.*, 1989).

En este sentido, la Laguna de Términos es el sistema laguno-estuarino con mayor volumen, extensión e importancia económica de México (705,016 ha). Fue declarada Área de Protección de Flora y Fauna (APFFLT) en 1994, y un sitio Ramsar en 2004 (CONABIO, 1995). Este sistema exporta energía y elementos nutritivos al área costera adyacente, ayudando a soportar una de las zonas pesqueras más importantes del país, la Sonda de Campeche. Esta exportación de nutrientes es resultado de los procesos que se llevan a cabo en las diferentes comunidades y asociaciones bióticas que ahí se desarrollan (Hernández-Alcántara, 1985). Las comunidades bénticas están integradas por una combinación de especies locales y de especies que llegan del mar adyacente, mientras que pocas especies tienen una capacidad osmoreguladora amplia para penetrar desde el medio dulceacuícola (Pearson *et al.*, 1977). La heterogeneidad ambiental que caracteriza a las lagunas costeras y estuarios determina la composición y estructura de las comunidades bénticas (Day *et al.*, 1989), de modo que dichos ambientes son considerados como sitios de poca diversidad pero elevada abundancia (Constable, 1999).

Los organismos que conforman el bentos, son aquellos que pasan toda su vida o parte de ella en relación estrecha con el fondo y generalmente son sésiles o con poca movilidad (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002, Granados *et al.*, 2002). La mayoría de los invertebrados que habitan el sedimento son organismos pequeños, aunque en ocasiones pueden constituir la biomasa dominante de los sedimentos marinos (Snelgrove, 1998). Esta fauna está integrada principalmente por poliquetos, crustáceos, moluscos y equinodermos (Snelgrove, 1999).

Los anélidos poliquetos (Fig.1) se distribuyen en prácticamente todos los sedimentos marinos y estuarinos del mundo (Fauchald, 1977), y algunos dulceacuícolas. Son regularmente uno de los componentes más importantes de la macrofauna béntica, sobre todo en fondos blandos, representando hasta el 45-50% del número total de especies y el 80% del número total de individuos (Blake, 1994). Los poliquetos son vitales en la estructura comunitaria, producción secundaria, dinámica y salud de los fondos acuáticos, ya que contribuyen a la descomposición, incorporación y re-mineralización de la materia orgánica, favoreciendo el reciclaje de nutrientes en la columna de agua (Liñero-Arana & Reyes-Vásquez, 1979, Huchings, 1998). Los poliquetos pertenece al Phylum Annelida, y aunque su número total de especies es incierto, Blake (1994) propuso que pueden existir más de 16,000 especies, mientras que Rose & Pleijel (2001) estimaron en 9, 000 el número de especies registradas a nivel mundial.

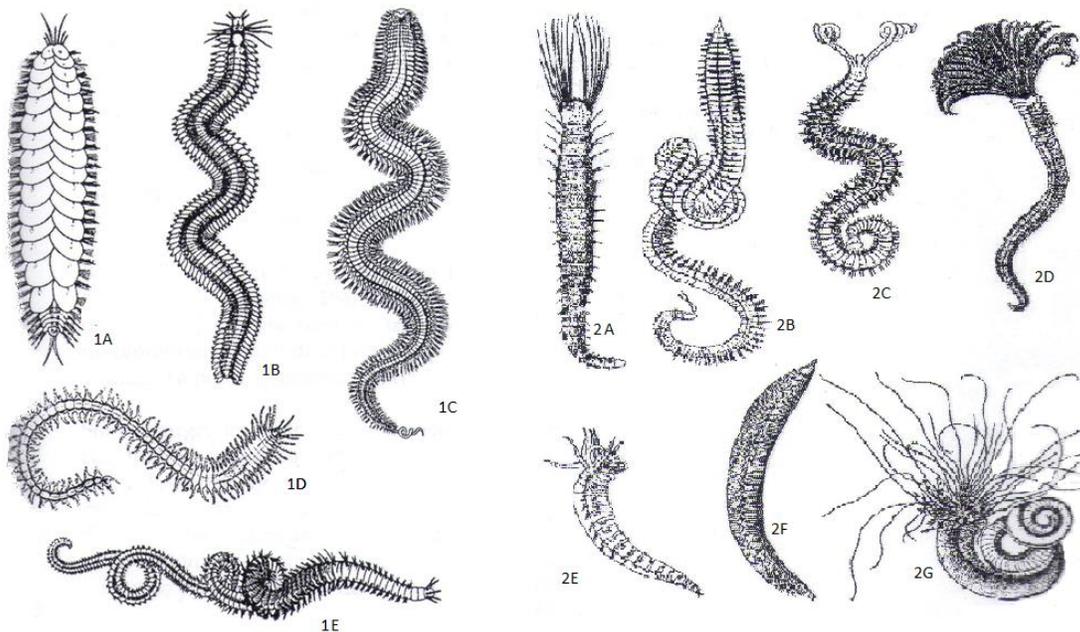


Figura 1. Poliquetos errantes: **1A)** Polynoidae; **1B)** Phyllodocidae; **1C)** Nephtyidae; **1D)** Syllidae; **1E)** Eunicidae. Poliquetos sedentarios: **2A)** Flabelligeridae; **2B)** Orbiniidae; **2C)** Spionidae; **2D)** Sabellidae; **2E)** Ampharetidae; **2F)** Opheliidae; **2G)** Terebellidae (tomado y modificado de Blake, 1994).

En general, los poliquetos son organismos metazoarios, protostomados y esquizocelomados, que presentan metamerismo, siendo esta característica la más notoria del grupo (Brusca & Brusca, 1990; Hutchings & Fauchald, 2000). En cuanto a su morfología, están integrados por dos regiones pre-segmentales llamadas prostomio y peristomio, un tronco segmentado (metastomio) (Fig. 2), y un pigidio localizado en la parte terminal o termino-dorsal del cuerpo.

Presentan un par de estructuras quimio-sensoriales llamados órganos nucleares, que se encuentran en el margen postero-lateral del prostomio, y son aparentemente la única sinapormofía de los poliquetos, que los distingue de los otros anélidos (Fig. 2) (Beesley, Ross & Glasby, 2000; Rouse & Fauchald, 1995).

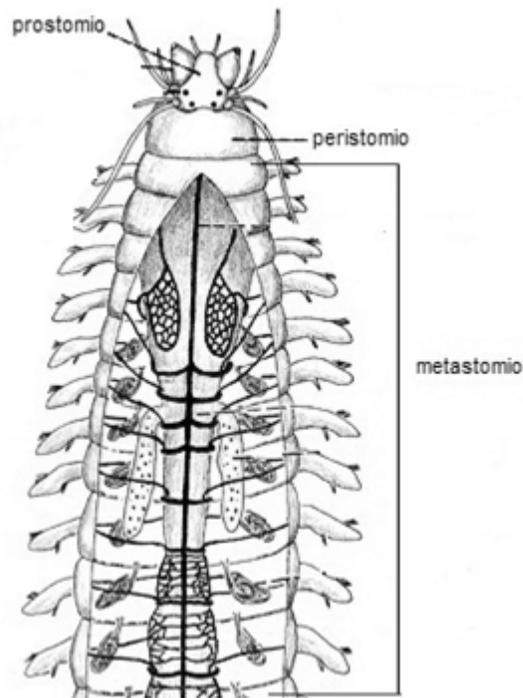


Figura 2. Plan corporal de un poliqueto (tomado y modificado de Barnes, 1980).

a) La parte anterior está formada por el prostomio y peristomio, y se caracteriza por presentar órganos sensoriales como ojos, antenas, palpos, cirros u órganos nucleares. Puede ser relativamente simple y carecer de apéndices, como en algunos excavadores o en los residentes

permanentes de madrigueras, o bien poseer apéndices en distinto nivel de desarrollo (Salazar-Vallejo *et al.*, 1989) (Fig.3).

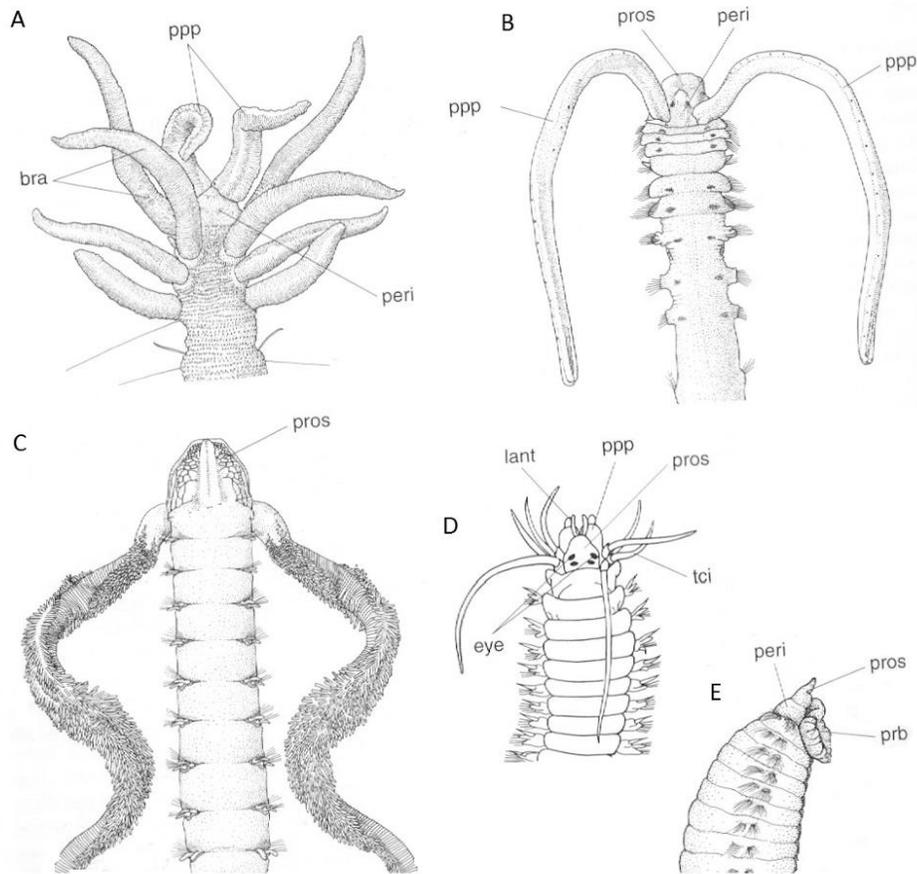


Figura 3. Características del extremo anterior de varios poliquetos: **A**, *Macrochaeta australiensis* (Acrocirridae). **B**, *Spiochaetopterus* sp. (Chaetopteridae). **C**, *Magelona dakini* (Magelonidae). **D**, *Platynereis dumerilli* (Nereididae). **E**, *Scoloplos normalis* (Orbiniidae). (**bra**= branquia; **eye**= ojo; **lant**= antena lateral; **peri**= peristomio; **ppp**= palpos, **pros**= prostomio; **tci**= cirros tentaculares) (tomado y modificado de Beesley *et al.*, 2000).

b) El tronco o metastomio (Fig 2), puede ser homómero, si los segmentos y los apéndices asociados a los parápodos (cirros, branquias y setas) son similares entre sí; o heterómero, cuando hay claras diferencias en la forma de los parápodos y la setación, que permiten separar al tórax del abdomen (Harris *et al.*, 2009).

c) El pigidio, donde se ubica el ano, puede estar en posición ventral o termino-dorsal, puede ser liso o presentar cirros que varían en longitud, que en algunas ocasiones pueden llegar a ser tan largos como los cirros tentaculares (Fauchald & Rouse, 1997).

Como se mencionó previamente, los poliquetos poseen una gran variedad morfológica y tradicionalmente se han dividido en dos grandes grupos, los Errantia y los Sedentaria (Fig 1). Esta clasificación está basada en el desarrollo de la parte anterior del cuerpo y en los hábitos de vida de las especies, no tiene validez sistemática y es aceptada por los taxónomos por razones absolutamente didácticas (Barnes, 1996; Fauchald & Jumars, 1979). Actualmente la mayoría de los autores aceptan la clasificación propuesta por Rouse y Fauchald (1997) y modificada posteriormente por Rouse (2000), la cual se caracteriza por reflejar las afinidades filogenéticas entre las familias.

Los poliquetos tienen importancia en los estudios de los medios contaminados. Algunas especies son consideradas como indicadoras de contaminación, proporcionando información de perturbaciones (Padilla-Galicia, 1984). Otros poliquetos producen compuestos químicos de utilidad potencial en el control de plagas de insectos, o en el tratamiento de algunos tipos de enfermedades bacterianas (Salazar-Vallejo, 1985). Además, los poliquetos también tienen importancia comercial pues son utilizados como carnada viva para la pesca, o para uso ornamental en acuarios marinos (de León González. & G. Góngora-Garza, 1994).

Debido a todo lo antes mencionado, el conocimiento de los poliquetos en los ecosistemas béticos tiene gran importancia, y aunque se han realizado algunos estudios dentro de la Laguna de Términos, aún se está muy lejos de tener un panorama completo del papel que juegan en este ambiente. Por ello, este estudio está orientado a incrementar el conocimiento sobre las especies de poliquetos que habitan dicha laguna y sus variaciones espaciales en composición y diversidad en los fondos blandos de este heterogéneo sistema.

3. JUSTIFICACIÓN

Es evidente la importancia de los sistemas laguno-estuarinos, para las actividades humanas, al soportar importantes pesquerías de especies de interés comercial, como camarón, peces o moluscos, que se realizan en las regiones marinas adyacentes. Además, para la fauna que allí se desarrolla, constituyen zonas de refugio, anidación, crecimiento y alimentación. Sin embargo, en México, a pesar de la gran extensión que ocupan las lagunas costeras y del papel de los poliquetos en este tipo de ambientes, que ha sido plenamente reconocido, al estar relacionado con su elevada abundancia y diversidad (Hernández-Alcántara & Solís-Weiss, 1991, 1995), su estudio no ha atraído la atención de los investigadores. Como resultado, hasta el momento, estos invertebrados han sido registrados sólo en 11 de los aproximadamente 174 sistemas laguno-estuarinos que se encuentran distribuidos en la porción mexicana del Golfo de México (Hernández-Alcántara *et al.*, en prensa). En este sentido, el presente trabajo pretende llamar la atención en la exploración de estos importantes ecosistemas, al examinar la presencia de los poliquetos en una de las lagunas costeras más importantes del país, la Laguna de Términos. En esta, a pesar de ser la más estudiada, el conocimiento sobre estos invertebrados se ha centrado básicamente en las comunidades que habitan los ambientes de pastos marinos y manglar. Por tanto, y con el objetivo de aportar una mayor información sobre la biodiversidad de los poliquetos en estos sistemas acuáticos, se estudió su presencia en los fondos blandos sin vegetación sumergida, y se analizó la distribución espacial de sus agrupamientos faunísticos en la laguna.

4. ANTECEDENTES

En la Laguna de Términos el estudio de este grupo de invertebrados se ha centrado principalmente en ambientes de pastos marinos y manglares. El estudio sobre la presencia de los poliquetos en esta laguna se inició en la década de los ochenta, con los trabajos de Carreño-López (1982) y Solís-Weiss & Carreño (1986), quienes analizaron la macrofauna béntica que habita en las praderas de *Thalassia testudinum*., con el objetivo de conocer la composición de especies y los grupos dominantes durante un ciclo anual. Detectaron que, junto con los moluscos, los poliquetos fueron abundantes en estos ambientes, aunque los anélidos registraron un mayor número de especies, poniendo en evidencia las amplias variaciones en abundancia y diversidad que estas comunidades presentan en las diferentes épocas del año. Ibáñez-Aguirre (1983) e Ibáñez-Aguirre & Solís-Weiss (1986) examinaron durante un ciclo anual las comunidades de poliquetos asociadas a las praderas de *Thalassia testudium* del sur de la Isla del Carmen. En este estudio se determinó el efecto de los parámetros físicos, químicos y texturales sobre la composición y distribución de la fauna, donde la salinidad y temperatura fueron los factores determinantes en la distribución de los organismos. En particular, durante la temporada de nortes se observó un decremento en la abundancia y diversidad de los poliquetos.

Revelles (1983) realizó un estudio cuyo objetivo fue analizar la distribución de los poliquetos en el sureste de la laguna, y sus cambios estacionales en las praderas de pastos marino, en dicho estudio se determinó que la estacionalidad y el flujo del agua marina y fluvial pueden determinar la distribución de los organismos dentro de este hábitat. Particularmente, observó que las estaciones con mayor influencia fluvial presentaban escasa riqueza de especies, aunque en algunas ocasiones también una elevada abundancia.

Por otra parte, Cruz-Ábrego *et al.* (1994) analizaron la distribución de los poliquetos y moluscos asociados a ambientes de *Thalassia testudinum* y *Rhizophora mangle*, durante la temporada de lluvias y secas. En este estudio se observó que la riqueza específica de los poliquetos fue superior a la de los moluscos. Por otra parte, en cuanto a la preferencia del hábitat, se registró una mayor

riqueza y abundancia tanto de poliquetos como de moluscos en las praderas de *Thalassia testudinum*.

Hernández-Alcántara (1985) y Hernández-Alcántara & Solís-Weiss (1995) determinaron la composición faunística y evaluaron algunos parámetros ecológicos de las comunidades macrobénticas asociadas a los ambientes de manglar. Estos autores encontraron que los anélidos poliquetos fueron ahí el grupo dominante. Por otra parte, al analizar el efecto del ambiente sobre la fauna, encontraron que el sedimento y la salinidad parecen ser los factores principales que alteran el establecimiento y desarrollo de las comunidades macrobéntica en este hábitat.

Posteriormente, Hernández-Alcántara & Solís-Weiss (1991), analizaron las variaciones anuales de las comunidades de poliquetos asociados a *Rhizophora mangle* y la influencia de los parámetros ecológicos sobre estos organismos. Durante este estudio se encontró que el factor ambiental más importante para determinar la abundancia y diversidad de los poliquetos es el flujo de agua marina en la laguna, mientras que el contenido de materia orgánica, la textura sedimentaria, la temperatura y la transparencia del agua fueron factores secundarios, aunque también contribuyen en las variaciones temporales de la abundancia y la diversidad de las comunidades de poliquetos.

El estudio de la macrofauna béntica en la Laguna de Términos fue retomado veinte años después por Cortés-Solano (2011), quien analizó la composición y estructura de las comunidades de poliquetos en los ambientes de fondos blandos, durante la temporada de secas. Las densidades más elevadas se presentaron en las zonas con influencia marina; mientras que, los valores más bajos estuvieron asociados a las desembocaduras de los ríos. Por otra parte, los parámetros ambientales con un efecto significativo en la distribución de la fauna fueron la temperatura y la profundidad, por lo cual las densidades más elevadas se localizaron en zonas con profundidad más baja y temperatura más elevada.

En los últimos años, también se han descrito nuevas especies: en 2008 Tovar-Hernández *et al.*, describieron a la especie *Syllis lagunae* y realizaron la designación del neotipo de *Syllis mexicana*

(Rioja, 1960), las cuales fueron registradas en los ambientes de pastos marinos al norte de la Laguna de Términos. Arriaga-Hernández *et al.* (2013) describieron dos nuevas especies de la familia Paraonidae: *Aricidea (Acmira) hirsuta* y *Paradoneis carmelitensis*, recolectadas en ambientes de fondos blandos, y analizaron su distribución espacial y temporal en la Laguna de Términos.

Finalmente, Hernández-Alcántara *et al.* (2011) realizaron estudios cuyo objetivo fue presentar una visión general de la biodiversidad de los poliquetos en los ecosistemas laguno-estuarinos del sur del Golfo de México, incluida la Laguna de Términos. Estos autores concluyeron que la fauna de invertebrados que habita en estos sistemas es prácticamente desconocida, ya que sólo se ha registrado información sobre los poliquetos de 11 de las alrededor de 174 lagunas costeras y estuarios que se distribuyen en esta región marina del país. Por esto, los estudios dirigidos al análisis de la composición y estructura de la macrofauna béntica de estos ambientes deben ser prioritarios, ya que sus comunidades están gravemente amenazadas por el intenso deterioro de sus hábitats, debido al incremento constante de las actividades humanas en estos sistemas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Analizar las variaciones espaciales de la composición y diversidad de los poliquetos que habitan en fondos blandos de la Laguna de Términos, Campeche, durante la temporada de lluvias.

5.2 Objetivos particulares

- Caracterizar ambientalmente la Laguna de Términos, con base en la variación espacial de la profundidad, salinidad, temperatura, pH y O₂ disuelto, durante la época de lluvias.
- Identificar a nivel taxonómico de especie los ejemplares pertenecientes a los poliquetos y elaborar un listado faunístico.
- Determinar los agrupamientos faunísticos y su distribución en la Laguna de Términos.
- Analizar la variación espacial de la diversidad en la laguna y establecer su relación con los cambios ambientales registrados.

6. HIPÓTESIS

La variación de los factores ambientales, característica de los sistemas laguno-estuarinos, como la Laguna de Términos, tiene un efecto directo sobre la composición, diversidad y distribución de los agrupamientos de poliquetos que allí habitan, por lo que se espera encontrar que la densidad y diversidad de estos invertebrados sean elevadas en zonas donde prevalecen condiciones marinas, disminuyendo su presencia hacía las zonas con más influencia dulceacuícola.

7. ÁREA DE ESTUDIO

7.1 Ubicación

La Laguna de Términos se localiza al sur del Golfo de México, en el estado de Campeche ($18^{\circ} 25' - 18^{\circ} 49' N$; $91^{\circ} 15' - 91^{\circ} 55' O$) (Fig.4), tiene una forma elipsoidal, con 70 km de longitud y 30 km de ancho (Contreras, 1985; Gutiérrez-Estrada & Castro del Río, 1988), y cubre un área aproximada de 705,016 ha (CONABIO, 1995). Una barrera, la Isla del Carmen en su porción norte, restringe la comunicación de la laguna con el Golfo de México a dos bocas, denominadas Boca de Puerto Real al oriente, y Boca del Carmen hacia el occidente de la laguna, respectivamente.

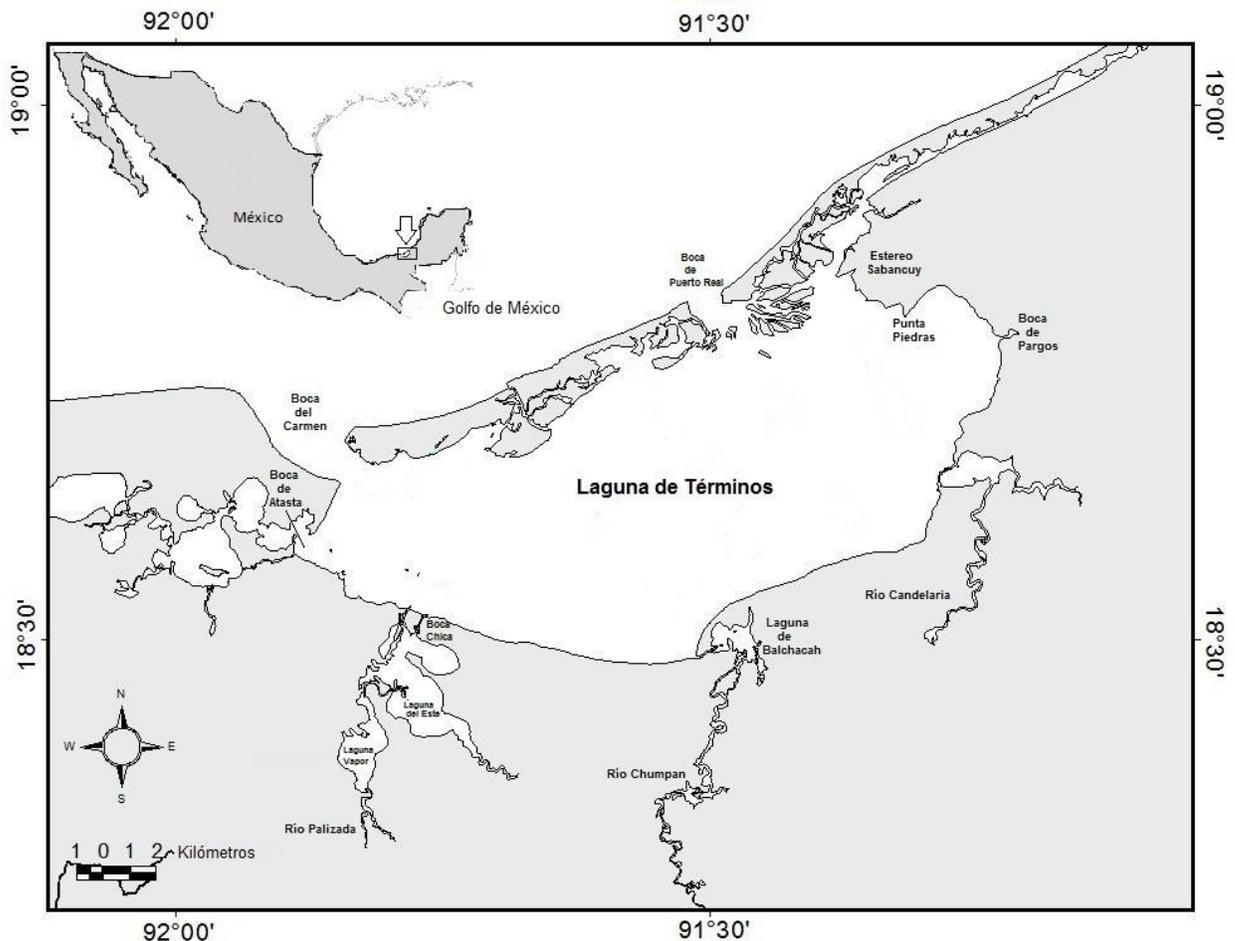


Figura 4. Ubicación geográfica de la Laguna de Términos, sur del Golfo de México.

7.2 Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1981), el clima de la Laguna de Términos es Amw: cálido, húmedo, isotermal. La temperatura del agua fluctúa entre los 17 y 36 °C, y varía de acuerdo con la temporada del año; en verano se han registrado las temperaturas más altas, mientras que en invierno las más bajas (Botello, 1978).

Las precipitaciones alcanzan un nivel máximo de 1,915 mm y un mínimo de 366.66 mm anuales. Los meses de julio a noviembre presentan las precipitaciones más elevadas, y los de menor intensidad los meses de noviembre a enero (Amezcu-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980).

Los vientos dominantes en la zona tienen una dirección noreste y sureste (4-6 m/s), por lo que provocan una circulación neta en la laguna de este a oeste con una velocidad promedio de 1.35 m/s (Páez-Ozuna *et al.*, 1987). Durante el invierno se presentan tormentas tropicales denominadas “nortes”, precisamente por el predominio de los vientos del cuadrante norte (Amezcu-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980). Se presentan tres temporadas durante el año: una temporada lluviosa de junio a octubre, una de nortes de octubre a febrero y una de secas de febrero a mayo (de la Lanza Espino & Lozano Montes, 1999).

7.3 Hidrografía

Los principales ríos que drenan hacia la laguna de Términos son: el Río Palizada, el Río Chumpán y el Río Candelaria, los primeros dos pertenecen al sistema fluvial Tabasqueño, mientras que el Río Candelaria se encuentra ubicado en el extremo noroccidental de la laguna, cuya cuenca se localiza principalmente en la Península de Yucatán. Este último río presenta un aporte fluvial de 21.5 m³/s (S.R.H., 1976), desembocando en la Boca de Pargos, al sureste de la laguna. El Río Palizada se ubica en el extremo occidental y forma parte de la red hidrológica de los ríos Mexcalapa, Grijalva y Usumacinta (Botello, 1978), y al desembocar en la Laguna de Términos da lugar a la formación del estuario de Boca Chica (Yáñez-Correa, 1963).

Por su parte, el Río Chumpán tiene su origen en la planicie costera por la unión de los ríos San Joaquín y Salsipuedes, para posteriormente formar el estero de Balchacáh (Zarur-Méñez, 1962).

Finalmente el Río del Este, el cual a su vez sirve de conducto para que parte de las aguas del Río Usumacinta descarguen en la laguna, da lugar a la formación de las lagunas de Atasta, Pom, Cortes y Puerto Rico (Yáñez-Correa, 1963).

La descarga promedio anual de los ríos en la laguna es de 6×10^9 m³, mientras que la precipitación anual oscila entre 1650 a 1850 mm al año. (Pheleger & Ayala-Castañares, 1971).

Contreras (1985) menciona que los vientos dominantes del este, la corriente litoral y la descarga de los ríos provocan que el agua del Golfo de México entre a la laguna por la Boca de Puerto Real y salga por la Boca del Carmen. Debido a estos flujos acuáticos, los valores de salinidad son muy variables dependiendo en gran medida de la temporada del año. De acuerdo con Botello (1978), en la temporada de secas se presentan los valores altos de salinidad en la Boca de Puerto Real (38.21 ups), manteniéndose estos valores a lo largo del sur de la Isla del Carmen. Por el contrario, la salinidad decrece de la isla hacia tierra firme, por lo que en la parte central se presentan valores intermedios debido a la mezcla de las masas de agua; durante la temporada de lluvias se observa un decremento de la salinidad dentro de la laguna (Botello, 1978, Yáñez & Day, 2002). Por tanto, el flujo de agua marina con alta salinidad proveniente del Golfo de México, que penetra a través de la Boca de Puerto Real, se mezcla con agua dulce proveniente de la descarga de los ríos, y sale hacia el Golfo de México, con menor salinidad, a través de la Boca del Carmen (Botello, 1978).

Regularmente, los valores oxígeno disuelto son cercanos o superiores a los niveles de saturación, debido a la alta oxigenación causada por la intensa acción de los vientos (Amezcu-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980). La transparencia de la laguna varía considerablemente, ya que en los alrededores de los sistemas fluvio-lagunares la transparencia es mucho menor, debido al abundante aporte sedimentario de los ríos que enturbian estos sistemas (Amezcu-Linares y Yáñez-Arancibia, 1980).

7.4 Batimetría y tipos sedimentarios

En general, la laguna de Términos es un cuerpo de agua somero. Las zonas más profundas se localizan en las inmediaciones de la Isla del Carmen y hacia la Boca de Puerto Real, donde se registran profundidades entre 8 y 10 m. En cambio, al centro de la laguna las profundidades son de alrededor de 4 m, disminuyendo paulatinamente hacia la periferia (Amezcue-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980). Su relativa poca profundidad es resultado de la gran cantidad de sedimentos aportados por los ríos que en ella confluyen (Vargas, 1977, Amezcua-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980).

Las arenas, limos y arcillas con presencia de fragmentos de conchas de moluscos, son los tipos sedimentarios dominantes. Al sur de la Isla del Carmen, los sedimentos son principalmente arenas de transición, con un contenido de 40 a 50% de CaCO₃; sin embargo, en la mayor parte de la laguna presenta sedimentos de limo y arcilla. El área de la boca oriental de la laguna se caracteriza por presentar arenas calcáreas, mientras que en las vecindades de la boca del Carmen el sedimento es principalmente limo-arcilloso (Yáñez-Correa, 1963; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

7.5 Vegetación

Los márgenes de la laguna están prácticamente cubiertos por manglares, que se vuelven más densos en sus porciones suroeste y en la parte sur-sureste de la Isla del Carmen, con predominio de *Rhizophora mangle* (Gómez, 1974; Contreras, 1985; de la Lanza *et al.*, 1993; de la Lanza & Lozano-Montes, 199), asociado con *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*. La vegetación sumergida incluye amplias praderas de pastos marinos, principalmente *Thalassia testudinum*, que se distribuyen básicamente en la parte nororiental de la laguna, en el sur de la Isla del Carmen y en las vecindades de la Boca de Puerto Real. Por otra parte, el lirio acuático *Eichhornia crassipes* se encuentra cubriendo grandes extensiones en las vecindades del Río Palizada, al sur de la laguna (Amezcue-Linares & Yáñez-Arancibia, 1980).

8. METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo en el marco del proyecto multidisciplinario e interinstitucional “Joint Environmental Study of Términos Lagoon” (JEST) de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, a través de la participación en la campaña “JEST 3”, realizada durante la temporada de lluvias en octubre de 2009. Los datos se procesaron en las instalaciones del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

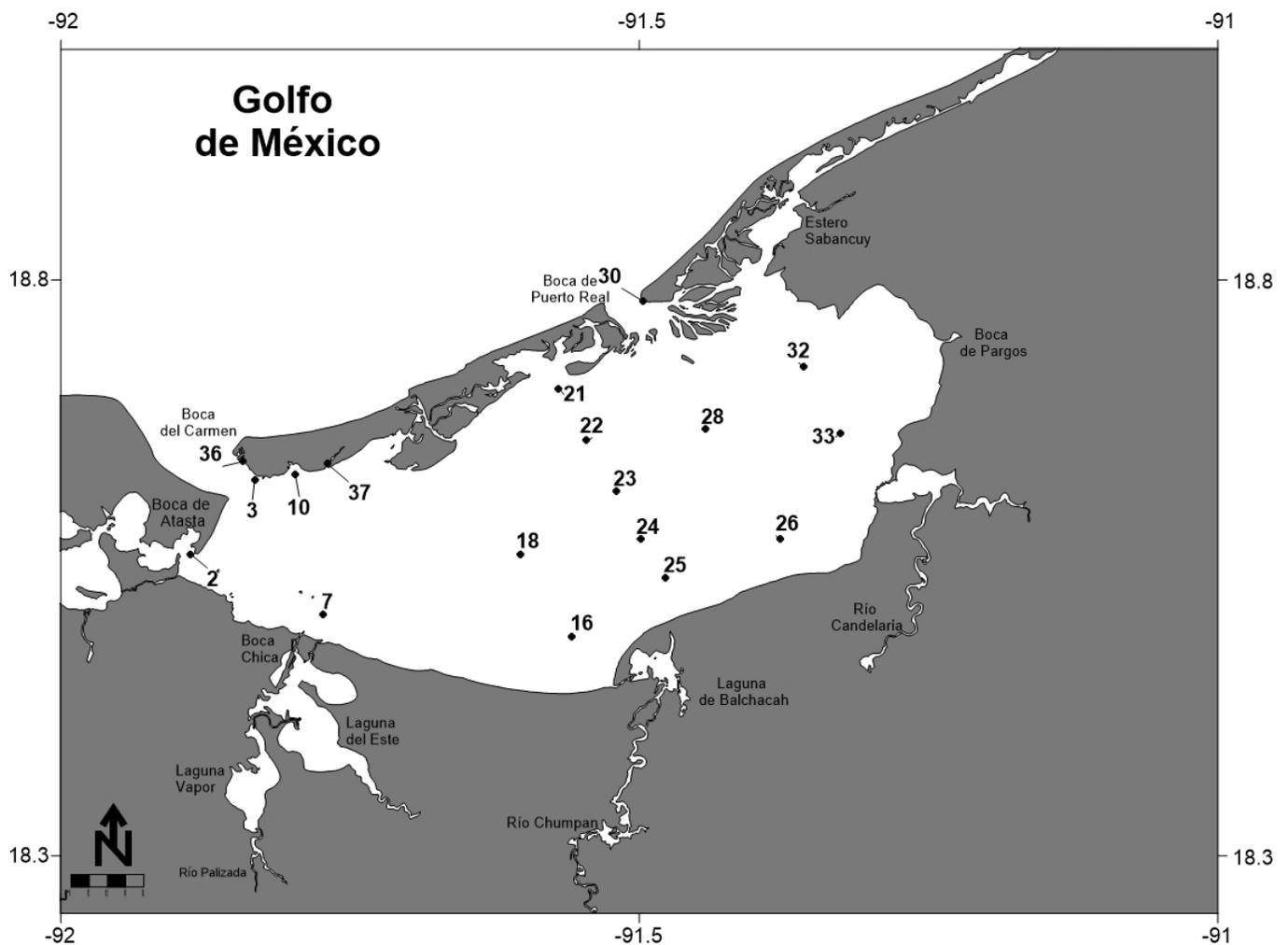


Figura 5. Distribución de las localidades de muestreo en la Laguna de Términos.

8.1 Trabajo de campo

Las muestras fueron recolectadas en 18 estaciones (Fig.5, Tabla 1) dentro de la Laguna de Términos, en substratos blandos carentes de vegetación acuática. Para la toma de las muestras se utilizó una draga Ekman (0.053 m²) de la cual se obtuvieron dos réplicas de sedimento. Los cueles fueron cernidos a través de un tamiz con luz de malla de 0.5 mm para separar la fauna macrobéntica. Posteriormente, el material retenido fue fijado con formaldehído al 4%. En cada estación de muestreo se midieron los siguientes parámetros ambientales: profundidad (m); salinidad con un refractómetro manual (+- 0.5 ups), oxígeno disuelto por medio del método Winkler (Strickland & Parsons, 1977), la temperatura con un termómetro con sensibilidad de 0.1 °C, el pH con un potenciómetro de campo (+-0.1 unidades de pH); y la transparencia fue determinada con un disco de Secchi.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Laguna de Términos.

Estación	Localidad	Fecha de muestreo	Latitud (N)	Longitud (O)
2	Boca Atasta	21/10/2009	18°33'42"	91°53'15"
3	Puntilla	21/10/2009	18°37'35"	91°49'57"
7	Río Palizada	21/10/2009	18°30'33"	91°46'25.00"
10	El Rastro	21/10/2009	18°37'50.00"	91°47'50"
11	Isla Pájaros (Los Cayos)	21/10/2009	18°38'20"	91°43'40"
16	Frente Río Balchacah	20/10/2009	18° 29' 23"	91° 33' 30"
18	Centro-sur Laguna	20/10/2009	18° 33' 40"	91° 36' 10"
21	Punta Gorda	20/10/2009	18° 42' 20"	91° 34' 10"
22	Centro de la Laguna	20/10/2009	18°39'40.40"	91°32'44"
23	Centro de la Laguna	20/10/2009	18°37'00"	91°31'10"

24	Centro de la Laguna	20/10/2009	18°34'30"	91°29'54"
25	Sur Laguna	20/10/2009	18°32'30"	91°28'39"
26	Panlau	20/10/2009	18° 34' 30"	91° 22' 40"
28	Centro-oeste Laguna	20/10/2009	18° 40' 13"	91° 26' 34"
30	Isla Aguada	20/10/2009	18° 46' 53"	91° 29' 47"
32	Este Laguna	20/10/2009	18°43'30"	91°21'30"
33	Sureste Laguna	20/10/2009	18°40'00"	91°19'34"
36	Gasolinera	21/10/2009	18°38'32"	91°50'34"
37	Estero Pargo	21/10/2009	18°38'26"	91°46'11"

8.2 Trabajo de Laboratorio

El material biológico fijado en el campo fue lavado con agua dulce y cernido a través de un tamiz con luz de malla de 0.5 mm para eliminar el formol, preservando los organismos en etanol al 70%, correctamente etiquetados. Posteriormente, los organismos separados fueron clasificados a grandes grupos de invertebrados: poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos. En particular, los anélidos poliquetos fueron identificados a nivel de familia en una primera fase y posteriormente a nivel taxonómico de especie.

8.2.1 Identificación taxonómica

Para la identificación a nivel de familia se utilizaron las claves a familia y género de Fauchald (1977) y Uebelacker & Johnson (1984). Se utilizó un microscopio estereoscópico para la identificación a nivel familia, observándose primordialmente estructuras de la porción anterior del cuerpo, como el prostomio, que regularmente porta órganos sensoriales (ojos, antenas, cirros o palpos), y las estructuras bucales, que son diagnósticas para algunas familias; también fue necesario analizar las estructuras setales asociadas a los parápodos.

Una vez separados a nivel de familia, los ejemplares se identificaron a nivel de especie con claves especializadas para cada familia y género. La observación de las estructuras diagnósticas se realizó con un microscopio estereoscópico y un microscopio óptico. En algunos casos, con el objetivo de contrastar y observar mejor las estructuras y caracteres morfológicos específicos, se tiñeron los ejemplares con azul de metileno. Se realizaron preparaciones fijas de estructuras, principalmente maxilas y parápodos con setas, para que, de ser necesario, pudieran ser observadas posteriormente y verificar su identificación y asignación específica. Una vez identificados, los organismos se colocaron en viales con alcohol al 70%, se catalogaron y se incorporaron a la colección Nacional de Anélidos Poliquetos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM (Clave: DFE, 061.0598).

8.3 Análisis de datos

8.3.1 Ambiente

La caracterización ambiental de la Laguna de Términos se realizó al evaluar las variaciones espaciales de la profundidad, temperatura, el pH, transparencia y O₂ disuelto, y examinando una serie de gráficas de los resultados obtenidos. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de las afinidades ambientales entre las estaciones de muestreo, lo cual, representa la relación que existe entre las localidades de acuerdo con sus características ambientales. Este proceso se llevó a cabo mediante un análisis de agrupamiento (cluster), utilizando el método de distancias euclidianas con ligamiento promedio por grupo (Clarke & Gorley, 2006), por medio del paquete estadístico “Plymouth Routines in Multi-Variate Ecological Research (PRIMER v.6)”. Posteriormente se analizó la contribución de cada factor a la integración de los agrupamientos generados, por medio de un análisis SIMPER, una subrutina del programa PRIMER. En este caso se obtuvo el porcentaje de contribución de cada variable ambiental (Clarke & Gorley, 2001).

8.3.2 Fauna

A la información generada durante la identificación taxonómica se le asignó la abundancia de cada una de las especies y se generaron las matrices respectivas. Los valores de abundancia fueron transformados a densidad (ind. /0.1 m²), dicha transformación se realizó con fines comparativos

8.3.3 Agrupamientos faunísticos

Las afinidades faunísticas entre las localidades de muestreo, de acuerdo con su composición faunística, se determinaron por la técnica de clasificación aglomerativa (cluster). Los datos de densidad fueron comparados y analizados mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). Este índice es definido como la similitud absoluta entre la especies presentes en dos muestras, tomando en cuenta todas las especies y divididas entre el número total de especies en ambas muestras (Clark & Green, 1988). La generación de la matriz de datos se transformó previamente en logaritmo (x+1), para reducir el efecto de las densidades altas de las especies dominantes (Clifford & Stephenson, 1975; Clarke & Gorley, 2001). El índice de Bray-Curtis se calculó por medio del siguiente algoritmo:

$$b_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S (X_{ij} + X_{ik})} \right\}$$

Donde:

b_{jk} = índice de similitud de Bray-Curtis entre las localidades

j, k = localidades j y k que se comparan

i = i -ésima especie

S = número total de especies

X_{ij} = densidad de la especie en la localidad j

X_{ik} = densidad de la especie i en la localidad k

A partir de este análisis se generó un dendrograma de afinidad entre las localidades de muestreo, en el que se obtiene la similitud entre los grupos obtenidos. Posteriormente, se realizó un análisis SIMPER para obtener el porcentaje de contribución de cada especie a la integración de los grupos. Dicho análisis fue realizado por medio del programa PRIMER v6 (Clarke & Gorley, 2006).

8.3.4 Diversidad

En general, la diversidad ha sido empleada como un indicador de la variedad de formas de vida y como una medida de la estructura de los grupos de especies que se localizan en un área determinada (Gray, 2000). El análisis de la diversidad en la Laguna de Términos se realizó mediante el estudio de las variaciones de la riqueza específica (número de especies en cada estación de muestreo y en cada región de la laguna), y por medio del índice de Shannon (H'), que es uno de los índices más utilizados en trabajos sobre ecología marina y está definido como:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2(p_i)$$

Donde:

H' = índice de diversidad de Shannon

p_i = es la proporción de la abundancia de la especie i (n_i/N)

S = número total de especies

n_i = abundancia de la especie i

N = abundancia total $\sum_{i=1}^s n_i$

Este índice supone que todos los individuos fueron recolectados al azar y que todas las especies están presentes en la muestra, se asigna un valor de cero cuando hay una sola especie, es decir, todos los individuos pertenecen a una misma especie; y se asigna un valor de logaritmo de S , máxima diversidad, cuando todas las especies se representan por un mismo número de individuos (Magurran, 1988). Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad, dependiendo de dos factores: el número de especies presentes y la abundancia relativa (Pla, 2006).

Posteriormente, la diversidad también fue evaluada por medio del índice de distinción taxonómica, debido a que los índices de diversidad toman en cuenta el número de especies y la

proporción de la abundancia entre los individuos, pero no consideran la influencia de la composición taxonómica de las especies que integran la comunidad. Para tratar de ponderar este efecto, se utilizó el índice de distinción taxonómica propuesto por Warwick & Clarke (1995), que se basa en la medición de la diversidad tomando en cuenta la relación taxonómica de las especies, de acuerdo con el siguiente algoritmo:

Δ^* = índice de distinción taxonómica.

$$\Delta^* = \frac{\sum w_k f_k}{\sum f_k}$$

k = número de jerarquías taxonómicas

f_k = suma de los productos cruzados de los conteos de todos los pares de especies relacionadas en el mismo nivel jerárquico.

w_k = distancias taxonómicas correspondientes a f_k

Este índice está basado en el índice de Simpson, el cual calcula la probabilidad de que al elegir dos ejemplares, estos pertenezcan a una misma especie, con la diferencia de que el índice de distinción taxonómica incorpora el promedio de las distancias taxonómicas entre dichas especies. En este sentido, Δ^* pondera los valores de diversidad con la composición de las especies y sus similitudes taxonómicas, y mide la distancia taxonómica esperada entre dos individuos seleccionados aleatoriamente, pero con la condición de que no pertenezcan a la misma especie. En este índice el valor de 100 indica que los organismos pertenecen a diferentes especies, pero también a géneros y familias distintas. Por el contrario, si el valor disminuye indica que las especies pertenecen al mismo género y/o familia. Cabe mencionar que dicho índice puede presentar un sesgo si los agrupamientos faunísticos están representados por muy pocas especies. Todas las rutinas ejecutadas para evaluar estos indicadores de la diversidad fueron realizadas por medio del programa para análisis ecológicos PRIMER.

8.3.5 Relación fauna-ambiente

La relación entre la distribución de la fauna y las variaciones espaciales de los parámetros ambientales se analizaron por medio de la rutina BIOENV del programa PRIMER, que analiza las correlaciones entre estos factores, al vincular los patrones biológicos multivariados con las diferentes variables ambientales. El análisis parte de la matriz de similitud faunística de Bray-Curtis, previamente elaborada, comparándola con la matriz de distancias euclidianas correspondiente a los parámetros ambientales. Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, que da como resultado el mejor subconjunto de variables ambientales que se correlacionan con las variaciones faunísticas; los datos se sometieron a una prueba de permutación para establecer el nivel de significancia ($p < 0.5$) (Clarke & Ainsworth, 1993).

9. Resultados y Discusión.

9.1 Caracterización ambiental

Los factores abióticos tienen gran influencia sobre la abundancia, riqueza y diversidad de las comunidades bénticas (Klopfer, 1959), debido a esto es importante analizar su variación espacial en la Laguna de Términos y caracterizar su estructura ambiental, para posteriormente relacionarla con la presencia y distribución de la fauna poliquetológica.

Los valores de profundidad registrados durante este estudio presentaron un intervalo de 0.5 a 4.39 m. En general, el promedio de profundidad de las estaciones de muestreo dentro de la Laguna de Términos fue de 2.48 m. Las estaciones someras se encontraron en la vecindad de las bocas (Est. 30 y 36), cerca de la Isla del Carmen (Est. 3 y 37), y frente a Boca Chica (Est. 7) que es una zona bajo la influencia de las descargas del Río Palizada. Por el contrario, las estaciones con profundidades mayores se localizaron en el centro (Est. 18, 23 y 24) y sur de la laguna (Est. 25) (Fig. 6).

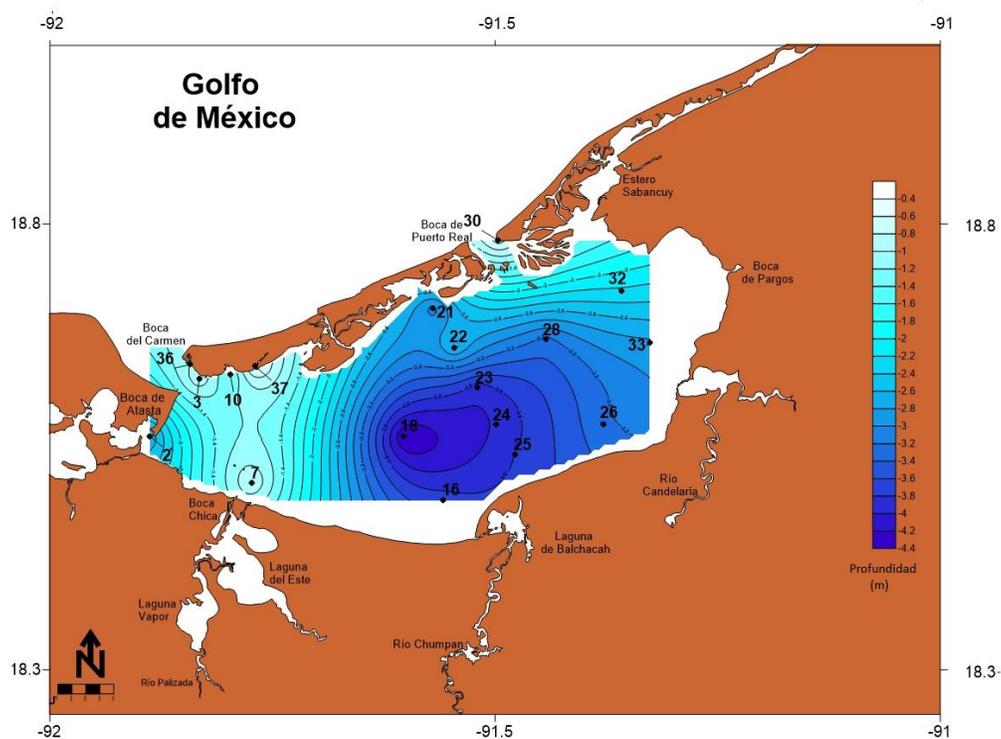


Figura 6. Variación espacial de la profundidad en la Laguna de Términos.

La temperatura, fluctuó en un intervalo de 27°C a 29.7°C (Fig. 7). Los valores más altos se registraron en las estaciones 3 (29.8°C) y 10 (29.5°C), las cuales se encuentran al noroeste de la laguna, en las vecindades de la Isla del Carmen. Los valores más bajos se registraron en las bocas de la laguna, en las estaciones 36 (27°C) y 30 (27.3°C); al noreste de la laguna, en la estación 32 (27.1°C); y al sureste, en la estación 26 (27.2°C) (Fig.7).

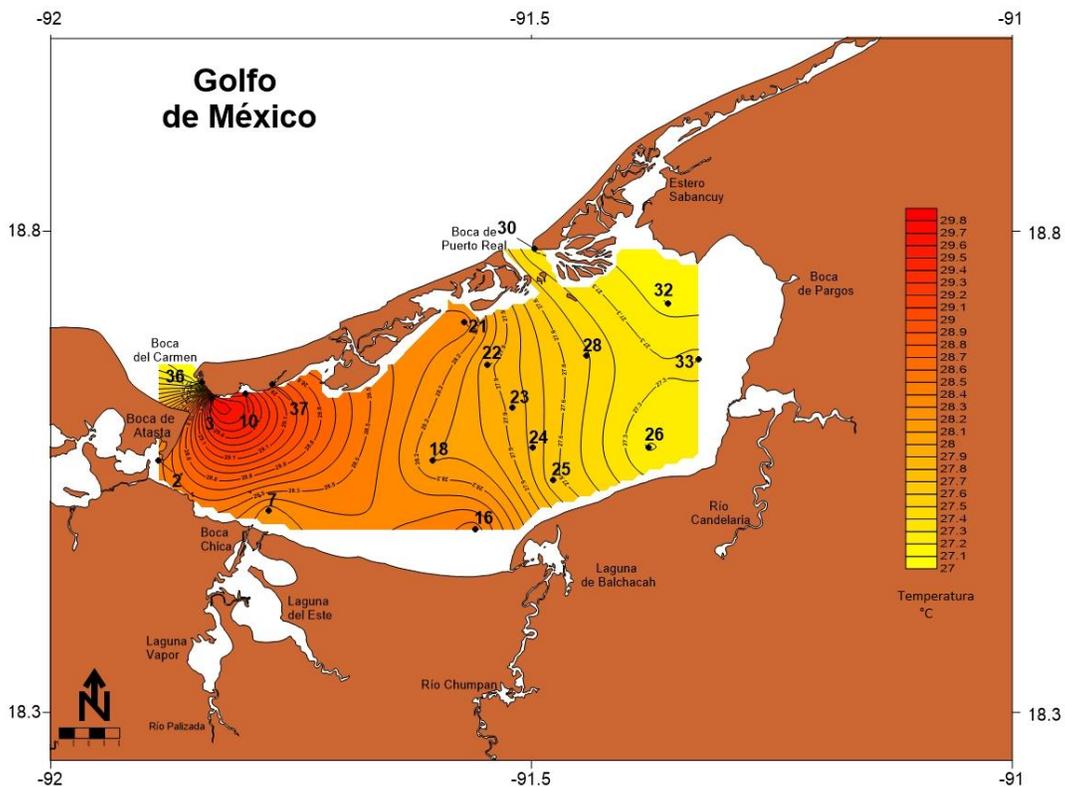


Figura 7. Distribución espacial de la temperatura registrada en la Laguna de Términos.

De acuerdo con lo anterior, los valores de temperatura se incrementaron cerca de la Isla del Carmen en su región sur-occidental, disminuyendo hacia la parte central y sur de la laguna. Botello (1978) menciona que la temperatura es afectada por la temporada del año y la acción de los vientos, que durante la temporada de muestreo (lluvias) provienen principalmente del norte, originando el patrón observado en este estudio. En términos generales, la relación entre la profundidad y la temperatura mostró una tendencia típica (de la Lanza-Espino, 2001), ya que la

temperatura más elevada se presentó en las estaciones someras, mientras que conforme se incrementaba la profundidad, la temperatura gradualmente descendió (Fig. 7).

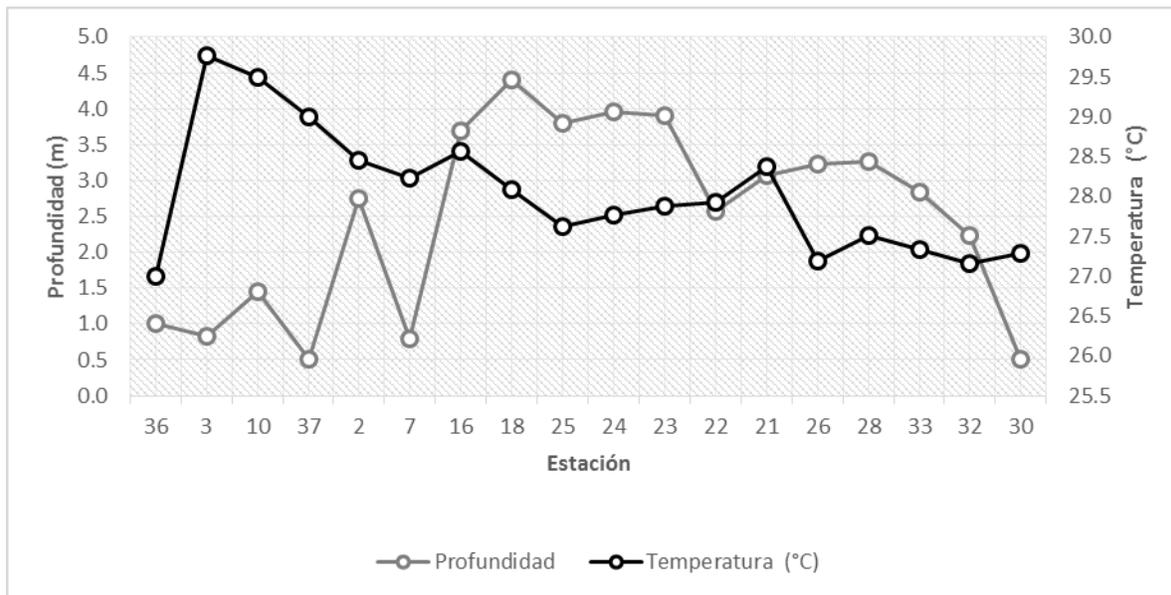


Figura 8. Profundidad y temperatura por estación de muestreo (ordenadas por su posición relativa dentro de la laguna, de oeste a este).

Los valores de salinidad observados durante la temporada de “lluvias” fluctuaron entre los 25 y 37.73 ups (Fig. 9), con una salinidad promedio dentro de la laguna de 33.8 ups. El valor más bajo se localizó en los alrededores de la Boca del Carmen, en la estación 36, donde también se registró la temperatura más baja. Por el contrario, los valores de salinidad más elevados se localizaron al centro-sur de la Isla del Carmen (Est. 21). La concentración elevada de salinidad en esta zona, al sur de la isla, puede deberse a la influencia del flujo de agua marina proveniente del Golfo de México, que penetra precisamente a través de la Boca de Puerto Real, siguiendo un flujo neto este-oeste.

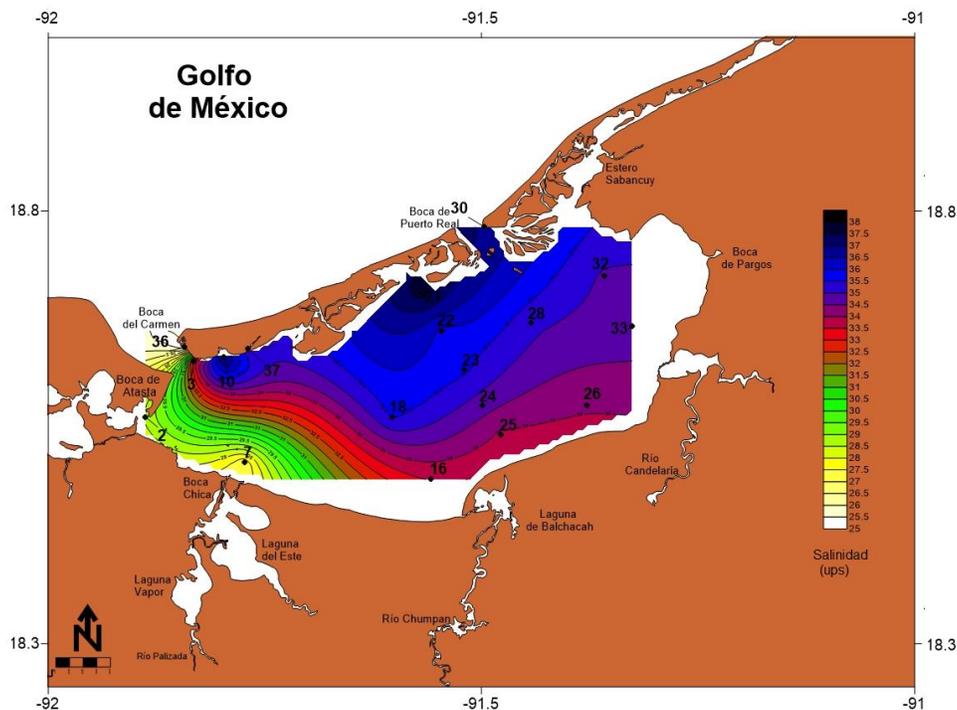


Figura 9. Distribución espacial de la salinidad en la Laguna de Términos.

De acuerdo a la literatura se sabe, que los vientos propician una mezcla de agua y la aparición de una zona de transición en el centro y sur de la laguna. En esta zona se observó que la salinidad gradualmente decrece hasta la porción occidental de la laguna. En esta última región, cerca de la Boca del Carmen, la disminución de la salinidad se incrementa y esto podría ser originado por el efecto de los aportes fluviales, que originan masas de agua poco salinas, las cuales son descargadas al Golfo de México a través de esta boca, al oeste de la laguna (Botello, 1978). En este sentido, de acuerdo con el patrón de distribución de la salinidad observado en este estudio, la laguna puede dividirse en tres zonas principales, las cuales ya habían sido detectadas previamente por Botello (1978) y de la Lanza Espino & Lozano-Montes (1999) que se pueden representar como sigue:

- a) La primera zona, localizada en las vecindades de la Boca de Puerto Real y al sur de la Isla del Carmen, está influenciada por la entrada de agua marina, donde la salinidad promedio, durante la temporada de lluvias, es de 37 ups.

- b) La segunda zona, se ubica en el al área central de la laguna donde existe una mezcla de agua, presentando 35.86 ups en promedio.
- c) Finalmente, la tercera zona se localiza en la parte suroccidental de la laguna, con una fuerte influencia dulceacuícola debido a las descargas de los ríos Palizada y Chumpán, y la boca de Atasta, presentando un promedio de 29.73 ups.

En cuanto a los valores de transparencia, en la laguna se registraron dentro de un intervalo de 0.1 a 2 m. En general, el patrón observado mostró que la transparencia más elevada se encontró al centro-sur de la laguna, decreciendo hacia el oeste. Lara-Domínguez *et al.* (1980) consideraron que esta tendencia es debido a la existencia de dos principales fuentes de sedimentos en la Laguna de Términos: el aporte del Golfo de México, caracterizado por sedimentos arenosos que se distribuyen al sur de la Isla del Carmen y en la Boca de Puerto Real, que originan que esta zona presente condiciones relativamente uniformes de deposición y por tanto, una elevada transparencia del agua; y la descarga de los ríos y lagunas interiores hacia la porción sureste y oeste de la laguna, que transporta gran cantidad de partículas en suspensión, ocasionando zonas de alta turbidez (Fig. 10).

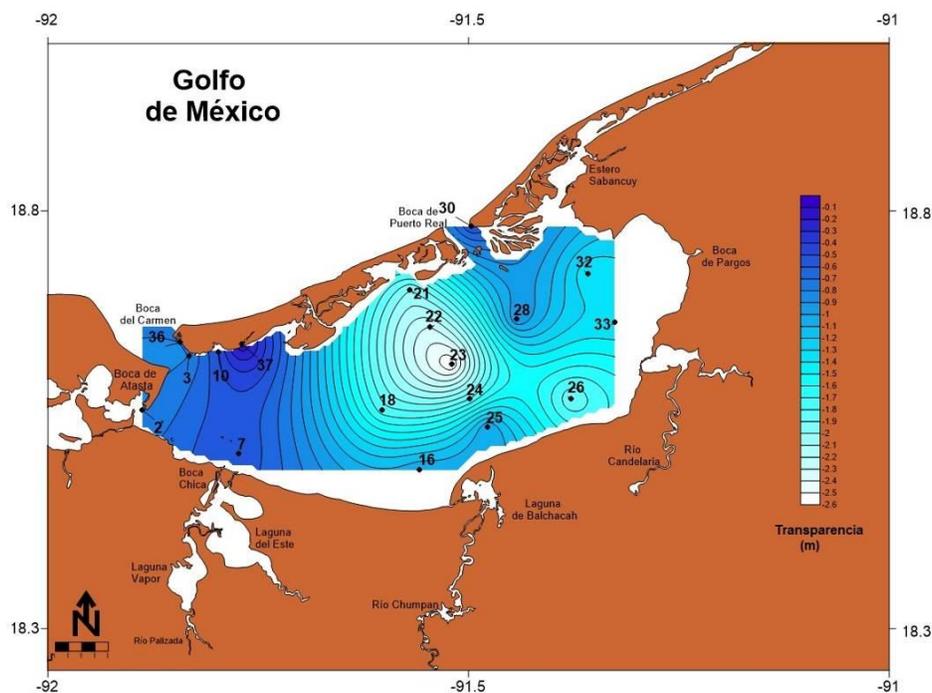


Figura 10. Distribución espacial de la transparencia en la Laguna de Términos.

Los valores de pH fluctuaron de 7.72 a 9.2 (Fig. 11), con un promedio de 8.4. En el centro de la laguna y en la boca de Puerto Real se presentaron los valores de pH más elevados, decreciendo hacía el oeste de la laguna. Es decir, en las estaciones situadas en las zonas bajo el efecto de las descargas de los ríos, el pH tiende a ser menor (Est. 37). A pesar de estas tendencias, en la laguna se registraron variaciones muy amplias de pH, que de acuerdo con Tessier *et al.* (1979) podrían estar relacionadas con los cambios de temperatura y salinidad.

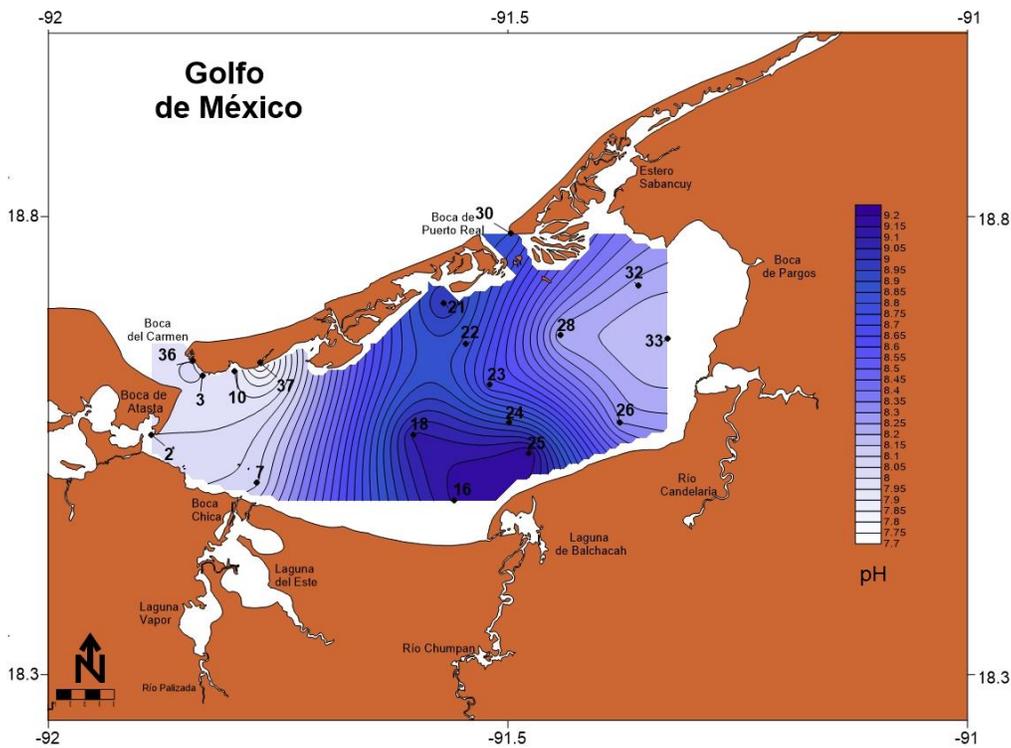


Figura 11. Distribución espacial del pH en la Laguna de Términos.

Finalmente, las variaciones del oxígeno disuelto durante la época de lluvias en la Laguna de Términos, fluctuaron entre los 4.99 y 7.36 mg/L (Fig. 12), con un promedio de 6.38 mg/L. En términos generales, en la mayor parte de la laguna se presentan valores elevados de oxígeno disuelto, comparando dichos valores entre estaciones, siendo aún mayores en el centro de la laguna (Est. 23); tendiendo estos a disminuir en las estaciones cercanas a las bocas y en las zonas de descargas de los ríos (Est. 2, 30, 16 y 7), esto podría ser debido a la presencia de un contenido mayor de material sólido disuelto en el agua.

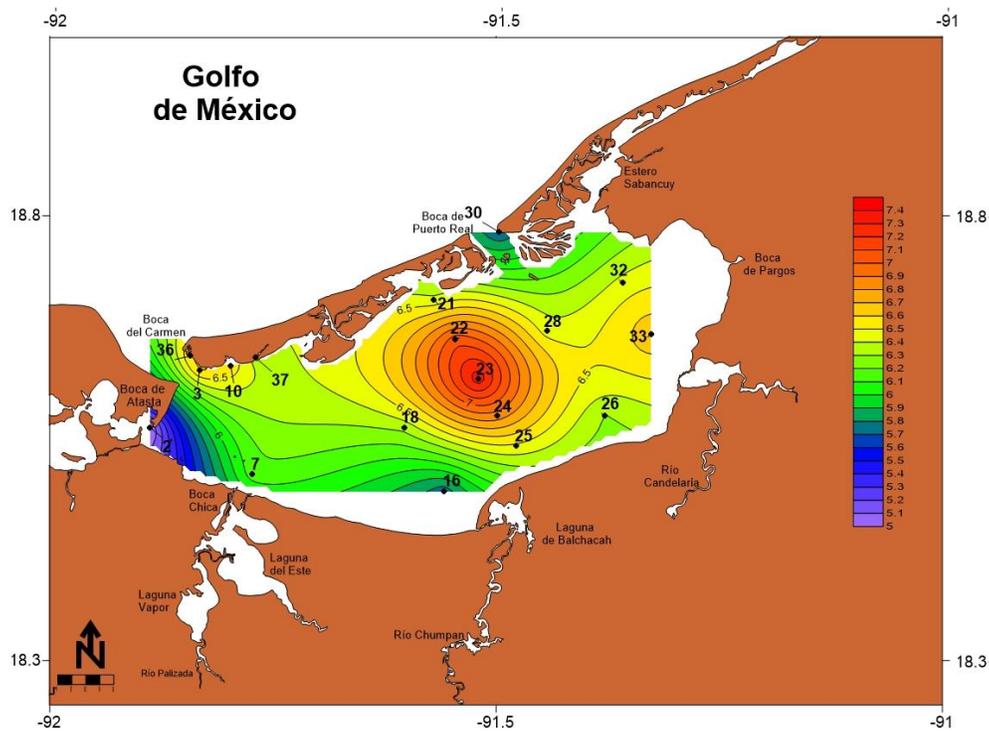


Figura 12. Distribución espacial de los valores de oxígeno disuelto (mg/L) en la Laguna de Términos.

Se observó que al centro de la laguna las aguas presentan los valores más altos de oxígeno disuelto, esto podría deberse a que el aporte de material orgánico proveniente de los ríos disminuye, y los fuertes vientos del norte durante esta época de año, provocan un incremento en el oleaje y por lo tanto un aumento en la mezcla de la columna de agua, generando, un aumento del oxígeno (Botello, 1978).

9.2 Regionalización ambiental de la Laguna de Términos

La asociación entre las estaciones de muestreo de acuerdo con sus características ambientales, conformo tres grupos principales (Figs. 13, 14). El grupo A integró a las estaciones 21, 26, 32, 22, 33, 28, 16, 25, 23, 18 y 24; las cuales se localizan en el centro y sureste de la laguna. Este grupo fue el más numeroso y se caracterizó por presentar las estaciones con mayor profundidad y transparencia. En este sentido, los parámetros ambientales que definieron este grupo fueron la profundidad con una contribución del 43.96% y la transparencia con un 44.61%. Debido a la localización geográfica de estas estaciones dentro de la laguna se encuentran sometidas a una gran influencia de agua marina. Yáñez-Arancibia *et al.* (1988) señalan que no sólo la transparencia presenta valores elevados en esta región, sino también la salinidad, debido al flujo neto de las masas de agua dentro de la laguna. Sin embargo, durante este estudio las variaciones espaciales de la salinidad no fueron importantes para determinar este grupo particular de estaciones, debido a que sus intervalos fueron amplios entre las estaciones.

Sin embargo dentro del grupo A, se pueden observar 2 subgrupos, como ya se mencionó en lo general este grupo fue correlacionado con la profundidad y transparencia, pero en lo particular en estos dos subgrupos que lo conforman, se puede observar que si existe una influencia de la salinidad, ya que uno de estos subgrupos está compuesto por las estaciones 28,16, 25, 23,18 y 24, que se ubican en la parte central de la laguna, precisamente en la zona de transición ya descrita por Yáñez-Arancibia *et al.* (1988); mientras que el otro subgrupo conformado por las estaciones 21, 22, 32, 33 y 26 se distribuyó en el sureste de la Isla del Carmen y en el oriente de la laguna, dónde los valores de salinidad claramente se incrementaron (Figs. 13, 14).). Estos autores señalan que la parte central de la laguna es considerada un área de transición entre las condiciones marinas del noreste-este de la laguna y las salobres de los sectores sur y oeste, por lo que se genera un gradiente desde aguas marinas a dulces.

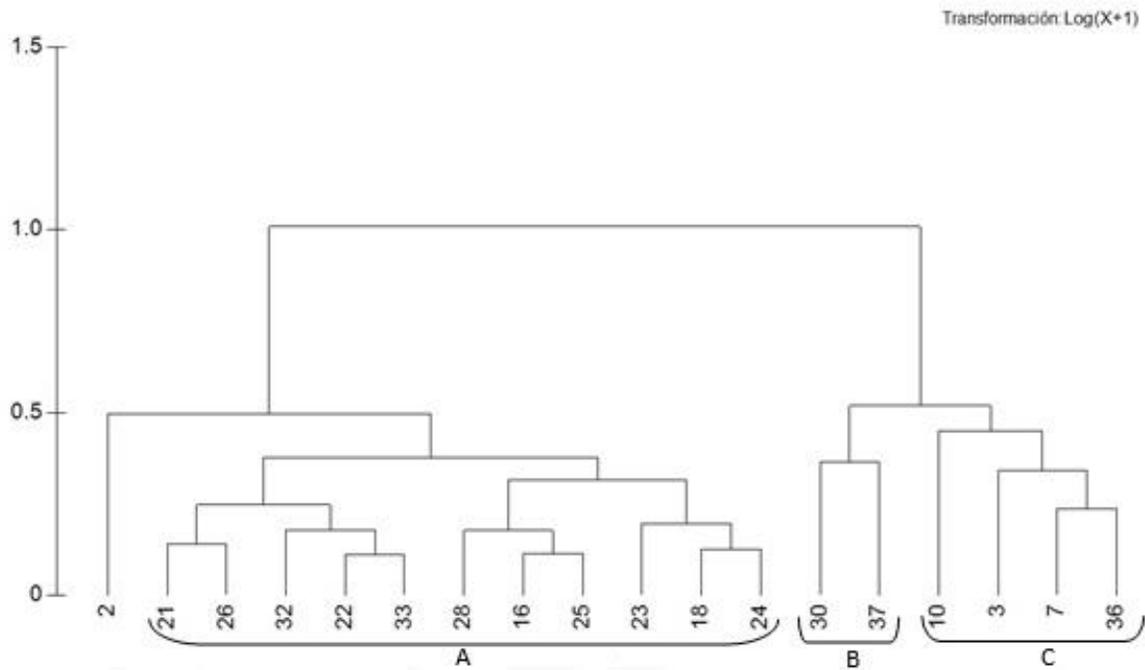


Figura 13. Agrupamientos de las localidades de muestreo de acuerdo con sus condiciones ambientales.

El grupo B fue conformado por las estaciones 30 y 37 (Fig. 13). La estación 30 se localiza hacia el noreste de la laguna, en la Boca de Puerto Real, mientras que la estación 37 se encuentra al suroeste de la Isla del Carmen. Aunque no existe una cercanía geográfica entre estas dos estaciones su agrupación podría deberse a la masa de agua que se desplaza en esta franja de la Isla del Carmen con dirección a la Boca del Carmen. Por tanto, además de la influencia de la salinidad, este par de estaciones presentaron valores elevados de transparencia y oxígeno disuelto.

Finalmente, el grupo C estuvo integrado por las estaciones 10, 3, 7 y 36 (Fig. 13), localizadas al noroeste de la laguna, en las vecindades de la Boca del Carmen, y de la desembocadura del Río Palizada (Figs. 14). Este grupo se caracterizó principalmente por las variaciones de los factores de salinidad con una contribución del 41.90% y la profundidad con 27.12 % de contribución al grupo. Es importante resaltar que, en términos generales, las estaciones que conformaron este grupo estuvieron están bajo la influencia de los sistemas fluvio-lagunares del oeste de la laguna.

La estación 2, localizada en la desembocadura de la Laguna de Atasta, en el noroeste de la laguna, quedó separada del resto de los agrupamientos ambientales debido básicamente a la presencia de valores bajos de salinidad (28.6 ups) y al decaimiento de sus niveles de oxígeno disuelto (4.9 ml/L), lo que finalmente refleja que las condiciones ambientales de esta estación son diferentes a las del resto de las estaciones.

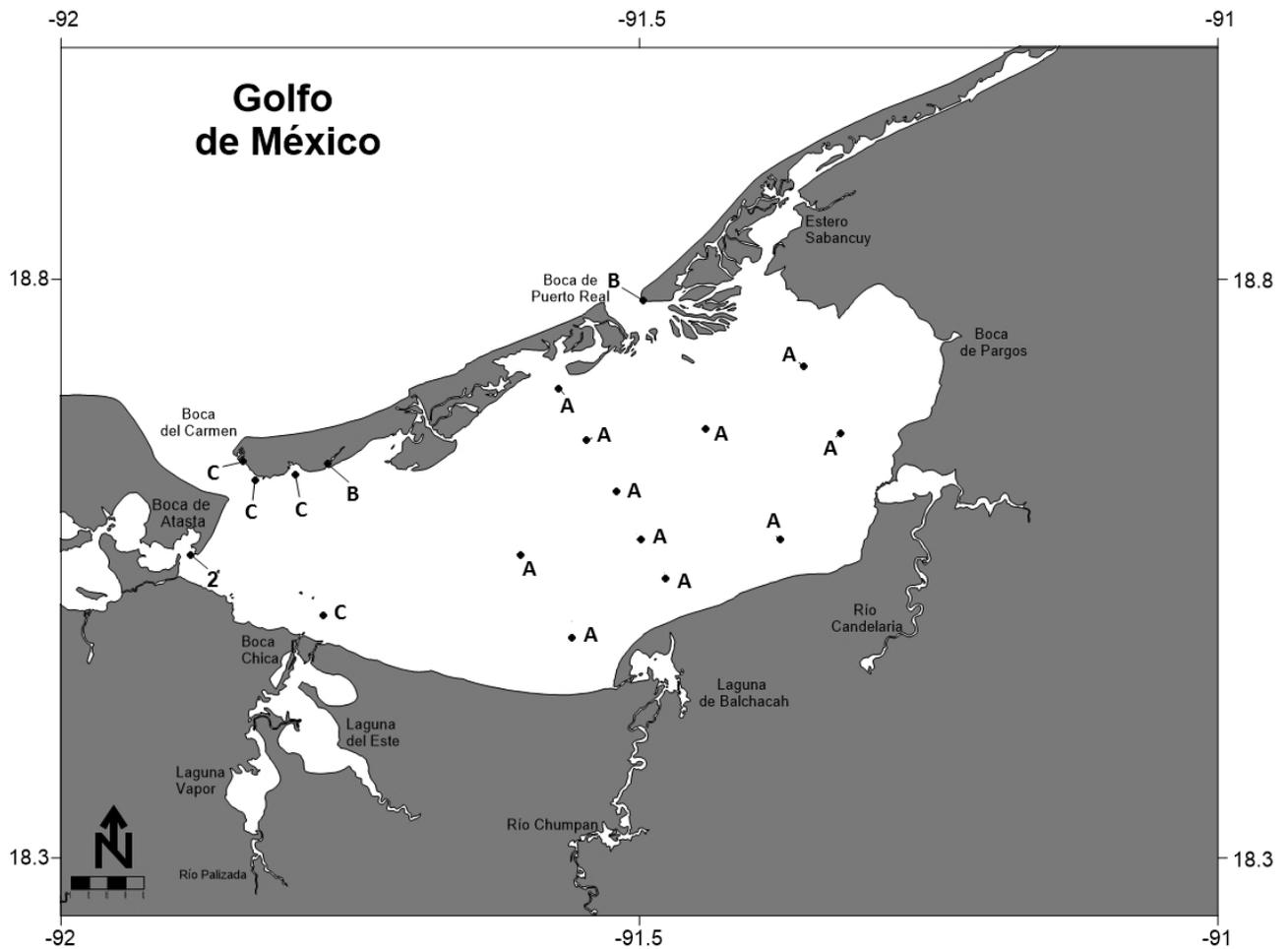


Figura 14. Distribución de las estaciones de muestreo de acuerdo con los grupos generados por sus características ambientales.

De acuerdo con Yáñez-Arancibia & Day (1988) la conexión de la Laguna de Términos con la porción marina del Golfo de México a través de la Boca de Puerto Real y el efecto de los vientos predominantes del este, origina un fuerte flujo de agua con dirección este-oeste. Este patrón de circulación determina las variaciones espaciales de los factores ambientales y establece gradientes semipermanentes de salinidad, turbidez, nutrientes y textura sedimentaria, entre otros. Los cuales tienen un efecto directo sobre el establecimiento y desarrollo de la macrofauna béntica que allí se establece, como se verá más adelante.

Finalmente como se pudo observar, los grupos de estaciones generados durante este trabajo, de acuerdo con sus condiciones ambientales, en general, se ajustan al patrón espacial observado en estudios previos (Yáñez-Arancibia & Day, 1988; Botello, 1978; de la Lanza-Espino *et. al*, 1990).

9.3 Composición faunística

Se recolectaron e identificaron 3,022 ejemplares pertenecientes a 29 familias, 58 géneros y 72 especies de poliquetos (Tabla 2). De las 72 especies identificadas, 40 especies son nuevos registros para la Laguna de Términos y 13 son especies que potencialmente podrían ser nuevas para la ciencia (Tabla 3).

Tabla 2. Lista sistemática de los poliquetos asociados a fondos blandos en la laguna de términos, durante la temporada de lluvias.

Phylum Annelida Lamarck, 1802
Clase Polychaeta Grube, 1850
Scolecida
Familia Maldanidae Malmgren, 1867
<i>Clymenella</i> sp. 1
<i>Clymenura</i> sp. 1
<i>Isocirrus</i> sp. 1
<i>Maldane</i> sp. 1
Familia Capitellidae Grube, 1862
<i>Capitella</i> sp.1
<i>Mediomastus californiensis</i> Hartman, 1944
<i>Rashgua</i> sp.1
Familia Opheliidae Malmgren, 1867
<i>Armandia agilis</i> (Andrews, 1891)
<i>Armandia maculata</i> (Webster, 1884)
Familia Orbiniidae Hartman, 1942
<i>Leitoscoloplos robustus</i> (Verrill, 1873)
<i>Leodamas rubra</i> (Webster, 1879)
<i>Scoloplos texana</i> (Maciolek & Holland, 1978)
<i>Scoloplos treadwelli</i> Eisig, 1914

Continuación **Tabla 2.**

Familia Paraonidae Cerruti, 1909

Aricidea (Acmira) hirsuta Arriaga-Hernández, Hernández-Alcántara & Solís-Weiss, 2013

Paradoneis carmelitensis Arriaga-Hernández, Hernández-Alcántara & Solís-Weiss, 2013

Familia Cossuridae Day, 1963

Cossura delta Reish, 1958

Palpata

Aciculata

Eunicida sensu stricto

Familia Dorvilleidae Chamberlin, 1919

Schistomeringos rudolphi (Delle Chiaje, 1828)

Familia Lumbrineridae Schamarda, 1861

Scoletoma candida (Treadwell, 1921)

Scoletoma tenuis (Verrill, 1873)

Scoletoma verrilli (Perkins, 1979)

Familia Eunicidae Berthold, 1827

Marphysa aransensis Treadwell, 1939

Lysidice unicornis (Grube, 1840)

Familia Onuphidae Kinberg, 1865

Diopatra cuprea (Bosc, 1802)

Kinbergonuphis cedroensis (Fauchald, 1968)

Kinbergonuphis pulchra (Fauchald, 1980)

Kinbergonuphis simoni (Santos, Day & Rice, 1981)

Kinbergonuphis sp. 1

Kinbergonuphis sp. 2

Familia Oeonidae Kinberg, 1865

Arabella iricolor (Montagu, 1804)

Continuación **Tabla 2.**

Phylodocida

Familia Polynoidae Malmgren, 1867

Antinoe microps Kinberg, 1856

Antinoe sp. 1

Antinoe uschakowi (Ibarzabal, 1988)

Malmgreniella sp. 1

Familia Goniadidae Kinberg, 1866

Glycinde multidentis Müller in Grube, 1858

Goniada echinulata Grube, 1870

Goniadides carolinae Day, 1973

Ophiogoniada sp. 1

Familia Phyllodocidae Örsted, 1843

Eteone lactea Claparède, 1868

Phyllodoce arenae Webster, 1879

Ceratonereis irritabilis (Webster, 1879)

Laeonereis sp. 1

Leonnates sp. 1

Neanthes acuminata Ehlers, 1868

Nereis pelagica Linnaeus, 1758

Nereis riisei Grube, 1857

Nicon sp. 1

Familia Hesionidae Grube, 1850

Podarkeopsis brevipalpa (Hartmann-Schröder, 1959)

Hermundura fauveli (Berkeley & Berkeley, 1941)

Sigambra grubii Müller In Grube, 1858

Sigambra wassi Pettibone, 1966

Familia Syllidae Grube, 1850

Exogone (Exogone) Dispar (Webster, 1879)

Continuación **Tabla 2.**

Exogone (Exogone) lourei Berkeley & Berkeley, 1938

Perkinsyllis spinisetosa (San Martín, 1990)

Prosphaerosyllis riseri Perkins, 1981

Streptosyllis sp. 1

Syllis garciai (Campoy, 1932)

Canalipalpata

Spionida

Familia Spionidae Grube, 1850

Minuspio cf. *cirrifera* (Wirén, 1883)

Paraprionospio alata (Moore, 1923)

Prionospio heterobranchia Moore, 1907

Scolelepis (Scolelepis) cf. *lighti* Delgado-Blas, 2004

Scolelepis (Scolelepis) squamata (O.F. Müller, 1806)

Terebellida

Familia Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894

Piromis roberti (Hartman, 1951)

Familia Cirratulidae Ryckholt, 1851

Aphelochaeta sp. 1

Familia Ampharetidae Malmgren, 1866

Isolda bipinnata Fauchald, 1977

Melinna maculata Webster, 1879

Familia Pectinariidae Quatrefages, 1866

Pectinaria sp. 1

Familia Trichobranchidae Malmgren, 1866

Terebellides lanai Solís-Weiss, Fauchald & Blankesteyn, 1991

Familia Sternaspidae Carus, 1863

Sternaspis sp. 1

Continuación Tabla 2

Sternaspis sp. 2

Sabellida

Familia Sabellidae Malmgren, 1867

Megalomma bioculatum (Ehlers, 1887)

Familia Serpulidae Johnston, 1865

Hydroides dianthus (Verill, 1873)

Familia Oweniidae Rioja, 1917

Galathowenia oculata (Zachs, 1923)

9.3.1 Problemas taxonómicos

Los problemas que cotidianamente se presentan durante la identificación taxonómica de los de poliquetos se centran en la falta equitativa de conocimiento sobre la sistemática de cada familia, ya que es un grupo con una variedad morfológica muy amplia. Además, el mal estado de algunos ejemplares y la pérdida de ciertos apéndices morfológicos diagnósticos originaron una serie de problemas durante el proceso de identificación del material biológico recolectado en la Laguna de Términos:

En la familia *Onuphidae* se registraron 45 individuos pertenecientes al género *Kinbergonuphis* que sólo pudieron ser identificados a este nivel taxonómico, ya que se encuentran en estadio juvenil y algunas estructuras diagnósticas aún no se desarrollan. En algunos organismos los ganchos pseudocompuestos bi- y tridentados se presentan sólo en los tres primeros setígeros, y los ganchos subaciculares se localizan a partir del setígero 5, 6 o 7, características que no permiten discriminar entre varias especies de dicho género. Los 24 ejemplares pertenecientes a la familia *Maldanidae* sólo pudieron ser identificados a nivel taxonómico de género, ya que todos los individuos recolectados están incompletos, carecen de la parte posterior del cuerpo, la cual es necesaria para realizar la asignación a nivel de especie. Otro de los problemas surgidos durante la identificación fue el relacionado con el mal estado de algunos organismos, y debido a esto, en un individuo de la familia *Goniadidae* y uno de la familia *Lumbrineridae* no se pudieron examinar sus estructuras diagnósticas, por lo que fueron catalogados como indeterminables, mientras en la familia *Polynoidae*, seis individuos sólo pudieron ser identificados a nivel género.

Finalmente, otro de los problemas taxonómicos que se presentaron fue en lo referente a las sinonimias de las especies, como es el caso de *Paraprionospio tamaii* y *Paraprionospio yokoyamai* descritas por Delgado-Blas (2004), cuya diferenciación morfológica es complicada debido a la similitud de sus caracteres diagnósticos. Yokoyama (2007) las sinonimizó con *Paraprionospio alata* (Moore, 1923), precisamente porque las características que separan a ambas especies no tienen significancia taxonómica. En este sentido, y ponderando la discusión presentada por Yokoyama (2007), los ejemplares recolectados en la Laguna de Términos fueron asignados a *P. alata*.

9.3.2 Especies potencialmente nuevas para la ciencia

Durante el proceso de identificación taxonómica se detectaron ejemplares con diferencias morfológicas claras con respecto a las especies formalmente descritas, características que permitieron ubicarlas como potencialmente nuevas para la ciencia, aunque, es necesario realizar una revisión más detallada para confirmar su *status* taxonómico y en su caso, describirlas formalmente (Tabla 3).

Tabla 3. Especies de poliquetos potencialmente nuevas para la ciencia recolectadas en la Laguna de Términos, Campeche.

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>
<i>Capitellidae</i>	<i>Capitella</i> sp. 1
	<i>Rashgua</i> sp. 1
<i>Onuphidae</i>	<i>Kinbergonuphis</i> sp. 1
	<i>Kinbergonuphis</i> sp. 2
<i>Goniadidae</i>	<i>Ophiogoniada</i> sp. 1
<i>Nereididae</i>	<i>Laeonereis</i> sp.1
	<i>Leonnates</i> sp.1
	<i>Nicon</i> sp. 1
<i>Syllidae</i>	<i>Streptosyllis</i> sp. 1
<i>Cirratulidae</i>	<i>Aphelochaeta</i> sp. 1
<i>Pectinaridae</i>	<i>Pectinaria</i> sp. 1
<i>Sternaspidae</i>	<i>Sternaspis</i> sp. 1
	<i>Sternaspis</i> sp.2

Familia Capitellidae

Capitella sp. 1

Figura 15.

Material examinado: 397 ejemplares: Estaciones 2, 3, 16, 30, 32, 36 y 37.

Observaciones: Tórax con 9 segmentos birrámeos y el prostomio cónico. Los primeros 7 segmentos poseen setas capilares (Fig. 15A), los segmentos 8 y 9 poseen una espina genital (Fig. 15C). Estas características concuerdan con la descripción general del género, y de acuerdo con su distribución setal y su patrón de coloración (Fig. 15A), que es uniforme en todo el cuerpo, podrían corresponder con la especie *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), cuya localidad tipo es Groenlandia. Este capitélido es considerado cosmopolita, sin embargo, su amplia variedad morfológica ha originado que a lo largo del mundo se hayan registrado varias formas “hermanas” de la especie. A pesar de que se han realizado estudios sobre aspectos reproductivos, de desarrollo y genéticos en varios de estos morfotipos, aún persisten las discusiones sobre la asignación taxonómica correcta. Esta especie ya había sido registrada en la Laguna de Términos por Hernández-Alcántara (1985); sin embargo, se decidió asignar a los ejemplares recolectados en este estudio como *Capitella* sp. 1, en tanto no se realicen estudios más detallados para definir su *status* taxonómico.

Rashgua sp.1

Material examinado: 1 ejemplar: Estación 28.

Observaciones: En términos generales, algunas de las características morfológicas del único ejemplar analizado concuerdan con la especie *Rashgua lobatus* (Hartman, 1947), sin embargo, también hay ciertas diferencias evidentes en cuanto a la tinción del ejemplar, ya que en el organismo de la Laguna de Términos no se tiñe en bandas en la parte presetal como lo indica la diagnosis de esta especie. Además, a diferencia de la especie previamente descrita, el ejemplar analizado carece de ganchos notopodiales en el abdomen y no presenta lóbulos neuropodiales. Otro de los motivos por los que no se asignó a *Rashgua lobatus* (Hartman, 1947), fue su distribución, ya que esta especie se ha registrado para el Océano Pacífico.

Familia Onuphidae

Kinbergonuphis sp. 1

Figura 16.

Material examinado: 4 ejemplares: Estación 22.

Observaciones: Los ejemplares analizados tienen un cirro ventral cirriforme en los primeros 5 setígeros (Fig. 16D); los ganchos pseudocompuestos cortos se presentan del setígero 1 al 3, y los ganchos pseudocompuestos largos del setígero 1 al 11 (Fig. 16B); mientras que los ganchos gruesos modificados se encuentran en los setígeros del 8 al 15 (Fig. 16C). De acuerdo con estas características, los ejemplares de la Laguna de Términos son similares a *K. orensanzi* (Fauchald, 1982), sin embargo, el número de ceratóforos es diferente, ya que los ejemplares examinados tienen 5-6 anillos (Fig. 16E).

Kinbergonuphis sp. 2

Figura 17.

Material examinado: 4 ejemplares: Estación 21.

Observaciones: Los ejemplares analizados presentan el cirro ventral cirriforme hasta el setígero 7 (Fig. 17B), y los ganchos pseudocompuestos desaparecen en el setígero 3 o 4 (Fig. 17C); no presenta ganchos largos, y los ganchos subaciculares aparecen hasta el setígero 8. Estas características son similares a las de *K. simoni* (Santos, Day & Rice, 1981), sin embargo, en esta especie los ganchos pseudocompuestos se presentan sólo hasta el setígero 5.

Familia Goniadidae

Ophiogoniada sp.1

Figura 18.

Material examinado: 1 ejemplar: Estación 26.

Observaciones: Este organismo presenta diferentes tipos de papilas, distribuidas de forma irregular a lo largo de la faringe (Fig. 18B). En la parte anterior del cuerpo posee parápodos unirrámeos y en la parte posterior birrámeos, todas las neurosetas compuestas son espinígeros (Fig. 18C). Una característica de este organismo es que no presenta acículas en los notópodos,

por tanto, carece de notoseta acicular. Se observó sólo una seta lyra, siendo esta diferente la que posee la especie *Ophiogoniada lyra* (Granados-Barba & Solís-Weiss, 1997), por lo que no pudo ser asignada a esta especie.

Familia Nereididae

Laeonereis sp.1

Figura 19.

Material examinado: 12 ejemplares: Estaciones 3, 7, 10 y 37.

Observaciones: Los ejemplares analizados son similares a *Laeonereis culveri* (Webster, 1879), pero difieren de ella por presentar numerosos lóbulos en los parápodos (Fig. 19B); el cirro dorsal es más corto que las lígulas, y el notópodo es largo con lígulas en su parte superior; el cirro ventral es corto; y finalmente, las notosetas y neurosetas poseen espínigeros homogonfos (Fig. 19C).

Leonnates sp. 1

Material examinado: 6 ejemplares: Estaciones 25, 26 y 37.

Observaciones: Los notópodos medios y posteriores están bien desarrollados, con lígulas, lóbulos y setas. La faringe presenta paragnatos en el anillo maxilar y no se observan las papilas; los paragnatos en el anillo maxilar se distribuyen de la siguiente manera: área I=1, área II= 4. Estas características son similares a las de *Leonnates discipiens* Fauvel, 1929; sin embargo, esta especie fue descrita para el Golfo de Maanar, y aunque existe un registro para el Golfo de California es dudosa su presencia en aguas mexicanas. Por lo tanto, además de que esta especie se distribuye en otras regiones marinas, en los organismos de la Laguna de Términos no se observan papilas en el anillo oral.

Nicon sp. 1

Material examinado: 12 ejemplares: Estaciones 16, 21, 26 y 37.

Observaciones: Posee dos antenas, dos palpos y cuatro ojos. Con cuatro pares de cirros tentaculares largos; los primeros dos setígeros poseen parápodos birrámeos con una sola lígula notopodial. Todas las notosetas son espinígeros homogonfos, y las neurosetas son espinígeros homogonfos y heterogonfos. Estos ejemplares se diferencian de *Nicon moniloceras* (Hartman, 1940) porque los segmentos del cuerpo no poseen bandas pigmentadas sobre el dorso, y también porque los cirros tentaculares son largos, pero de menor talla en comparación con los descritos para *N. moniloceras*; finalmente, en el pigidio no se observan el par de papilas anales descritas para esta especie.

Familia Syllidae

Streptosyllis sp. 1

Material examinado: 5 ejemplares: Estación 30.

Observaciones: Palpos unidos en la base, con apéndices lisos en los primeros segmentos. Acículas notablemente engrosadas. Setas con artejos claramente bidentados en la parte anterior del cuerpo, pero hacia la parte posterior uno de los dientes se reduce gradualmente hasta ser unidentados. Las setas simples poseen tres dientes en la punta. Estas características juntas no se han observado en las especies descritas para este género.

Familia Cirratulidae

Aphelochaeta sp. 1

Material examinado: 378 ejemplares: Estaciones 16, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 32, y 33.

Observaciones: Prostomio alargado. Primeros segmentos fusionados al peristomio. Palpos y primeras branquias en el segmento presetal, las primeras branquias están situadas a los palpos. Todas las setas son capilares. El patrón de coloración, al ser teñido con verde de metilo, muestra bandas muy tenues en la porción ventral. Estos organismos son similares en forma a

Aphelochaeta marioni (de Saint-Joseph, 1984); sin embargo, el patrón de coloración no coincide con el registrado para dicha especie.

Familia Pectinariidae

Pectinaria sp.1

Material examinado: 5 ejemplares: Estaciones 18, 25 y 32.

Observaciones: Los organismos recolectados poseen 7 pares de ganchos anales con terminación en forma de flecha. Poseen entre 10 y 12 pares de paleas que terminan en una punta fina y plana. El lóbulo antero-ventral del setígero 2 es parcialmente continuo y redondeado, además de estar ligeramente separado del parápodo. Aunque los ejemplares de la Laguna de Términos son similares a *Pectinaria californiensis* Hartman, 1941 del Pacífico Oriental, las formas y número de los ganchos y paleas los separan de esta especie.

Familia Sternaspidae

Sternaspis sp.1

Figura 20.

Material examinado: 19 ejemplares: Estación 18.

Observaciones: El escudo de los ejemplares analizados presenta una muesca bien marcada en la parte central (Fig. 20B), sus márgenes laterales están ligeramente redondeados (Fig. 20C); la línea media es profunda y presenta divisiones bien marcadas de forma ondulada (Fig. 20B). Estos organismos son similares a *Sternaspis fossor*; sin embargo, las características del escudo, uno de los caracteres diagnósticos más importantes en esta familia, son totalmente diferentes.

Sternaspis sp. 2

Material examinado: 4 ejemplares: Estación 18.

Observaciones: Los ejemplares de la Laguna de Términos presentan un escudo con los márgenes laterales cuadrados, la línea media poco profunda y con divisiones bien marcadas de forma ondulada. Estas características del escudo diferencian a los ejemplares de las especies de *Sternaspis* descritas hasta el momento, y también de *Sternaspis* sp. 1 recolectada en este estudio.

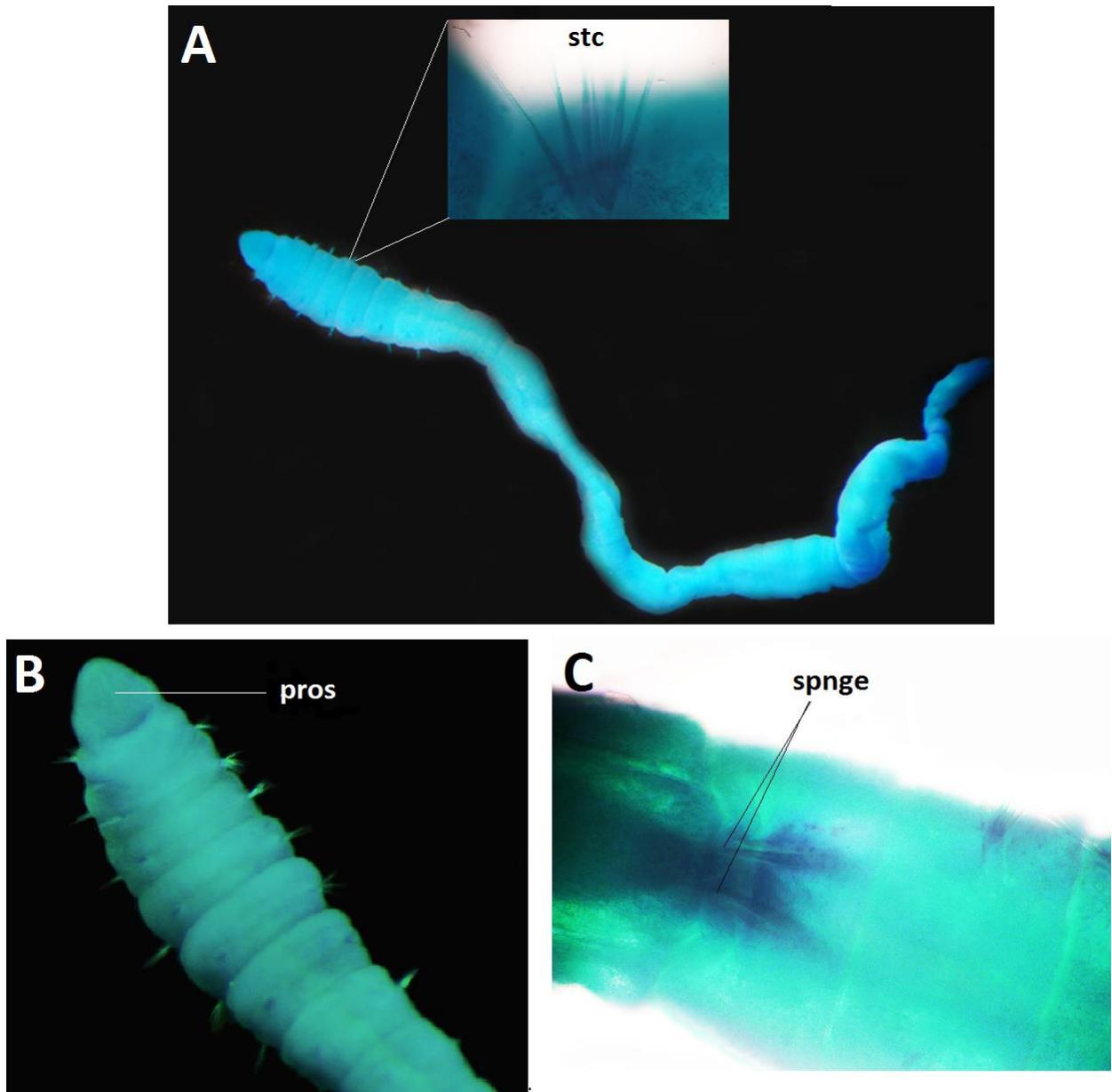


Figura 15. *Capitella* sp. 1 **A)** Organismo completo, vista dorsal (2.5x); **B)** Región anterior, vista dorsal (4x), **C)** Segmentos 8 y 9, espinas genitales (40x) (**stc** =setas capilares, **pros**= prostomio, **spnge**= espinas genitales).

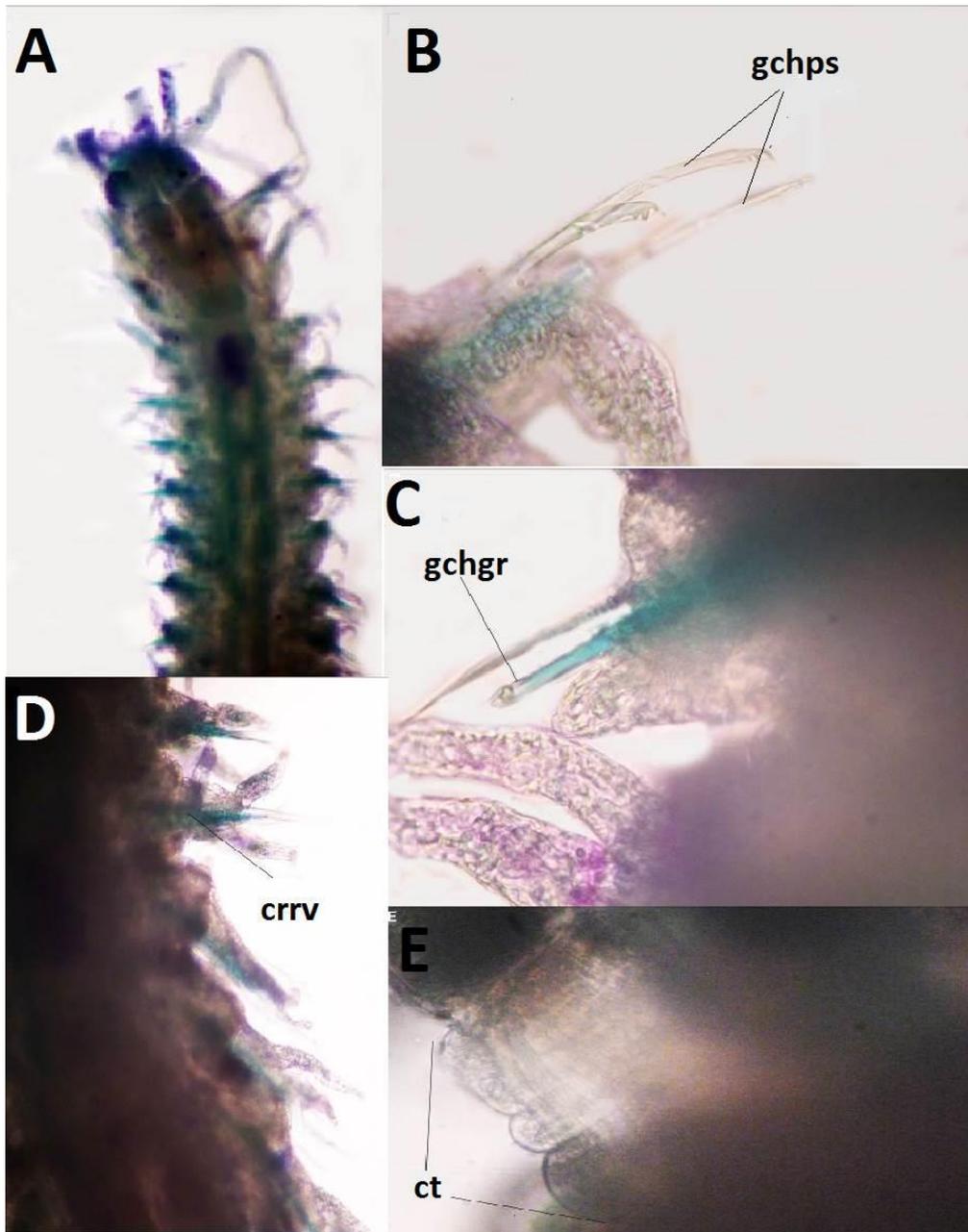


Figura 16. *Kinbergonuphis* sp. 1: **A)** Organismo completo, vista dorsal (4.5x); **B)** Setígero 3, vista ventral (40x); **C)** Setígero 8, vista ventral (40x); **D)** Parápodo 4, vista ventral (10x); **E)** Ceratóforo, vista dorsal (40x) (**gchps**= ganchos pseudocompuestos largos, **gchgr**= ganchos gruesos, **crrv**= cirro, **ct**= ceratóforo).

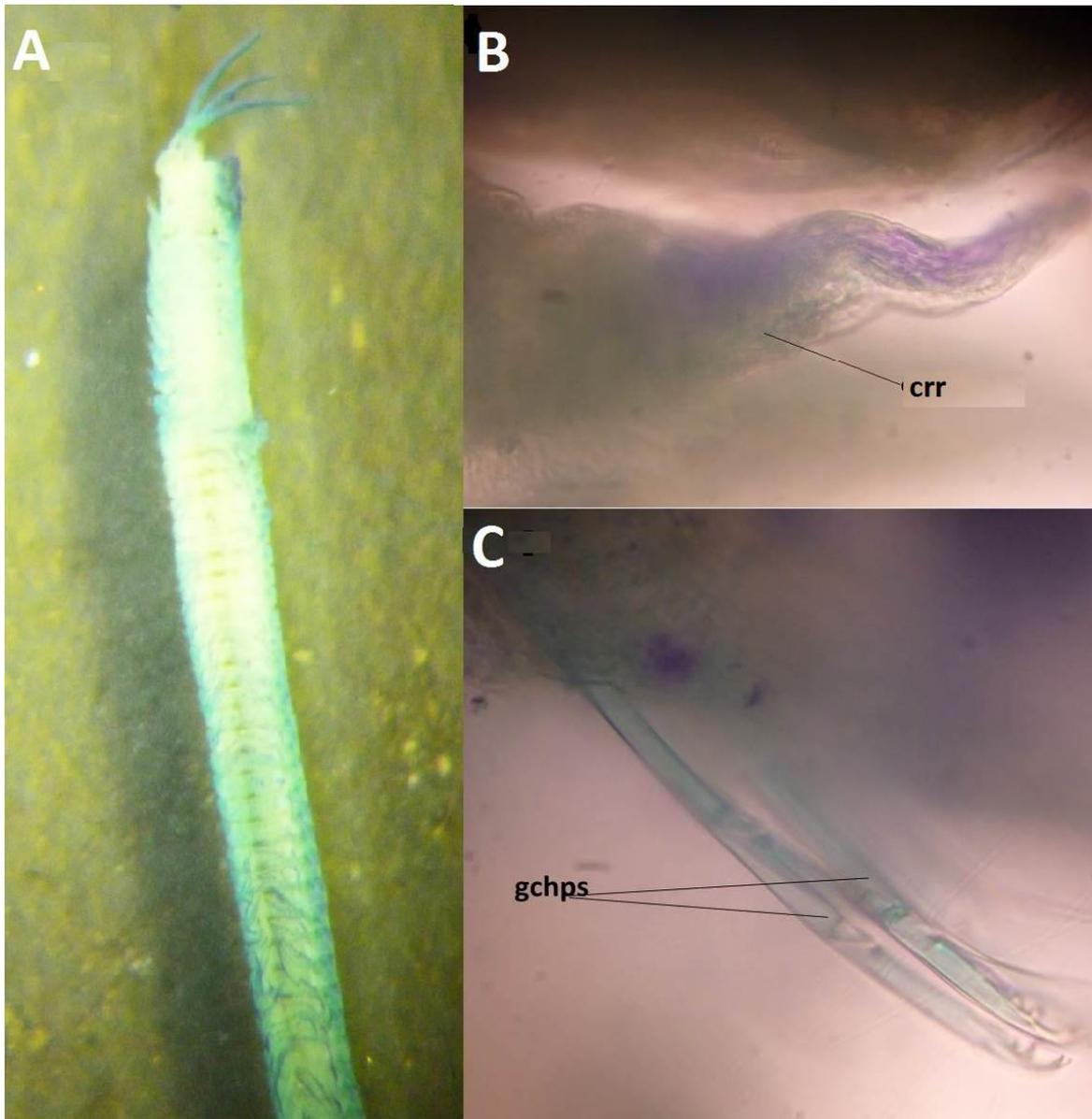


Figura 17. *Kinbergonuphis* sp. 2: **A)** Región anterior, vista dorsal (2.5x); **B)** Parápodo 3 (40x); **C)** Setígero 2 (40x); (**crr**= cirro, **gchps**= ganchos pseudocompuestos).

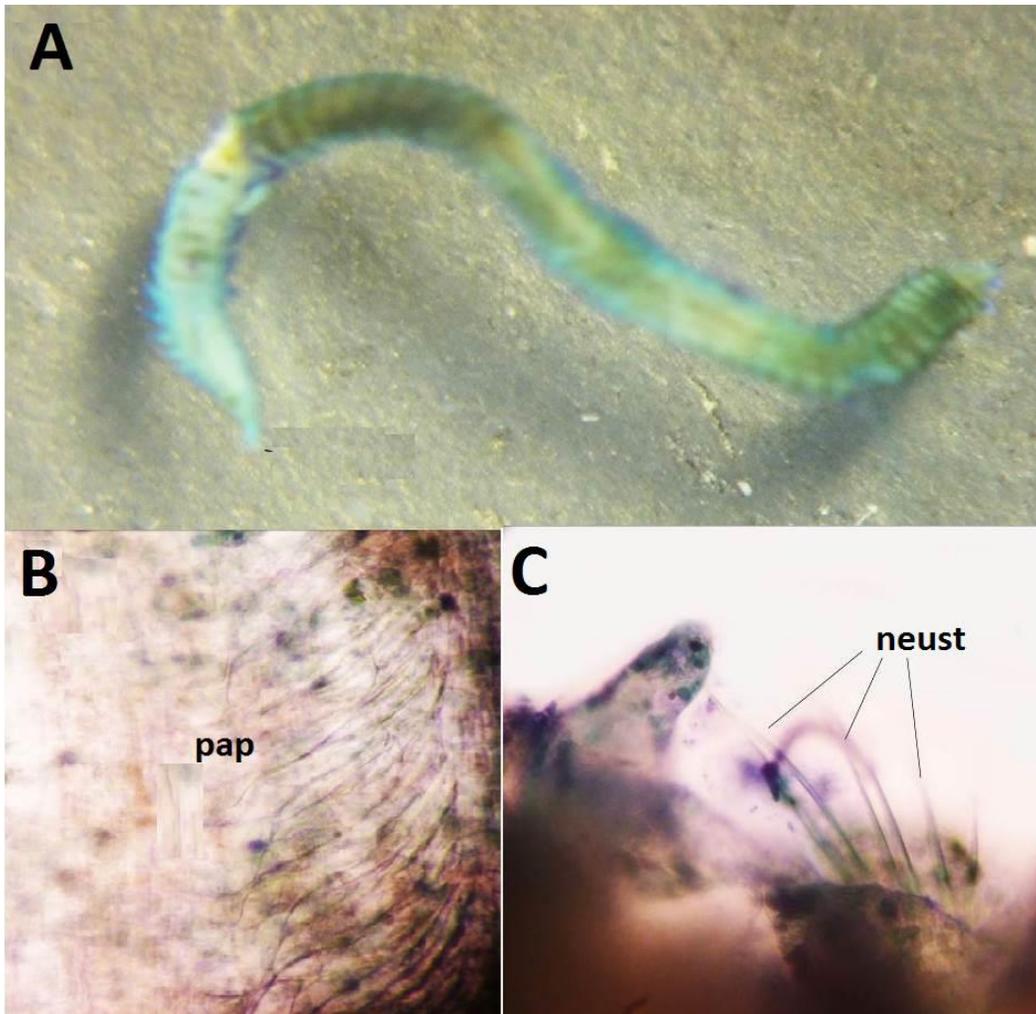


Figura 18. *Ophiogoniada* sp. 1. **A)** Organismo completo, vista dorsal (2.5x); **B)** Porción de la faringe (40x); **C)** Setígero 32 (40x); (**pros**= porstomio, **pap**= papilas, **neust**= neuroseta).

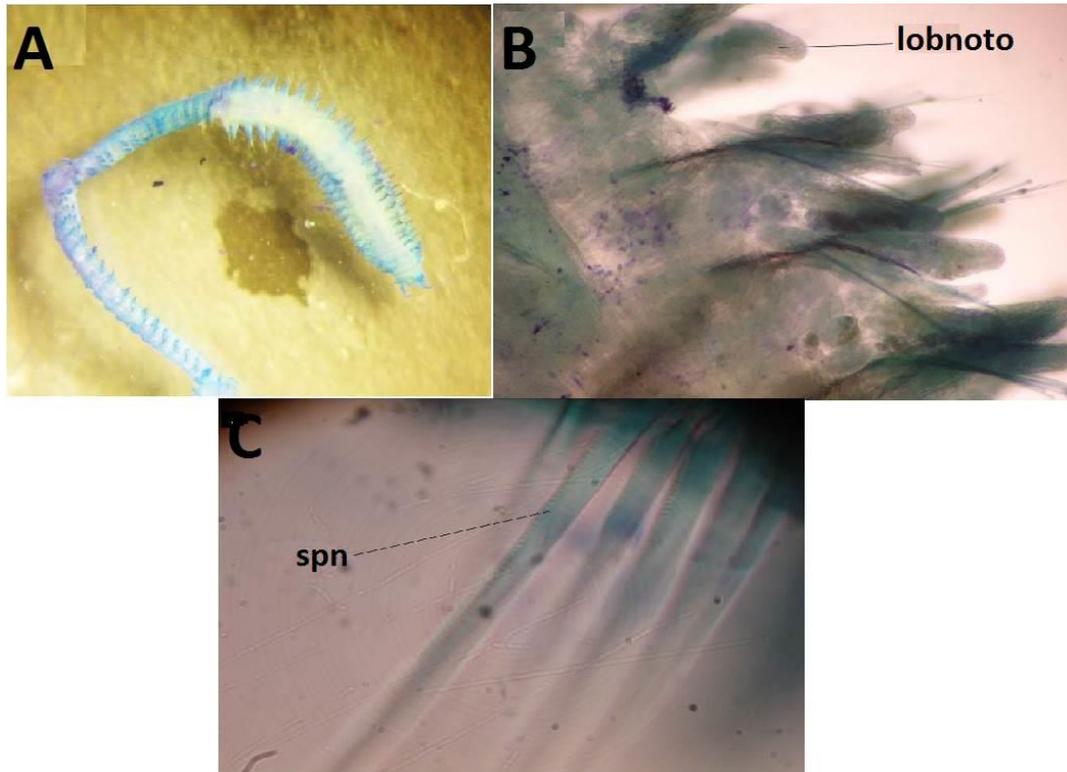


Figura 19. *Laeonereis* sp. 1, **A)** Organismo completo, vista dorsal (10x); **B)** Setígero medio (40x); **C)** Setas del setígero 8 (10x); (**lob noto**= lóbulo notopodial, **spn**= espinígero).

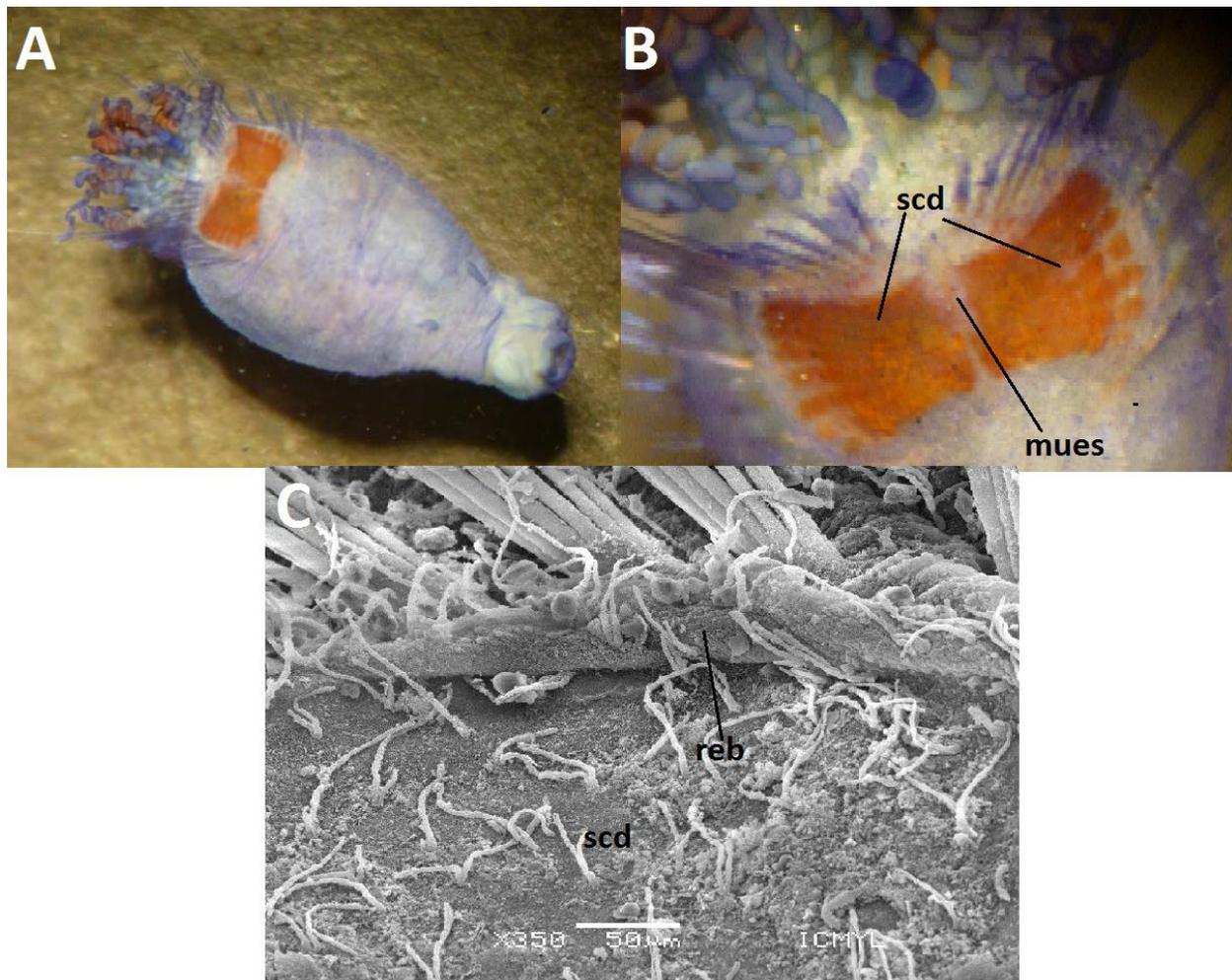


Figura 20. *Sternaspis* sp. 1. **A)** Organismo completo, vista ventral (2.5x); **B)** Escudo ventro-caudal (4x); **C)** Reborde lateral del escudo (350x); (**scd**= escudo, **reb**= reborde **mues**= muesca, **scd**= escudo).

9.4 Abundancia y número de especies.

La familia más abundante en la Laguna de Términos fue Paraonidae, que representó al 38.98% (1,178 ind.) de la fauna, seguida de las familia Capitellidae (410 ind.; 13.56%,) y Cirratulidae (378 ind.; 12.50%,). Estas familias agruparon a más de la mitad de la fauna de poliquetos (65.04%). Las 23 familias restantes representaron al 34.96% de la fauna (Fig. 21).

En general, los resultados obtenidos en este trabajo siguieron la misma tendencia que la observada en otros estudios realizados previamente en la Laguna de Términos (Hernández-Alcántara 1985, 1991; Cortés-Solano, 2011), dado que las familias Cirratulidae y Capitellidae presentaron las mayores abundancias. Sin embargo, la abundancia elevada de la familia Paraonidae no había sido registrada previamente, y es una de las diferencias más evidentes que surgieron al analizar la fauna de poliquetos de los fondos blandos de la Laguna de Términos.

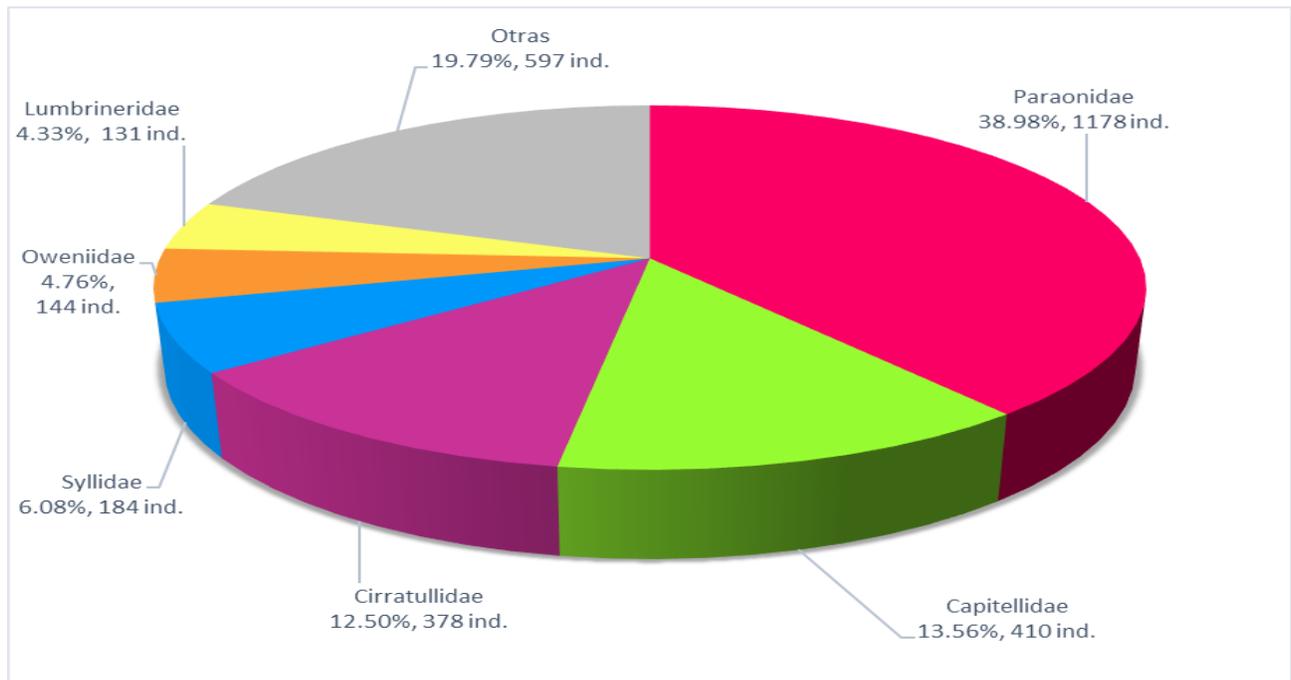


Figura 21. Distribución de la abundancia por familia de poliquetos en la Laguna de Términos.

En los niveles taxonómicos superiores, las familias de los poliquetos identificados en la Laguna de Términos se agruparon en forma similar entre los Canalipalpata (10 familias) y los Aciculata (12 familias). Sin embargo, a nivel de especie, fue claro que los Aciculata presentaron el mayor número de especies (40 especies), mientras que los Canalipalpata (17 especies). Por el contrario, los Scolecida sólo se presentaron 6 familias y 16 especies.

En este sentido, también se pudo observar que los Spionida (Canalipalpata) y los Phyllodocida (Aciculata) fueron los grupos que presentaron la mayor cantidad de familias de poliquetos, con 7 cada uno (Fig. 22). Por otra parte, el grupo Eunicida (Aciculata) en la laguna estuvo representado por 5 familias. Finalmente, el grupo Terebellida (Canalipalpata), que está representado por taxones sedentarios, fue el menos diverso en los ambientes de fondos blandos de la laguna, ya que solo se registraron tres familias.

En lo que se refiere al número de especies por familia, se observó una variación, de 1 a 7 especies. En la Laguna de Términos, las familias más diversas no correspondieron con aquellas que registraron la mayor abundancia. La familia Nereididae fue la que registró la mayor riqueza específica con 7 especies, seguida de las familias Syllidae y Onuphidae con 6 especies cada una, y Spionidae con 5 especies. Mientras que 11 familias (38% del total) estuvieron representadas por sólo una especie (Fig. 22).

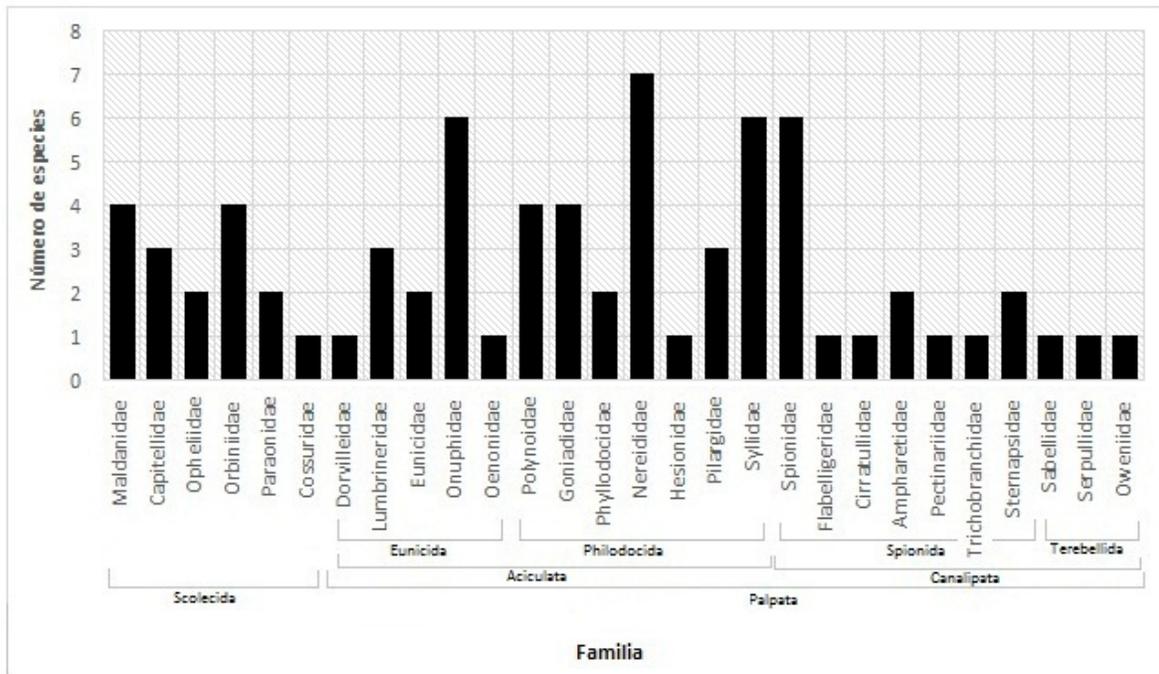


Figura 22. Número de especies por familia y grupo taxonómico de los Polychaeta (de acuerdo con la clasificación de Rouse & Fauchald, 1997).

De acuerdo con los resultados observados en este estudio, las familias que presentaron la mayor riqueza de especies se agruparon dentro de los Aciculata, que incluyeron taxones caracterizados por poseer acículas que permiten sostener los lóbulos de los parápodos. Los parápodos desarrollados pueden ser empleados para la locomoción y desplazamiento del organismo, lo cual favorece la movilidad de estos poliquetos. Los Canalipalata, por el contrario, presentan una movilidad restringida o son sedentarios completamente, y la mayoría de sus taxones son filtradores (la parte anterior de los organismos se ha transformado en coronas tentaculares en algunas familias). Esta condición restringe su presencia en sustratos blandos, por lo que su número de especies fue claramente menor en estos ambientes de la Laguna de Términos.

9.5 Distribución espacial de la densidad y número de especies

La distribución de la fauna por localidad de muestreo indicó que la estación 21 fue la que registró el mayor número de especies, con 21, localizada al sur de la Isla del Carmen, zona que se encuentra influenciada por la masa de agua proveniente del Golfo de México. Por otra parte la estación que presenta el menor número de especies fue la 7, donde solo estuvieron presentes dos especies, siendo, por tanto, la estación con el menor número de poliquetos en toda la laguna. Esta estación se ubicó al oeste de la laguna, en ambientes bajo los efectos de los aportes fluviales, frente a la desembocadura de Río Palizada (Fig. 23).

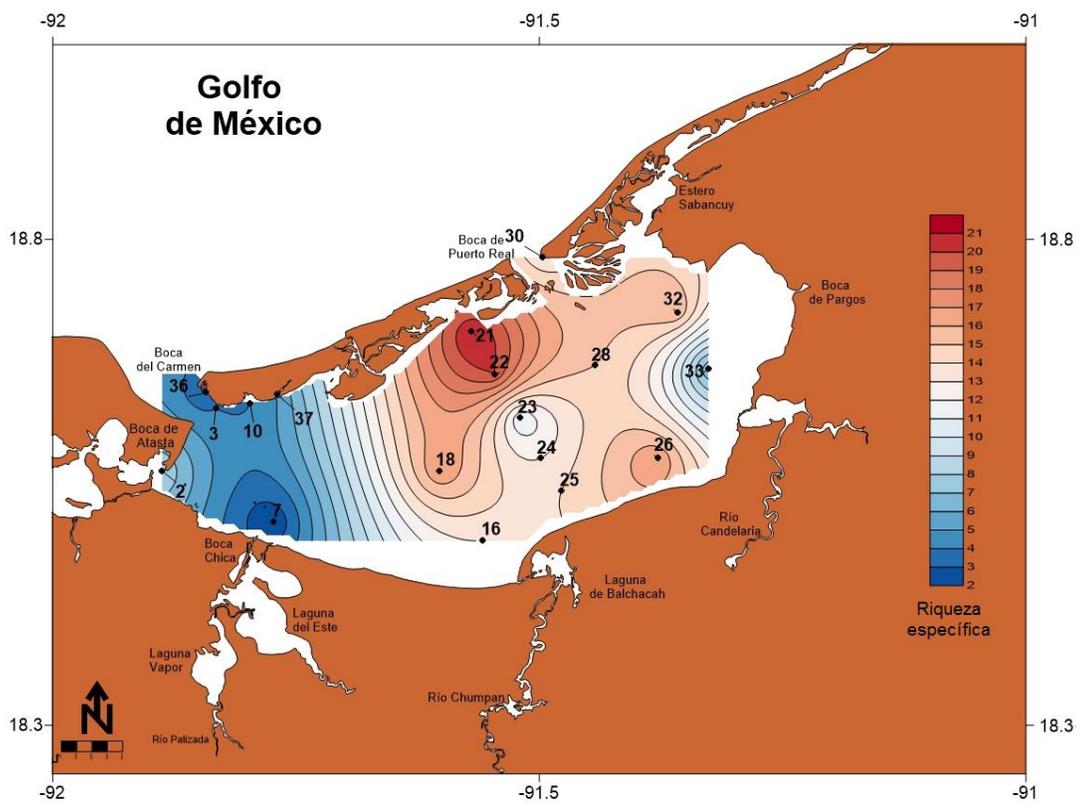


Figura 23. Distribución espacial del número de especies de poliquetos en la Laguna de Términos.

En términos generales, la tendencia observada dentro de la laguna con respecto al número de especies, fue que en la región noreste, en las vecindades de la Boca de Puerto Real, se registraron entre 9 y 15 especies, valores que fueron aumentando gradualmente hacia las estaciones del centro y centro-sur de la laguna, donde se registraron entre 15 y 21 especies por estación. Por el contrario, se detectó una evidente reducción en el número de especies que habitaron la porción occidental de la laguna, registrándose únicamente de 2 a 8 especies por estación. Es decir, fue claro que las estaciones bajo la influencia marina fueron las que registraron el mayor número de especies, mientras que las estaciones que se ubicaron en las vecindades de las descargas de ríos presentaron un menor número de especies.

Las variaciones espaciales de la densidad por estación de muestreo presentaron un intervalo de 2.49 hasta 609.04 ind./0.1m², los cuales corresponden a las estaciones 7 y 23, respectivamente. Siguiendo la tendencia observada en la distribución del número de especies, la estación con la densidad más alta (Est. 23) se localizó al centro de la laguna, bajo la influencia del agua marina que penetra por la parte nororiental de la misma. Mientras que las estaciones con den densidad (Est. 7 y 3), con 2.49 ind./0.1m² y 3.32 ind./0.1m², respectivamente, se ubicaron en la región occidental de la laguna, en las zonas donde predominaron los efectos de las descargas fluviales (Fig. 24). Es decir, al igual que con la distribución del número de especies, en la parte central de la laguna se encontraron las estaciones con mayor densidad, decreciendo gradualmente hacia la parte oeste de la laguna.

En resumen, la fauna más abundante se distribuye en el centro y sur de la laguna, la cual es una zona con influencia de agua marina; mientras que en las zonas donde existe aporte de ríos la abundancia de la fauna disminuyo.

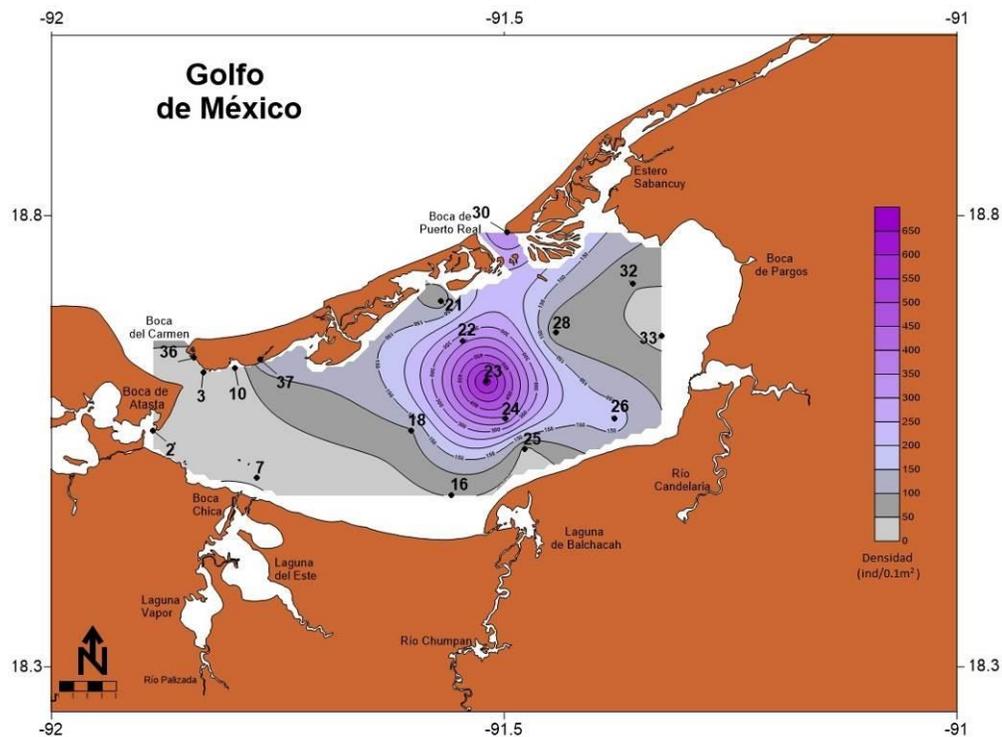


Figura 24. Distribución espacial de la densidad de poliquetos en la Laguna de Términos.

La comparación de los valores generados durante el presente estudio con los registrados por Cortés-Solano (2011) en los fondos blandos de la laguna, durante la temporada de secas, mostró claramente que los valores más elevados se presentaron en la temporada de lluvias. Sin embargo, la tendencia general de encontrar una fauna más diversa y abundante en la parte central y sur de la laguna se mantuvo en ambos estudios. Esta tendencia, se ha registrado en otros sistemas laguno-estuarinos (Hildie, 1997; Espinoza & Morales, 2008 y Baldó *et. al*, 2000), donde el incremento de la densidad de la fauna béntica se ha asociado con la mayor influencia marina. Por otra parte, la fauna que se estableció en los alrededores de las desembocaduras de los ríos, también pudo estar sometida al efecto de la continua deposición de sedimentos.

9.6 Afinidades faunísticas

El análisis de la asociación entre la fauna de poliquetos de acuerdo con su composición de especies, mostró la presencia de tres grupos principales (Fig. 25). El grupo A, el cual integro un número mayor de estaciones (16, 33, 18, 25, 28, 26, 22, 23, 24, 21,32) (Fig. 26), localizadas en la parte centro y sur de la laguna. Estas estaciones se caracterizaron por registrar las mayores profundidades. Las especies que definieron a este conglomerado fueron el cirratúlido *Aphelochaeta* sp 1., el goniádido *Glycinde multidentis* y el paraónido *Aricidea (Acmira) hirsuta*, que contribuyeron con el 35.36%, 14.25% y 12.88%, respectivamente, a la integración del grupo. A pesar de que la fauna que compone este agrupamiento no fue tan abundante (171.69 ind./0.1 m², en promedio), sí fue la que registró el mayor número de especies (60 especies).

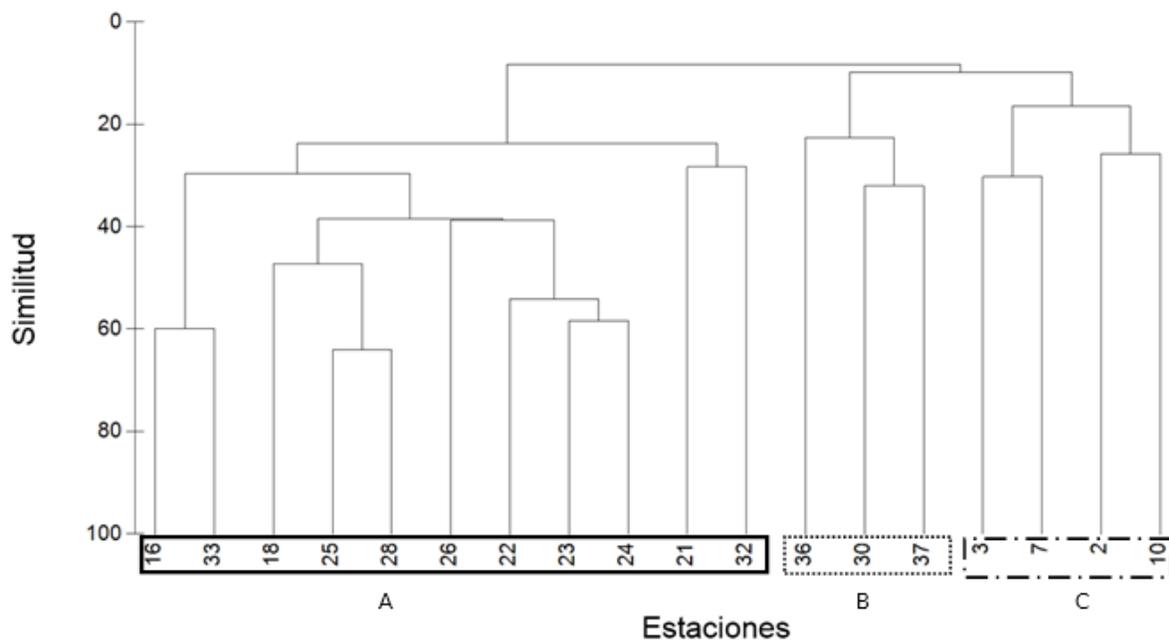


Figura 25. Dendrograma de similitud entre las estaciones de muestreo de la Laguna de Términos, de acuerdo con la composición y densidad de la fauna de poliquetos.

Es importante resaltar que en la figura 26, que representa el análisis de agrupamiento, se percibió la presencia de ciertos subgrupos faunísticos. En este sentido, se observó una mayor semejanza entre las estaciones 21 y 32, que fueron las más cercanas a la Boca de Puerto Real, seguida de las

estaciones 22, 23, 24 y 26, en la parte central de la laguna; las estaciones 18, 25, y 28 se agruparon hacia el sur se agruparon 28, las cuales registraron una menor profundidad y salinidad; y finalmente, se asociaron las estaciones 16 y 33, que se ubicaron cercanas a la porción continental. Es decir, aunque la asociación *Aphelochaeta* sp 1, *Glycinde multidentis* y *Aricidea (Acmira) hirsuta* definieron a este ensamble de poliquetos, durante la época de lluvias parece existir un cambio gradual en la composición de la fauna en dirección norte-sur

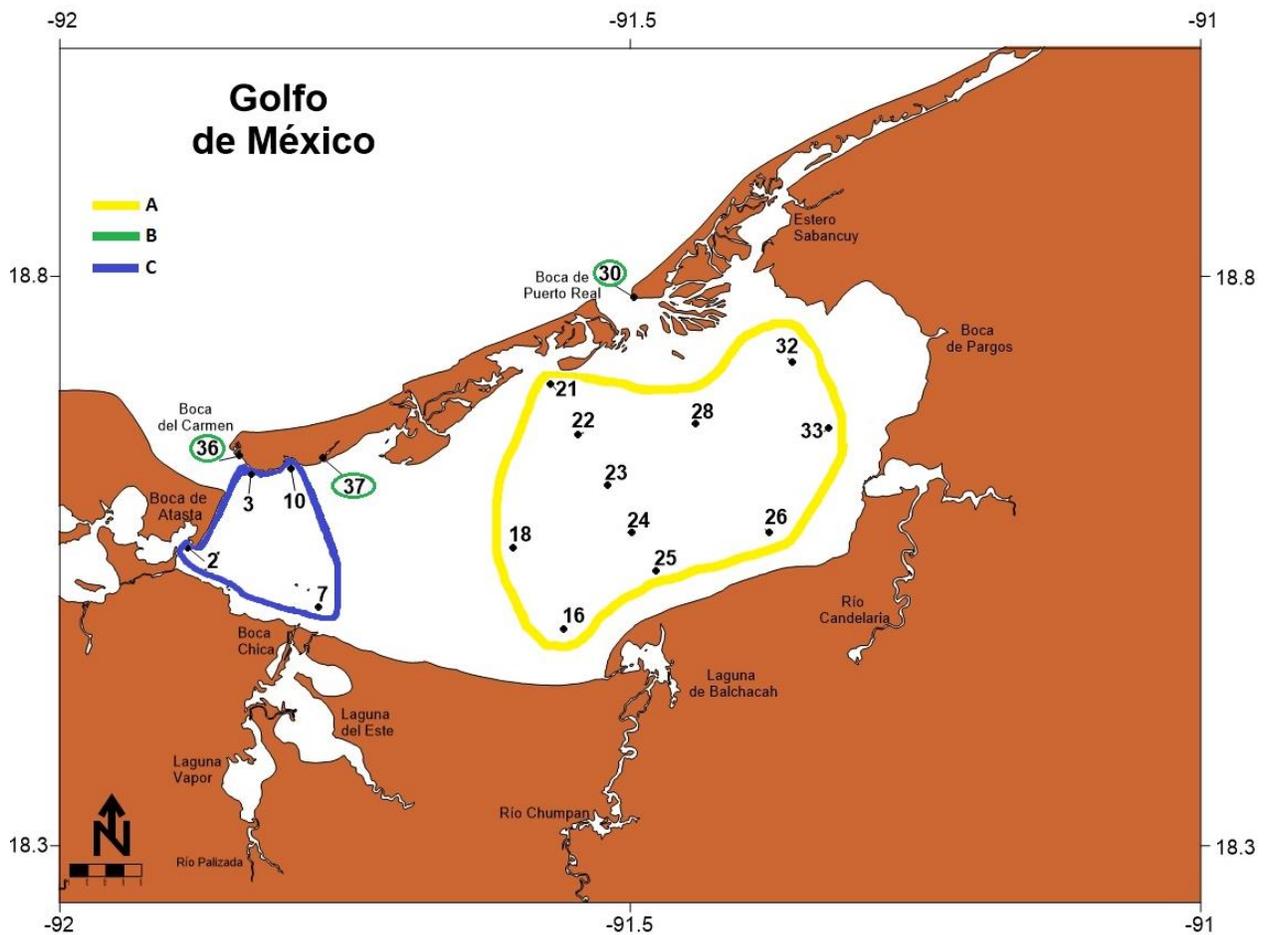


Figura 26. Agrupaciones faunísticas dentro de la Laguna de Términos, de acuerdo con la composición y densidad de poliquetos.

El grupo B estuvo formado por las estaciones 36, 30 y 37 (Fig. 25, 26), situadas en las vecindades de las bocas de la laguna y al sur de la Isla del Carmen. La fauna que definió a este agrupamiento estuvo representada por el capitélido *Capitella* sp. 1 y el espiónido *Prionospio heterobranchia*,

que contribuyeron con un 88.66% y 11.34%, respectivamente, a la integración del grupo. Estas especies son sedimentívoras no selectivas con movilidad restringida, y fueron las representantes de una fauna abundante en la laguna, al tener la densidades de 175.52 ind./0.1 m², en promedio, pero poco diversas, ya que en estas estaciones se establecieron únicamente 17 especies.

Finalmente, el grupo C incluyó a las estaciones 3, 7, 2 y 10 (Fig. 25), que estuvieron distribuidas en la porción oeste de la laguna, bajo la influencia de los ambientes dulceacuícolas que rodean a esta región, como resultado del efecto de las descargas fluviales, principalmente del Río Palizada y del sistema lagunar Boca de Atasta (Fig. 26). La fauna que habitan en esta zona estuvo representada básicamente por el neréido *Laonereis* sp. y por el pilárgido *Sigambra grubei*, que contribuyeron con el 64.37 y 14.29%, respectivamente, a la formación del grupo. Este conglomerado fue claramente el menos diverso y abundante de la laguna (39.95 ind./0.1 m² en promedio y 18 spp).

9.7 Variación espacial de la diversidad

9.7.1 Índice de Diversidad de Shannon H'

La diversidad biológica, como un reflejo de la composición heterogénea de la fauna de poliquetos, presentó variaciones espaciales a lo largo de la Laguna de Términos, ya que los valores de Shannon (H') oscilaron entre 0.78 y 3.64.

La diversidad más baja se localizó al noroeste de la laguna, en la estación 37 (H' 0.78), y frente a la desembocadura del Río Palizada (Est. 7, H' 0.92) (Fig. 27). Por el contrario, los máximos valores diversidad se localizaron al centro y noreste de la laguna, en la estación 21 (H' 3.64), y en la estación 32 (H' 3.42) (Fig. 27).

A pesar de que se observó una disminución de los valores de diversidad de Shannon del este al oeste de la laguna, dichas variaciones espaciales no permitieron detectar un patrón espacial claro, y sólo se observaron núcleos de alta diversidad, sobre todo en la parte noreste de la laguna, y de muy baja diversidad en la parte central de la laguna, en el suroeste de la Isla del Carmen y en las vecindades de la desembocadura del Río Palizada (Fig. 27).

De igual manera, las fluctuaciones de los valores de diversidad tampoco mostraron un patrón claro con relación a los cambios batimétricos, sin embargo, las diversidades más bajas estuvieron asociadas con zonas con poca profundidad y baja salinidad, mientras que se incrementaron en zonas con profundidades medias y salinidades elevadas.

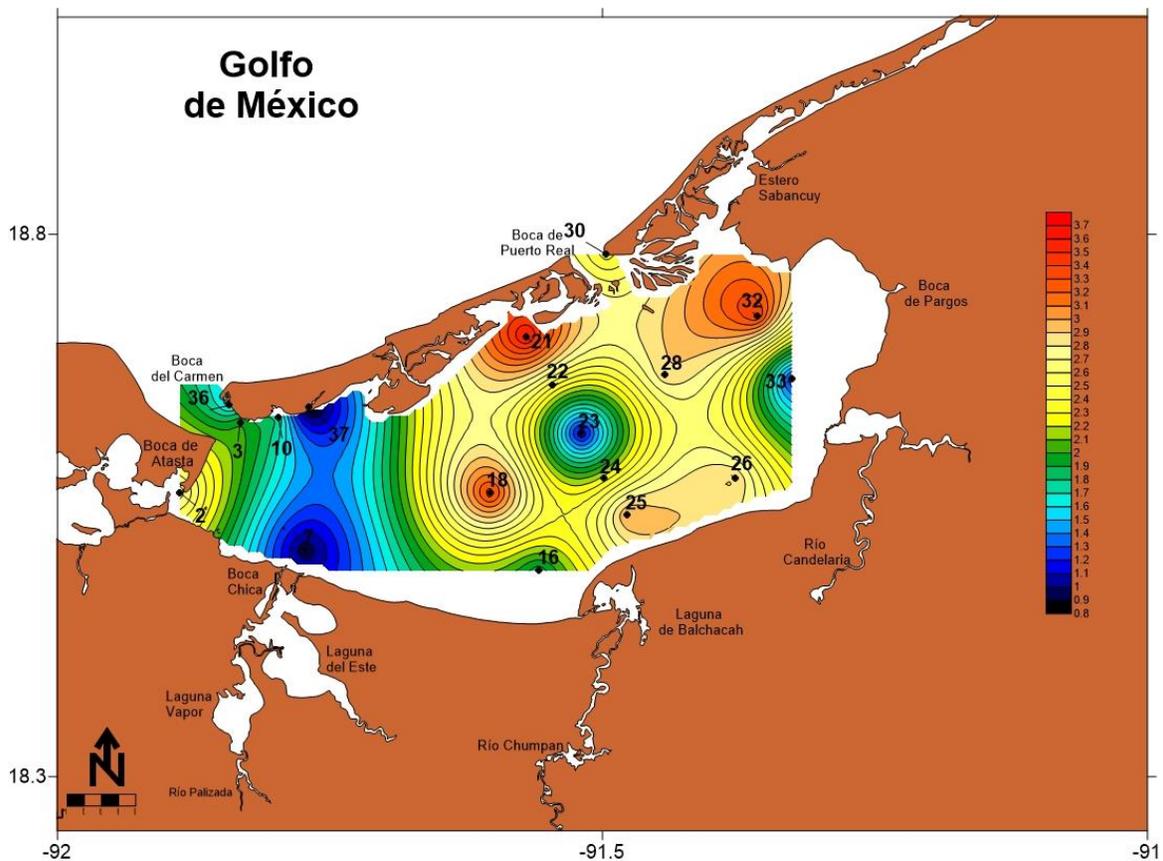


Figura 27. Distribución espacial del índice de Diversidad de Shannon en La laguna de Términos.

Los valores del índice de diversidad de Shannon obtenidos durante el desarrollo del presente estudio pueden considerarse como elevados, si se comparan con los registros de otros trabajos realizados con poliquetos en la Laguna de Términos, ya que estos han oscilado entre 0.7 y 1.2 en el sur de la laguna (Ibáñez-Aguirre & Solís-Weiss, 1986), y entre 0 y 2.4 en las comunidades de poliquetos asociadas a las praderas de *Thalassia testudium* dentro de la laguna, por ejemplo (Hernández-Alcántara, 1985).

9.7.2 Distinción taxonómica Δ^*

Las variaciones espaciales de la distinción taxonómica presentaron valores de, entre 82.4 y 100, lo que indicó la existencia de grandes variaciones en la composición taxonómica entre las estaciones de muestreo. Los valores elevados de este índice mostraron que las especies presentes en las localidades pertenecen, en términos generales, a géneros e incluso a familias distintas. Sin

embargo, se pudo observar que en la estación 7, localizada frente a la desembocadura del Río Palizada, donde se registró una $\Delta^* = 100$, valor claramente sesgado ya que fue resultado de la presencia de únicamente 2 especies de géneros distintos. Mientras que, en la estación 36, localizada en las vecindades de la Boca del Carmen, se registró el valor más bajo del índice de distinción taxonómica con 82.4, esta estación se caracterizó por la presencia de sólo 3, pero en comparación con la estación 7, dos de ellas pertenecen a la familia Spionidae y al mismo género, *Scolelepis*. A pesar de estos problemas asociados con el reducido número de especies, el índice de distinción taxonómica parece ser un buen auxiliar en la estimación e interpretación de la variedad biológica de las comunidades, al incorporar información sobre la composición taxonómica en la evaluación de la forma en que los individuos están representados entre las especies presentes en una comunidad.

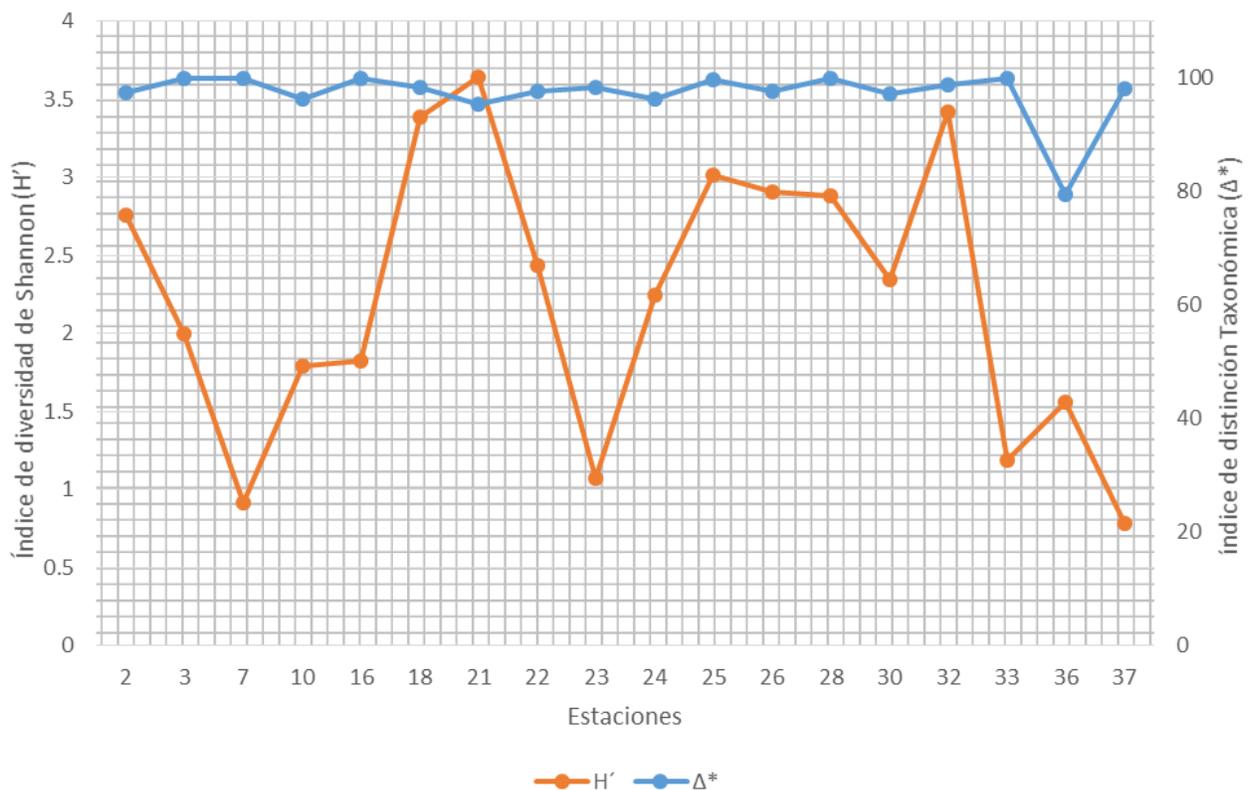


Figura 28. Índice de diversidad de Shannon (H') y el índice de distinción taxonómica (Δ^*) por estación de muestreo, en la Laguna de Términos.

En la Laguna de Términos, la mayoría de las estaciones (88%) presentó valores de distinción taxonómica superiores a 95, mostrando que, en términos generales, la fauna que habita en los fondos blandos de este sistema laguno-estuarino fue heterogénea, taxonómicamente hablando. Es decir, la mayoría de las especies en cada localidad pertenecieron a géneros o incluso a familias distintas, lo cual refleja la diversidad de organismos entre estaciones.

A pesar de que en las vecindades de las descargas de los ríos, en las estaciones 7 (Río Palizada), 16 (Río Chumpan) y 33 (Río Candelaria), y en las bocas de la laguna, en las estaciones 3 y 28, tanto el número de especies como el de organismos tendió a disminuir, la heterogeneidad taxonómica de la fauna que allí se estableció fue elevada, originando un incremento en los valores de Δ^* , si los comparamos con los generados a través del índice de Shannon (Fig. 28). En términos generales, este incremento de la distinción taxonómica se mantuvo dentro del área de estudio, aunque en las estaciones de la parte central y sur de la laguna, se presentó el mayor número de especies.

Aunque en las estaciones 18 y 21, no se presentó la fauna más abundante, sí fueron las estaciones con el mayor número de especies, por lo que la diversidad de Shannon fue la más alta en comparación con las demás estaciones, es decir, la proporción entre el número de organismos y las especies presentes, fue la más elevada dentro de la laguna; asimismo, también se presentaron valores elevados de Δ^* , debido a que la mayoría de las especies que habitan en estas localidades pertenecen a diferentes géneros. Mientras que en otras estaciones que también presentaron elevada riqueza de especies, conservaron su heterogeneidad a nivel de género; pero sus valores de densidad registraron amplias variaciones, estos cambios se vieron reflejados directamente en los valores del índice de Shannon. Sin embargo, las variaciones del índice de Shannon se vieron contrarrestadas por el efecto de la composición de la fauna; por lo que el índice de distinción taxonómica mantuvo sus valores elevados con pocas variaciones espaciales, reflejando la alta heterogeneidad taxonómica de la fauna de poliquetos que habita en la Laguna de Términos.

En términos generales, los dos indicadores de diversidad utilizados en este estudio mostraron que la fauna de poliquetos que habita en los fondos blandos de la Laguna de Términos fue muy

distinta en composición, y que, tanto los agrupamientos faunísticos con un número de ejemplares alto como los que presentaron pocos ejemplares, estuvieron integrados por grupos taxonómicos muy variados. En este sentido, los valores bajos de la diversidad de Shannon, como resultado de la disminución del número de especies y de organismos que se observó en algunas regiones de la laguna, asociado con el agrupamiento *Capitella* sp. 1 – *P. heterobranchia* localizado en las bocas de la laguna y en el sur de la Isla del Carmen, y con el agrupamiento *Laeonereis* sp. – *S. grubei* distribuido en el occidente de la laguna, fue compensada con el hecho de que las relativamente pocas especies pertenecieron al mismo género. Por lo que el uso del índice de distancia taxonómica constituye una herramienta adicional para la evaluación de la diversidad, ya que incorpora información en relación con la taxonomía de la fauna (Clarke & Warwick, 1998).

Es claro que la distinción taxonómica, como una forma de apoyar la evaluación de la diversidad biológica, no ha sido utilizada ampliamente en estudios de ecología marina, pero los resultados generados a partir del análisis de la fauna de poliquetos en este ambiente laguno-estuarino, permite afirmar que su aplicación aportaría importante información para entender el comportamiento y los patrones de distribución espacial de las comunidades bénticas.

9.8 Relación fauna-ambiente.

De acuerdo con los resultados generados por el análisis BIOENV para relacionar los factores bióticos de densidad, riqueza específica, diversidad de Shannon (H') y distinción taxonómica (Δ^*), con las variables ambientales, se obtuvo que los cambios espaciales de la densidad y la riqueza de especies existe una correlación con la temperatura (0.691 y 0.668, respectivamente) y con la profundidad (0.614 y 0.418, respectivamente) (Tabla 4).

En cuanto a los parámetros bióticos H' y Δ^* , se observó que los coeficientes de correlación fueron menores que los registrados para la densidad y riqueza; además se observa que otros factores ambientales tuvieron influencia sobre las variaciones de la diversidad de los poliquetos, aunque en una proporción menor. Los valores de diversidad de Shannon estuvieron correlacionados con la transparencia (0.233) y la temperatura (0.214), mientras que la salinidad (0.248) y el oxígeno disuelto (0.187), fueron los factores que influyeron en la composición de la distinción taxonómica (Tabla 4). Estos resultados mostraron que la heterogeneidad ambiental de

la Laguna de Términos tuvo un efecto diferencial sobre la fauna de poliquetos de acuerdo con la zona geográfica que habitan, por lo que fue necesario realizar este mismo análisis para los agrupamientos faunísticos detectados previamente en las diversas zonas de la laguna.

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Spearman entre las variables ambientales y la densidad, riqueza específica, diversidad de Shannon (H') y distinción taxonómica (Δ^*).

Variables	Densidad	Riqueza específica	Diversidad H'	Diversidad Δ^*
Profundidad	0.614	0.418	0.191	-0.033
Transparencia	0.375	0.203	0.233	-0.038
Temperatura	0.691	0.668	0.214	0.138
pH	0.276	0.339	0.1	0.17
Salinidad	0.44	0.354	0.03	0.248
Oxígeno disuelto	0.122	0.118	0.131	0.187

En primera instancia, el agrupamiento *Aphelochaeta* sp 1, *G. multidentis* y *A. (Acмира) hirsuta* (grupo A), que se distribuyó en la parte central de la laguna, y que registró el mayor número de especies y organismos, se correlacionó con la profundidad, la temperatura y el oxígeno disuelto (Tabla 5), aunque su influencia sobre cada uno de los parámetros bióticos de la comunidad fue distinta. En efecto, las estaciones que integran este grupo registraron las profundidades mayores y concentraciones de oxígeno disuelto, y bajas temperaturas, por lo que los cambios de densidad respondieron a las variaciones de la batimetría y la temperatura (0.317), sin embargo, la diversidad de Shannon se correlacionó con el oxígeno (0.401). Por el contrario, aunque las variaciones en la riqueza de especies y de la distinción taxonómica se correlacionaron con la profundidad (0.117), la transparencia y la temperatura (0.250), su correlación fue muy baja, indicando que, en el conglomerado *Aphelochaeta* sp 1 – *G. multidentis* – *A. (Acмира) hirsuta*, las variables ambientales estudiadas tienen poco efecto sobre la distribución de estos dos parámetros bióticos.

Tabla 5. Valores máximos del coeficiente de correlación de Spearman entre la fauna del Grupo A y la combinación de variables ambientales (P= profundidad; T= temperatura; Tr= transparencia; O₂= oxígeno disuelto).

<i>Factores</i>	<i>Combinación de variables</i>	<i>Coeficiente de correlación</i>
<i>Densidad</i>	P, T	0.317
<i>Riqueza específica</i>	P	0.117
<i>Diversidad de Shannon (H')</i>	O ₂	0.401
<i>Distinción taxonómica (Δ*)</i>	Tr, T	0.250

La agrupación *Capitella* sp. 1 – *P. heterobranchia* (grupo B), que como ya se había descrito anteriormente, estuvo integrado por sólo dos estaciones, una ubicada en la Boca de Puerto Real y la otra en el litoral interno de la Isla del Carmen, se caracterizó por presentar variación en sus valores de densidad y riqueza de especies, por lo que su distribución en la laguna estuvo relacionada con profundidades someras y valores inferiores de transparencia.

Finalmente, el grupo *Laonereis* sp. - *Sigambra grubei* (grupo C), bajo la influencia de los ambientes dulceacuícolas que rodean a la región occidental de la laguna, fue el agrupamiento que presentó las densidades bajas y un reducido número de especies. Esta fauna poco abundante y poco diversa con respecto a los otros grupos, también fue caracterizada por una composición de especies muy variable, por lo que el efecto del ambiente sobre los parámetros bióticos evaluados fue muy heterogéneo (Tabla 6). A pesar de que los valores de correlación, en términos generales, fueron elevados (con respecto a los valores de correlación de los otros agrupamientos) y de que la temperatura fue el factor que influyó sobre la mayoría de los indicadores de diversidad, las variables ambientales tuvieron una influencia diferencial: la riqueza de especies se correlacionó con las variaciones de la temperatura (0.866), H' por la temperatura y el pH (0.314), y Δ* con la profundidad y la temperatura (0.878).

Tabla 6. Valores máximos del coeficiente de correlación de Spearman entre la fauna del Grupo C y la combinación de variables ambientales (P= profundidad; T= temperatura; Tr= transparencia; pH = potencial de hidrógeno; O₂= oxígeno disuelto).

<i>Factores</i>	<i>Variables</i>	<i>Coefficiente de correlación</i>
<i>Densidad</i>	Tr, O ₂	0.986
<i>Riqueza específica</i>	T	0.866
<i>Diversidad de Shannon (H')</i>	T, Ph	0.314
<i>Distinción taxonomica (Δ*)</i>	P,T	0.878

Las variaciones en la composición de especies y los patrones observados en la distribución de la fauna de poliquetos que habitan los fondos blandos durante la época de lluvias en la Laguna de Términos, y su relación con los cambios ambientales, a pesar de que fueron heterogéneos, en general concuerdan con los resultados obtenidos por Cortés-Solano (2011), quien encontró que la presencia de los poliquetos en los fondos blandos de la laguna durante la temporada de secas, también estuvo determinada básicamente por los cambios en la temperatura y profundidad. Sanders (1960) al realizar un estudio sobre la diversidad en diferentes localidades marinas y estuarinas, concluyó que en los sistemas costeros las comunidades son controladas por factores físicos, esencialmente los climáticos, más que por los factores biológicos. La profundidad es uno de los principales factores que determina el patrón de distribución de muchas comunidades de invertebrados bénticos (Hutchings, 1998; Landa-Jaime, 2003; Landa & Arciniega, 1998; Probert *et al.*, 2001), la temperatura no ha sido ampliamente reconocida como una variable que determine la presencia de la fauna en los sistemas bénticos, y básicamente en estudios sobre la variación temporal de las comunidades es donde ha sido detectada como importante en la composición y distribución de los poliquetos (Hernández-Alcántara & Solís-Weiss, 2011).

10. CONCLUSIONES

- Durante la temporada de lluvias en la Laguna de Términos se detectaron tres agrupamientos ambientales principales: el grupo A, localizado al centro y sur de la laguna, caracterizado por presentar las estaciones con mayor profundidad y elevada transparencia. El grupo B, integrado por sólo dos estaciones conectadas por el flujo de agua marina que entra por la Boca de Puerto Real; la profundidad y la transparencia correspondieron con los valores más bajo. El grupo C, localizado en la Boca del Carmen y en las vecindades del Río Palizada, caracterizado por profundidades medias y salinidades intermedias.
- La fauna de poliquetos que habita la laguna es abundante pero relativamente poco diversa, al identificarse 3,022 ejemplares pertenecientes a 29 familias, 58 géneros y 72 especies.
- Cuarenta especies se registraron por primera vez en la Laguna de Términos, por lo que con este estudio hay una aportación sobre el conocimiento de las especies que habitan dentro de la laguna.
- Se detectó la presencia de 13 especies potencialmente nuevas para la ciencia (*Capitella* sp. 1, *Rashgua* sp. 1, *Kinbergonuphis* sp. 1, *Kinbergonuphis* sp. 2, *Ophiogoniada* sp. 1, *Laeonereis* sp.1, *Leonnates* sp.1, *Nicon* sp. 1, *Streptosyllis* sp.1, *Aphelochaeta* sp.1, *Pectinaria* sp.1, *Sternaspis* sp.1, *Sternaspis* sp.2).
- La densidad mayor de poliquetos estuvo presente bajo la influencia de la mezcla de masas de agua del centro de la laguna; la menor densidad se registró en la región occidental de la laguna, donde son mayores las descargas fluviales.
- Las variaciones espaciales de la composición de especies presentaron tres grupos principales: el grupo A, localizado en el centro y sur de la laguna, definido por el

cirratúlido *Aphelochaeta* sp 1., el goniádido *Glycinde multicens* y el paraónido *Aricidea (Acmira) hirsuta*. El grupo B situado en las vecindades de las bocas de la laguna y al sur de la Isla del Carmen, determinado por el capitélido *Capitella* sp. 1 y el espionido *Prionospio heterobranchia*. El grupo C, distribuido en el oeste de la laguna, cuya fauna está representada por el espionido *Laonereis* sp. y el pilárgido *Sigambra grubei*.

- La diversidad de Shannon (H') varió entre 0.780 y 3.642, reflejando la heterogénea composición de la fauna de poliquetos dentro de la Laguna de Términos.
- Los valores del índice de distinción taxonómica fueron elevados, entre 82.4 y 100, debido a la heterogeneidad taxonómica de los poliquetos de la laguna, que en términos generales, pertenecen a géneros e incluso a familias distintas.
- Aunque no se detectaron tendencias claras, las condiciones batimétricas y la temperatura fueron los parámetros que mejor se correlacionaron con las variaciones espaciales de la fauna, sobre todo con los cambios en la densidad y riqueza de especies.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Amezcu-Linares, F. & A. Yáñez-Arancibia. (1980). Ecología de los sistemas fluvio lagunares asociados a la Laguna de Términos: El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.* 7(1): 68-118.
- Arriaga-Hernández, S., P. Hernández-Alcántara & V. Solís-Weiss. (2013). Description and distribution of two new species of Paraonidae (Annelida: Polychaeta) from a lagoon-estuarine ecosystem in the Southern Gulf of Mexico. *Zootaxa*, 3686(1): 51-64.
- Baldó, F., A. Arias & P. Drake. (2000). La comunidad macrobentónica del estuario del Guadalquivir. *Boletín Instituto Español de Oceanografía.* 17(1-2): 137-148.
- Barnes, R. D. (1980). *Invertebrate Zoology.* 4 (ed). Philadelphia PA, Saunders College HRW. 1089 pp.
- Beesley, P. L., G. J. B. Ross & C. J. Glasby (eds). (2000). *Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia.* Vol. 4A Polychaeta, Myzostomia, Pongonophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publishing: Melbourne xii 465 pp.
- Blake, J. A. (1994). Introduction to the polychaeta. *In: Blake, J.A. and Hilbig, B. (eds.). Taxonomic Atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel, Volume 4, Santa Barbara Museum of Natural History, California.* 39-113 pp.
- Botello, A. V. (1978). Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la Laguna de Términos, Campeche. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 5(1): 159-178.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs.* 27: 325-349.
- Brusca, R. C. & G. J. Brusca. (1990). *Invertebrates.* Sinauer Associates, Sunderland. 9922 pp.
- Carreño-López S. A. (1982). *Algunos aspectos ecológicos de la macrofauna bentónica de las praderas de Thalassia testudinum de la Laguna de Términos Campeche, durante un ciclo anual.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.

- Clarke, K. R. & R. H. Green. (1988). Statistical design and analysis for a “biological effects” study. *Marine Ecology Progress Series*. 46: 213-226.
- Clarke, K. R. & M. Ainsworth. (1993). A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*. 92: 205-219.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. (1998). A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*. 35: 523-531.
- Clarke, K. R. & R. N. Gorley. (2001). *Manual de usuario Primer V. 5.0*. Primer-E, Ltd.
- Clarke, K. R. & R.N. Gorley. (2006). *PRIMER v6: user manual/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Clifford, D.H. T. & W. Stephenson. (1975). *An introduction to numerical classification*. Academic Press. New York. 229 pp.
- CONABIO. (1995). *Reservas de la Biosfera y otras áreas naturales protegidas*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México D.F.
- Constable, A. J., W. K. de la Mare, D. J. Agnew, I. Everson, & D. Miller. (1999). Managing Fisheries to Conserve the Antarctic Marine Ecosystem. *Montpellier*, ICES/SCOR.
- Contreras, F. (1985). *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México. 253 pp.
- Contreras-Espinosa. F. (1993). Ecosistemas costeros mexicanos. 1ª ed. *Conabio/UAM, México*. 415 pp.
- Cortés-Solano, J. D. (2011). *Composición y estructura de las comunidades de anélidos poliquetos asociadas a fondos blandos, en la Laguna de Términos, Campeche*. Tesis profesional. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. 73 pp.
- Cruz-Abrego, F. M., P. Hernández-Alcántara & V. Solís-Weiss. (1994). Estudio de la fauna de poliquetos (Annelida) y moluscos (Gastropoda y Bivalvia) asociada a ambientes de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) y manglares (*Rhizophora mangle*) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 21(1-2): 1-13.

- Day, J.W., C. A. S. Hall, W.M. Kemp & A. Yáñez-Arancibia. (1989). *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, New York. 558 pp.
- de la Lanza Espino, G. & H. Lozano Montes. (1999). Comparación fisicoquímica de las Lagunas de Alvarado y Términos. *Hidrobiológica*. 9(1): 15-30.
- de la Lanza-Espino, G. (2001). *Características Físico-Químicas de los Mares de México*. 1.9.1. Plaza y Valdés Editores. 149 pp.
- de la Lanza, E. G., P. Ramírez- García, F. Thomas y R. A. Alcántara. (1993). La vegetación de manglar en la laguna de Términos, Campeche. Evaluación preliminar a través de imágenes LANSAT. *Hidrobiológica*. 3 (1-2): 29-40.
- de León-Gonzales, J. A., J. R. Bastida-Zavala, L. F. Carrera-Parra, M. E. García-Garza, A. Peña-Rivera, S. I. Salazar-Vallejo & V. Solís-Weiss (eds.). (2009). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y America Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 pp.
- de León González, J. A. & G. Góngora-Garza. 1994. *Australonuphis beltrani* n. sp., a new onuphid (Polychaeta: Onuphidae) from Chacala, Nayarit, México. *Publicaciones Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Nuevo León*. suplemento 1: 7-12.
- Delgado-Blas, V. H. (2004). Two new species of Paraprionospio (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region and comments of the genus status. *Hydrobiologia*, 520(1-3): 189-198.
- Espinoza, N. & F. E. Morales. (2008) Macroinvertebrados bentónicos de la laguna las Peonías, Estado Zulia, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 42(3): 345-363.
- Fauchald, K. (1977). The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles Conty. Science Series*. 28: 1-188.
- Fauchald, K. & G. Rouse. (1997). Polychaete systematics: Past and present. *Zoologica Scripta* 26(2): 71-138.
- Fauchald, K. & P. A. Jumars. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography Marine Biology Annual Review*. 17: 193-284.

- García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, 3ra ed. Ed. Enriqueta García de Miranda. México. 252 pp.
- Gómez, S. (1974). Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, México (1964/1965). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 5(1): 158-178.
- Gray, J. S. (2000). The measurement of the marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*. 250: 23-29.
- Gutiérrez-Estrada, M. & A. Castro del Río. (1988). Origen y desarrollo geológico de la Laguna de Términos. In: A. Yáñez Arancibia & J. W. Day, Jr. (eds). *Ecología de los ecosistemas costeros del sur del Golfo de México*. La región de la Laguna de Términos. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 89-110 pp.
- Harris, Leslie H., J.A. de León-González & Salazar-Vallejo S. I. (2009). Morfología, Métodos, Clave para Familias y Clasificación. 3-32 pp. In: de León-Gonzales, J. A., J. R. Bastida-Zavala, L.F. Carrera-Parra, M. E. García-Garza, A. Peña- Rivera, S. I. Salazar-Vallejo & V. Solís-Weiss (eds.). *Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 pp.
- Hernández-Alcántara, P. (1985). *Estudio de la macrofauna béntica asociada al mangle rojo (Rhizophora mangle), en la laguna de términos Campeche, durante un ciclo anual*. Tesis profesional. UNAM. México. 105 pp.
- Hernández-Alcántara, P., J.D. Cortés-Solano, N.M. Medina-Cantú, A.L. Avilés-Díaz & V. Solís-Weiss. (en prensa). Polychaete diversity in the estuarine habitats of Términos Lagoon, Southern Gulf of Mexico. *Memoirs of Museum Victoria*. 71:
- Hernández-Alcántara, P. & V. Solís-Weiss. (1991). Ecological aspects of the polychaete populations associated with the red mangrove *Rhizophora mangle* at Laguna de Términos, southern part of the Gulf of Mexico. *Ophelia Supplement*. 5: 451-462.
- Hernández-Alcántara, P. & V. Solís-Weiss. (1995). Algunas comunidades macrobentónicas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en laguna de Términos, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 43(1-3): 117-129.

- Hernández Alcántara, P., J.D. Cortés Solano & V. Solís-Weiss. (2011). Polychaete diversity in lagoons and estuaries of the Southern Gulf of Mexico. In: Ozhan E. (ed.). *Proceedings of the tenth international conference on the Mediterranean coastal environment*. 1 Mediterranean Coastal Foundation. Dalyan, Mugla, Turkey. Vol. 2: 557-568. ISBN: 978605-88990-6-3.
- Hernández-Alcántara, P. & V. Solís-Weiss. (2011). Distribution of the Polychaete assemblages on the continental shelf of the Northern Gulf of California, Eastern Pacific. *Italian Journal of Zoology*. 78, Supplement 1: 280-289.
- Hildie M., E. Nacorda & H. T. Yap. (1997). Structure and temporal dynamics of macroinfaunal communities of a sandy reef flat in the northwestern Philippines. *Hydrobiologia*. 352: 91-106.
- Hutchings, P. A. (1998). Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and conservation*. 7: 1133-1145.
- Huchings, P. A. (1998). Cossuridae; Natural History; Polynoidae. In: Beesley, P. L., G. J. Ross & C. J. Glasby (eds) *Polychaetes and Allies: The Southern. Fauna of Australia*. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pongonophora, Echinura, Sipuncula. CSIRO Publishing, Melbourne xii 465 pp.
- Hutchings, P. A. & K. Fauchald. (2000). Definition and General Description. 1-3. In: Beesley, P. L., G. J. Ross & C. J. Glasby (eds) *Polychaetes and Allies: The Southern. Fauna of Australia*. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pongonophora, Echinura, Sipuncula. CSIRO Publishing, Melbourne xii 465 pp.
- Ibáñez-Aguirre, A. (1983). *Variaciones estacionales de los anélidos poliquetos asociados a las praderas de Thalassia testudinum (Konig, 1805) a lo largo de la costa Sur de Isla del Carmen en la Laguna de Términos, Campeche*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 84 pp.
- Ibáñez Aguirre, A. L. & V. Solís-Weiss. (1986). Anélidos Poliquetos de las praderas de *Thalassia testudinum* del Noroeste de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. 34(1): 35-47.
- Klopfer, P. H. 1959. Environmental Determinants of faunal diversity. *American Naturalist* 93(873): 337-342.

- Kudenov, J. D. (1980). Polychaeta (Britlesworms). *In: Brusca, R. C. (ed) Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2nd ed. The University of Arizona Press. Tucson Arizona. 77-123 pp.
- Landa-Jaime, V. (2003). Asociación de moluscos bentónicos de sistema lagunar Agua Dulce/ El Ermitaño, Jalisco, México. *Ciencias Marinas*. 29(2): 169-184.
- Landa- Jaime, V. & J. Arciniega-Flores. (1998). Macromoluscos béntonicos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 25(2): 155-167.
- Lara-Domínguez, A. L., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua Linares. (1980). *Biología y ecología del bagre Arius melanopus güntner en la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México (Pisces: Ariidae)*. 29 de julio 2014, de biblioweb.tic.unam.mx. Sitio web: <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1981-1/articulo122.html>
- Liñero-Arana, I. & G. Reyes-Vásquez. (1979). Nereidae (Polychaeta: Errantia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto de Oceanografía de Venezuela, Universidad de Oriente*. 18(1-2): 3-12.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princenton University Press, New Jersey. 179 pp.
- Padilla-Galicia, E. (1984). *Estudio cualitativo y cuantitativo de las poblaciones de anélidos poliquetos de la plataforma continental del Sur de Sinaloa*. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 106 pp.
- Páez-Osuna, F., D. Valdés, D. Alexander, H. Fernández & J. Ozuna. (1987). Níquel y plomo en las fracciones disueltas y partículas del sistema fluvio-lagunar de Términos, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 14(1): 79-86.
- Phleger, F. B. (1969). Some general features of coastal lagoons, 526 pp. *In: A. Ayala-Castañares & F.B. Phleger (eds.). Lagunas Costeras: Un Simposio. Mem. Simp. Lagunas Costeras (origen, dinámica y productividad) UNAM/UNESCO*. México D.F. Noviembre 28-30, 1967. 686 pp.
- Phleger F.B & A. Ayala-Castañares. (1971). Processes and history of Términos lagoon, México. *Bulletin of American Association of Petrology and Geology*. 55(2): 2130-2140.

- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*. 31(8): 583-590.
- Probert, P. K., G. B. Read., S. L. Grove & A. A. Rowden. (2001). Macrobenthic polychaete assemblages of the continental shelf and upper slope off the west coast of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 35: 971-984.
- Reveles-Gonzales M. B. (1983). *Contribución al estudio de los anélidos poliquetos asociados a praderas de Thalassia testudinum en la porción este sur de la Laguna de Términos, Campeche*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 170 pp.
- Rouse, G. (2000). Classification of the Annelida and Polychaeta. pp 51-52. In: Beesley, P. L., G. J. Ross & C. J. Glasby (eds). *Polychaetes and Allies: The Southern. Fauna of Australia*. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pongonophora, Echinura, Sipuncula. CSIRO Publishing, Melbourne xii 465.
- Rouse, G. W. & Fauchald, K. (1995). The articulation of annelids. *Zoologica Scripta*. 24: 269-301.
- Rouse, G. W. & Fauchald, K. (1997). Cladistic and polychaetes. *Zoologica Scripta* 26(2): 139-204.
- Rouse, G. W. & Pleijel, F. (2001). *Polychaetes*. Oxford University Press. Hong Kong. 354 pp.
- S.R.H. (1976). *Estudio de la calidad del agua en la Laguna de Términos, Campeche*, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Planeación, Dirección de Control de la Contaminación del Agua. Contrato ATECMAR, S. A., México. Núm. SP75-C-I.
- Salazar-Vallejo, S. I. (1985). *Contribución al conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Bahía Concepción, Baja California Sur*. Tesis Maestría Centro de Investigaciones Científicas y de Estudios Superiores de Ensenada Baja California. 311 pp.
- Salazar-Vallejo, S. I., J. A. de León-González Angel & Salaices-Polanco Héctor. (1988). *Poliquetos (Anelida: Polichaeta) de México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Libros Universitarios. 214 pp
- Sanders, H. L. (1958). Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*. 102: 243-282.

- Snelgrove, P. V. R. (1998). The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity and conservation*. 7: 1123-1132.
- Snelgrove, P. V. R. (1999). Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats. *BioScience*. 49(2): 129-138.
- Soares-Gomes A. & A. G. Figueiredo. (2002). O ambiente marinho. pp. 1-33 In: Pereira RC & A Soares-Gomes (eds). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro. *Interciencia*. 382 pp
- Solís-Weiss, V. & S. Carreño. (1986). Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 13(3): 201-216.
- Strickland, J. D. H. & T. R. Parsons. (1977). A practical handbook of seawater analysis. 2nd. ed.. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin*. 167: 310 pp.
- Tessier, A., P. G. C. Campell, & M. Bisson. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*. 51(7): 844-851.
- Tovar-Hernández, M. A., P. Hernández-Alcántara & V. Solís-Weiss. (2008). Description of *Syllis lagunae* sp. nov. (Polychaeta: Syllidae) from the Southern Gulf of México and designation of a neotype for *Syllis Mexicana* (Rioja). *Cahiers de Biologie Marine*. 49: 337-351.
- Uebelacker, J. M. & P. G. Johnson. (1984). *Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-12-001-29091*. Barry A. Vittor & Associates, Inc. Mobile, Alabama.
- Vargas, F. M. (1977). *Las corrientes y el transporte neto de agua en la Laguna de Términos, Camp*. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 94 pp.
- Warwick, R. M. & K. R. Clarke. (1985). New “biodiversity” measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*. 129: 301-305.
- Yáñez-Aranciba, A., A.L. Lara-Domínguez, P. Chavance & D. Flores Hernández. (1988). Comportamiento ambiental de la Laguna de Términos. In: Yáñez-Aranciba, A. & J. W. Day, Jr. (eds.). *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región*

de la Laguna de Términos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México. 2: 27-40

- Yáñez-Arancibia, A. & Day, J.M. (1988). Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon estuarine system in the southern Gulf of Mexico. *In: Yáñez-Arancibia, A. and J. W. Day, Jr. (ed.) Ecology of Coastal Ecosystems in the Southern Gulf of México: The Terminos Lagoon Region.* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. México. 1-6 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. & Day, J.M. (2005). *Ecosystem Functioning: The Basis for sustainable management of Términos Lagoon, Campeche, México.* México: Instituto de Ecología, A.C. 76 pp.
- Yáñez-Correa, A. (1963). Batimetría, salinidad, temperatura y distribución de los sedimentos recientes en de la laguna de Términos, Campeche, México. *Boletín del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.* 67(1): 1-47.
- Yokoyama, H. (2007). A revision of the genus *Paraprionospio* Caullery (Polychaeta: Spionidae). *Zoological Journal of the Linnean Society.* 151(2): 253-284.
- Zarur-Ménez, A. (1962). Algunas consideraciones geobiológicas de la Laguna de Términos, Campeche. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* 23: 51-70.